

Risques

Les cahiers de l'assurance

N° 108

SOCIÉTÉ

**La révolution de l'énergie
est en marche**

Bernard Bigot

RISQUES ET SOLUTIONS

Les risques du vivant

Guy Turquet de Beauregard

Gabriela Buffet

Hervé Chneiweiss

Arnaud Fontanet

Chantal Jouanno

Irene Merk

Fabien Squinazi

Jacques Testart

ANALYSES ET DÉFIS

**Les ruptures dans la
mondialisation, quel impact
sur l'assurance ?**

Olivier de Bandt

José Bardaji

Jean-François Boulier

Dominique Durant

Jean d'Herbécourt

Olivier Héreil

Mahamoud Islam

Ludovic Subran

Philippe Trainar

ÉTUDES ET DÉBATS

Arthur Charpentier

Jean-Pierre Daniel

Roméo Fontaine

Pierre Martin

Carlos Pardo

Bernard Spitz

Daniel Zajdenweber

Comit  ditorial

Jean-Hervé Lorenzi
Directeur de la rédaction

François-Xavier Albouy et Charlotte Dennerly
Société

Pierre Bollon et Pierre-Charles Pradier
  tudes et débats

Gilles B  n  planc et Daniel Zajdenweber
Risques et solutions

Philippe Trainar
Analyses et défis

Arnaud Chneiweiss

Arielle Texier

Marie-Dominique Montangerand
Secrétaire de rédaction

Comit  scientifique

Luc Arrondel, Philippe Askenazy, Didier Bazzocchi, Jean Berthon
Jean-François Boulter, Marc Bruschi, François Bucchini, Gilbert Canameras
Pierre-André Chiappori, Michèle Cohen, Alexis Collomb, Michel Dacorogna
Georges Dionne, Brigitte Dormont, Patrice Duran, Louis Eeckhoudt, François Ewald
Didier Folus, Pierre-Yves Geoffard, Claude Gilbert, Christian Gollier, Frédéric Gonand
Rémi Grenier, Marc Guillaume, Sylvie Hennion-Moreau, Dominique Henri  t, Vincent Heuzé
Jean-Pierre Indjehagopian, Meglena Jeleva, Gilles Johanet, Ely  s Jouini, Dorothée de Kermadec-Courson
Jérôme Kullmann, Dominique de La Garanderie, Patrice-Michel Langlum  , Régis de Laroulli  re
Claude Le Pen, Robert Leblanc, Florence Legros, François Lusson, Florence Lustman, Olivier Mareuse
Pierre Martin, André Masson, Luc Mayaux, Erwann Michel-Kerjan, Alain Moeglin
Marie-Christine Monsallier-Saint-Mleux, Stéphane Mottet, Michel Mougeot, Bertrand Munier
Stéphane Pallez, Carlos Pardo, Jacques Pelletan, Pierre Pestieau, Pierre Petauton, Pierre Picard
Manuel Plisson, Jean-Claude Prager, André Renaudin, Angelo Riva, Geoffroy de Saint-Amand
Christian Schmidt, Côme Segretain, Jean-Charles Simon, Kadidja Sinz, Olivier Sorba
Didier Sornette, Lucie Taleyson, Patrick Thourot, Alain Trognon, François de Varenne
Nicolas Véron, Jean-Luc Wybo, Hélène Xuan

Sommaire - n° 108 -

1. *Société* La révolution de l'énergie est en marche

Entretien avec

Bernard Bigot, *Directeur général, Iter Organization* 9

2. *Risques et solutions* Les risques du vivant

François-Xavier Albouy, <i>Introduction</i>	17
Jacques Testart, <i>Eugénisme, un risque peut en cacher un autre</i>	19
Hervé Chneiweiss, <i>Éthique en recherche biomédicale : anticiper les enjeux, permettre de choisir</i>	24
Arnaud Fontanet, <i>Faut-il craindre les pandémies ?</i>	29
Guy Turquet de Beauregard, <i>Rayonnements ionisants et santé, conséquences de la nouvelle directive européenne</i>	34
Chantal Jouanno, <i>OGM : risques environnementaux et sanitaires</i>	39
Gabriela Buffet et Irene Merk, <i>Le risque de pandémie virale</i>	45
Fabien Squinazi, <i>Les risques biologiques aériens, l'exemple de la légionellose</i>	52

3. *Analyses et défis* Les ruptures dans la mondialisation, quel impact sur l'assurance ?

Arnaud Chneiweiss, <i>Introduction</i>	61
Philippe Trainar, <i>Ruptures dans la mondialisation, effets sur l'assurance</i>	63
José Bardaji, <i>L'internationalisation de l'assurance en question</i>	70
Jean-François Boulrier, <i>Les frontières seront-elles efficaces ?</i>	75
Jean d'Herbécourt, <i>Le paradoxe local-mondial de l'assurance</i>	81
Mahamoud Islam et Ludovic Subran, <i>Les entreprises face aux ruptures de la mondialisation</i>	85
Olivier Héreil, <i>La gestion d'actifs au risque de la démondialisation</i>	91
Olivier de Bandt et Dominique Durant, <i>Un monde de taux d'intérêt bas, impacts sur l'assurance vie</i>	95

4. *Études et débats*

Bernard Spitz, <i>Anticiper les nouveaux risques en 2017</i>	107
Pierre Martin, <i>La France face au risque du marché</i>	111
Arthur Charpentier, <i>Les dérives du principe de précaution</i>	117
Jean-Pierre Daniel, <i>Et si l'assurance disparaissait ?</i>	123

Actualité de la Fondation du risque

Roméo Fontaine, <i>Comment les individus anticipent-ils le risque de dépendance ?</i>	129
Gérald Bronner, <i>La pensée extrême. Comment des hommes ordinaires deviennent des fanatiques</i> par Daniel Zajdenweber	133
Cathy O'Neil, <i>Weapons of Math Destruction</i> par Arthur Charpentier	134
François-Xavier Albouy, <i>Le prix d'un homme</i> par Carlos Pardo	136

Éditorial

Risques se lance dans la science-fiction. Nous nous sommes plongés volontairement dans un univers à la Stephen King, Greg Egan ou Maxime Chattam, cherchant à la fois à imaginer ce que pourrait être un avenir redessiné par des révolutions énergétiques, biologiques et économiques, et à percevoir les risques nouveaux que ces bouleversements pourraient créer. C'est une tâche difficile, mais au fond naturelle, au moment où chacun a du mal à comprendre l'instant et à imaginer le lendemain de manière évidente. On saute les étapes et on tente d'esquisser les contours d'un avenir radicalement différent. Quelle interview passionnante que celle de Bernard Bigot lorsqu'il décrit ce que pourrait être, avec Iter, la production d'immenses quantités d'énergie de fusion. Ce projet Iter, chacun s'en souvient, fut l'objet d'une compétition farouche à l'échelle mondiale, parce que l'investissement associé à des équipements extrêmement importants donnait le sentiment que le territoire gagnant serait au cœur de la révolution énergétique. Le paradoxe est que tout ceci n'aura pas de débouchés industriels avant une quarantaine d'années, et donc, que la route est encore bien longue avant d'atteindre des résultats opérationnels. Mais, il n'empêche, le choix de la France comme terre d'accueil fut à l'époque une nouvelle très positive et est, en réalité, un atout exceptionnel pour notre pays à moyen terme. Le second élément paradoxal de cette démarche, c'est qu'elle débouche, contrairement à la production de l'énergie nucléaire, sur des procédés sans le moindre risque et, évidemment, sans les lourds inconvénients des énergies fossiles.

Changement de décor, et pourtant là aussi, une plongée dans le monde de demain. Nous nous sommes souvent interrogés dans notre revue sur le développement des pandémies de manière générale, mais jamais sur celles liées aux technologies génétiques, qui sont, aujourd'hui, sujet d'interrogations et de peurs. En réalité, les risques biologiques ont deux caractéristiques : d'une part, ils sont mal connus, difficilement identifiables, et d'autre part, ils sont associés à l'idée d'un monde non régulé, où les expérimentations pourraient prendre des formes difficilement compatibles avec notre éthique. C'est donc une version de l'avenir plus inquiétante et plus porteuse d'incertitudes et de difficultés à comprendre et à réguler.

Même chose pour ce troisième volet de notre voyage futuriste. Nous avons vécu depuis un demi-siècle avec l'idée solidement ancrée dans nos esprits que l'ouverture des frontières et la libération des flux de capitaux et de marchandises constituaient le socle de la croissance économique. La progression vers une globalisation généralisée et définitive faisait partie de nos certitudes. Comme toujours, la ligne continue ne fut pas au rendez-vous et le monde connaît, dès maintenant, au minimum une inflexion et un ralentissement dans le développement de la mondialisation.

Comment tout cela peut-il influencer sur le monde de l'assurance ? Mais surtout, celui-ci sera-t-il l'un des derniers remparts contre les tentations de protectionnisme et de fermeture sur soi ? Telle est la question que l'on peut légitimement se poser. Et à laquelle on peut légitimement répondre, en constatant que ce secteur a atteint un point d'équilibre entre le local et le mondial qu'il sera bien difficile de remettre en cause.

Trois domaines de chocs technologiques et économiques, trois domaines d'activités humaines attachées au développement du XXI^e siècle et trois évolutions spécifiques lorsqu'elles sont, chacune, confrontées aux bouleversements d'aujourd'hui et de demain. C'est donc l'illustration de la diversité des risques dans l'avenir, et de l'extraordinaire disparité entre les évolutions de secteurs de l'activité humaine confrontée à ces risques d'aujourd'hui et de demain.

Jean-Hervé Lorenzi

1.

La révolution de l'énergie est en marche

■ Bernard Bigot

Directeur général, Iter Organization

Bernard Bigot

Directeur général, Iter Organization

Entretien réalisé par Jean-Hervé Lorenzi,
Arnaud Chneiweiss et Philippe Trainar

Risques : Pouvez-vous nous expliquer le projet Iter ?

Bernard Bigot : Il est extrêmement simple. C'est essayer d'apporter une réponse de très long terme à la problématique de l'approvisionnement énergétique mondial. Près de 85 % de cet approvisionnement est assuré aujourd'hui par les combustibles fossiles : charbon, pétrole, gaz, lignite... Ce n'est incontestablement pas durable (au sens de plusieurs siècles) alors que la population mondiale continue à croître, et ce, quelles que soient les économies d'énergie que nous ferons. Depuis le lendemain de la Seconde Guerre mondiale, les physiciens examinent avec attention les possibilités d'utiliser la ressource offerte par la fusion de noyaux d'hydrogène. Le soleil brûle chaque seconde 600 tonnes d'hydrogène, non pas avec de l'oxygène, mais pour fusionner et produire de l'hélium. Ce phénomène, connu des physiciens depuis le début des années 1900, offre la possibilité éventuelle d'une production d'énergie avec les ressources naturelles dont nous disposons sur la terre pour plusieurs centaines de millions d'années, et ce dans des conditions intrinsèquement sûres. À un instant donné, vous avez deux grammes de combustible dans le réacteur : si un quelconque événement modifie les paramètres de fonctionnement de la réaction, la réaction s'éteint spontanément et immédiatement. Comme il n'y a que deux grammes de combustible, qui dégagent certes une forte puissance en fusionnant, il n'y a pratiquement aucune énergie stockée dans le réacteur. Il ne peut ni exploser ni dégager les énergies considérables qui entraîneraient de fortes températures et une fusion du réacteur.

C'est pourquoi, en 1985, Gorbatchev et Reagan se sont réunis à Genève et ont décidé de mobiliser les États-Unis et la Russie pour produire cette nouvelle énergie. Ils ont lancé un grand programme inter-

national, qui a été immédiatement souscrit également par l'Union européenne et le Japon. Entre 1985 et 2000, environ 250 physiciens et ingénieurs, sur trois sites (l'un au Japon à Naka, l'autre à Garching, près de Munich en Europe, le troisième à San Diego aux États-Unis), ont défini le dessin et réfléchi aux différentes innovations technologiques nécessaires pour pouvoir construire des machines capables de produire de grandes quantités d'énergie de fusion, avec un bilan global nettement favorable. C'est le projet Iter qui, en 2000, a été considéré comme suffisamment mature pour être engagé. En 2015, j'en suis devenu le directeur général. Aujourd'hui, ce projet réunit sept grands partenaires : Japon, Corée du Sud, Chine, Inde, Russie, Union Européenne, États-Unis, soit 35 pays qui se sont engagés pour 42 ans à développer une machine qui permettra de démontrer la production continue et massive d'énergie de fusion : si on alimente le chauffage du plasma d'hydrogène avec une unité d'énergie, Iter en récupérera au moins 10 fois plus sous forme d'énergie de fusion. L'objectif est d'en récupérer à terme au moins 50 fois plus.

Ce projet est complexe, car nous devons utiliser des forces magnétiques considérables pour confiner un plasma porté à 150 millions de degrés (10 fois la température du cœur du soleil). Nous sommes obligés de construire une grande cage magnétique de manière très précise. Elle sera la plus grande jamais construite : un cube de 20 mètres de côté. Avec de telles forces magnétiques, en canalisant correctement le champ, on soulèverait le porte-avions Charles de Gaulle. C'est un véritable défi technologique.

Risques : Vous parlez d'un horizon à 42 ans. Quel est le planning ? Où en êtes-vous à l'heure actuelle ?

Bernard Bigot : Le planning est le suivant. 2005, décision d'accord. 2006, accord international signé à l'Élysée. 2007, ratification et démarrage du projet Iter. Initialement, nous devions avoir le premier plasma

en 2020 et la pleine puissance de fusion en 2025. Le projet a pris du retard. En 2013, le rapport sévère d'un auditeur américain préconisait un désastre si nous ne réformions pas profondément la gouvernance du projet. Sollicité par les sept membres internationaux d'Iter, j'ai alors accepté de prendre la direction générale de ce projet à la condition d'un changement profond de son mode de fonctionnement qui, maintenant, donne notamment au directeur général tous les pouvoirs d'arbitrage technique. Après un audit complet du projet, en novembre 2015, soit moins de sept mois après mon arrivée, nous avons présenté un nouveau calendrier. Premier plasma : 2025, plasma de pleine puissance : 2035. On ne peut pas faire plus vite. Cette revue a été audité par des experts extérieurs indépendants, qui ont conclu que le travail que nous avons mené était un travail robuste et sérieux.

Le 17 novembre 2016, les sept grands partenaires ont validé le calendrier que je viens de vous donner, avec plusieurs jalons engageants jusqu'en 2035. Ils ont accepté d'apporter un complément financier de l'ordre de 4,5 milliards d'euros. Nous venons de sortir d'une période critique, où les risques du projet étaient maximaux. Ensuite, à partir de 2035, il faudra environ dix ans d'expérimentation à pleine puissance pour optimiser les conditions techniques et économiques de fonctionnement de la technologie choisie. En 2045, je pourrai – ou plutôt mes successeurs pourront – vous dire si ce sera rapidement industrialisable ou pas. Pendant ces dix ans, il faudra avoir réfléchi au premier démonstrateur industriel, lequel devra être capable de fournir de l'énergie électrique sur le réseau aux alentours des années 2055-2060.

Risques : À partir du moment où ce projet n'est plus uniquement le fait des États, mais devient un projet industriel, quels sont les risques (prolifération...) auxquels pourraient être exposés les industriels qui investiraient ?

Bernard Bigot : Aujourd'hui un industriel n'investit pas en premier lieu financièrement dans Iter, mais techniquement et industriellement. Voici une brève description de l'installation : une grande chambre à

vide d'environ 1 000 m³, de 20 mètres de haut, un peu comme un pneu ou un tore, qui doit résister à un vide d'un millionième d'atmosphère. C'est une exigence de dimensionnement et de fiabilité considérable. À l'intérieur de cette enceinte à vide, on va introduire 2 grammes d'hydrogène. On va claquer cet hydrogène comme dans une lampe au néon pour créer un plasma, en séparant la partie noyau chargée positivement de l'électron. On obtient un plasma, que l'on va chauffer à 150 millions de degrés, c'est-à-dire 10 fois la température du cœur du soleil. On le chauffe en exploitant le phénomène d'interaction d'une particule chargée électriquement et d'un champ magnétique. Si vous vous souvenez un peu de vos cours de physique élémentaire, vous savez qu'une particule chargée électriquement, qui est à proximité d'un champ magnétique, saute sur la ligne de champ magnétique la plus proche (et a priori la plus forte), et s'enroule autour de la ligne de champ magnétique, un peu comme dans un escalier hélicoïdal. Elle progresse en s'enroulant et en accélérant continuellement. La température de 150 millions de degrés est une mesure de la vitesse des particules ; pour avoir cette vitesse, il faut des lignes de champ magnétique circulaires et suffisamment puissantes. Il faut donc une grande cage magnétique. Son champ magnétique est 300 000 fois plus élevé que celui de la terre, avec une forte puissance. Ces particules accélèrent fortement sous l'effet de divers apports d'énergie externes et comme il y a un vide profond, avant de rencontrer un voisin, elles ont largement le temps d'atteindre la bonne vitesse. Quand elles ont atteint la bonne vitesse, si elles rencontrent un autre noyau d'hydrogène, elles fusionnent immédiatement et libèrent une grande quantité d'énergie. Pour vous donner une idée, 1 gramme de deutérium tritium, c'est-à-dire d'hydrogène qui fusionne, dégage la même quantité d'énergie qu'en brûlant instantanément 8 tonnes de pétrole.

Aussi longtemps que l'on n'a pas démontré que l'association de toutes ces technologies innovantes répond à l'objectif que l'on s'est donné, le monde industriel a peu tendance à investir. Par contre, les entreprises souhaitent obtenir des commandes pour faire progresser leur propre technologie, que ce soit dans le domaine de la métallurgie, du vide, de la

cryogénie, de la neutronique, de l'électronique... Toutes ces technologies vont être rassemblées dans le projet Iter. Songez que les bobines supraconductrices sont à la température de - 270 degrés. À quelques mètres, vous avez + 150 millions de degrés. C'est un ensemble de défis technologiques.

Quels sont les risques ? Sur le projet lui-même, le premier risque est politique. Ce projet ne peut se développer dans un temps raisonnable que si les sept partenaires mobilisent leur industrie, leurs compétences humaines, leurs ressources financières et leurs ressources industrielles. Le premier risque est que, si ce projet est mal géré, en dépit de l'intérêt qu'il présente pour les pays associés, ces derniers cessent la collaboration internationale dans laquelle ils sont engagés et qui est la condition du succès. C'est le risque qui a été couru jusqu'en 2013 et qui a justifié mon arrivée.

Le deuxième risque fort est le risque managérial : aujourd'hui, l'accord Iter est fondé sur le fait que 90 % des composants sont fournis en nature par les différents pays. Car chacun des pays a voulu apprendre une technologie majeure à laquelle nous devons faire appel. Ce sont 35 pays qui ensemble produisent les multiples composants nécessaires. Il y a actuellement plus de 8 milliards d'euros de commandes industrielles dans le monde ; 1 200 industriels, près de 40 000 personnes, participent aujourd'hui dans le monde au développement industriel d'Iter. Une énorme coordination est nécessaire pour que ces différents industriels satisfassent nos spécifications. Aujourd'hui, des pièces sont produites au Japon, en Chine, en Europe, en Russie..., qui seront assemblées ultérieurement par nos soins sur notre site. Il y a donc un risque managérial et industriel considérable.

Il y a aussi des risques techniques : on pousse les technologies au maximum de leur potentiel de performance et on peut éventuellement ne pas avoir un composant qui satisfasse les exigences. Certains composants vont demander quatre ans pour être fabriqués par les industriels les plus performants du monde ; par exemple, l'un des neuf secteurs de la chambre à vide. Certaines bobines supraconductrices mesurent 24 mètres de diamètre et doivent être

construites au millimètre près. Si ces spécifications ne sont pas satisfaites, nous n'obtiendrons pas les performances attendues.

Ce projet est donc cousu de risques, mais en cas de succès – et nous faisons tout pour cela –, ce sera une rupture complète dans la problématique de l'approvisionnement énergétique mondiale. Premièrement, les matières premières pour fabriquer les combustibles, de l'eau et du lithium, se trouvent partout dans le monde, et il en faut des quantités infinitésimales. Un réacteur de 1000 mégawatts de puissance productrice d'électricité à partir de charbon, consomme 10 millions de tonnes de charbon par an. Le même réacteur de fusion de 1000 mégawatts consommera 350 kilos d'hydrogène. Il y a suffisamment de matières premières pour les centaines de millions d'années à venir. Deuxièmement, il est intrinsèquement sûr. Troisièmement, il ne rejette dans l'atmosphère que de l'hélium, qui est un gaz chimiquement inerte, non radioactif, et ce en quantités très faibles. Il n'y a pas de risque de prolifération. Il n'y a pas de matière fertile ou fissile. Il y a du tritium, mais il sera directement produit sur site. Il y aura quelques déchets nucléaires qui résulteront de l'activité des parois, mais qui seront à vie courte, à peu près une centaine d'années. C'est cette promesse d'une énergie pratiquement inépuisable qui fait que les pays, en dépit des difficultés et des risques, se sont engagés dans les conditions que je viens d'évoquer.

Risques : Vous décrivez des équipements d'une nature tout à fait particulière, dont nous ne pouvons pas être assurés que nous saurons les produire plus rapidement dans l'avenir, ou en quantités plus industrielles. En admettant que le projet réussisse, pourrait-il ensuite être industrialisé ?

Bernard Bigot : L'objectif de ce projet est de démontrer la faisabilité scientifique et industrielle. Aujourd'hui, comme tout équipement de recherche, ce projet a pris des marges maximales, et des dispositions multiples pour que l'on puisse faire varier les paramètres aussi largement que possible, afin d'explorer tous les champs du possible et définir les conditions optimales de construction et de fonctionnement.

Mais les technologies dont je vous parle seront a priori – une fois que nous aurons fait l'expérience – industrialisables à grande échelle. C'est la raison pour laquelle les sept grands pays ont voulu absolument que leurs industries apprennent ces technologies. Par exemple, les bobines supraconductrices sont refroidies à - 270 degrés, et l'intensité du courant qui va les traverser est de 78 000 ampères. Jusqu'à maintenant, jamais personne au monde n'avait mis au point un câble qui garantisse une alimentation de 78 000 ampères. Comme ce sont des bobines supraconductrices, elles ne consomment pas l'électricité. Elle va recirculer en permanence. Aujourd'hui, ce sont les Chinois qui ont réussi à faire la démonstration de cette faisabilité ; ils sont en train de produire 12 kilomètres de conducteurs pour alimenter ces fameuses bobines. Autre exemple, on a besoin d'électrotechnique, pour pouvoir garantir la conversion d'électricité. C'est une petite entreprise coréenne qui a réussi à satisfaire les exigences de performance demandées. Cette même entreprise est en train de conquérir le marché de l'électronique de puissance dans l'ensemble du transport ferroviaire, car ils ont fait un saut quantique de performance. Du point de vue industriel, je ne suis pas inquiet. Si nous démontrons la faisabilité scientifique, technique, et l'opérabilité de cette technologie, elle sera rapidement industrialisable. Les bobines sont un investissement significatif, mais comme elles sont supraconductrices, elles peuvent fonctionner pendant 100 ou 200 ans. Il n'y a pas de limite. Au CEA ⁽¹⁾, des bobines fonctionnent depuis 35 ans sans aucun problème.

Risques : Quels sont les risques liés à la fusion de l'hydrogène ? Pour l'environnement, pour les hommes ?

Bernard Bigot : Le risque majeur est le risque d'incendie. Il y a une quantité extrêmement faible de combustible dans le réacteur (2 grammes dans 1 000 m³), avec éventuellement un stock de deutérium et de tritium hors réacteur. Si vous ne prenez pas les précautions qui conviennent, cela peut brûler et exploser au sens chimique du terme. Mais il n'y a pas de risque nucléaire. J'ai fait faire une étude par un cabinet assurantiel sur le maximum des dédommagements que nous aurions à couvrir si le risque d'incendie se

produisait, avec une désassociation d'un certain nombre de composants (en particulier la fameuse chambre à vide), avec relâchement de tritium dans l'atmosphère, quoiqu'il en soit, ce sera en quantité faible, et de faibles quantités d'autres matières radioactives. Le coût maximal s'élève à environ 50 millions d'euros. C'est très peu comparé à ce que représente un risque industriel, par exemple une centrale de fission, ou un équipement de cette dimension dans le domaine pétrochimique.

Risques : N'y avait-il pas d'autres options, par exemple les énergies renouvelables ?

Bernard Bigot : Au cours de ce siècle, nous allons devoir abandonner la dépendance aux énergies fossiles (plus de 85 % aujourd'hui) dans laquelle nous sommes aujourd'hui. Les énergies renouvelables vont monter en puissance, mais elles ont un handicap intrinsèque : elles sont diffuses et intermittentes, et ce dans une société où il y aura 8, voire 10 milliards d'habitants qui vivront à 80 % ou plus dans les villes, avec un mode de production lui-même très concentré, requérant des investissements industriels considérables, ce qui exige la continuité d'approvisionnements énergétiques fortement concentrés. Pour l'instant, la solution, c'est le nucléaire de fission, mais il comporte des risques spécifiques comme chacun le sait. On estime qu'il y a 250 ou 300 ans d'uranium naturel utilisable au rythme où nous le consommons. Le nucléaire de fission produit aujourd'hui à peu près 6 à 7 % de l'électricité mondiale. Si, pour augmenter la production, je multiplie par 5, je divise par 5 la durée de vie de l'uranium naturel disponible, et j'arrive à 50 ans. La France peut tirer son épingle du jeu ; elle a tous les atouts pour cela, y compris parce qu'elle a de l'uranium appauvri, du plutonium, et qu'elle peut éventuellement faire fonctionner des réacteurs à neutrons rapides, qui lui offriraient une perspective de production d'énergie de quelques milliers d'années. Mais à l'échelle mondiale cette solution n'est pas viable. Je ne parle pas de l'éventuelle acceptation sociale ; cette solution n'est pas viable techniquement. Cela explique qu'en dépit de toutes les difficultés, ces 35 pays ont toujours souhaité poursuivre Iter, sous réserve que ce projet soit bien géré.

Risques : L'acceptation d'un tel projet par le monde politique, par la société, est un sujet majeur pour l'évolution du monde. Comment mettez-vous en application le principe de précaution ?

Bernard Bigot : Le principe de précaution est dans la Constitution. Nous avons développé des analyses très poussées pour prévenir toute critique. Personnellement, je m'efforce de répondre à toutes les sollicitations d'interviews ou d'articles, et explique les choses de manière ouverte. Le principe de précaution est de mon point de vue abusif. Évidemment, chacun doit prendre des précautions, mais il n'y a pas de développement (il n'y a même pas de vie) si l'on n'assume pas une part de risque. Que chaque personne qui prend des risques soit responsable de l'impact qu'elle fait subir potentiellement à la société est légitime. Mais l'ériger en principe fondateur derrière lequel tout le monde s'abrite, je pense que c'est une erreur stratégique. Dans ma carrière professionnelle, si je n'avais pas pris ici ou là des risques, je n'aurais rien fait. Et ces risques ne se sont jamais matérialisés, parce que l'analyse préalable qui en avait été faite avait conduit à prendre les mesures de prévention adaptées.

Risques : Dans un projet comme Iter, comment avoir une démarche précautionneuse – sans tomber dans les excès de la précaution –, qui permette de faire un tour d'horizon des choses que l'on connaît plus ou moins bien ?

Bernard Bigot : J'ai pris un engagement pour que ce projet entre dans un calendrier ambitieux et techniquement réalisable. L'enchaînement de l'ensemble des différentes séquences permet d'aboutir à une première étape décisive en 2025. Une énorme recherche des risques encourus, de toute nature, a été effectuée. Un risque n'a de sens que si vous pouvez envisager de le prévenir, sauf en cas de fatalité. Par exemple, certaines pièces vont arriver du Japon. Le risque est d'abîmer les pièces, qu'il y ait un problème au moment du transport, ou bien que le dimensionnement ne permette pas de faire les interfaces... Nous avons établi une large liste de tous les risques et de la manière dont on pouvait les prévenir, notamment en informant et en formant le personnel impliqué.

Risques : Avez-vous le sentiment qu'en matière d'énergie renouvelable le principe de précaution soit appliqué avec autant d'exigence ?

Bernard Bigot : Non justement, l'analyse faite pour les énergies renouvelables ignore pratiquement le risque, et surtout les opportunités. Lorsque vous avez réussi à dépasser un risque, vous créez une opportunité. Développer des parcs éoliens en mer à très grande échelle, sans avoir fait quelques prototypes pour démontrer l'optimum de cette technologie, fait prendre un risque considérable. Tout le monde ignore ce risque aujourd'hui. C'est la même chose pour le développement des parcs photovoltaïques ; on déploie à très grande échelle et à grande vitesse des technologies évolutives, censées fonctionner pendant trente ans ou plus, sans avoir pris le soin de vérifier, par exemple, la résistance des matériaux dans la durée. La culture du risque est très peu présente dans le développement des énergies renouvelables actuellement alors que bien sûr il faut en assurer le développement.

Risques : Tout grand projet peut avoir des retombées imprévues. Qu'en est-il du projet Iter ?

Bernard Bigot : Nous avons besoin de produire en grande quantité des matériaux supraconducteurs, de la variété niobium-étain, notamment. Nous avons été à même de lancer sept usines de production dans le monde. Pour la première fois, ce matériau est en train d'être utilisé et mis sur le marché pour l'IRM médicale. Les performances sont extraordinaires. D'autres exemples sont ceux de l'électrotechnique de puissance ou des techniques de soudure, sur de très grandes épaisseurs et des matériaux particuliers en toute fiabilité, qui ont pris du temps pour être mises au point, mais elles sont en train d'être réemployées dans de nombreux secteurs, que ce soit sur les chantiers navals, les sites pétroliers, le ferroviaire...

Note

1. *Le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.*

2.

Les risques du vivant

■ François-Xavier Albouy
Introduction

■ Jacques Testart
Eugénisme, un risque peut en cacher un autre

■ Hervé Chneiweiss
Éthique en recherche biomédicale : anticiper les enjeux, permettre de choisir

■ Arnaud Fontanet
Faut-il craindre les pandémies ?

■ Guy Turquet de Beaugregard
Rayonnements ionisants et santé, conséquences de la nouvelle directive européenne

■ Chantal Jouanno
OGM : risques environnementaux et sanitaires

■ Gabriela Buffet et Irene Merk
Le risque de pandémie virale

■ Fabien Squinazi
Les risques biologiques aériens, l'exemple de la légionellose

INTRODUCTION

François-Xavier Albouy

D'un côté, une révolution scientifique à l'œuvre dans le diagnostic mais une certaine lenteur dans les pronostics et les traitements, de l'autre, la compréhension que les risques biologiques sont très difficiles à caractériser : parmi les millions de bactéries celle-ci sera cancérogène quand elle est présente dans tel organe et prévient au contraire le cancer dans un autre endroit du corps. À côté de cette complexité, des technologies génétiques très prometteuses, comme le Crisp, qui inquiètent et donnent l'impression qu'une éthique est impérativement nécessaire pour les encadrer. Les risques biologiques sont un monde en soi : des risques de pandémie à ceux de la radiobiologie, de ceux propres à la ville – comme la légionellose tapie dans les réseaux de distribution d'eau – en passant par des risques pour l'espèce elle-même qui peuvent engendrer un eugénisme, paré des vertus de la science.

Pour *Jacques Testart*, il y a bien deux mondes, celui des médias et de l'annonce sensationnelle de techniques, qui sont tout aussi fascinantes qu'elles sont redoutées, et des découvertes fondamentales plus silencieuses, tout aussi impressionnantes et qui ne manqueront pas d'avoir des conséquences thérapeutiques majeures dans les années qui viennent. Tout s'est emballé, dit-il, dans les années 2000 quand le « recyclage de cellules » pour d'autres fonctions est devenu possible jusqu'à la fabrication d'embryons sans utiliser de gamètes. Pour autant, le rêve d'un homme amélioré qui combine un eugénisme paré de modernité et de science avec le transhumanisme peut réellement tourner au cauchemar. Une évolution très rapide de l'espèce vers un homme idéal est certes possible, même si elle est moralement condamnable,

mais cette grande unification implique une fragilité collective immense de l'espèce par rapport à de nouveaux risques émergents.

Selon *Hervé Chneiweiss*, l'éthique ne doit pas juger ou sanctionner a posteriori, mais au contraire accompagner dès l'origine les projets des chercheurs et répondre aux questions que ces derniers se posent. Il faut éviter le docteur Folamour qui sommeille dans tout savant, même émérite. Cette démarche très contemporaine est partagée et ressentie comme une nécessité par toutes les grandes communautés scientifiques dans le monde, de la Chine aux États-Unis et en Europe.

Arnaud Fontanet décrit comment de nouvelles maladies émergentes apparaissent et deviennent des pandémies. Il est aujourd'hui impossible d'anticiper sur ces surgissements, et la seule réponse rationnelle est la veille sanitaire à l'échelle mondiale et la capacité de réagir dans l'urgence, tout en évitant les phénomènes de panique. Même le séquençage à haut débit ne suffit pas à prévenir ou comprendre les effets de dizaines de milliers d'agents pathogènes. On ne peut pas aujourd'hui anticiper si telle pathologie va décimer des populations entières ou en définitive être anecdotique.

Guy Turquet de Beauregard constate les difficultés à mettre en place des mesures de prévention efficaces en radiobiologie, d'autant plus que les réactions des individus aux rayonnements ionisants sont différentes et que les effets des rayonnements faibles sont peu connus. Une nouvelle directive européenne vise à harmoniser la réglementation et

à inciter les thérapeutes à plus de prudence dans l'utilisation des rayonnements ionisants pour une radioprotection des populations.

Chantal Jouanno plaide pour une démocratie scientifique, au sein de laquelle l'évaluation objective, pluraliste et contradictoire des risques serait l'origine du débat politique. Proposant d'aborder le débat des biotechnologies de façon structurelle et objective, elle suggère, à partir de plusieurs exemples tirés de l'arbitrage entre effets positifs et négatifs des OGM, un principe de précaution éclairé qui invite la démocratie à s'intéresser à la connaissance scientifique.

Gabriela Buffet et **Irene Merk** analysent le risque pandémique comme l'un des risques biométriques les plus importants auxquels est exposée l'industrie de l'assurance vie. La difficulté est de prendre en compte un risque dont la probabilité est très faible et les

conséquences potentielles énormes. Si, en théorie, le taux de retour historique de l'émergence d'une pandémie grave est de l'ordre de 200 ans, il faut aussi tenir compte des facteurs aggravants – comme les transports aériens – ou au contraire des facteurs de réduction des risques – comme la surveillance sanitaire –, dans l'évaluation du risque.

Pour **Fabien Squinazi**, la légionellose est évitable pour peu que la mesure du danger des aérosols soit comprise par les populations et les autorités. En effet, d'un système d'air conditionné à une simple douche ou une fontaine publique, l'apparition de la bactérie est influencée par la stagnation des eaux dans les bras morts du réseau et le maintien d'une température élevée des eaux chaudes sanitaires au-delà de 55° C, mitigée à 40° C au point de sortie pour éviter les brûlures. Les réglementations en ce sens sont efficaces tout autant que la surveillance sanitaire des installations.

EUGÉNISME, UN RISQUE PEUT EN CACHER UN AUTRE

Jacques Testart

Directeur honoraire de recherche, Inserm

Les développements des techniques concernant la biologie humaine, et leurs conséquences pour nos sociétés, sont largement montrés en un spectacle qui ravit les citoyens en même temps qu'il les terrorise. Pourtant, rien ne prouve que les progrès exhibés dans les médias soient ceux qui affecteront réellement l'humanité. Des technologies puissantes, dont même les autorités politiques et éthiques paraissent ignorer l'existence, seront disponibles à moyen terme pour la sélection des humains.

La science et les choix médiatiques

La communication sur le risque biologique a été récemment bouleversée par l'apparition médiatique de techniques qui permettent de modifier radicalement les êtres vivants. D'où les craintes justifiées sur un possible arsenal de créatures invincibles aux mains d'éventuels terroristes, mais aussi les espoirs de maîtriser enfin la nature en changeant à volonté le génome des plantes, des animaux et peut-être des humains. Avec ces techniques (parmi lesquelles « Crispr »⁽¹⁾ est la plus connue), il n'est plus question d'ajouter des gènes étrangers à l'espèce manipulée mais « seulement » de bousculer, modifier, inhiber les gènes existants. Les actions sur l'ADN deviendraient ainsi plus faciles, plus sûres et précises, plus économiques. D'où le retour des fantasmes sur la « biologie de garage », en oubliant

que les interventions sur le vivant exigent beaucoup de savoirs, de rigueur et de matériels sophistiqués par rapport à la construction-réparation d'une machine ou d'un robot. Le discours médiatique, bien alimenté par les scientifiques et les entreprises concernés, tait quelques évidences qui relativisent la portée de cette « révolution ». Principalement, les modifications sont restreintes à un ou quelques gènes à chaque fois alors que nombre de projets vantent la création prochaine de plantes ou d'animaux bénéficiant de caractéristiques qui dépendent de dizaines ou centaines de gènes (par exemple la résistance des plantes à la sécheresse). On omet souvent aussi d'évoquer les effets indésirables provoqués par des atteintes hors cible du génome, c'est-à-dire des modifications involontaires de l'ADN ou d'autres constituants cellulaires, pouvant aboutir à des risques non évalués. Si ces nouveaux organismes génétiquement modifiés (OGM) sont privilégiés par rapport aux OGM classiques, c'est pour le coût réduit de leur fabrication, la rapidité de leur obtention, la difficulté de leur surveillance (d'où une possible

clandestinité), ou les moindres servitudes des dossiers d'autorisation dont le coût se trouve largement diminué. Il existe ainsi une propagande active en faveur de ces « OGM cachés », en particulier pour qu'ils échappent à la catégorie « OGM » laquelle implique, surtout dans l'Union européenne, de coûteux contrôles et des restrictions de dissémination et de consommation.

La forte médiatisation des nouveaux OGM masque d'autres développements scientifiques et techniques dont les conséquences pourraient s'avérer plus redoutables, un effacement facilité par le caractère moins spectaculaire de ces développements. Ainsi, la population, que les médias ont abreuvée des miracles à venir et aussi des risques afférents aux nouvelles techniques d'« édition du vivant » (c'est ainsi que les spécialistes nomment les modifications ciblées du génome), n'a pas été informée d'une découverte qui devrait permettre des avancées considérables dans la sélection des animaux et la pratique eugénique dans l'espèce humaine : la possibilité de fabriquer des embryons sans utiliser de gamètes.

La fabrique des embryons

Tout s'est emballé dans les années 2000, quand le Japonais Shinya Yamanaka a découvert que des cellules, normalement chargées par l'organisme d'une fonction spécifique (par exemple des cellules de peau, du sang, etc.), pouvaient être « recyclées » en cellules capables d'une fonction différente. C'est-à-dire que l'ADN, qui est le même dans toutes les cellules, reste susceptible de s'activer différemment tout au long de la vie pour mobiliser des compétences spécialisées, qui étaient éteintes parce que non nécessaires dans l'organe où ces cellules se trouvent. Il faut pour cela ramener ces cellules différenciées en cellules à potentiel multiple (multipotentes) nommées cellules iPS (*induced pluripotent stem cells*), avant de les redifférencier dans la fonction voulue. Cette découverte, qui a valu le prix Nobel à Shinya Yamanaka en 2012, a montré que les cellules somatiques (cellules qui constituent le corps) ont des compétences comparables à celles des cellules

embryonnaires pour recomposer des organes défectueux, et elle a donné lieu à de nombreux essais thérapeutiques. Mais la question s'est bientôt posée de l'éventualité de transformer de telles cellules somatiques en cellules germinales, c'est-à-dire en gamètes, une hypothèse condamnée par le postulat qui séparait absolument le *soma* (lignée de toutes les cellules du corps) et le *germen* (lignée des gamètes et de la procréation), faisant de ces lignées cellulaires des voies indépendantes par nature. Ce sont surtout des chercheurs japonais et coréens qui ont tenté de telles reconversions et obtenu chez la souris depuis 2011 des résultats, remettant en cause le dogme d'une séparation irréconciliable entre *soma* et *germen* : des cellules précurseurs de spermatozoïdes et d'ovules et même des gamètes apparemment normaux étaient ainsi obtenus dans des expériences « reprogrammant » des cellules de la peau. Enfin, la preuve est arrivée avec un article publié par Orié Hikabe et ses collègues dans la revue *Nature* en octobre 2016 : des souriceaux sont nés à l'issue de savants traitements de cellules banales, prélevées dans la queue de souris. Dans cette expérience, les ovules obtenus après plusieurs semaines de culture *in vitro* des cellules somatiques étaient fécondés *in vitro*, puis les embryons étaient transplantés chez des souris porteuses. Il reste à perfectionner ce protocole complexe et surtout à s'assurer de la normalité des embryons qui en résultent, la durée longue de culture étant propice à des perturbations cellulaires (phénomènes dits « épigénétiques ») aux conséquences potentiellement redoutables. De plus, le rendement est évidemment très mauvais à ce stade initial (de l'ordre de 1 souriceau pour 1000 cellules mises en culture) comme il l'était lors de la naissance du premier mouton cloné Dolly, une performance désormais reproduite à des dizaines de milliers d'exemplaires chez de nombreuses espèces. Les lois fondamentales de la biologie sont similaires chez tous les mammifères et il faut admettre que nous saurons bientôt transformer d'innombrables cellules du corps humain en gamètes et donc en embryons susceptibles de devenir autant d'enfants. Que cette information n'arrive pas jusqu'au grand public, aux médecins, aux comités d'éthique, aux élus, est surprenant. En novembre 2016, l'Office parlementaire d'évaluation

des choix scientifiques et technologiques (OPECST) s'interrogeait gravement sur le potentiel médical et éthique des nouvelles techniques de modification de l'ADN et convoquait de nombreux experts. Cette préoccupation est justifiée mais l'arbre OGM ne doit pas cacher la forêt des nouveaux savoir-faire ; d'autant que les dérives bioéthiques de l'« édition du vivant » sont normalement bloquées par la loi qui interdit toute modification du génome humain. En revanche, tout est en place médicalement pour que des embryons produits en abondance soient soumis à la discrimination génétique dans le cadre du diagnostic préimplantatoire (DPI) associé à la fécondation *in vitro* (FIV). Ce diagnostic est actuellement réalisé dans quatre centres en France : à partir d'un prélèvement cellulaire sur l'embryon trois à cinq jours après la fécondation, des embryons indemnes de la pathologie recherchée peuvent être réservés à la procréation.

■ Une sélection sans limites

Depuis 1994 la loi française de bioéthique a limité le DPI aux cas de couples « susceptibles de transmettre une maladie grave et incurable au moment du diagnostic ». De fait, les comités locaux d'éthique ont élargi progressivement les indications médicales, depuis les maladies monogéniques (dues à un seul gène muté : mucoviscidose, myopathie...) qui justifient aussi l'interruption de grossesse, jusqu'à des maladies moins graves comme l'hémophilie, ou même à des situations de risque génétique au déterminisme complexe et largement imprévisible (en particulier les risques de cancer). Ce qui a jusqu'ici limité le recours au DPI, en France et surtout dans les pays où la loi est inexistante ou plus laxiste (en Grande-Bretagne on peut recourir à la FIV-DPI pour éviter le strabisme), c'est la pénibilité des actes médicaux accompagnant la FIV davantage que la réglementation. Et c'est aussi le nombre réduit d'embryons disponibles à l'issue de chaque FIV (trois à dix en moyenne) qui limite la portée eugénique du DPI. Or, la perspective de disposer d'embryons sans passer par le recueil d'ovules, que permet la transformation de cellules banales en gamètes, réduirait les interven-

tions pour FIV-DPI aux seuls actes de laboratoire [Testart, 2014]. C'est-à-dire que, à moyen terme, les patientes seront complètement dispensées des servitudes actuelles (stimulations hormonales, dosages sanguins, échographies, ponction ovarienne), une condition qui fera exploser les demandes d'assistance médicale à la procréation (AMP) pour s'assurer d'un enfant « normal », voire d'un enfant « de qualité ». Outre ces allègements de la médicalisation, le DPI devrait concerner des traits génétiques de plus en plus étendus puisque les embryons à trier seront en nombre illimité. C'est l'effectif des ovules qui détermine celui des embryons, or, même si les techniques ne devaient produire qu'un ovule viable pour cent cellules traitées, l'approvisionnement en tissus maternels, par exemple grâce à des biopsies de la peau, conduira à disposer de centaines d'ovules, et donc d'embryons, pour chaque couple demandeur. Dans ces conditions, il ne s'agira plus d'éliminer dans une portée de quelques embryons celui qui recèle de graves menaces mais de hiérarchiser les embryons composant une vaste population selon des critères progressivement étendus en fonction de la performance de cette démarche. Car personne ne souhaite procréer des centaines d'enfants. Déjà, malgré le faible effectif des embryons disponibles, le DPI permet de détecter plusieurs caractéristiques (aux États-Unis on détermine souvent le sexe en plus de quelques traits pathologiques), mais qu'en sera-t-il si la population d'enfants potentiels devient tellement grande que la sévérité du jugement normatif pourra s'exercer plus largement ? Viendra la détection d'innombrables facteurs (2) impliquant l'ADN dans une résistance ou une fragilité face à chaque circonstance de la vie... On peut prévoir une véritable sélection des génomes embryonnaires pour en comparer chaque aspect à celui d'un génome « normal », et on peut aussi prévoir la généralisation de ces pratiques à l'ensemble de la population, avec des marqueurs choisis largement similaires partout tant les critères d'appréciation convergeront vers une norme médicale ou sociale.

■ Eugénisme et transhumanisme

Ceux qui pensent que nos règles de bioéthique seraient capables de contenir les désirs de normalité

ou de perfection oublient que les pratiques de pays voisins orientent lentement la permissivité de nos lois. Nos pratiques sont sans cesse amenées à répondre au tourisme médical mais aussi à l'acclimatation des désirs qui condamne la bioéthique à n'être que le régulateur de l'acceptation des exigences et des fantasmes. Le choix d'un enfant idéal va être proposé, sans souffrance ni servitude, même s'il ne s'agira jamais du « bébé parfait » dont parlent les médias mais que nul n'est capable de décrire. Dans ces conditions, il n'est pas d'autre limite à l'extension du DPI que la capacité technique à rassurer et à exaucer les fantasmes. Car la peur de l'anormal autant que l'espoir du meilleur est une affaire immémoriale pour qui veut un enfant, et désormais pour une société qui exige la performance et la compétitivité. L'histoire de l'eugénisme depuis les civilisations anciennes (Égypte, Grèce, Incas...) esquissait déjà ce double mouvement pour de « bonnes naissances », à la demande des autorités et parfois des procréateurs, et la période 1880-1930 en a vu l'extension médicale d'État, principalement avec des stérilisations massives dans les pays industrialisés [Testart, 1987-1994]. Les crimes nazis ont entraîné la culpabilisation de l'eugénisme, jusqu'alors largement consensuel, durant l'après-Seconde Guerre mondiale, mais cette idéologie revient au galop en se parant des nouveaux atours de l'éthique médicale : information exhaustive, consentement éclairé, décision individuelle, bien des personnes... C'est surtout le progrès biomédical qui a permis ce renouveau eugénique, grâce à l'interruption de grossesse, la génétique discriminante, l'AMP avec donneurs de gamètes, et finalement le DPI. Et ce mouvement rencontre désormais d'autres disciplines (informatique, intelligence artificielle, nanotechnologies, robotisation) qui intègrent l'eugénisme dans la construction d'un « homme augmenté ». Car le transhumanisme veut tout à la fois produire des humains « améliorés » et les soumettre à des conditions propices à la performance (connexions cerveau-ordinateur, prothèses, surveillance médicale). Dès lors, la question de faire naître des humains de qualité est première, et souvent posée comme impliquant la modification du génome (OGM humain), un objectif encore refusé par la bioéthique et qui présente des limites techniques et

sanitaires plus fortes que ne l'imaginent les propagandistes de l'industrie transhumaniste, principalement informaticiens. L'alternative du tri des humains dans l'œuf est susceptible de transformer l'humain moins violemment et plus sûrement : la répétition sur plusieurs générations du DPI extensif serait en effet capable de modifier notre espèce plus fortement que celle-ci a su modifier les espèces domestiques. Au point où l'humanité, dont le génome aura tendance à s'unifier par sélection partout de caractères consensuels, pourrait se trouver démunie face à des risques nouveaux...

Risques découverts, nouvelles assurances

Nous ne traiterons pas ici des conséquences psychologiques, sociales et éthiques de la fabrication d'enfants sur mesure et de la réduction de l'humain à une mécanique programmée [Testart, 1990-1994]. Mon site Internet contient de nombreuses informations sur ces sujets. (3)

Des questions nouvelles se posent quant à la relation de chacun à la qualité de sa vie d'une part, et à la gestion des corps par les institutions publiques et privées d'autre part. Sous le nom de médecine prédictive, des identifications biologiques principalement génétiques permettent de connaître et d'évaluer des facteurs de risque susceptibles d'affecter la santé de chacun tandis que la médecine préventive préconise les traitements ou comportements supposés capables d'en repousser les conséquences [Testart, 1999]. Avec le DPI extensif, les génomes des individus seront connus dès l'origine et serviront aussi à informer les gestionnaires de santé depuis la grossesse jusqu'à la mort. Nul ne mesure encore l'incidence sur la vie quotidienne de chacun qu'aurait sa connaissance de multiples facteurs de risque qui le mettent en péril, et de la discipline contraignante des préventions proposées. Car les citoyens devront assumer l'autogestion de leurs données de santé dont la pertinence est plutôt, au niveau de la population : que faire avec un

risque à 37, 2 % d'un accident cardiaque avant 65 ans ? Les transhumanistes promettent de supprimer ces contraintes en introduisant dans les corps des nano-robots capables de détecter toute déviance physiologique, et même de la corriger [Vallancien, 2015].

Il reste que l'évaluation de risques de plus en plus nombreux devrait nourrir l'encadrement par la médecine et l'assurance puisque les probabilités évaluées à l'échelle d'une population justifient la gouvernance sanitaire à base statistique, ainsi scientifiquement validée. L'État en déduira une planification efficace des dépenses de santé, les médecins y verront l'occasion de transformer tout citoyen en patient, et les assureurs y gagneront le marché inépuisable de la couverture de risques nouveaux et sérieusement évalués.

Notes

1. *Crispr : Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (pour courtes répétitions palindromiques groupées et régulièrement espacées) sont des familles de séquences répétées dans l'ADN.*

2. *Lors de la révision des lois de bioéthique en 2010, la commission parlementaire n'a pas retenu la proposition de réserver le DPI à la recherche d'un seul trait génétique (voir « Comment la bioéthique mime la démocratie », in Faire des enfants demain, pp. 182-185).*

3. <http://jacques.testart.free.fr/index.php?category/amp>

Bibliographie

TESTART J., *Faire des enfants demain*, Seuil, 2014.

TESTART J., *Des hommes probables. De la procréation aléatoire à la reproduction normative*, Seuil, 1999.

TESTART J., *Le désir du gène*, Éditions François Bourin, 1987, Flammarion, 1994.

TESTART J. (dir.), *Le magasin des enfants*, Éditions François Bourin, 1990, Gallimard, 1994.

VALLANCIEN G., *La médecine sans médecin ? Le numérique au service du malade*, Gallimard, 2015.

ÉTHIQUE EN RECHERCHE BIOMÉDICALE

ANTICIPER LES ENJEUX

PERMETTRE DE CHOISIR

Hervé Chneiweiss

Président du comité d'éthique, Inserm

Entretien réalisé par François-Xavier Albouy et Daniel Zajdenweber.

Risques : Pour quelles raisons l'Inserm a-t-il créé un comité d'éthique ? Quels sont ses objectifs ?

Hervé Chneiweiss : Aujourd'hui, les sciences en général, et les sciences de la vie en particulier, ont un tel impact sur le quotidien des personnes que les scientifiques ont un devoir d'anticipation. Ce n'est pas nouveau. Claude Bernard, quand il écrit *l'Introduction à la médecine expérimentale* (1865), énonce ce qu'il appelle la « morale du médecin ou du chirurgien », qui est de ne jamais faire à autrui ce qui ne pourrait que lui faire du mal, même si c'est dans l'intérêt de la science. Il annonce déjà clairement le principe qui donnera, après les procès des dignitaires nazis à Nuremberg en 1948, le principe du consentement libre et éclairé de la personne à se prêter à des essais cliniques. C'est important, parce que même des savants aussi extraordinaires que Louis Pasteur, quelques années après Claude Bernard, vont faire des choses tout à fait condamnables aujourd'hui. Louis Pasteur a écrit une lettre à l'empereur Pedro II du Brésil pour lui demander de mettre à sa disposition des condamnés à mort, pour essayer le vaccin contre la rage ou pour essayer de nouveaux traitements contre le choléra. Et il propose dans sa lettre, que s'ils survivent à l'expérience, l'empereur pourrait les gracier. Et Pedro II est tellement choqué qu'il répond « non » à Pasteur. Charles Nicolle (qui est un des pasteuriens connus) dira : la passion du savant l'avait emporté sur

l'éthique de l'homme. On peut prendre d'autres exemples. Prix Nobel 1913, Charles Richet, pour la découverte de l'anaphylaxie, c'est-à-dire les bases de l'immunité : un homme extraordinaire, un dreyfusard... et le fondateur de la Société française d'eugénique. Il va écrire des horreurs sur la sélection des races et proposer l'élimination des races inférieures (il écrit cela en 1913). Alexis Carrel, prix Nobel 1912, lui, écrira en 1936 dans la préface de l'édition allemande de *L'homme, cet inconnu*, toute son admiration pour « des mesures énergiques contre l'augmentation des minorités, des aliénés, des criminels » prises par le nouveau régime. Donc il ne suffit pas d'être un grand savant, il ne suffit pas de faire des découvertes extraordinaires – la chirurgie cardiovasculaire doit à Alexis Carrel, la connaissance de l'immunité doit à Charles Richet, on sait tout ce qu'on doit à Pasteur. Il faut être aussi un citoyen intégré à la société. D'où l'existence et le développement des comités d'éthique après la Seconde Guerre mondiale, après les drames des camps nazis.

Risques : Partout en Europe ?

Hervé Chneiweiss : Cela s'est fait en deux étapes. Il y aura les procès de Nuremberg, puis l'Association médicale mondiale fera la Déclaration d'Helsinki en 1960. Malgré cela, aux États-Unis en 1979, le Rapport Belmont montrera que dans les prisons américaines on a continué à contaminer des prisonniers pour étudier le développement des maladies. On verra qu'à Tuskegee (Alabama), on a suivi des groupes

de population noire avec la syphilis sans leur donner les antibiotiques. On verra que dans des orphelinats, on a inoculé le virus de l'hépatite à des enfants orphelins pour regarder comment ils réagissaient. Ces scandales sanitaires conduisent donc en 1979 au rapport Belmont. Au même moment (1978) naît Louise Brown par fécondation *in vitro*, donc émergence de techniques nouvelles pour agir sur le début ou la fin de la vie (développement depuis le milieu des années 1950 des techniques de réanimation puis des possibilités de greffe d'organe). La France sera l'un des premiers pays à se doter d'un comité en 1982, le Comité consultatif national d'éthique (CCNE), conseillant le gouvernement sur les usages de ces techniques. En 1999 est créé le comité d'éthique de l'Inserm parce qu'il est nécessaire d'anticiper les questions d'éthique que posent les travaux de recherche qui sont menés dans nos laboratoires.

Risques : Ce comité porte-t-il simplement sur la partie médicale ou bien également sur la recherche et l'évolution de la recherche elle-même ?

Hervé Chneiweiss : On ne peut pas se contenter d'être réactif. Il faut, pour que nos concitoyens aient confiance en la science, penser les questions dès qu'elles émergent. Aujourd'hui, dans la pratique, aucun traitement n'existe sur la base des techniques de modifications ciblées du génome (Crispr-Cas9, etc.). Pourtant, compte tenu de la révolution scientifique et médicale qu'elles annoncent, on réfléchit déjà à l'encadrement de ces techniques. De la même façon qu'il y a maintenant plus de quarante ans, quand les techniques de recombinaison homologue en génétique – qui ont donné toute la thérapie génique – ont commencé à émerger, un moratoire d'un an a été mis en place pour définir les conditions de sécurité dans lesquelles on pouvait manipuler des organismes génétiquement modifiés pour qu'ils ne disséminent pas dans l'environnement. Il y a donc des questions spécifiques dans les laboratoires de recherche, en amont des questions qui se posent au public : des questions sur la recherche sur l'embryon, laquelle est nécessaire pour comprendre les premières étapes de la vie humaine ; des questions sur les modifications du

génome, avec des questions éthiques qui sont extrêmement lourdes. Prenons l'exemple du paludisme. Aujourd'hui, c'est 438 000 morts chaque année. Les techniques de modification ciblée du génome, avec des preuves de concept déjà publiées, pourraient permettre, soit d'éradiquer des populations de moustiques qui sont les vecteurs du paludisme ; soit de modifier les conditions dans lesquelles le parasite, le *Plasmodium*, peut vivre dans le moustique. Mais ce serait à la condition de modifier les populations de moustiques, donc d'avoir un impact sur l'environnement dont nous ne mesurons pas à l'heure actuelle quelles pourraient en être les conséquences, par exemple sur la chaîne alimentaire ou sur la pollinisation des plantes. Donc, d'un côté des vies humaines qu'on pourrait sauver, mais de l'autre côté un impact sur l'environnement qu'on ne peut pas pour l'instant évaluer. C'est cela l'éthique. C'est d'arriver à identifier les mises en tension pour élaborer les mesures à prendre pour rendre l'innovation scientifique ou l'innovation médicale fiables et acceptables, compatibles avec nos choix de vie ou nos choix de société.

Risques : L'importance donnée aux moustiques par rapport à 500 000 personnes qui meurent, c'est un raisonnement qu'il faut expliquer pour éviter les malentendus.

Hervé Chneiweiss : Ce qui est actuel, c'est de se poser la question et de se rendre compte que rien n'est simple. Le comité d'éthique de l'Inserm a organisé une réunion à Vienne avec des partenaires africains et européens, au mois de septembre 2016, sur cette nouvelle technologie. Elle fonctionne en laboratoire, encore faut-il prouver qu'elle fonctionne dans la nature. Il faudra environ cinq à dix ans pour prouver que ces techniques pourraient être applicables en grandeur réelle. Parallèlement, nos collègues africains, grâce aux initiatives mises en place dans le cadre des « Objectifs du millénaire pour le développement », ont diminué le nombre de morts dus au paludisme – 1 million par an avant 2000 –, de 60 %, avec l'utilisation des moustiquaires, en asséchant les eaux stagnantes, en éduquant les populations (dès qu'il y a de la fièvre...). Ils travaillent actuellement sur des

solutions de vaccin et ne voudraient pas, parce qu'il y a ces nouvelles techniques d'édition du génome – qui peut-être donneront un résultat dans quelques années –, qu'on arrête les travaux prometteurs en cours sur un vaccin anti-paludisme. Ces réflexions éthiques sont destinées aussi à mettre en évidence la complexité des questions et à mettre nos concitoyens, la société, dans une situation de choix.

Par exemple, la recherche sur l'embryon est faite d'abord pour comprendre quels sont les mécanismes de développement normal de l'embryon, comprendre pourquoi certains ne se développent pas, pour permettre aujourd'hui aux deux tiers de couples qui sortent d'un parcours de procréation médicale assistée (PMA) sans enfant d'avoir demain des enfants. Le comité d'éthique travaille également sur la mise en place, dans un avenir proche maintenant, de la médecine dite « de précision » aidée par les séquençages à haut débit du génome. Aujourd'hui on est capable de séquencer l'ensemble des gènes exprimés dans une cellule, c'est ce qu'on appelle l'exome, et ceci se pratique au quotidien dans les centres de lutte contre le cancer par exemple. Mais, dans cet ensemble qui peut couvrir 22 000 gènes, seulement une centaine de gènes sont intéressants pour le cancer. Doit-on se contenter de regarder ces 100 gènes ou regarde-t-on aussi les autres ? Et si on regarde les autres, on va trouver plusieurs centaines, voire plusieurs milliers de variations – que nous observons pour la plupart sans en connaître le sens. Regarde-t-on tout ? Faut-il informer les gens si des différences sont constatées (y compris sur des variations dont on ne connaît pas le sens) ? Faut-il garder ces données, avec le coût du stockage, avec le coût de la protection ?

Ces questions, qui émergent de nos nouvelles connaissances, nous devons les anticiper parce que nous en sommes les producteurs. D'où la nécessité que les comités d'éthique des instituts de recherche les prennent en charge, en plus de questions plus banales comme les conflits d'intérêt. C'est important d'identifier les liens d'intérêt pour éviter les conflits d'intérêt, ou évidemment respecter tous les règlements par rapport à l'éthique humaine, par rapport à l'éthique de l'expérimentation animale.

Risques : À l'échelle internationale, les laboratoires ont-ils également des comités d'éthique ?

Hervé Chneiweiss : Les grands instituts de recherche, que ce soit les National Institutes of Health (NIH) américains, que ce soit la Royal Society, etc. ont des comités d'éthique qui se réunissent régulièrement, notamment au sein du Forum des comités d'éthique (Global Forum on Bioethics in Research, GFBR). Et les nations qui deviennent des grandes nations de recherche scientifique se dotent également de comités d'éthique. C'est aussi une question essentielle quand il s'agit de mettre un produit sur le marché. Il faut être partie prenante du jeu international, et pour être un véritable acteur reconnu du jeu international, vous devez respecter les règles du jeu. Il pourrait y avoir des laboratoires clandestins n'importe où dans des pays à réglementation légère. Mais ce n'est pas la tendance. Par exemple, il y a quelques semaines, on a parlé de la naissance d'un enfant avec un transfert de noyau pour lutter contre une maladie mitochondriale – l'« enfant à trois parents ». Un groupe américain est à l'origine de cette première. Comme c'est interdit aux États-Unis, ils ont été le faire au Mexique où il n'y avait pas de loi. Dans les jours qui ont suivi l'annonce, le Sénat mexicain a immédiatement proposé une loi pour interdire ce genre de pratique, et la Chambre des représentants mexicaine est en train de la valider. Et dans l'avenir, la réglementation au Mexique sera tout aussi prohibitive qu'elle l'est aux États-Unis.

Risques : Quel est le problème éthique ?

Hervé Chneiweiss : Le problème éthique, c'est qu'on ne doit pas faire d'expérimentation chez l'homme directement. Il faut qu'il y ait des preuves de concept d'abord chez l'animal, et ensuite qu'on s'assure qu'il n'y a pas de danger. Les Britanniques ont décidé avec une loi, il y a un an déjà, qu'on pourrait faire du transfert nucléaire. Mais pour l'instant on en est au stade des recherches. Et là il faut être très prudent, parce que dans les articles récents qui sont parus – sur des souris, donc recherche fondamentale –, il a été montré que le transfert nucléaire, dans un environnement de mitochondries qui n'est pas celui normal du

noyau, peut provoquer des troubles chez la souris quand elle devient adulte. C'est-à-dire que le développement a l'air d'être normal, mais les chercheurs ont observé (la publication date de juillet dernier) que finalement il arrive à ces souris obtenues par transfert nucléaire ce qu'il arrivait à la brebis Dolly, c'est-à-dire un vieillissement précoce et des maladies auto-immunes. Or on ne peut pas envisager, pour lutter contre une maladie délétère, d'en fabriquer une autre, potentiellement tout aussi tragique. Aussi, avant de mettre en œuvre une technique pour des humains, il faut avoir des preuves fortes de sa faisabilité et de son innocuité, en tout cas suffisamment pour se lancer en espérant que les risques sont minimums. Là, ce n'est pas le cas et les données récentes vont plutôt à l'encontre.

Risques : Barack Obama vient de dire qu'il fallait se méfier de Crispr. Comment a réagi la communauté des chercheurs ? Quels sont les domaines qui donneront lieu à débat en 2017 ?

Hervé Chneiweiss : Les possibilités de connaissance ou de modification du génome sont arrivées à un état de maturité grâce à la convergence de plusieurs technologies. Pour en arriver là, il a fallu des techniques de séquençage à haut débit, des techniques de bio-informatique à très haut débit, et maintenant des techniques de modification extrêmement précises, extrêmement efficaces et très peu chères. Donc la convergence de la maturité de ces trois technologies fait qu'aujourd'hui la connaissance de notre génome et la modification des génomes sont à portée de main. Par exemple en cancérologie, l'analyse du génome est devenue banale. Entre Gustave Roussy et Curie, pour ne prendre que deux centres anti-cancer d'Île-de-France, 7 000 exomes (lecture des gènes qui codent pour des protéines) sont faites chaque année. On est déjà dans la génomique à grande échelle. Et le plan France médecine génomique 2025, annoncé cette année par le gouvernement et dont l'Inserm est pilote, doit rendre cela possible à l'échelle du pays et à l'échelle de toutes les maladies. Se posent alors de nombreuses questions éthiques. Je vous ai parlé des découvertes inattendues : Que fait-on des variations

dont on ne connaît pas l'influence ? Comment contrôler le moulinage par les algorithmes de *big data* de données massives sur ces questions ? Comment protéger l'identité des personnes ? Donc aujourd'hui, pour le meilleur (la médecine de précision) ou pour le pire (mise en cause de la vie privée et manipulations), la génomique a de multiples aspects. Crispr offre la possibilité de modifier le génome, y compris sur un génome transmissible, c'est-à-dire sur des gamètes ; avec la possibilité (c'est déjà fait chez la souris et ce le sera probablement chez l'homme assez rapidement), à partir d'une cellule de peau de pouvoir produire un spermatozoïde ou un ovule. Et si on fait la modification sur la cellule de peau qu'elle est ensuite redifférenciée en spermatozoïde ou en ovocyte, on peut avoir une modification génétique transmissible. Supprimer la maladie de Huntington de la carte des maladies génétiques, c'est bien. Mais il peut y avoir des usages moins honorables. La question éthique c'est de définir le choix collectif que nous faisons, pour utiliser la technique et les connaissances pour le meilleur, et pour éviter que ce soit pour le pire. Parce que le pire, si l'on prend l'exemple de la connaissance de ces variations de sens inconnues, c'est juste de créer de l'anxiété chez les gens, de leur donner des connaissances qui ne servent à rien.

Risques : À quel moment le comité d'éthique intervient-il ? Dès l'élaboration des programmes de recherche ou seulement lorsqu'une découverte peut être appliquée à l'homme ?

Hervé Chneiweiss : Nous intervenons très en amont. En général, soit la direction générale de l'Inserm (par exemple pour Crispr), soit des chercheurs (pour la recherche sur l'embryon) nous saisissent parce que ce qu'ils sont en train de faire ou s'approprient à faire leur semble poser des questions éthiques. Le rôle d'un comité d'éthique est d'enrichir la réflexion et de permettre que les scientifiques soient en situation d'ouvrir le débat avec la société. La science, c'est une activité de culture, qui dans certains cas peut donner des produits qui font la richesse d'une nation. Aujourd'hui, la santé représente 11 % du PIB. Donc

si nous produisons les médicaments, c'est notre richesse.

Risques : Quel est le mode de fonctionnement du comité d'éthique ?

Hervé Chneiweiss : Le principe, c'est d'avoir une pluralité d'experts, mais que tous entrent en réunion avec l'idée qu'un consensus « serait » possible – je le mets bien au conditionnel – ; parce que je vais écouter les autres, et que mes connaissances auront peut-être été changées par l'éclairage qui me sera donné par d'autres. Donc le principe d'un comité d'éthique, c'est justement cette pluralité. À l'Inserm, le comité comprend 16 membres. Comme dans tous les grands organismes de recherche, la moitié des membres ne sont pas de l'Inserm, la moitié des membres ne sont pas biologistes ou médecins (ils sont philosophes, sociologues, juristes, techniciens, représentants des associations de patients), la moitié des membres ne sont pas parisiens. Bien entendu, il y a parité hommes-femmes. Et nous avons des Belges et des Suisses autour de la table pour ne pas avoir que des Français. Quand il y a une saisine, un groupe de travail est formé, qui va auditionner un certain nombre d'experts du domaine (auditions qui peuvent être privées ou publiques). On a une session plénière chaque mois, où chaque groupe de travail dresse la synthèse de son travail. Et chaque année, nous organisons une Journée annuelle du comité, ouverte à qui veut s'inscrire, au cours de laquelle nous rendons compte de nos travaux et écoutons les opinions favorables, inverses, les critiques, les manques. Les notes sont évolutives. Par exemple, la première note sur Crispr a été publiée en décembre 2015, puis une en mars 2016 et une autre en juin 2016...

Risques : Quels sont les nouveaux risques prévisibles ?

Hervé Chneiweiss : Nous ne sommes pas dans une vision du risque mais dans une dynamique de recherche destinée à identifier un ou des dangers

présentés par une nouvelle connaissance. Face à ce danger et aux circonstances d'exposition d'où naît le risque, quelle est la possibilité de mettre en place un nouveau programme de recherche pour déterminer la réalité du danger, le mesurer, éviter d'être exposé ? Prenons l'exemple de l'effet des ondes des téléphones portables sur l'origine des tumeurs cérébrales. Aujourd'hui on sait, grâce à de grandes cohortes de 800 000 personnes (en particulier dans les pays nordiques, Suède, Danemark) que l'usage des téléphones portables ne change strictement rien à la fréquence des tumeurs cérébrales. Après, les gens y croient ou pas. Sur le plan scientifique, à un moment donné on peut dire : je ne sais pas ; et à un autre moment on peut dire : non, ou non mesurable. Le risque zéro n'existe pas mais il est non mesurable, donc il n'y a pas un risque objectif. Inversement, en particulier dans la génétique, il faut faire une éducation aux facteurs de risque. Si vous avez un facteur de risque qui vous expose à développer la maladie 100 fois plus que la moyenne, vous êtes effrayé. Mais si la maladie survient dans 1 cas pour 1 million, cela signifie que vous avez 1 risque sur 10 000. Il n'y a plus de quoi être effrayé puisque vous avez 9 999 chances de ne pas l'avoir.

Risques : Quels sont vos souhaits pour le comité d'éthique ?

Hervé Chneiweiss : Que les éclairages que nous donnons et les débats que nous ouvrons soient plus partagés par la société. Il faut que la science retrouve sa place au sein de la culture, au sein du débat sociétal. Les chercheurs y sont vraiment prêts. C'est essentiel pour que la France reste une grande nation scientifique. Il faut donc un débat autour des questions scientifiques et non pas seulement autour des résultats et de l'utilité de la science. L'éthique c'est une excellente manière d'acculturer le public aux questions scientifiques. Plus nos avis ou nos notes donneront lieu à des débats, plus j'en serai satisfait.

FAUT-IL CRAINDRE LES PANDÉMIES ?

Arnaud Fontanet

Directeur de l'unité d'épidémiologie des maladies émergentes, Institut Pasteur

Entretien réalisé par François-Xavier Albouy et Daniel Zajdenweber.

Risques : Pouvez-vous nous donner la définition des maladies infectieuses émergentes ?

Arnaud Fontanet : Il y a une typologie qui rassemble trois catégories de maladies. La première, et c'est la vraie émergence, c'est le passage – le plus souvent d'un virus – de l'animal à l'homme. Il franchit ce qu'on appelle la barrière d'espèce. L'exemple type c'est le sida, provoqué par le virus de l'immunodéficiência humaine. Son cousin, SIV (*simian immunodeficiency virus*) présent chez les chimpanzés, est passé chez l'homme. On date l'arrivée chez l'homme du virus responsable de la pandémie actuelle dans la première moitié du XX^e siècle en Afrique centrale entre le Cameroun et ce qui était à l'époque le Zaïre. C'est le même phénomène avec le virus du SRAS, responsable des pneumopathies respiratoires d'Asie du Sud-Est en 2002-2003, où l'hôte intermédiaire qui a transmis le virus à l'homme a été la petite civette palmiste masquée. Elle-même avait été infectée on ne sait par quel animal, mais en haut de la chaîne il y a une chauve-souris qui est infectée par le même coronavirus. Ce coronavirus se retrouve à un moment donné chez les civettes, qui sont au contact de l'homme parce que les clients les choisissaient vivantes dans les restaurants de nourriture exotique de Canton avant qu'elles partent en cuisine pour y être préparées, et c'est à ce moment-là que les clients ou le cuisinier étaient infectés. Donc, le franchissement de barrière d'espèce représente la première catégorie de maladies émergentes.

Ensuite, la deuxième catégorie, ce sont des mutations avec :

- soit de nouveaux virus comme le virus de la grippe. Ces virus circulent dans la faune aviaire, également chez les porcins, et peuvent échanger des parties de génome – le virus de la grippe est en huit segments qui peuvent se réassortir –, et ainsi créer un nouveau virus, d'où la possibilité d'émergence parce que la population n'a pas d'immunité contre ce nouveau virus ;
- soit des agents pathogènes résistants comme on le voit avec le paludisme, la tuberculose, le sida et beaucoup d'autres maladies, où, sous pression médicamenteuse, des mutants résistants vont faire irruption dans la population humaine et être responsables d'une émergence.

La troisième catégorie d'émergence, ce sont des pathogènes qui vont gagner une nouvelle zone géographique où on n'avait pas l'habitude de les voir. Les exemples sont nombreux. Cela a pu être le virus de la fièvre du Nil occidental qui est arrivé aux États-Unis en 1999 dans Central Park, quand les corbeaux ont commencé à mourir. Alors que ce virus était bien connu dans le bassin méditerranéen, on ne l'attendait pas du tout aux États-Unis. En quatre ans, il a balayé les États-Unis d'est en ouest. Et puis vous avez le chikungunya qui était cantonné à l'Afrique de l'Est et l'Inde, et qui s'est retrouvé sur tous les continents. Et le Zika qui, très récemment, vient de faire le tour du globe en suivant les zones où sont présents les vecteurs potentiels (pour le virus Zika c'est le

moustique *Aedes aegypti*). Avec les malades infectés qui voyagent, il suffit qu'ils arrivent dans des zones où le vecteur est présent. À ce moment-là, la transmission locale est possible et l'épidémie peut débuter.

Donc trois catégories. 1. La plus emblématique est le franchissement de la barrière d'espèce, le virus de l'animal qui arrive chez l'homme, ouvrant la possibilité d'une pandémie. 2. Les mutations, les échanges de segments génétiques, de plasmides qui donnent naissance à de nouveaux virus ou de nouveaux pathogènes quelquefois résistants aux traitements utilisés contre eux. 3. Des pathogènes qui gagnent de nouvelles zones géographiques, récemment chikungunya et Zika, avec utilisation de vecteurs moustiques. Voilà ce qu'aujourd'hui on considère comme être la typologie des maladies émergentes.

Risques : Quelle est la catégorie la plus susceptible de dégénérer en pandémie ? Ce phénomène s'aggrave-t-il ?

Arnaud Fontanet : C'est la première catégorie, du moins celle qui correspond le plus au concept de nouveauté d'émergence dans la population, le franchissement de la barrière d'espèce. Si on prend les crises des trente dernières années, on a tous les cinq ans une émergence qui pose une vraie menace de santé publique. Le sida, c'est en 1980 la première description chez l'homme. Ce n'est pas si loin quand on regarde l'histoire de l'humanité. Après, on a eu toute une série de crises. On peut citer le SRAS qui a été le prototype de l'épidémie mondiale du XXI^e siècle. Il y a eu la grippe aviaire. On a eu la maladie de la vache folle qui est importante. Là, ce n'est pas un agent infectieux typique, ce sont des prions, c'est une catégorie à part puisqu'il s'agit d'une protéine qui n'a pas d'acide nucléique (ADN ou ARN), mais qui a la possibilité d'être transmissible, et c'est à ce titre qu'on la met dans cette même famille. Sinon, on a vu plus récemment le fameux MERS, les différentes gripes, notamment H1N1 en 2009. Et puis Ebola est arrivé en Afrique de l'Ouest en 2013. Et Zika en Polynésie française en 2013. Donc des crises majeures surviennent à peu près tous les cinq ans si vous prenez les trente dernières années.

La capacité de détection et d'identification est meilleure aujourd'hui. On peut donc imaginer que des virus aient pu passer inaperçus dans le passé. Par exemple le Zika, je ne serais pas du tout surpris qu'il ait déjà circulé en Afrique sub-saharienne et en Asie du Sud-Est. Il n'était simplement pas connu et il n'y avait que des équipes extrêmement spécialisées qui pensaient à en faire le diagnostic. Et on a des preuves anecdotiques du passage du virus dans ces continents. Le MERS, le syndrome respiratoire du Moyen-Orient, est un coronavirus comme pour le SRAS, qui est transmis par les dromadaires à l'homme. Cela fait plus de trente ans que les dromadaires sont infectés. Donc on peut imaginer qu'il y ait eu des transmissions sporadiques et qu'elles n'aient pas été détectées. Néanmoins, on a le sentiment qu'il y a une accélération du phénomène, qui s'explique assez bien par l'augmentation des densités humaines à la surface du globe et par la mobilité des populations qui joue un rôle très important dans la dissémination des épidémies. Si on reprend l'exemple du SRAS, en 48 heures un virus qui était présent dans un hôtel à Hong Kong s'est retrouvé dans six pays différents. Au XIV^e siècle, il avait fallu six mois à la peste pour aller de Tripoli (au Liban) jusqu'au port de Marseille. Nous sommes dans une autre échelle de temps.

Risques : Quel est l'impact de ces pandémies dans la société, notamment économique ? Quel rôle jouent les médias ?

Arnaud Fontanet : En tant qu'épidémiologiste, je pense toujours en termes de morbidité et de mortalité : les gens sont-ils malades, sévèrement malades, meurent-ils ? Sur l'échelle des maladies qui tuent le plus, on arrive à un paradoxe. Les épidémies les plus explosives, bruyantes, que sont Ebola, SRAS, etc., sont des épidémies qui ont finalement peu tué. C'est terrible à dire, parce que chaque mort est une mort. Mais SRAS, en six mois, a tué 800 personnes. Il y a eu 8 000 personnes infectées, 800 décédées sur six mois. Et chaque jour, des maladies comme le sida, la tuberculose ou le paludisme tuent environ 3 000 personnes. Pour arriver à 1 million sur une année. Les échelles de nombre de décès sont tellement différentes.

Les nouvelles épidémies proviennent de maladies qui se transmettent très vite. Avec les médias et les réseaux sociaux, on arrive à créer des situations d'angoisse auxquelles les politiques sont obligés de répondre et quelquefois de sur-répondre. En parallèle, il y a des maladies à incubation très lente, silencieuses, et qui sont finalement responsables d'une mortalité beaucoup plus élevée parce que, pendant cette incubation très longue, les patients sont contagieux. Mais simplement, comme ils ne savent pas qu'ils sont infectés et contagieux, ils peuvent être responsables d'un nombre important d'infections secondaires. Et quand on commence à prendre des mesures il est trop tard. Le meilleur exemple en est le sida. C'est une maladie dont on ne peut pas dire qu'on n'en a pas beaucoup parlé. Mais quand on a découvert les premiers cas de sida dans les années 1980 aux États-Unis, la maladie circulait déjà en Afrique centrale. Elle avait été introduite environ cinquante ans plus tôt, elle s'était développée et elle circulait activement depuis une dizaine d'années. En Afrique centrale elle n'était pas détectée, parce que les manifestations du sida sont celles d'autres maladies qu'il favorise, et de fait il n'y a pas de critère spécifique clinique du sida. Et certaines tuberculoses liées au sida étaient considérées comme des tuberculoses difficiles à traiter. Au moment où les premiers cas de sida ont été repérés aux États-Unis, il y avait déjà eu des dizaines de milliers, voire plus, de personnes infectées, et il devenait très difficile de stopper la progression. L'hépatite C est un autre exemple. Son explosion épidémique (c'est un virus transmis quasi exclusivement par le contact avec le sang d'une personne infectée), a été silencieuse et vient avant tout des injections, des transfusions sanguines, etc., et remonte pour la plupart des pays aux années 1960-1970. Il y a eu à la fois une introduction par la toxicomanie par voie intraveineuse, et par les transfusions sanguines et les injections dans les services de santé. C'est une maladie avec trente ans d'incubation et on a vu apparaître les cas beaucoup plus tard. Donc, le sida est responsable d'un million de morts par an, l'hépatite C de 350 000 morts par an. À côté de ça, les maladies comme Ebola, le SRAS, etc. tuent beaucoup moins. Mais leur impact économique est considérable parce que les mesures qui s'imposent

rapidement tournent autour de la restriction des déplacements, donc une chute de l'activité économique. Le tourisme, l'organisation de conférences, le commerce sont impactés. Pour le SRAS, en Asie du Sud-Est, sur les trois à six mois d'épidémie, on estime à 40 milliards de dollars l'impact économique sur la région de Hong Kong en 2003. Et une pandémie de grippe très sévère qui aurait une même ampleur que la grippe espagnole (1918-1919) serait de l'ordre, pour la Banque mondiale, de 70 millions de morts et 3 000 milliards de dollars d'impact économique.

L'autre élément important à retenir par rapport à des virus comme Ebola et le SRAS, c'est qu'ils ont un tropisme prononcé pour le personnel hospitalier. Les personnels hospitaliers en contact avec les patients sont parmi les premières victimes, ce qui peut paralyser les hôpitaux. À Toronto, au début de l'épidémie de SRAS (touché rapidement du fait des liens entre l'Asie et le Canada), les plus grands hôpitaux de la ville ont été rapidement fermés parce que le personnel hospitalier étant atteint, les lits des malades leur ont été affectés et le reste du personnel s'est occupé d'eux. Et les urgences ont été fermées pour ne pas mettre des patients tout-venant en contact avec les patients atteints de SRAS. Avec Ebola, on parle de 25 000 personnes infectées et 12 000 morts lors de la grande épidémie de 2013-2015. Cependant, la plupart des morts n'ont pas été comptabilisés. Il s'agissait de « morts hors Ebola ». Ce sont des gens qui ne sont pas allés dans les centres de santé pour se faire traiter du paludisme, qui est une urgence médicale, parce qu'ils avaient peur d'y être infectés par Ebola. Ce sont des femmes qui ne sont pas venues accoucher dans ces centres. Cette mortalité, liée à d'autres maladies non prises en charge parce que les gens ne voulaient pas aller consulter, a probablement été supérieure à celle qui était directement liée au virus Ebola.

Risques : Si la grippe espagnole survenait aujourd'hui, pourrait-il y avoir une mutation comparable du virus ? Les conséquences seraient-elles similaires ?

Arnaud Fontanet : Pendant la grippe espagnole elle-même, on estime que 25 à 40 millions de personnes

ont été tuées, ce qui est plus que la Grande Guerre. C'était 1918-1919, certainement un contexte très particulier de sortie de guerre, d'organismes affaiblis, etc. Mais ce n'est pas pour autant ce qu'on met en avant quand on parle de la mortalité exceptionnelle liée au virus de la grippe espagnole. On sait que les personnes sont mortes de plusieurs causes, qui pouvaient être le virus lui-même, chez des adultes jeunes : hommes typiquement de 20 à 45 ans, avec des pneumopathies très spécifiques du virus de la grippe. Mais ce sont surtout les surinfections bactériennes qui, sur une partie plus large de la population, ont été responsables de la mortalité. Or aujourd'hui il y a des antibiotiques. Dans la prise en charge générale de ces patients, on est mieux équipés aujourd'hui, et les antibiotiques feraient vraiment une différence par rapport à ce qui a été vécu pendant la grippe espagnole. Mais il n'empêche qu'aujourd'hui c'est le virus de la grippe qui nous fait le plus peur, parce que tous les indicateurs de gravité potentielle d'une émergence infectieuse sont remplis avec un virus de la grippe. D'abord, c'est un virus qui se transmet par voie respiratoire : un contact direct avec notre entourage, le métro, la famille, etc., dont il est assez difficile de se protéger en dehors du port d'un masque, généralement mal accepté des populations.

Ensuite, c'est un virus qui se transmet efficacement. On mesure cette transmissibilité par un indicateur qu'on appelle le « nombre de reproduction », qui est le nombre de cas secondaires par personne infectée dans une population susceptible. Typiquement, s'il est égal à 1 c'est le statu quo. S'il est supérieur à 1 (si chaque personne en infecte plus d'une), l'épidémie est en progression ; s'il est inférieur à 1, l'épidémie s'arrête d'elle-même. Donc on cherche dans une épidémie tout de suite à estimer le fameux nombre de reproduction de base, qu'on appelle R_0 , qui va nous dire le potentiel épidémique. Dans des maladies extrêmement contagieuses comme la rougeole, le nombre de reproduction est de 10 par exemple. La grippe, c'est entre 2 et 3.

Le deuxième paramètre d'intérêt est la létalité, c'est-à-dire la proportion de personnes infectées qui vont

mourir. La létalité est très difficile à estimer car les premiers chiffres qu'on obtient nous viennent le plus souvent des hôpitaux, qui regroupent les cas les plus sévères de la maladie. Ce qu'on ne connaît pas, ce sont les formes bénignes de la maladie, voire les formes « asymptomatiques » qui peuvent en fait représenter la très grande majorité des infections. Quand vous êtes dirigeant, vous voulez savoir tout de suite quel est le vrai risque pour chaque personne infectée de mourir, et c'est une des caractéristiques les plus difficiles à obtenir de façon fiable.

Ensuite, il y a un élément très important pour nous, c'est ce qu'on appelle le « temps de génération ». C'est le temps entre le moment où une personne a des symptômes et est contagieuse, et le moment où les personnes qu'elle aura infectées auront elles aussi des symptômes et seront contagieuses. Plus le temps de génération est court et plus l'épidémie se répand rapidement. Si vous avez trois jours entre chaque vague de cas, les personnes que vous avez infectées deviennent elles-mêmes contagieuses trois jours plus tard, etc., vous voyez la vitesse à laquelle votre épidémie se répand. Heureusement, pour beaucoup de maladies infectieuses comme la variole ou Ebola, le temps de génération est de deux semaines, ce qui laisse plus de temps pour réagir et mettre en place les isolements. Et puis il y a comme dernier facteur, un facteur essentiel, c'est le moment de la contagiosité par rapport au début des symptômes. Si les personnes infectées ne sont contagieuses qu'après le début des symptômes, on peut les repérer dès les premiers symptômes et les mettre en isolement, tandis que leurs contacts iront en quarantaine. Si elles sont contagieuses avant le début des symptômes, vous ne repérez pas les personnes alors qu'elles sont déjà contagieuses, et là vous pouvez avoir beaucoup de transmissions avant même que vous ayez pu isoler les malades. Ces épidémies sont très difficiles à contrôler.

Si je reprends tous ces critères entre le mode de transmission, le nombre de reproduction plus ou moins élevé, le taux de létalité, le temps de génération et le fait d'être contagieux avant ou après le début des symptômes, la grippe remplit tous les critères d'une

infection potentiellement responsable d'une grave pandémie. Elle est transmise par voie respiratoire ; elle a un nombre de reproduction estimé à 2 ; un taux de létalité, ça c'est la grande inconnue, qui peut varier de 1 pour 10 000 à 1 %. Si c'est 1 pour 10 000, c'était la grippe H1N1 en 2009 où finalement il ne s'est rien passé. Si c'est 1 % c'est la grippe espagnole ou équivalente, et c'est une catastrophe mondiale. Le temps de génération pour la grippe c'est trois jours, ça va extrêmement vite. Les gens sont contagieux avant même d'être fébriles, donc on ne peut pas les isoler ou leur recommander de s'isoler eux-mêmes. Une pandémie de grippe, ça ne s'arrête pas. On sait que quand un nouveau virus de la grippe est introduit en population humaine il va infecter un tiers de la population mondiale. C'est ce qui s'est passé avec H1N1 en 2009, un tiers de la population mondiale a été infecté parce qu'on n'a pas d'immunité contre un nouveau virus de la grippe. Et après, quand vous avez un tiers des personnes infectées – pour faire simple on va dire 2 milliards de personnes infectées –, c'est le curseur de la létalité : est-ce que le virus tue beaucoup ou pas ? Le virus H1N1 de 2009 avait une transmissibilité très forte mais heureusement – je ne pourrais pas vous donner le chiffre exact parce qu'on ne sait pas combien de personnes sont mortes de H1N1 –, n'a fait « que » quelques centaines de milliers morts, comme chaque grippe tous les ans.

Aujourd'hui, l'important, tant qu'on n'arrive pas à anticiper, c'est d'être extrêmement réactif. C'est avoir

des équipes qui sont susceptibles d'être déployées sur le terrain très vite. Parce que c'est au tout début qu'on a le plus de chance, déjà mécaniquement, de bloquer une épidémie avant la phase exponentielle. Ensuite, limiter le temps de contact est aussi essentiel pour limiter l'adaptation du virus à l'homme. Les virus mutent en permanence, et s'ils sont en contact avec l'homme, ce sont les mutations qui leur confèrent un avantage sélectif chez ce nouvel hôte qui seront privilégiées, donnant naissance à un virus qui va se propager plus facilement.

Risques : Connaît-on le nombre de virus indolores qui peuvent créer des maladies ?

Arnaud Fontanet : C'est astronomique. Des dizaines de milliers d'agents pathogènes sont recensés. Mais je ne saurais pas vous donner de chiffres exacts. On a maintenant des outils qui permettent d'identifier de nouveaux agents pathogènes. C'est ce qu'on appelle le séquençage à haut débit. Aujourd'hui, des méthodes permettent d'amplifier tout le matériel génomique disponible dans un prélèvement, et de reconstruire les génomes complets. On arrive ainsi à reconstruire des génomes d'agents pathogènes qu'on ne ciblait pas au départ. La méthode ne tient pas compte d'une cible quelconque. Donc on va découvrir un nombre très élevé de virus, mais pour la plupart ils ne sont pas infectieux pour l'homme et ne présentent donc pas de risque.

RAYONNEMENTS IONISANTS ET SANTÉ CONSÉQUENCES DE LA NOUVELLE DIRECTIVE EUROPÉENNE

Guy Turquet de Beauregard

Président, Sevy Conseil (France)

Président honoraire, AIPES (Belgique)

Ancien exploitant nucléaire

Une série d'accidents en radiothérapie survenus en France à l'hôpital d'Épinal a démontré l'importance d'une régulation adaptée pour l'utilisation des rayonnements ionisants (1) sur les patients. Plus largement, les travaux de la recherche académique confirment la nécessité d'appliquer une prévention pour les travailleurs ou le public lorsque ceux-ci sont exposés aux rayonnements ionisants. C'est l'objet de la nouvelle directive européenne 2013/59/Euratom (2), publiée le 17 janvier 2014 par la Commission européenne et qui doit être transposée avant le 6 février 2018 dans la législation de chaque État européen. Le monde de l'assurance se doit donc non seulement d'appréhender ces nouvelles dispositions réglementaires mais aussi de participer au processus de transposition de la directive qui a lieu actuellement. L'article décrit le processus en cours ainsi que les activités concernées par cette directive.

Historique

Dès le début du XX^e siècle, les radiologues ont été les premières victimes des rayonnements ionisants (RI) dans un contexte d'ignorance complète des effets biologiques de leur toute nouvelle discipline, la radiographie aux rayons X. Au fur et à mesure de la progression plus fine dans la connaissance des effets des RI et spécialement après les bombardements au Japon en 1945, différentes commissions internationales ont été créées, telles que l'ICRP (3), l'Unsear (4) à l'ONU, l'AIEA (5) ou encore l'OCDE. Selon le traité instituant

la Communauté européenne de l'énergie atomique, Euratom, la protection contre les RI est une compétence communautaire. L'Union européenne élabore donc des normes de base telles que les expositions maximales admissibles ou les principes de surveillance de l'exposition aux RI. Depuis 1959, ces normes de base sont présentées sous la forme de directives, dites « directives Euratom », qui doivent être transposées dans le droit national de chaque État membre de l'Union. Leur objectif a été de définir, pour toutes les activités humaines, les recommandations des normes concernant l'exposition aux RI, que ce soit par irradiation externe ou par contamination interne. C'est l'objet de ce qu'on appelle la radioprotection (RP).

Le passage du statut de recommandation à celui de réglementation s'est fait en plusieurs étapes. La Commission européenne a commencé par élaborer cinq directives de 1989 à 1997. Celles-ci concernaient :

- l'information de la population à propos des mesures de protection sanitaire applicables et du comportement à adopter en cas d'urgence radiologique ;
- la protection opérationnelle des travailleurs extérieurs exposés à un risque de RI au cours de leur intervention en zone contrôlée dans une installation nucléaire ;
- les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des RI ;
- la protection sanitaire des personnes contre les dangers des RI lors d'une exposition à des fins médicales ;
- le contrôle des sources radioactives scellées de haute activité et des sources orphelines.

Afin de définir la nouvelle réglementation en une seule directive, nommée 2013/59/Euratom, la Commission européenne a entrepris, à partir de 2008, un travail de synthèse des recommandations provenant du monde entier, en particulier à partir de l'épidémiologie et du retour d'expérience des accidents connus. Un exemple français illustre ce retour d'expérience. Entre mai 2004 et mai 2005, le service de radiothérapie de l'hôpital d'Épinal a traité 24 patients pris en charge pour un cancer de la prostate mais dans des conditions d'irradiation différentes de celles calculées par le système de planification du traitement. Cela a eu pour conséquence une surexposition de l'ordre de 20 % par rapport à la dose prescrite, alors que cet écart ne doit pas dépasser 5 %. En outre, il a été constaté a posteriori que, entre 2001 et 2006, environ 400 patients traités dans ce même service pour un cancer de la prostate avaient également subi une surexposition (de l'ordre de 8 %). Ces accidents, révélés en fait par les décès ou les séquelles très invalidantes de patients, ainsi que la revue des incidents

connus ont déclenché, en France et en Europe, une analyse complète des processus opératoires avec RI afin de réviser la réglementation et son application effective sur le terrain.

La traduction de ce travail a conduit, au niveau européen, à la directive 2013/59/Euratom du 5 décembre 2013 fixant les normes de base en radioprotection, directive qui doit être transposée au plus tard le 6 février 2018 dans chaque pays européen. Cette échéance explique la démarche actuelle de l'ensemble des pays européens pour adapter leur législation. Cette transposition doit en effet mobiliser l'ensemble des parties prenantes, en particulier les sociétés savantes, les industriels et les sociétés de services (assurances et mutuelles) en plus des pouvoirs publics. Le monde de l'assurance se doit donc non seulement d'appréhender ces nouvelles normes mais aussi de faire connaître ses préoccupations dans les transpositions en cours de la directive dans le droit national.

Domaines concernés

Comment se pose la question des effets des RI émis de manière artificielle ? Elle est liée à plusieurs utilisations courantes pour lesquelles le rapport bénéfice/risque doit être considéré comme favorable tant pour les patients que pour la société en général. Sont concernés :

- le monde de la santé, avec principalement :
 - la radiothérapie externe par sources radioactives ou par accélérateur de particules dans le traitement du cancer,
 - la radiothérapie interne par injection de médicaments radioactifs ou par implantation de sources radioactives dans le traitement du cancer ou de la douleur,
 - le diagnostic par imagerie (par exemple scanner) ou par scintigraphie/tomographie de médecine nucléaire pour les maladies cardiaques, neurodégénératives ou oncologiques ;

- le secteur industriel et non médical, avec :

- l'industrie nucléaire (de la mine jusqu'au retraitement des combustibles),
- la gammagraphie industrielle pour les contrôles de soudures,
- la manipulation de matériaux très légèrement radioactifs dans les activités mettant en œuvre des matières premières contenant naturellement des radionucléides (combustion de charbon en centrale thermique, production de céramique réfractaire, d'engrais phosphatés, d'acide, etc.).

Outre les expositions de tous les professionnels dans le domaine médical ou non médical, les expositions du public aux RI sont bien entendu l'objet de réglementations ; par exemple lorsque le public se situe à proximité d'une source de RI comme un cabinet de radiologie en ville ou une installation nucléaire, ou qu'il est amené à côtoyer un camion transportant des produits radioactifs médicaux. On définira alors la limite de dose artificielle pouvant chaque année être reçue par le public. Le tableau 1 ci-dessous montre les ordres de grandeur des expositions aux RI suivant les contextes. La colonne de gauche donne, en millièmes de sievert ou millisievert (mSv), le niveau d'exposition aux RI, le sievert étant l'unité de dose de RI absorbée par le corps humain.

La colonne de droite indique le contexte ou les effets de l'exposition aux RI.

La question que pose ce tableau pour les régulateurs est : Quel est l'effet de doses inférieures à 100 mSv à long terme sachant que l'on ne connaît pas statistiquement d'effets pathologiques en dessous de ce niveau ? « Les conséquences sur la santé de l'exposition à des rayonnements ionisants peuvent être de deux natures : déterministe ou stochastique », explique-t-on à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) (6). Les effets déterministes n'apparaîtraient qu'au-delà d'un certain niveau connu d'exposition, environ 100 mSv. Les effets stochastiques pour les faibles doses, probablement des cancers radio-induits, seraient susceptibles d'apparaître même à de faibles doses, mais après plusieurs années, voire dizaines d'années, chez un nombre limité d'individus.

Pour tenter de répondre à ces questionnements sur les faibles doses, un réseau européen a été mis en place de 2010 à 2015, dénommé Doremi (7). Ce réseau a rassemblé 22 organismes européens qui ont décidé de créer une association, Melodi (8), pour mutualiser les ressources des principaux acteurs de la radioprotection en Europe afin de définir un agenda stratégique de recherche pour les prochaines

Tableau 1 - Tableau des expositions aux rayonnements ionisants

Exposition (en mSv)	Contexte de la dose d'exposition
0,004	Radio dentaire
0,1	Examen de mammographie
1	Limite de dose artificielle en France pour le public par an
2,4	Dose moyenne d'origine naturelle reçue par an en France
10	Examen de scanner abdomino-pelvien
20	Limite de dose artificielle en France pour le professionnel par an
Exposition (en mSv)	Effets déterministes de la dose d'exposition
100	Niveau le plus faible détecté à ce jour pour un effet cancérigène
5 000	Dose létale à 50 % (50 % de décès sans traitement)
10 000	Dose létale à 100 %

Source : auteur.

décennies. Doremi a aidé à cadrer la nouvelle directive 2013/59/Euratom et ses transpositions nationales.

Recherche sur les effets des RI

L'éclairage en amont par les travaux de recherche en radiobiologie est évidemment essentiel pour fonder la réglementation sur des faits avérés. Or, la recherche académique commence à faire la démonstration que la réponse de l'homme à une même dose de RI pourrait varier significativement d'un individu à l'autre. Cette avancée ouvrirait la porte à des tests biologiques qui permettraient à l'avenir d'adapter la radiothérapie à chaque patient et de mieux définir les normes acceptables pour les travailleurs ou le public. Sur ce sujet, on pourra lire une synthèse récente ⁽⁹⁾ des études en cours, qui propose, à partir d'une revue bibliographique très complète et des résultats des travaux des auteurs, trois déclinaisons cliniques de la réponse individuelle aux RI : la radiosensibilité pour les effets indésirables après radiothérapie sur des tissus normaux, la radio-susceptibilité pour les cancers induits par les RI y compris à faibles doses et la radio-dégénération pour les effets non cancéreux comme la cataracte.

Directive 2013/59/Euratom et enjeux pour l'assurance

Dans les réglementations de tous les pays et donc dans la nouvelle directive 2013/59/Euratom, on retrouve les principes fondamentaux qui gouvernent les situations d'exposition aux RI :

- la justification de l'exposition doit être décrite et argumentée par écrit pour être conforme au principe Alara (« *as low as reasonably achievable* »), c'est-à-dire exposer l'homme à une dose la plus basse possible ;
- la mise en place de la radioprotection (i.e. murs de plomb, lunettes, dosimètres, etc.) doit être étudiée, justifiée et documentée ;

- une valeur maximale des doses doit être définie et mesurée pour les patients, les travailleurs et le public.

Ces principes s'appliquent à toutes les situations de risque en cas d'exposition à des RI : situations planifiées, situations existantes ou situations d'urgence. S'agissant de la couverture par les sociétés d'assurance des risques en responsabilité civile, la directive 2013/59/Euratom évolue surtout en ce qui concerne le secteur de la santé. En premier lieu, pour le secteur le plus sensible qu'est la radiothérapie, pour lequel les doses nécessaires sont des dizaines de milliers de fois supérieures à celles nécessaires pour obtenir une radiographie X, même si ces doses sont délivrées sur la zone tumorale et donc très localement.

À la suite de la prise de conscience suscitée par les accidents de radiothérapie, la nouvelle directive demande une démonstration et une justification des niveaux d'exposition, et donc une assurance qualité, beaucoup plus exigeantes tant pour les opérations courantes que pour les nouvelles thérapies ou pour les nouveaux équipements de radiothérapie. Il s'agit au préalable pour le praticien de formellement justifier l'utilisation de la radiothérapie pour la pathologie concernée, puis de justifier la dose appliquée au patient. La responsabilité des praticiens hospitaliers est là directement rappelée dans la directive. Les éventuels incidents et écarts constatés dans la pratique médicale de chaque service hospitalier doivent être analysés, documentés et communiqués aux autorités compétentes. De même, la directive détaille la responsabilité du radiophysicien, en charge du calcul de la dose de RI à délivrer pour le patient, dont on a vu l'importance lors des accidents à l'hôpital d'Épinal.

Un rapport sur l'exposition aux RI des citoyens américains cité par la Commission internationale de protection radiologique ⁽¹⁰⁾ a montré qu'en vingt-cinq ans le nombre d'exams de diagnostic par imagerie a été multiplié par 7,3, et la dose moyenne de RI par personne par 5,7. C'est pourquoi la nouvelle directive impose aussi que le diagnostic par imagerie justifie ses pratiques, même si les doses impliquées sont beaucoup plus faibles que dans la radiothérapie.

Le cas des campagnes de dépistage utilisant des RI, telles que celle pour la détection du cancer du sein, est un exemple de démarche dont le bénéfice (individuel et collectif), au regard de la directive, devra être démontré au préalable.

Afin de répondre à l'exigence de transparence de la directive, les opérateurs sont tenus de mettre à la disposition des entreprises, des travailleurs, des membres du public ainsi que des patients et autres personnes soumises à des expositions médicales les informations concernant la justification des types de pratiques et la réglementation des sources de RI. Concernant la surveillance et le suivi dosimétrique individuels des travailleurs, la directive impose de nouvelles modalités dans son article 41 et prévoit que les résultats de la dosimétrie soient mis à la disposition de « l'entreprise de l'employeur » (et non uniquement le médecin du travail), ce qui n'est pas le cas en France.

La directive 2013/59/Euratom introduit également un nouveau cadre réglementaire pour contrôler la radioactivité naturelle des matériaux de construction et leurs effets sur les travailleurs les manipulant. Cela nécessitera une nouvelle réglementation en France. Enfin, elle fait évoluer la mission de la personne compétente en radioprotection (PCR), en distinguant dorénavant les missions de conseil et les missions plus opérationnelles. Le RPE (*radiation protection expert*) est chargé d'émettre un avis auprès de l'employeur sur les questions relatives à l'exposition des travailleurs et du public, tandis que le RPO (*radiation protection officer*) est chargé, lui, de la déclinaison opérationnelle de la radioprotection sur le terrain.

Harmonisation en Europe

Les sociétés d'assurance impliquées dans la couverture de risques médicaux, nucléaires et industriels doivent s'investir dans le processus en cours de rédaction et d'harmonisation en Europe pour la transposition de la directive 2013/59/Euratom en droit national. A minima pour que les

responsabilités et les dispositions d'application de la réglementation soient le plus « lisibles » possible dans chaque pays, mais idéalement aussi pour qu'une harmonisation réelle permette une concurrence saine et équilibrée sur ce marché et, au-delà, donne à la directive 2013/59/Euratom un poids d'autant plus important. L'instance européenne de régulation qui se charge de cette coordination est l'Herca ⁽¹¹⁾, qui rassemble les autorités de radioprotection des pays européens, y compris la Suisse, l'Islande et la Norvège.

Notes

1. *Faisceaux de rayons X ou γ , électrons et protons.*
2. *Directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants, Joue, 17 janvier 2014, L 13/1, version française.*
3. *ICRP : International Commission on Radiological Protection.*
4. *Unsear : United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.*
5. *AIEA : Agence internationale de l'énergie atomique.*
6. *Magazine Repères, n° 11, novembre 2011.*
7. *Doremi : Low Dose Research towards Multidisciplinary Integration.*
8. *Melodi : Multidisciplinary European Low Dose Initiative.*
9. *N. Foray et al., "Individual Response to Ionizing Radiation", Mutation Research/Reviews in Mutation Research, vol. 770 (B), oct.-déc. 2016, p. 369-386. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mrrev.2016.09.001>*
10. *ICRP, rapport n° 4836-8337-6684, 11 janvier 2016. http://www.icrp.org/consultation_page.asp*
11. *Herca : Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities. www.herca.org*

OGM

RISQUES ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES

Chantal Jouanno

Sénatrice de Paris

En tant que politiques, il ne nous est pas demandé, ni même permis, de trancher le débat scientifique des risques biologiques liés aux organismes génétiquement modifiés. Pour autant, notre devoir en la matière est bien d'adopter toutes les lois pour prévenir les risques sanitaires ou environnementaux liés aux innovations génétiques quelles qu'elles soient. Ni idéologie, ni dogme, ni obscurantisme mais seulement des décisions reposant sur l'état des connaissances scientifiques et sur une expertise fiable.

Faire usage de notre droit au regard de la connaissance scientifique

Nous avons juridiquement des outils qui nous permettent de tenir cette ligne de crête entre les effets néfastes de long terme, encore méconnus pour certains, et le progrès promis auquel nous invitent les défenseurs de ces biotechnologies. Malgré les remises en cause médiatiques dont il fait régulièrement l'objet, le principe de précaution incarne cet équilibre. Établi à l'article 5 de la Charte de l'environnement et constitutionnalisé en 2005, le principe de précaution est mis en œuvre « lorsque la réalisation d'un dommage, bien qu'incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait affecter de manière grave et irréversible l'environnement ». Dans ce cadre, « les autorités

publiques veillent, par application du principe de précaution, et dans leurs domaines d'attributions, à la mise en œuvre de procédures d'évaluation des risques et à l'adoption de mesures provisoires et proportionnées afin de parer à la réalisation du dommage. »

L'ambition de la précaution est d'agir sur le risque, même en présence d'incertitudes scientifiques, et donc de rejeter l'idée que l'incertitude scientifique est un prétexte pour ne rien faire. En présence d'un risque possible, il serait en effet catastrophique d'attendre les progrès de la connaissance. En ce sens, l'idée du principe de précaution apparaît sensée, contrairement aux effets ralentisseurs du progrès qu'on lui prête. Par ailleurs, le principe de précaution n'invite pas à refuser ou retarder les innovations afin de prévenir un risque fantôme. Bien au contraire, le principe de précaution invite la science dans le débat public. L'application du principe de précaution renvoie ainsi au rapport temporel entre la décision et la connaissance,

et à la tension entre deux erreurs possibles, agir trop tard trop faiblement, ou agir trop tôt trop fort, souvent à la source des controverses s'agissant des OGM.

Il nous faut faire usage de notre droit, au regard de la connaissance scientifique et de son évolution. L'analyse coût/bénéfice dans le débat des biotechnologies devrait être la base des argumentations et de la réglementation. Mais le débat, comme le sont parfois les expertises, peut être préempté par un lobby commercial, qui sans avoir de mauvaises intentions notoires, ne garde pas systématiquement en ligne de mire l'intérêt général (seule finalité d'une analyse coûts/risques).

Par-delà les pressions de part et d'autre, qu'elles soient commerciales ou idéologiques, nous avons malgré tout en France une législation cohérente. Ainsi, l'article L. 531-2-1 du Code de l'environnement, au terme duquel les OGM ne peuvent être cultivés, commercialisés ou utilisés que « dans le respect de l'environnement et de la santé publique, des structures agricoles, des écosystèmes locaux et des filières de production et commerciales qualifiées sans organismes génétiquement modifiés, et en toute transparence et les décisions d'autorisation concernant les organismes génétiquement modifiés ne peuvent intervenir qu'après une évaluation préalable indépendante et transparente des risques pour l'environnement et la santé publique. Cette évaluation est assurée par une expertise collective menée selon des principes de compétence, pluralité, transparence et impartialité. » Cet article issu de la loi n° 2008-595 du 25 juin 2008 relative aux OGM devait sécuriser pour l'avenir et dans l'attente de clarifications scientifiques, l'interdiction de culture des OGM en lui donnant un plein fondement législatif. En 2014, le législateur eut à nouveau à se pencher sur le fondement d'une interdiction de la mise en culture, particulièrement pour deux variétés de maïs, le MON810 (le plus répandu sur le territoire de l'Union européenne) et le TC1507.

La mise en culture de plantes génétiquement modifiées pose des risques avérés environnementaux,

notamment des risques d'impact sur la biodiversité et sur les insectes non-cibles ainsi que des risques agronomiques, en accentuant les risques d'apparition d'insectes résistants aux insecticides et d'adventices tolérantes aux herbicides.

Le cas du maïs MON810

Dans ses avis, l'Autorité européenne de sécurité des aliments a ainsi mis en évidence des risques environnementaux ⁽¹⁾ liés à la culture du maïs MON810, tels que :

- l'apparition de résistances à la toxine Cry1Ab dans les populations de lépidoptères (papillons) cibles exposées, qui peut entraîner l'adoption de techniques de lutte contre les ravageurs (par exemple, insecticides) ayant un impact environnemental plus élevé ;
- des réductions de populations de certaines espèces de lépidoptères non-cibles sensibles, lorsqu'elles sont exposées au pollen de maïs MON810 déposé sur leurs plantes-hôtes.

Des publications scientifiques ont également confirmé ces risques en mettant en évidence un mécanisme de résistance dominante à la toxine Cry1Ab chez l'insecte ravageur *Busseola fusca*, qui a conduit à un développement rapide de cette résistance et a rendu inefficaces les stratégies de gestion appliquées. Pour prévenir ces risques, l'Autorité européenne de sécurité des aliments a recommandé la mise en œuvre de mesures de gestion et de surveillance, comme :

- la mise en place de zones refuges équivalentes à 20 % de la surface en maïs Bt – y compris pour les parcelles inférieures à cinq hectares lorsque le regroupement de parcelles représente plus de cinq hectares de maïs Bt – pour retarder l'apparition de résistances à la toxine Cry1Ab chez les lépidoptères cibles ;
- l'adoption de mesures d'atténuation des risques appropriées pour limiter l'exposition des larves de

lépidoptères non-cibles, telles que la mise en place de rangs de bordure de maïs non génétiquement modifié ou des distances d'isolement ;

- l'absence de culture de maïs MON810 à moins de vingt mètres de l'habitat d'espèces de lépidoptères protégées dont la sensibilité à la toxine Cry1Ab n'est pas connue, de manière à minimiser l'exposition et donc le risque pour les larves de ces populations de lépidoptères ;
- le renforcement du plan de surveillance spécifique, visant à mettre en évidence une évolution des résistances, en particulier dans les zones à risque, en incluant d'autres ravageurs du maïs ;
- le renforcement du plan de surveillance générale, conformément aux nouvelles lignes directrices de l'Autorité européenne de sécurité des aliments sur la surveillance environnementale des plantes génétiquement modifiées.

Les mesures de gestion et les plans de surveillance volontaires proposés par Monsanto, et partiellement mis en œuvre, ont toujours semblé très nettement incomplets, au regard des recommandations formulées par l'Autorité européenne de sécurité des aliments, et donc insuffisants pour préserver l'environnement. À cet égard, les rapports de surveillance annuels remis à la Commission européenne et aux États membres montrent que Monsanto refuse de mettre en œuvre les recommandations de l'Autorité européenne de sécurité des aliments du fait qu'il n'existe aucune disposition contraignante les rendant obligatoires.

Aux risques environnementaux évoqués, il faut ajouter que la mise en culture de maïs génétiquement modifié sur le territoire national aurait bien évidemment des impacts économiques sur les autres filières, conventionnelle, biologique, ainsi que sur les filières apicoles et les filières qualifiées « sans organismes génétiquement modifiés », en raison de la dissémination incontrôlée de pollen pouvant être à l'origine de présence fortuite d'organismes génétiquement modifiés indésirables dans d'autres produits.

Le cas de l'apiculture est particulièrement préoccupant, dans la mesure où, du fait de leur biologie, la distance de butinage des abeilles varie constamment en fonction des sources de nourriture présentes et peut atteindre treize kilomètres, et qu'aucune solution technique satisfaisante n'existe actuellement pour éviter la présence de pollen génétiquement modifié dans les produits de la ruche. La mise en culture d'organismes génétiquement modifiés obligerait les apiculteurs à éloigner leurs ruches de ces parcelles entraînant ainsi des conséquences néfastes pour la production apicole. En effet, les apiculteurs doivent placer leurs ruches librement afin de bénéficier de plantes avoisinantes riches en nectar et en pollen.

La mise en culture du maïs MON810 viendrait donc en contradiction avec les mesures prises pour soutenir la filière apicole affectée, depuis une vingtaine d'années, par de graves problèmes de santé des abeilles ainsi qu'une baisse constante de la production de miel.

Le cas du maïs TC1507

Le maïs TC1507, quant à lui, présente une tolérance à l'herbicide glufosinate, bien qu'elle ne soit pas présentée comme un argument commercial et que le projet d'autorisation n'inclue pas l'utilisation de cette tolérance à un herbicide. En outre, des interrogations sur les effets potentiels directs ou indirects, immédiats ou différés du maïs TC1507 persistent. En effet, l'apparition de résistances à la protéine Cry1F a été observée en conditions naturelles, pour le moment sur des ravageurs présents dans les départements et collectivités d'outre-mer (DOM-COM). De plus, on ne dispose que de peu d'études relatives aux impacts de la protéine Cry1F sur les insectes non-cibles. L'Autorité européenne de sécurité des aliments a conclu à la possibilité d'impacts sur les populations de lépidoptères sensibles. On le perçoit à travers les exemples précédents, c'est le biotope dans son ensemble qui peut être affecté par la mise en culture de semences génétiquement modifiées.

Au-delà des deux cas particuliers de ces semences, il convient de rappeler que l'étude conduite par le professeur Gilles-Éric Séralini sur des rats nourris au maïs transgénique NK603 avait abouti à des conclusions très inquiétantes. Ces travaux avaient, certes, été ensuite critiqués pour certaines faiblesses méthodologiques. Mais l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) avait noté l'originalité d'une étude qui abordait le sujet, jusqu'ici peu exploré, des effets à long terme des OGM associés aux préparations phytopharmaceutiques et elle demandait donc, afin de lever les doutes, que des études et des recherches puissent être menées sur ce sujet au moyen de financements publics, sur la base de protocoles d'investigation précis et incontestables.

La diversité des problématiques

La mise en culture de plantes OGM constitue bien une problématique d'ensemble illustrée par les exemples développés ci-dessus des variétés MON810 et TC1507. La Directive européenne 2015/412, transposée en droit français le 2 décembre 2015, va dans ce sens, en élargissant la possibilité des États membres d'interdire ou de limiter la culture de plantes génétiquement modifiées sur leurs territoires pour des raisons économiques, sociales, politiques ou éthiques, en plus des questions liées à la santé et à l'environnement. Peuvent donc désormais être invoqués les motifs suivants : objectifs de politique environnementale, aménagement du territoire, affectation des sols, incidences socioéconomiques, volonté d'éviter la présence d'OGM dans d'autres produits, objectifs de politique agricole, ordre public.

Le Haut Conseil des biotechnologies ⁽²⁾, dans un communiqué de presse du 6 octobre 2016 indiquait que les motifs évoqués par la directive recouvrent largement des axes d'analyse déjà retenus par son comité économique, éthique et social lorsqu'il examine les dossiers de culture de plantes génétiquement modifiées.

La mise en culture de ces produits soulève véritablement un ensemble de questions particulièrement complexes, au croisement d'enjeux sanitaires, économiques et environnementaux. Dès lors que les études scientifiques disponibles n'apparaissent pas en mesure de garantir l'innocuité de ces cultures à long terme, tant pour ce qui concerne le biotope et la biocénose environnants que pour la santé humaine, d'une part, et que l'impartialité même de ces études est discutée, d'autre part, l'interdiction conservatoire de ces cultures apparaît comme une mesure de responsabilité.

Dans le cadre d'une vision élargie des usages des OGM qui implique d'en considérer le caractère polymorphe, la présence des OGM au sein de la consommation humaine doit effectivement être également posée. Au sein de l'Union européenne, la plupart des OGM autorisés sont destinés à l'alimentation des animaux d'élevage. Pourtant, certains aliments importés peuvent également contenir des OGM. C'est la raison pour laquelle le système d'étiquetage de l'Union européenne oblige les entreprises à indiquer si leurs produits, qu'ils soient destinés à l'alimentation humaine ou animale, contiennent des OGM lorsque la teneur dépasse 0,9 % de la denrée.

La France a toujours eu un rôle déterminant dans la demande de révision de la réglementation européenne sur les protocoles scientifiques d'évaluation des risques. Il ne fait aucun doute que les choses évoluent, comme en témoigne la directive susmentionnée. Cela doit nous renforcer dans l'affirmation de notre volonté de protéger nos intérêts environnementaux et sanitaires, tout en garantissant à la recherche les moyens nécessaires à son expertise.

Un nouvel enjeu d'ordre économique apparaît quant à l'usage des OGM pour la mise en culture. En effet, les OGM, dont c'est le vingtième anniversaire de commercialisation aux États-Unis, ont cannibalisé toutes les autres formes de culture dans le pays. Ils constituent la quasi-intégralité des cultures de maïs (88 %), de coton (93 %) et de soja (94 %). Les OGM font d'autant plus débat qu'ils ne semblent finalement pas tenir leurs promesses. Les données

mondiales publiées par les Nations unies montrent que l'Amérique n'a guère tiré d'avantages par rapport à l'Europe, où la culture OGM reste largement interdite (3).

Le Burkina-Faso, converti en intégralité pour ses champs de coton aux OGM, est en train de revoir sa stratégie agricole. Si la production était au rendez-vous (environ 700 000 tonnes de coton produites contre 500 000 tonnes pour le Mali), en revanche la moindre qualité des fibres de coton Bt comparée à celle des variétés traditionnelles n'a pas permis la rentabilité économique prévue. Plutôt que de privilégier une technologie « enfermante », au seul profit d'un groupe mondial oligopolistique, les pouvoirs publics doivent être cohérents avec la vision d'avenir du monde agricole qu'ils souhaitent développer.

La forte résistance sociétale (4) à l'encontre des OGM démontre la nécessité de la démarche de construction d'une démocratie scientifique, au sein de laquelle l'évaluation objective, pluraliste et contradictoire des risques est à la base de tout débat politique. Il nous faut aborder le débat des biotechnologies de façon structurelle et objective. Le principe de précaution ne repose pas sur l'obscurantisme mais invite au contraire à la connaissance scientifique. Et au regard des incertitudes scientifiques lourdes de conséquences potentielles majeures et durables, force est de constater que les bénéfices sociaux, sanitaires ou économiques sont faibles pour la société. Le débat n'est pas celui de la précaution versus l'innovation, mais le risque versus l'intérêt pour la société. Les risques à ce jour l'emportent sur l'intérêt général.

Notes

1. *Rapport du Sénat n° 485 (2013-2014), Daniel Raoul, fait au nom de la commission des affaires économiques.*

2. *En application de la loi du 25 juin 2008 relative aux OGM, le Haut Conseil des biotechnologies est chargé d'éclairer la décision publique sur toutes questions intéressant les OGM ou toute autre biotechnologie, et de formuler des avis en matière d'évaluation des risques que peuvent présenter l'utilisation confinée ou la dissémination volontaire des OGM.*

3. *Le New York Times a ainsi pris la peine de comparer les rendements des cultures américaines et européennes. Il en ressort que les États-Unis n'affichent pas de meilleurs rendements agricoles que l'Europe. « Nous n'avons pas la preuve que les OGM introduits aux États-Unis ont augmenté les rendements agricoles, au-delà de ce qui a pu être constaté pour les cultures conventionnelles », abonde l'Académie nationale des sciences dans un récent rapport. Le rendement des cultures de maïs, par exemple, a progressé de seulement 20 % sur vingt ans, selon le ministère de l'Agriculture américain, alors même que le prix des semences OGM de maïs a bondi de 400 % sur la même période. Les données publiées dans une récente étude géologique nationale (United States Geological Survey) montrent que les agriculteurs américains ont augmenté leur consommation d'herbicides de 21 % sur 20 ans. Si pour l'heure, la nocivité des OGM en matière de santé publique n'est pas incontestable, le fait que certains pesticides soient cancérigènes ne fait pas contre plus débat. Extrait de l'article de Lucie Robequain le 22 novembre 2016 sur lesechos.fr: <http://www.lesechos.fr/idees-debats/sciences-prospective/0211497633829-les-agriculteurs-americains-reviennent-du-tout-ogm-2044625.php>*

4. *Sondage Ipsos qui, tous les ans, place en tête le risque OGM.*

LE RISQUE DE PANDÉMIE VIRALE

Gabriela Buffet

Docteur en médecine

Médecin conseil R&D, Crediss, Scor Global Life

Dr Irene Merk

Teamleader Risk Reporting and Monitoring, Scor Global Life

L'émergence ou la réémergence d'un virus déclenchant une pandémie est un événement rare qui peut pourtant entraîner de lourdes conséquences humaines et financières. Bien qu'il soit difficile d'évaluer et de quantifier précisément ce risque pandémique, l'épidémiologie permet une analyse centrée sur la dynamique d'émergence des maladies virales et leurs facteurs de propagation. L'exposition au risque pandémique est considérable et demeure un des risques biométriques les plus importants auxquels est exposée l'industrie de l'assurance vie. Dans le cadre d'une bonne gestion des risques, l'évaluation du risque pandémique incombe à tous les assureurs et réassureurs.

La survenue d'une pandémie d'origine virale est considérée comme un des risques les plus importants qui menacent l'humanité, avec des conséquences sociales et économiques de grande ampleur. Une caractéristique marquante de ce risque est qu'il combine une faible probabilité de survenue avec des conséquences globales graves et potentiellement catastrophiques. Selon les données historiques, les pandémies avec une forte mortalité se sont produites tous les deux cents ans. Le XXI^e siècle a déjà connu l'émergence de virus potentiellement pandémiques et très létaux qui ont été heureusement contenus : les virus de la grippe aviaire H5N1 et H7N9 ainsi que les virus SRAS, MERS-CoV et Ebola. D'autres virus ont été à l'origine d'une épidémie importante ou d'une pandémie mais n'ont causé qu'une faible mortalité, tels Zika, H1N1 et le virus du chikungunya.

Émergence et réémergence

La survenue d'une pandémie n'est pas prévisible, mais le risque pandémique peut être estimé selon sa forme d'émergence, selon les caractéristiques du virus et son impact sur la mortalité et la morbidité. L'émergence des nouveaux pathogènes et la réémergence de certaines maladies peuvent se produire de façon naturelle et, plus rarement, de façon accidentelle, par exemple à la suite de failles de la biosécurité dans les laboratoires de virologie, ou de façon intentionnelle comme dans le cas du bio-terrorisme. De nouvelles maladies virales émergent chaque année à partir des virus présents dans la nature et particulièrement des virus qui infectent les animaux, à l'origine des maladies appelées zoonoses.

En conséquence, des poussées épidémiques se produisent plusieurs fois par an. Une petite proportion de ces flambées infectieuses se transforme en épidémies. D'autres sont contrôlées, éradiquées ou deviennent endémiques. Enfin, une proportion encore plus faible des poussées épidémiques se transforme en pandémie (voir figure 1 ci-dessous).

Les pandémies représentent l'aboutissement d'une séquence d'événements influencés par des facteurs d'ordre biologique, environnemental et humain. Par conséquent, le risque de pandémie ne doit pas être considéré comme un fait isolé mais plutôt comme une série de facteurs et d'événements qui favorisent ou non sa survenue et sa propagation [GHRF Commission, 2016].

Facteurs d'émergence et de dissémination des maladies virales

Plusieurs facteurs ont été identifiés comme étant responsables de l'émergence naturelle et de la propagation des maladies virales. Ils peuvent être liés au virus lui-même : sa capacité d'adaptation et de mutation, etc. Ils peuvent

être liés directement à l'homme : le degré d'immunité, les changements démographiques et comportementaux, etc. Enfin, ils peuvent être liés à l'environnement, par exemple les changements du climat et des écosystèmes, ou à l'activité humaine, principalement au développement économique, à l'utilisation de la terre, à l'augmentation des voyages et du commerce international, et aux guerres [Morens et Fauci, 2013].

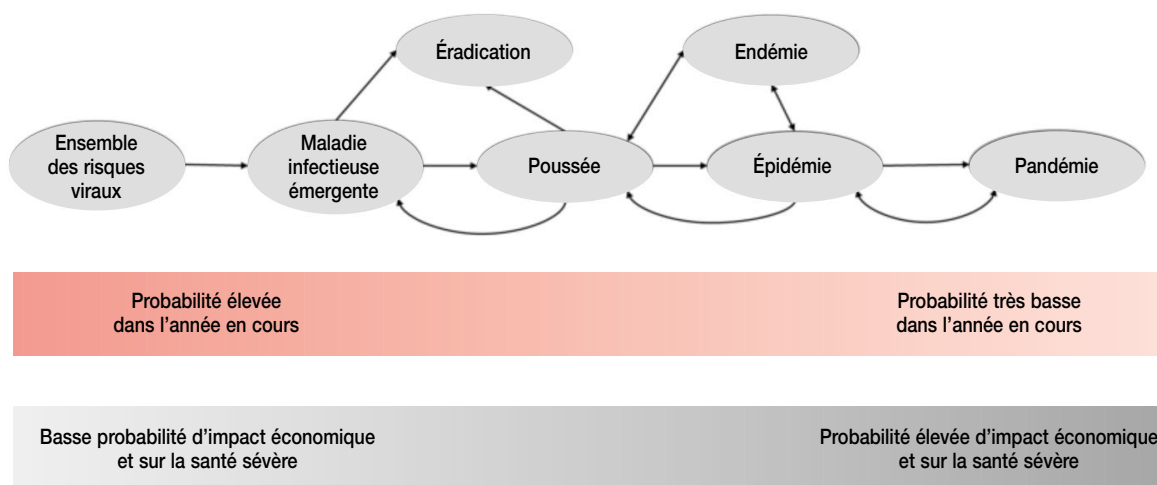
L'ensemble de ces facteurs influence la cascade d'événements qui vont déterminer si un virus pourra ou non être à l'origine d'une maladie virale émergente et sa propagation épidémique, voire pandémique.

Une fois la maladie apparue, les circonstances d'émergence – naturelle, accidentelle ou intentionnelle – n'ont plus d'influence dans la propagation du virus. L'évaluation du risque pandémique dépend alors fondamentalement des caractéristiques du virus, de la susceptibilité de la population et des mesures de prévention adoptées pour contenir la propagation.

■ Transmission virale

La transmission interhumaine est le facteur qui détermine le potentiel épidémique ou pandémique d'un virus. En épidémiologie, la dynamique de la transmission des virus dans la population susceptible

Figure 1 - Spectre du risque pandémique



Source : schéma modifié du GHRF ; El Turabi et Saynisch, université Harvard.

est bien définie à l'aide des paramètres R_0 (taux de reproduction de base) et R (taux de reproduction net). R_0 est défini comme le nombre de personnes susceptibles d'être contaminées par une personne infectée. Sa valeur reflète l'épidémiologie du virus.

Le paramètre R_0 est déterminé par des caractéristiques propres au virus et à la population concernée [Sands *et al.*, 2016].

$R_0 = p \times c \times D$ où :

- p est la probabilité de transmission de l'infection au cours d'un contact ;
- c (nombre de personnes par jour) est le nombre moyen de contacts d'un individu par unité de temps ;
- D (nombre de jours) est la durée moyenne de la phase infectieuse.

De cette formule on peut déduire que bien que le facteur D soit strictement dépendant du virus, les facteurs p et surtout c peuvent être modifiés afin de contrôler l'évolution d'une épidémie. La probabilité de transmission pendant des contacts interhumains est typiquement réduite par les mesures d'hygiène, et le nombre des contacts d'une personne infectée est contrôlé par des mesures de contention comme l'isolement, la fermeture des écoles et des transports en commun.

Dans une population donnée, la transmission est aussi conditionnée par le degré d'immunité, qui détermine la susceptibilité à l'infection. Les personnes ne sont pas susceptibles à l'infection si elles ont une immunité naturelle ou si elles ont développé une immunité acquise, résultant soit d'une infection antérieure avec un agent pathogène apparenté, soit d'une vaccination. Dans une population présentant un certain niveau d'immunité, le taux de transmission effectif, nommé R , est défini par $R_0 \times S$, où S représente la proportion des personnes susceptibles. R est donc habituellement inférieur à R_0 , et au maximum égal à R_0 dans le cas où il n'y a aucune immunité contre ce virus.

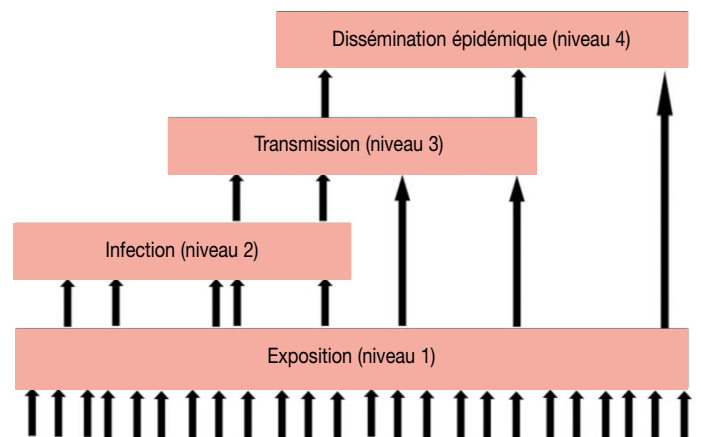
■ Risque pandémique viral selon la valeur de R_0

La valeur que prend le R_0 permet de classer les virus en quatre niveaux de risque qui reflètent la possibilité d'émergence et de propagation d'une maladie [Woolhouse *et al.*, 2016] (voir figure 2 ci-dessous) :

- niveau 1 : R_0 inexistant, absence d'infection ; correspond aux virus auxquels les humains sont exposés mais qui ne sont pas infectants ;
- niveau 2 : $R_0 = 0$; correspond aux virus qui peuvent infecter les humains mais dont les cas de transmission interhumaine sont inexistants ;
- niveau 3 : $0 < R_0 < 1$; correspond aux virus qui peuvent infecter les humains et être transmis par eux, mais dont la transmission est limitée – moins d'un cas nouveau par personne infectée – et dont le type ne peut pas déclencher une pandémie ;
- niveau 4 : $R_0 > 1$; correspond aux virus capables d'occasionner une épidémie, voire une pandémie dans les populations humaines susceptibles.

Les agents de niveau 4, qui sont les seuls à susciter les craintes, demandent donc à être suivis de près.

Figure 2 - Risque viral



Source : Mark E.J. Woolhouse, Liam Brierley, Chris McCaffery et Sam Lycett, "Assessing the Epidemic Potential of RNA and DNA Viruses", Centers for Disease Control and Prevention (CDS), volume 22, n° 12, décembre 2016.

Le danger découle du fait que les virus peuvent changer de niveau de risque. Des transitions entre les différents niveaux sont possibles par des mutations et des recombinaisons du matériel génétique. Ces transitions correspondent aux différentes étapes d'émergence des maladies virales dans les populations humaines. Par exemple, en laboratoire, la manipulation de H5N1 a permis le passage du virus du niveau 3 au niveau 4. Les mutations créées ont abouti à un gain de fonction du virus H5N1 et à la création d'un virus à fort potentiel pandémique [Davis *et al.*, 2014].

Types de transmission et impacts

Dans une population susceptible, la forme de transmission la plus efficace est la transmission aérienne (voies respiratoires). La plupart des virus émergents avec un potentiel pandémique au XXI^e siècle sont des virus à transmission aérienne. D'autres virus présentent différentes formes de transmission et peuvent être à l'origine des poussées épidémiques, mais ils sont rarement à l'origine d'une pandémie mondiale en raison soit de l'instauration des mesures de prévention (pour les transmissions féco-orale, parentérale, sexuelle, mère-enfant), soit de la dispersion géographique limitée du vecteur (dans le cas d'une transmission par des insectes).

La dynamique de transmission virale étant établie, la vitesse de survenue des cas secondaires représente un autre facteur important de la dissémination parmi la population. L'intervalle de génération, que mesure la rapidité de survenue des cas secondaires résultant du contact avec une personne infectée, est le temps moyen qui sépare l'infection d'une personne et celle de ses contacts directs dans une chaîne de transmission.

Pendant la pandémie de H1N1, cet intervalle était en moyenne de trois jours. En fonction de cet intervalle, les mesures de santé publique seront plus ou moins efficaces.

■ Impact sur la population

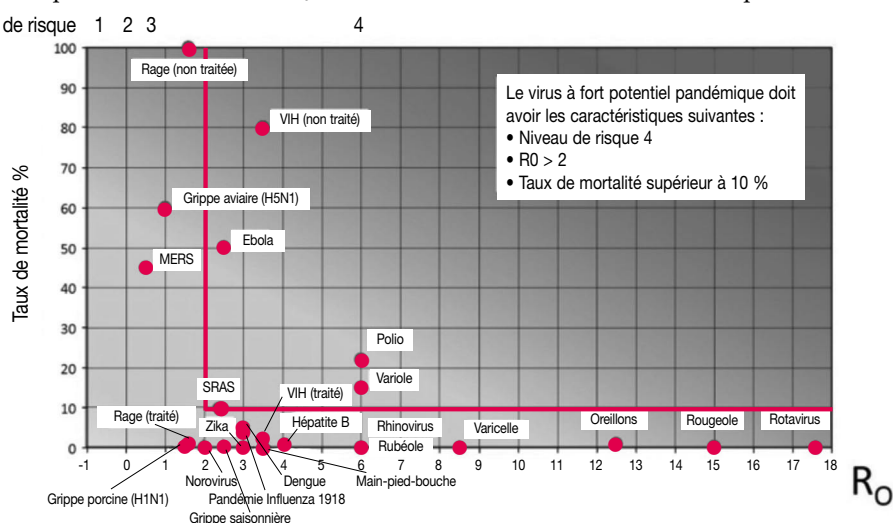
Il est important de mesurer l'impact d'une épidémie sur une population donnée : combien de personnes seraient infectées et parmi elles combien pourraient décéder. Les deux paramètres qui évaluent cet impact sont le taux d'attaque et le taux de létalité.

- Le taux d'attaque est défini par le nombre de malades rapporté à la population à la fin d'une épidémie.
- Le taux de létalité est défini par le nombre de décès liés à la maladie rapporté au nombre total de cas atteints par la maladie.

La grippe espagnole de 1918 a causé 40 à 50 millions de décès dans le monde, selon les estimations de l'OMS. Elle a constitué la pandémie la plus mortifère de ces derniers siècles. En effet, le taux d'attaque a atteint 40 %, et le taux de létalité environ 3 %, avec une prédominance chez les jeunes adultes [OMS, 2005]. D'autres pandémies de grippe ont sévi au siècle dernier dont la dernière en 1968 avec un million de décès et un taux de létalité de 0,5 %. Cependant, il est très difficile de faire des prévisions fiables à propos de la mortalité avant que le virus apparaisse et se propage (voir figure 3 p. 49).

Le nombre de décès survenant au cours d'une pandémie est très variable et déterminé par plusieurs facteurs. Comme cela a déjà été indiqué, les plus importants sont la virulence du virus, les caractéristiques et la vulnérabilité des populations ainsi que l'efficacité des mesures de prévention. Les caractéristiques de la population jouent un rôle déterminant dans la définition des groupes plus vulnérables. Ainsi l'âge, le type et la prévalence des maladies chroniques, l'accès aux soins et le niveau socioéconomique sont les déterminants les plus forts de la mortalité.

L'identification des groupes les plus vulnérables est donc essentielle. L'instauration de mesures de prévention efficaces ciblant ces groupes peut faire diminuer de façon importante la mortalité dans l'ensemble de la population.

Figure 3 - Caractéristiques des virus selon le R_0 , le taux de mortalité et les niveaux de risque

Source : schéma modifié de David McCandless sur <http://www.informationisbeautiful.net/visualizations/the-microscope-infectious-diseases-in-context>

■ Impact économique

Le contrôle insuffisant d'une maladie virale émergente peut conduire à la propagation d'une pandémie qui entraînerait, outre les pertes humaines, un choc économique. Le premier impact d'une pandémie est l'augmentation des coûts associés à la prise en charge des malades et à l'instauration des mesures de prévention. Une pandémie a également un impact sur l'activité économique en raison de la perte de main-d'œuvre et de la baisse de la productivité, ainsi que des restrictions sur les mouvements de marchandises et les déplacements. Des secteurs importants de l'activité économique d'un pays comme le commerce, les transports, l'éducation, les communications, la police, les banques, le tourisme et les services publics peuvent être affectés dès les premières semaines [Sands *et al.*, 2016].

La Banque mondiale estime que la survenue d'une pandémie sévère, semblable à celle de 1918, occasionnerait une perte de 5 % du PIB global, et que 60 % de cette perte serait due à une diminution de la demande.

■ Pandemic Emergency Facility

Pour réduire la probabilité de transformation d'une épidémie en pandémie, la Banque mondiale va

mettre en place un dispositif qui devrait permettre de contrôler des poussés épidémiques [WEF, 2016 ; World Bank, 2016]. Ce dispositif s'adresse surtout aux pays en développement, où les moyens d'intervention ne sont pas toujours disponibles sur place et où l'expérience a montré que les aides des pays développés n'arrivaient pas assez rapidement. Cette couverture sous forme d'ILS (*insurance-linked securities*, soit titrisation de risques d'assurance), nommée *Pandemic Emergency Facility*, varie en fonction du nombre de décès rapportés et peut atteindre jusqu'à 500 millions de dollars. Elle sera versée lorsque l'OMS déclarera une épidémie due aux virus de l'influenza, de la fièvre de Lassa, de la fièvre de la vallée de Rift ou de la fièvre hémorragique de Crimée-Congo, et aux coronavirus.

■ Impact sur l'assurance et la réassurance

L'exposition au risque pandémique demeure un des risques biométriques les plus importants pour l'industrie de l'assurance et de la réassurance vie. C'est pourquoi l'évaluation et la modélisation du risque de survenue d'une pandémie virale et de ses conséquences sont au cœur d'une bonne gestion des risques. Parmi les outils disponibles, on trouve la simulation de la récurrence d'un événement historique (tel que la

grippe espagnole), également baptisée *footprint scenario*. On applique les caractéristiques historiques connues du virus telles que son taux de létalité par rapport à la population générale et par rapport à la population d'assurés. L'autre approche pertinente consiste à modifier les caractéristiques épidémiologiques historiques pour prendre en compte l'environnement contemporain et les facteurs susceptibles de favoriser l'émergence d'une pandémie ou de la rendre moins probable [Morse, 1995] (voir tableau 1 ci-dessous).

Tableau 1 - Conditions influençant l'émergence d'une pandémie

Conditions favorisant l'émergence d'une pandémie
Émergence d'un nouveau virus contre lequel les personnes n'ont pas d'immunité
Absence de vaccins efficaces
Absence d'antiviraux efficaces
Peuplement des régions à risque pour la transmission de zoonoses
Incapacité à détecter les phases précoces de l'épidémie
Conditions ne favorisant pas l'émergence d'une pandémie
Organisation par les autorités de santé des mesures à prendre en cas d'épidémie « plan pandémie »
Développement de nouveaux antiviraux et des vaccins
Surveillance internationale et communication 24h/24

Source : Doris Azarcon, "Zika, Ebola, MERS & More Pandemic Threats Must Be Monitored", *SCORviews*, juin 2016.

Surveillance et recherche

L'accès rapide à des informations fiables est une préoccupation majeure pour les assureurs et les réassureurs. La surveillance des maladies émergentes à travers des systèmes de notification basés sur Internet permet la diffusion rapide et efficace des informations sur les épidémies émergentes à l'échelle mondiale. L'évaluation et l'analyse de ces données doivent être réalisées de manière continue. Parallèlement, certaines données sélectionnées nécessitent des analyses plus approfondies.

À ce titre, Scor, en tant que réassureur international, organise régulièrement des réunions avec des universitaires, des épidémiologistes et des experts de l'industrie pour discuter des défis actuels et des bonnes pratiques. En outre, l'équipe mondiale d'analystes des pandémies du groupe Scor a de fréquents échanges avec des experts externes à propos des événements d'actualité, des nouvelles tendances de la recherche afin d'améliorer la connaissance du risque, d'assurer un meilleur suivi des expositions ainsi que de perfectionner la modélisation du risque pandémique. Être informé, c'est être préparé !

Bibliographie

DAVIS C. T. ; CHEN L.-M. ; PAPPAS C. ; STEVENS J. ; TUMPEY T. M. ; GUBAREVA L. V. ; KATZ J. M. ; VILLANUEVA J. M. ; DONIS R. O. ; COX N. J., "Use of Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Gain-Of-Function Studies for Molecular-Based Surveillance and Pandemic Preparedness", *mBio*, vol. 5, n° 6, 12 décembre 2014. Disponible en ligne : <http://mbio.asm.org/content/5/6/e02431-14>

GHRF Commission (Commission on a Global Health Risk Framework for the Future), "The Neglected Dimension of Global Security: A Framework to Counter Infectious Disease Crises", 2016.

MORENS D. M. ; FAUCI A. S., "Emerging Infectious Diseases: Threats to Human Health and Global Stability", *PLoS Pathogens*, vol. 9, n° 7, 4 juillet 2013. Disponible en ligne : <http://dx.doi.org/10.1371/journal.ppat.1003467>

MORSE S. S., "Factors in the Emergence of Infectious Diseases", *Emerging Infectious Diseases*, vol. 1, n° 1, 1995, pp. 7-15.

OMS, « Alerte et action au niveau mondial. Dix choses qu'il faut savoir sur la grippe pandémique », 14 octobre 2005. <http://apps.who.int/csr/disease/influenza/pandemic10things/fr/index.html>

SANDS P. ; EL TURABI A. ; SAYNISCH P. A. ; DZAU V. J., "Assessment of Economic Vulnerability to Infectious Disease Crises", *The Lancet*, vol. 388, n° 10058, novembre 2016, pp. 2443-2448.

WEF (World Economic Forum), "The Global Risks Report 2016: 11th Edition", 2016.

WOOLHOUSE M. E. J. ; BRIERLEY L. ; MCCAFFERY C. ; LYCETT S., "Assessing the Epidemic Potential of RNA and DNA Viruses", *Emerging Infectious Diseases*, vol 22, n° 12, décembre 2016. Disponible en ligne : <http://dx.doi.org/10.3201/eid2212.160123>

World Bank, "Pandemic Emergency Facility: Frequently Asked Questions", 1^{er} septembre 2016. <http://www.worldbank.org/en/topic/pandemics/brief/pandemic-emergency-facility-frequently-asked-questions>

LES RISQUES BIOLOGIQUES AÉRIENS

L'EXEMPLE DE LA LÉGIONELLOSE

Dr Fabien Squinazi

Médecin biologiste

Ancien directeur du Laboratoire d'hygiène de la Ville de Paris

*Membre d'honneur de la Fédération interprofessionnelle des métiers
de l'environnement atmosphérique (Fimea)*

Comment un équipement du quotidien tel qu'une douche, une douchette, un brumisateur, un bain à remous ou une fontaine décorative peut-il être à l'origine d'une grave infection pulmonaire, la légionellose ? Comment peut-on maîtriser cette contamination bactérienne dans le réseau intérieur de distribution d'eau chaude sanitaire et dans ses propres équipements ménagers ? Quelle est la réglementation qui s'applique à la prévention et à la surveillance du risque légionellose ? Cet article a pour objet de fournir des réponses à ces questions afin de lutter contre cette maladie pourtant évitable.

Au début des années 2000, à la suite de plusieurs épidémies de légionellose en France, le ministère chargé de la Santé m'avait demandé d'animer un groupe de travail sur la gestion du risque lié aux légionelles. Un rapport du Conseil supérieur d'hygiène publique de France diffusé par circulaire ministérielle du 2 mai 2002 ⁽¹⁾ faisait le point des connaissances sur la bactérie et la maladie et donnait des recommandations pour maîtriser ce risque biologique aérien lors de l'utilisation d'équipements générateurs d'aérosols d'eau. La France se dotait alors d'une série de textes officiels pour lutter contre la légionellose avec la publication de guides techniques, circulaires et arrêtés ministériels, tout en accentuant la surveillance des cas de légionellose et les enquêtes environnementales autour de cas groupés.

En 2015, l'Agence nationale de santé publique a relevé 1 389 notifications de cas de légionellose, soit une incidence de 2,1 cas pour 100 000 habitants ; 453 cas ont été notifiés aux autorités sanitaires pour les six premiers mois de l'année 2016. Fait préoccupant, la maladie est mortelle dans environ 10 % des cas.

La période d'incubation de la maladie est généralement de deux à dix jours après l'exposition à la bactérie. La légionellose débute comme une grippe avec toux, parfois des douleurs musculaires, une perte de l'appétit, des troubles digestifs et un état confusional. L'état grippal s'aggrave rapidement et fait place à une pneumopathie sévère nécessitant une hospitalisation. La légionellose affecte essentiellement les adultes et touche plus particulièrement les personnes présentant des facteurs favorisants, comme l'âge

avancé (l'incidence de la maladie augmente avec l'âge, et le taux d'incidence le plus élevé s'observe chez les personnes de plus de 80 ans avec 6,4 cas pour 100 000 habitants), le tabagisme, les maladies respiratoires chroniques, le diabète, les maladies avec déficit immunitaire, les traitements immuno-suppresseurs, etc.

Le médecin peut identifier l'origine de l'infection grâce à l'isolement de la bactérie et/ou de son ADN (méthode par réaction d'amplification génique) dans un prélèvement respiratoire, à la présence d'antigènes solubles dans les urines ou à l'augmentation des titres d'anticorps sériques par quatre entre deux prélèvements successifs. Un traitement antibiotique adapté, comportant un macrolide et/ou une fluoroquinolone selon la gravité des signes cliniques, et mis en œuvre rapidement permet dans la grande majorité des cas une évolution favorable de la maladie.

Une bactérie nommée *Legionella*

La découverte de la bactérie remonte au mois de juillet 1976 lorsqu'une épidémie de pneumonie touche 182 participants du 58^e congrès de l'American Legion, une association d'anciens combattants de l'armée américaine, réunis à l'hôtel Bellevue-Stratford de Philadelphie, et provoque 29 décès. La bactérie de la « maladie des légionnaires », identifiée quelques mois plus tard dans une biopsie pulmonaire par le microbiologiste Joseph McDade, est ainsi nommée *Legionella*. Le système de climatisation de l'hôtel en était le vecteur, et la tour aérorefrigérante associée, qui permet d'évacuer la chaleur des machines frigorifiques, la source de contamination, par son panache pénétrant par la prise d'air. Grâce à la mise au point d'un milieu de culture adapté à cette nouvelle bactérie, les diverses études, notamment nord-américaines, ont ensuite montré que les légionelles faisaient partie intégrante de la flore microbienne de notre environnement hydrique.

Par quels mécanismes une bactérie présente naturellement dans les eaux douces (lacs et rivières) peut-elle se retrouver dans l'eau de nos équipements domestiques et devenir un agent infectieux redoutable et quelquefois mortel ? Les légionelles échappent en partie aux traitements de potabilisation de l'eau de rivière car elles sont plus tolérantes au chlore que les bactéries fécales, dont l'absence signe la potabilité de l'eau. Ce sont aussi des bactéries qui vivent à l'intérieur de parasites de l'eau (amibes libres et protozoaires ciliés) et qui, non détruites par les mécanismes de digestion cellulaire, se protègent ainsi des traitements appliqués à l'eau potable, moins efficaces sur les parasites. Elles pénètrent alors dans le bâtiment par la distribution d'eau froide.

Dans les circuits d'eau, la température joue un rôle clé. Les légionelles, bactéries thermophiles, ont la particularité de se multiplier et de se développer lorsque la température est comprise entre 25 ° C et 45 ° C, conditions que présentent l'eau chaude sanitaire mais aussi l'eau froide réchauffée. D'autres facteurs interviennent comme la stagnation ou la faible circulation d'eau, la présence de tartre ou de corrosion (apport de fer) dans les canalisations, de matières organiques, que l'on trouve notamment dans les « boues » ou « sédiments » au fond des ballons d'eau chaude, et d'autres micro-organismes apportant des nutriments nécessaires à la croissance des légionelles (par exemple, L-cystéine et cyanobactéries).

■ L'amplification et la dispersion des légionelles

Le développement des légionelles se fait au contact de la surface interne des canalisations d'eau, au sein d'une structure appelée « biofilm ». Le biofilm est un ensemble de micro-organismes adhérant aux surfaces et inclus dans une matrice constituée d'exopolymères bactériens, de matière organique et inorganique ainsi que de macromolécules issues du milieu environnant. Le biofilm représente un système microbien dynamique qui favorise à la fois la croissance des légionelles et leur diffusion dans le flux d'eau.

La formation d'un biofilm sur une surface s'effectue généralement selon trois étapes majeures :

- l'adhésion des cellules bactériennes à la surface ;
- la maturation du biofilm, qui correspond à la multiplication des cellules et à la formation d'une architecture particulière avec production de la matrice d'exopolymères ;
- le détachement cellulaire, sous forme de cellules individuelles, d'amas ou d'agrégats microbiens, qui permet la colonisation de nouvelles surfaces.

Les cellules microbiennes incluses dans un biofilm et les agrégats cellulaires qui s'en détachent développent une spécificité physiologique, notamment une résistance aux molécules antimicrobiennes (chlore, ozone, rayonnement ultraviolet, etc.), une capacité d'adaptation à des environnements hostiles ainsi que des interactions cellulaires, dont le transfert de plasmides de résistance. Comme mentionné plus haut, les légionelles se développent aussi à l'intérieur des parasites de l'eau, qu'elles font éclater en se multipliant ; c'est ainsi que les bactéries sont diffusées en grande quantité dans le flux d'eau pour coloniser les surfaces. De nombreux équipements domestiques peuvent produire des aérosols d'eau, sous forme de microgouttelettes, par plusieurs mécanismes : au cours d'une pulvérisation d'eau (utilisation d'une douche, d'une douchette, d'un brumisateurs ou d'une fontaine décorative), à la faveur d'un bouillonnement de l'eau (bain bouillonnant) ou lors d'une impaction d'eau à forte pression sur une surface (utilisation d'un nettoyeur sous pression). Les microgouttelettes d'eau sont dispersées dans l'air par ces équipements domestiques et se déposent sur les surfaces environnantes ;

Pour en savoir plus

<http://inv.santepubliquefrance.fr/Dossiers-thematiques/Maladies-infectieuses/Maladies-a-declaration-obligatoire/Legionellose>

<http://social-sante.gouv.fr/soins-et-maladies/maladies/maladies-infectieuses/article/legionellose>

elles contiennent des légionelles si la source d'eau est contaminée.

■ Le processus infectieux de la légionellose

L'inhalation de microgouttelettes d'eau, d'une taille inférieure à 5 micromètres, permet la pénétration des légionelles jusqu'aux alvéoles pulmonaires. La bactérie est phagocytée par la première cellule de défense, le macrophage. Mais ses capacités de résistance à la digestion cellulaire lui permettent de se multiplier à l'intérieur du macrophage et d'infecter les deux parenchymes pulmonaires, ce qui est à l'origine d'une pneumonie bilatérale. Seuls des antibiotiques pouvant pénétrer dans les cellules, comme la famille des macrolides ou des fluoroquinolones, sont efficaces. La pénicilline, souvent administrée en première intention pour une pneumonie, n'a aucune efficacité et n'empêche pas le développement de l'infection. Enfin, le traitement antibiotique est d'autant plus efficace qu'il est mis en œuvre rapidement. Une autre forme de légionellose, moins sévère, a été décrite. Il s'agit de la fièvre de Pontiac, un état pseudo-grippal qui ne s'accompagne pas de pneumonie et qui guérit en 48 heures. Les mécanismes de cette forme clinique ne sont pas vraiment connus (taille plus importante des gouttelettes de l'aérosol d'eau ? concentration bactérienne plus faible dans l'eau ?).

Après la découverte de la *Legionella*, une soixantaine d'espèces du genre *Legionella* ont été identifiées ; ces espèces sont subdivisées en sérogroupes (environ 70 sérogroupes actuellement connus). En France, *Legionella pneumophila*, qui a donné son nom à la première bactérie identifiée, est responsable de 99 % des cas déclarés de légionellose ayant fait l'objet d'une identification après un prélèvement respiratoire, et *Legionella pneumophila* séro groupe 1 est responsable de 95 % des cas de légionellose. Des espèces autres que *Legionella pneumophila* peuvent cependant être à l'origine de légionellose, en particulier chez des personnes dont l'immunité est compromise (patients à haut risque).

Toutefois, il reste encore quelques incertitudes dans la connaissance du processus infectieux de la légionellose. Toutes les *Legionella pneumophila* ne sont pas capables de produire une infection (les facteurs de virulence sont acquis à l'intérieur d'un protozoaire), mais il n'est pas possible de déterminer la pathogénicité d'une souche isolée d'un échantillon d'eau. La dose minimale infectieuse chez l'homme demeure inconnue, mais un consensus d'experts a estimé que le risque d'acquisition d'une légionellose pour la population générale était faible lorsque la concentration de *Legionella pneumophila* se révélait inférieure à 1 000 unités formant colonies par litre d'eau (UFC/l), ce qui constitue l'objectif cible. En revanche, pour un patient à haut risque, aucune *Legionella* ne doit être détectée dans l'échantillon d'eau analysé. Les méthodes de détection des légionelles dans l'air ne sont pas standardisées et, par ailleurs, les légionelles ne sont présentes dans l'air que lorsque les équipements génèrent des aérosols d'eau. Enfin, la durée d'exposition aux aérosols contaminés nécessaire pour provoquer une légionellose n'est pas connue.

Les solutions

■ Comment maîtriser le risque de légionellose

Pour maîtriser le risque de légionellose, il est fondamental de limiter les développements microbiens dans les installations de production et de distribution d'eau. Cette maîtrise repose sur trois actions complémentaires qui limitent la formation du biofilm :

- éviter la stagnation et la faible circulation d'eau par un dimensionnement et un équilibrage des installations afin d'assurer des vitesses minimales de circulation d'eau. Le réseau de distribution ne devra comporter aucun bras mort, et il est important de repérer les points d'usage d'eau très peu ou jamais utilisés. En cas d'arrêt des installations ou des équipements, on procédera, avant toute nouvelle utilisation, à une

purge, à un nettoyage ainsi qu'à une désinfection et à un rinçage ;

- lutter contre l'entartrage et la corrosion par une conception et un entretien adaptés à la qualité de l'eau et aux caractéristiques de l'installation. Il faut penser notamment à détartre régulièrement les ballons d'eau chaude et les points d'usage, en particulier les équipements générant des aérosols d'eau, car le tartre aggrave l'aérosolisation ;
- maîtriser la température de l'eau dans les installations, le long du réseau de distribution et à la production d'eau chaude sanitaire, afin d'obtenir une température suffisante qui empêche le développement des légionelles (arrêté du 30 novembre 2005, publié au *JORF* du 15 décembre 2005).

En sortie de production d'eau chaude sanitaire, la température doit être en permanence supérieure à 55° C (elle doit être homogène sur tout le volume stocké). Au niveau du réseau de distribution, l'eau doit être maintenue à une température supérieure à 50° C en permanence en tout point du réseau. Enfin, au niveau du point de puisage, la température de l'eau doit être abaissée au moyen d'un mitigeur (mécanique ou thermostatique) pour être inférieure à 40-45° C, et ce afin de prévenir le risque de brûlure. Les réseaux d'eau froide et d'eau chaude sanitaires seront protégés pour éviter le réchauffement du réseau d'eau froide au contact du réseau d'eau chaude ou d'une source de chaleur (équipements chauffants, rayonnement solaire, etc.).

D'autres actions peuvent être menées pour limiter les expositions aux aérosols d'eau, par exemple l'utilisation de flexibles de douche à la place de pommeaux fixes, ou celle de douchettes à jets lents.

■ Comment surveiller le risque de légionellose

La surveillance réglementaire des légionelles ne s'applique qu'aux installations collectives de production, de stockage et de distribution d'eau chaude

sanitaire alimentant les établissements recevant du public qui comptent des points d'usage à risque, c'est-à-dire pouvant produire des aérosols d'eau (douches, douchettes, bains à remous ou à jets, etc.). Il s'agit notamment des établissements de santé, des établissements sociaux et médico-sociaux, des établissements pénitentiaires, des hôtels et résidences de tourisme, et des campings (arrêté du 1^{er} février 2010, publié au *JORF* du 9 février 2010).

La surveillance ne s'envisage que si l'on dispose d'un fichier sanitaire des installations tenu à la disposition des autorités sanitaires. Ce fichier comprend les plans ou synoptiques décrivant l'architecture globale du réseau et la traçabilité des informations relatives à l'exploitation des installations : travaux de modification, de rénovation ou d'extension, opérations de maintenance et d'entretien, traitements de désinfection, relevés des températures et des volumes d'eau, résultats d'analyse, etc. Le responsable des installations met en œuvre une surveillance de la température de l'eau et des légionelles pour vérifier que les seuils sont respectés en permanence au niveau de tous les points d'usage à risque.

Dans les établissements recevant du public autres que les établissements de santé, la température est mesurée, au minimum une fois par mois, en sortie de production d'eau chaude sanitaire, aux points d'usage à risque les plus représentatifs du réseau, ou, à défaut, les plus éloignés de la production d'eau chaude sanitaire, et, le cas échéant, en retour général de boucle. La température est mesurée plus fréquemment dans les établissements de santé : une fois par jour ou en continu en sortie de production d'eau chaude sanitaire et, le cas échéant, en retour général de boucle, et une fois par semaine ou en continu aux points d'usage à risque les plus représentatifs du réseau ou, à défaut, les plus éloignés de la production d'eau chaude sanitaire.

Les analyses de légionelles sont pratiquées, au moins une fois par an, au fond du ballon de production et de stockage d'eau chaude sanitaire, aux points d'usage à risque les plus représentatifs du réseau, ou,

à défaut, les plus éloignés de la production d'eau chaude sanitaire, et, le cas échéant, en retour général de boucle. Les dénombrements en *Legionella pneumophila* doivent être inférieurs à 1 000 UFC/l, selon la norme NF T90-431 (2). Dans les établissements de santé, les dénombrements en *Legionella pneumophila* doivent être inférieurs au seuil de détection au niveau de tous les points à risque accessibles à des patients identifiés comme particulièrement vulnérables au risque de légionellose. Lorsque ces seuils ne sont pas respectés, le responsable des installations prend sans délai les mesures correctives nécessaires au rétablissement de la qualité de l'eau et à la protection des usagers.

En conclusion

Nous avons aujourd'hui tous les moyens pour lutter contre cette maladie redoutable. De nombreux avis et rapports, guides techniques, circulaires, arrêtés ministériels, etc., ont été publiés en France depuis la parution du premier rapport du Conseil supérieur d'hygiène publique de France au début des années 2000. Un décret et son arrêté seront prochainement publiés sur la prévention des risques sanitaires liés aux systèmes collectifs de brumisation d'eau. Et pourtant, en moyenne 1 300 cas de légionellose sont déclarés chaque année en France, dont 10 % mortels. Il est donc important de connaître et de faire connaître *Legionella pneumophila*, qui, tapie dans l'ombre de nos circuits d'eau, attend la faille qui lui permettra de se développer et de contaminer nos équipements domestiques.

Post-scriptum : j'ai eu l'occasion de rencontrer récemment le Dr Janet E. Stout, de l'université de Pittsburgh, spécialiste mondiale de la légionellose. Elle m'a offert une boîte de gélules pour le traitement de l'anxiété due aux légionelles. Sa prescription est de prendre deux gélules une heure avant l'analyse de légionelles et, si l'anxiété persiste, de contacter immédiatement les experts en légionelles. Nous ne disposons

pas de ce type de traitement en France, mais j'espère que la lecture de cet article vous aura rendu moins anxieux, sinon vous pouvez me contacter.

Notes

1. *Circulaire DGS n° 2002/273 du 2 mai 2002 relative à la diffusion du rapport du Conseil supérieur d'hygiène*

publique de France relatif à la gestion du risque lié aux légionelles.

2. *Norme NF T90-431 « Qualité de l'eau – Recherche et dénombrement de Legionella spp et de Legionella pneumophila – Méthode par ensemencement direct et après concentration par filtration sur membrane ou centrifugation », novembre 2014.*

3.

Les ruptures dans la mondialisation quel impact sur l'assurance ?

■ Arnaud Chneiweiss

Introduction

■ Philippe Trainar

Ruptures dans la mondialisation, effets sur l'assurance

■ José Bardaji

L'internationalisation de l'assurance en question

■ Jean-François Boulier

Les frontières seront-elles efficaces ?

■ Jean d'Herbécourt

Le paradoxe local-mondial de l'assurance

■ Mahamoud Islam et Ludovic Subran

Les entreprises face aux ruptures de la mondialisation

■ Olivier Hérel

La gestion d'actifs au risque de la démondialisation

■ Olivier de Bandt et Dominique Durant

Un monde de taux d'intérêt bas, impacts sur l'assurance vie

INTRODUCTION

Arnaud Chneiweiss

C'est « le retour des frontières » nous dit **Jean-François Boulrier**. « La très forte croissance du commerce mondial n'est plus » ajoute **José Bardaji**, ce que notent également **Mahamoud Islam** et **Ludovic Subran** (« le commerce mondial croît deux fois moins vite qu'avant la crise »). Nous assistons à une « remise en cause de la mondialisation » confirme **Philippe Trainar**, qui se demande si l'une des causes ne serait pas cette « avalanche réglementaire qui s'est abattue sur les institutions financières, particulièrement en Europe », et les fidèles lecteurs de *Risques* savent que c'est un thème qui m'est cher.

De fait, nos auteurs nous rappellent que l'assurance est encore « un métier de terrain qui colle avec la réalité économique et fiscale locale ainsi qu'avec les habitudes de consommation » (**Jean d'Herbécourt**). On constate ainsi que « les services d'assurance sont encore très faiblement exportés ». José Bardaji nous dit qu'ils ne pèsent que 0,6 % du commerce mondial. Et Philippe Trainar de noter un « repli des institutions financières sur leur marché national » après la crise de 2008.

Si bien qu'on peut se demander si l'Europe de l'assurance existe vraiment. Il y a bien sûr le cadre prudentiel de Solvabilité II mais « la libre prestation de services ne représente qu'une fraction marginale du chiffre d'affaires » nous dit Philippe Trainar, et on constate un « tassement récent du développement des assureurs français à l'international ».

Les réglementations régionales et nationales, les spécificités de l'organisation de chaque marché constituent encore de solides barrières à l'entrée. Ces constats ne signifient pas, bien entendu, que les assureurs français pourraient se désintéresser des grandes évolutions internationales. Car comme le disent Mahamoud Islam et Ludovic Subran « le risque pays ne faiblit pas » avec la hausse des risques politiques et des politiques protectionnistes.

De son côté, Jean-François Boulrier estime que « la démondialisation pourrait accentuer la décorrélation des fondamentaux et les marchés de capitaux pourraient être moins intégrés. Le potentiel de diversification s'en trouverait renforcé ».

Olivier Hérel a un point de vue différent. Il considère que « la gestion d'actifs dans l'assurance n'a pas fini de se globaliser », même si l'action est locale, dans le cadre des spécificités des gestions actif-passif. « Le scénario central est global, les mises en scène sont locales ».

Enfin, **Olivier de Bandt** et **Dominique Durant** nous font part de leur analyse sur l'impact des taux bas en assurance vie. Ils insistent sur l'utilité du cadre Solvabilité II dans ce contexte exceptionnel, en comparant notamment avec les défaillances du superviseur japonais dans les années 1990.

Encore un dossier de qualité, sur un sujet peu défriché. Bonne lecture !

RUPTURES DANS LA MONDIALISATION

EFFETS SUR L'ASSURANCE

Philippe Trainar

Conseiller du président et économiste en chef, Scor

Membre du Cercle des économistes

La crise économique et financière a entraîné des ruptures importantes dans la mondialisation. Au premier rang de celles-ci figure une remise en cause des bénéfices de la mondialisation, qui débouche sur la montée des populismes et des protectionnismes ainsi que sur la guerre des monnaies. Face à ces ruptures dans la mondialisation, on constate une poursuite de la croissance de l'assurance dans le cadre d'un renforcement des régulations prudentielles à caractère très souvent international, mais à l'ombre desquelles on observe une refragmentation autour des espaces nationaux.

La remise en cause de la mondialisation peut paraître curieuse dans la mesure où elle émerge alors même que les économistes, après deux décennies de débats, semblent arriver à la conclusion que les problèmes d'emploi et d'inégalités auxquels sont confrontées de nombreuses économies avancées sont imputables moins à la mondialisation qu'aux changements technologiques. Parmi les ruptures dans la mondialisation figure aussi l'avalanche réglementaire qui s'est abattue, un peu partout dans le monde, sur les institutions financières, parmi lesquelles l'assurance, tout particulièrement en Europe mais aussi plus largement dans le monde. Une troisième rupture dans la mondialisation concerne l'émergence progressive d'un consensus sur l'environnement et sur la nécessité de combattre plus activement le changement climatique. Ce tournant, s'il devait aller jusqu'à son terme, notamment jusqu'à l'introduction

d'un prix des émissions de carbone recommandé par les meilleurs économistes, comme le prix Nobel Jean Tirole, modifierait assez profondément les couvertures d'assurance en matière de responsabilité environnementale et de catastrophes naturelles. Enfin, dernière rupture importante dans la mondialisation, la montée d'un sentiment général de vulnérabilité, tant vis-à-vis du reste du monde que vis-à-vis des institutions et de la technique, voire de la science, qui se combine avec la montée de l'insécurité géostratégique et qui est lourde de conséquences économiques et financières imprévisibles. Face à ces quatre ruptures, les évolutions marquantes de l'assurance et de la réassurance sont triples :

- face à la montée de l'insécurité et du sentiment de vulnérabilité, l'assurance vie et l'assurance non vie poursuivent leur croissance, sans pour autant réduire

le gap actuel de protection, ce qui pose un problème de plus en plus sérieux face aux risques liés au changement climatique ;

- le renforcement des réglementations prudentielles, notamment dans le cadre de Solvabilité II et des initiatives internationales autour du *Basic Capital Requirement* et de l'*International Capital Standard*, sont en train de redessiner le paysage de l'assurance, mais à un coût non négligeable ;
- à l'ombre de ces efforts d'harmonisation internationale, le processus d'internationalisation des entreprises d'assurance semble s'enrayer alors même que se multiplient les signes avant-coureurs d'une refragmentation de l'économie mondiale.

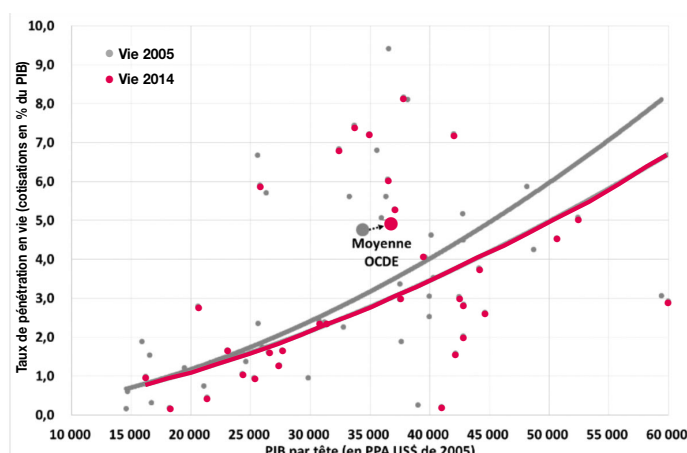
Une place accrue de l'assurance mais à « gap » de protection inchangé

■ Une pénétration accrue de l'assurance dans l'économie mondiale

Plus les économies sont avancées, plus elles cherchent à se couvrir contre les risques et recourent à l'assurance, ce qui semble indiquer une aversion au risque croissant avec le niveau de richesse économique. En fait, si le taux de pénétration de l'assurance s'est bien accru entre 2005 et 2014 dans les économies de l'OCDE, sa croissance est restée en retrait par rapport à celle du revenu par tête.

La relation positive entre le taux de pénétration de l'assurance et le PIB par tête observée semble se déplacer avec la croissance du revenu par tête. Comme le montre le graphique 1, en assurance vie, ce déplacement est d'autant plus net que le revenu par tête est élevé, ce qui semble pointer un phénomène de saturation aux niveaux de revenus élevés, phénomène qui pourrait s'expliquer par la nature plus financière qu'assurancielle des produits d'assurance vie.

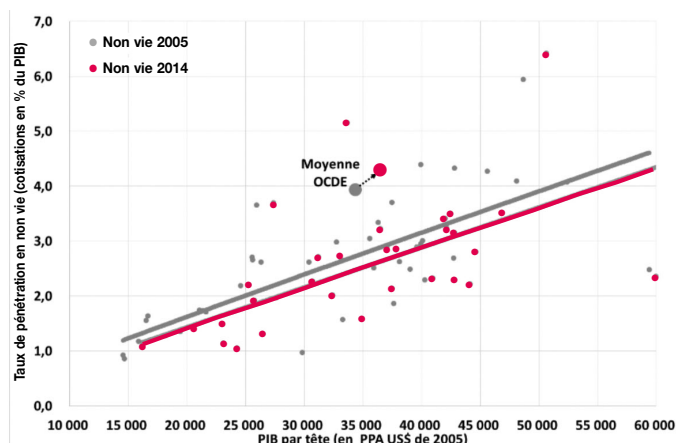
Graphique 1 - Taux de pénétration en vie



Source : OCDE, Scor.

En revanche, comme le montre le graphique 2, en assurance non vie, le déplacement est homothétique quel que soit le niveau du revenu par tête. Ce constat n'est pas totalement cohérent avec le sentiment accru de vulnérabilité et la montée de l'insécurité dans le monde, à moins que cette insécurité ne soit pas perçue comme relevant de l'assurance. Il est vrai que les institutions politiques, la police, les juges et l'armée sont sur le devant de la scène pour la prévention de l'insécurité. Mais l'assurance intervient immédiatement derrière pour la couverture de ses conséquences, notamment dans les attentats terroristes qui constituent l'expression la plus frappante de la montée de l'insécurité mondiale.

Graphique 2 - Taux de pénétration en non vie

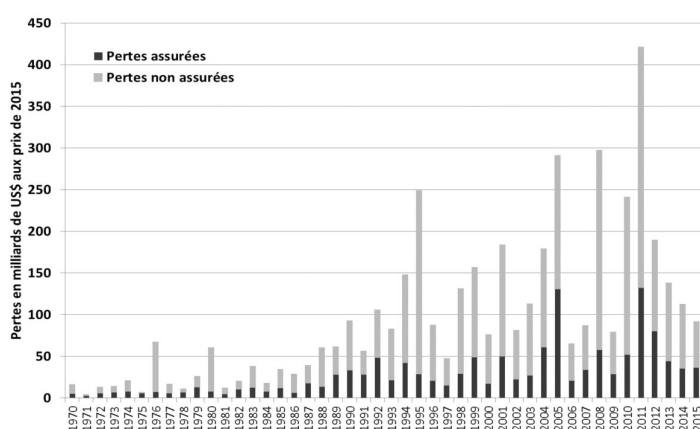


Source : OCDE, Scor.

■ La persistance du gap de protection en assurance non vie

En dépit de la progression du taux de pénétration de l'assurance non vie au sein des économies de l'OCDE, celles-ci se caractérisent toujours par un déficit de protection important, notamment pour les catastrophes naturelles. Cela ressort clairement du graphique 3 qui présente l'évolution des pertes liées aux catastrophes naturelles dans le monde, en dollars constants, et qui sépare les pertes assurées des pertes non assurées. De fait, alors même que le nombre des catastrophes naturelles et leur coût unitaire sont sur une tendance croissante de long terme, leur taux de couverture par l'assurance demeure relativement stable, par-delà les fluctuations d'une année sur l'autre.

Graphique 3



Source : "Natural catastrophes and man-made disasters in 2015" (2016), Sigma, SwissRe.

L'augmentation du coût unitaire des catastrophes naturelles dans le monde est imputable tant à la croissance de la richesse liée à la croissance économique qu'à la croissance de la population des pays en développement et à sa concentration dans les zones plus exposées aux risques. Mais, même au sein des économies avancées, la progression de la pénétration de l'assurance non vie ne va pas de pair avec une progression de la couverture des expositions aux événements naturels. Cette situation est d'autant plus préoccupante qu'elle est associée à la défaillance des politiques publiques de prévention du changement

climatique, la COP 21 ayant été incapable d'imposer un prix des émissions de carbone.

Cette insuffisance de protection ne concerne pas seulement les catastrophes naturelles, même si elle est particulièrement flagrante pour celles-ci. On la retrouve pour de nombreux autres risques extrêmes, que ce soit en matière d'atteinte aux biens ou aux personnes, ou encore en matière de responsabilité.

Des réformes prudentielles importantes, de portée internationale

■ Des réformes prudentielles *Risk Based* structurantes...

La (ré)assurance a connu des réformes prudentielles importantes durant la crise, en Europe comme dans un grand nombre d'autres pays, à l'exception notable des États-Unis où la réforme de la solvabilité, avec la mise en place du *Risk Based Capital (RBC)*, est bien antérieure à la crise. L'esprit de ces réformes est similaire dans tous les pays : il s'agit d'imposer des exigences en capital qui soient mieux proportionnées aux risques auxquels les entreprises de (ré)assurance concernées sont exposées, que ce soit à l'actif (investissements) ou au passif (engagements d'assurance). En Europe, cette réforme a pris le nom de Solvabilité II. Elle a été adoptée à la fin de l'année 2008 et est entrée en vigueur au 1^{er} janvier 2016. Elle repose sur six principes fondamentaux qui vont redessiner profondément le paysage assurantiel européen :

- elle harmonise les règles prudentielles, y compris les règles de calcul des provisions, dans l'ensemble de l'Union européenne, incorpore une reconnaissance mutuelle entre les États membres et une évaluation de l'équivalence avec les autres États ;
- elle repose sur une mesure cohérente et complète de l'ensemble des risques auxquels l'entreprise d'assurance ou de réassurance est exposée ;

- elle reconnaît les interdépendances et les effets de diversification entre ces risques, ce qui constitue une avancée importante dans la mesure où la valeur ajoutée de la (ré)assurance porte essentiellement sur cette diversification : c'est parce que les risques n'arrivent pas tous en même temps chez tout le monde que l'assurance est avantageuse par rapport à l'autoprotection et à l'épargne individuelle ;
- à côté de la formule standard, elle reconnaît la pertinence des modèles internes qui constituent la meilleure mesure des risques auxquels les entreprises de (ré)assurance sont effectivement exposées, et de leurs interdépendances ;
- elle reconnaît la réalité des groupes de (ré)assurance, notamment des groupes internationaux, et de l'interdépendance entre leurs entités sur le marché national comme à l'international, notamment au niveau paneuropéen ; elle en tire la conséquence logique, qui est que les corps de contrôle nationaux doivent coopérer entre eux, à tout le moins au niveau européen ;
- elle insiste sur l'importance de la gestion des risques au sein des entreprises de (ré)assurance.

Parallèlement, l'International Association of Insurer Supervisors (IAIS), à la demande du Financial Stability Board (FSB), a développé une formule standard factorielle, le *Basic Capital Requirement (BCR)*, qui définit des exigences minimales en capital pour les (ré)assureurs globaux, auxquelles s'ajoute une exigence supplémentaire en capital, le *Higher Loss Absorbency (HLA)*, pour les *Global Systematically Important Insurers (G-SIIs)*, c'est-à-dire pour les (ré)assureurs globaux qui ont été désignés comme systématiquement importants par le FSB. À ce stade, le FSB a désigné neuf assureurs internationaux comme systémiques (Aegon N.V., Allianz SE, American International Group Inc., Aviva plc, Axa S.A., MetLife Inc., Ping An Insurance (Group) Company of China Ltd., Prudential Financial Inc. et Prudential plc) mais aucun réassureur. Le *BCR* est destiné à être remplacé en 2019 par un *International Capital Standard (ICS)* qui sera beaucoup plus

complet en termes de prise en compte des risques que le *BCR* (à l'instar de la formule standard de Solvabilité II), qui s'appliquera à l'ensemble des (ré)assureurs actifs au niveau international et qui comportera une exigence supplémentaire en capital pour les (ré)assureurs systémiques, inspirée du *HLA*.

La démarche du FSB et de l'IAIS est en soi pertinente : dans un monde d'acteurs globalisés, la supervision de ces acteurs doit elle-même devenir globale. Comme l'ont montré les cas de Lehman Brothers et AIG, c'est l'absence d'une supervision globale qui explique assez largement la crise financière de 2008 et ses conséquences désastreuses. Pour autant, la démarche soulève deux problèmes majeurs. D'une part, ces initiatives n'ont pas été vraiment coordonnées avec les initiatives nationales ou régionales, alors que celles-ci sont beaucoup plus complètes et sophistiquées, comme c'est le cas avec Solvabilité II, ce qui aboutit à une accumulation de couches prudentielles plus ou moins incohérentes. D'autre part, la notion de systémicité n'est pas pertinente en (ré)assurance dans la mesure où, par nature, les opérations de (ré)assurance, contrairement aux opérations de banque, ne sont pas systémiques.

■ ... au prix d'un accroissement du coût en capital de l'assurance non vie

Ces réformes prudentielles accroissent a priori le coût en capital pour les assureurs qui étaient peu diversifiés, qui avaient une gestion d'actifs risquée ou qui étaient très exposés aux risques extrêmes. Cependant, du fait de leur objectif exclusivement microéconomique, les conséquences macroéconomiques de ces réformes ne peuvent être appréciées que sur la base de l'observation empirique.

Malheureusement, nous ne disposons pas d'une vue empirique synthétique de la solvabilité des entreprises de (ré)assurance. Pour approcher celle-ci, on doit se contenter de rapporter les capitaux propres, y compris plus-values latentes, aux provisions qui constituent un indicateur du coût moyen des engagements souscrits par les (ré)assureurs (incluant une

marge pour risque égale à 6 % des exigences en capital réglementaires). Ce ratio permet d'apprécier de quel montant le coût des engagements peut dévier par rapport aux prévisions sans mettre en danger l'entreprise de (ré)assurance concernée ou, comme présenté dans le graphique 4, le marché concerné (en l'occurrence le marché français). Comme le montre ce graphique, l'intensité capitalistique de la (ré)assurance non vie française, et donc sa capacité à absorber des déviations par rapport aux prévisions, ont eu tendance à croître de façon continue au cours des vingt dernières années, une croissance interrompue temporairement par le déclenchement des crises de 2001 et de 2008. Inversement, en assurance vie en France, l'intensité capitalistique a eu tendance à stagner.

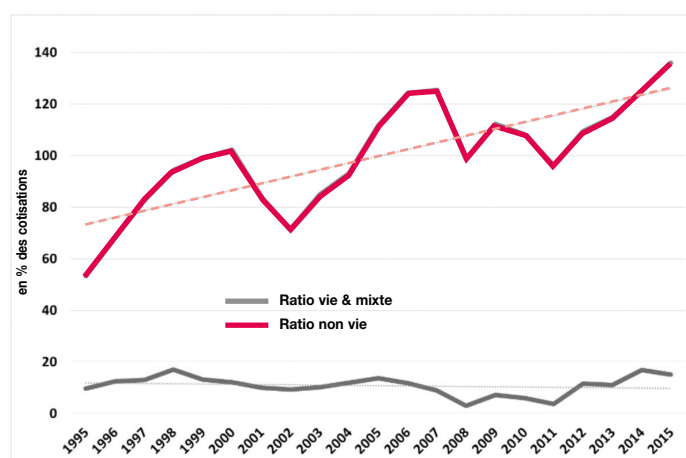
Même si les entreprises européennes ont eu en général tendance à retarder la prise en compte des contraintes de Solvabilité II, on peut néanmoins penser que ces évolutions traduisent un comportement de préparation aux conséquences de la réforme Solvabilité II et anticipent sur ses effets.

Concentration de l'assurance mais tassement récent de son internationalisation

■ La concentration du secteur sous la pression de la concurrence et des exigences prudentielles

Dans la plupart des économies avancées, le nombre d'entreprises de (ré)assurance a fortement diminué. Cela est vrai au niveau de l'OCDE comme au niveau de l'Union européenne, notamment à celui de la France. Cette évolution prolonge une tendance antérieure que la crise n'a pas remise en cause. Elle résulte tant de la concurrence liée à l'ouverture des frontières et à la pénétration des assureurs étrangers sur les marchés nationaux que des réformes prudentielles qui incitent aux rapprochements en raison des bénéfices de diversification qu'ils sont susceptibles de

Graphique 4 - Ratio capitaux propres + plus-values latentes/provisions (France)



Source : Fédération française de l'assurance et ACPR.

procurer. On notera toutefois qu'en assurance vie, le nombre d'entreprises a récemment augmenté au sein de l'OCDE comme en Europe, à l'exception de la France. Cette augmentation est à mettre éventuellement en relation avec la politique monétaire actuelle, qui incite de nouveaux acteurs à entrer sur le marché pour tester de nouveaux modèles et qui met ainsi l'assurance vie au défi de renouveler son business model.

Si l'on en croit les statistiques d'Insurance Europe, cette concentration du secteur ne s'est en général pas faite au profit des acteurs dominants du marché. En France, par exemple, les parts de marché de CNP et de Groupama, relayé récemment par AXA – qui sont les premiers acteurs respectivement de l'assurance vie et de l'assurance non vie – sont restées relativement stables. Le même constat peut être fait au Royaume-Uni. En Italie et en Espagne respectivement, les parts de Generali en vie et de Mapfre en non vie ont même baissé, alors que le nombre d'entreprises d'assurance vie a diminué significativement sur ces marchés. Plus généralement, la part de marché national des cinq et dix premières sociétés ne s'est pas accrue significativement, en vie comme en non vie. Cela s'explique par le fait que la concentration du secteur européen de l'assurance s'est faite surtout par regroupement d'entités de petite taille ou de taille moyenne pour constituer des entités de plus grande taille sans chercher à acquérir ou à renforcer des positions dominantes sur le

marché. Naturellement, cette tendance générale recouvre des évolutions nationales diversifiées. Ainsi, en Allemagne, la part de marché d'Allianz, le premier acteur de l'assurance allemande, s'est accrue en vie comme en non vie.

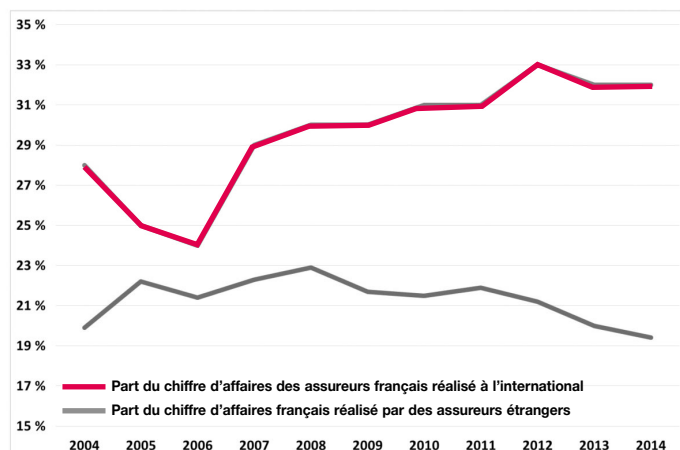
■ Le tassement récent du développement des assureurs français à l'international

L'une des raisons pour lesquelles les « champions nationaux » n'ont pas accru leur part de marché sur leurs marchés nationaux respectifs vient de ce que ces acteurs ont privilégié la croissance à l'international. En fait, de nombreuses entreprises d'assurance, bien au-delà du cercle des champions nationaux, ont cherché à se développer à l'international au cours de la période 2004-2014. Ainsi la part du chiffre d'affaires total réalisé par les entreprises d'assurance française à l'international s'est-elle significativement accrue au cours de la crise, comme le montre le graphique 5. Toutefois, depuis 2012, la tendance s'est inversée, suivant en cela, avec quelques années de retard, la tendance à la baisse de la part du chiffre d'affaires français réalisée par des assureurs d'origine étrangère. Les raisons de ce tassement ne sont pas encore claires. Trois explications, entre lesquelles il est difficile de trancher à ce stade, sont en concurrence pour expliquer ce tassement :

- le repli des institutions financières sur leur marché national suite à la crise... mais on ne voit pas pourquoi les assureurs français auraient attendu 2012 quand ce repli s'est matérialisé dès le début de la crise chez les autres institutions financières ;
- l'épuisement des potentialités de l'internationalisation... mais cette hypothèse est relativement arbitraire dans la mesure où elle n'est étayée par aucun signe avant-coureur ;
- la fragmentation prudentielle du monde, dans un premier temps informelle... mais on ne voit pas pourquoi elle se serait manifestée chez nous juste avant

l'entrée en vigueur de Solvabilité II dont l'objectif est exactement opposé.

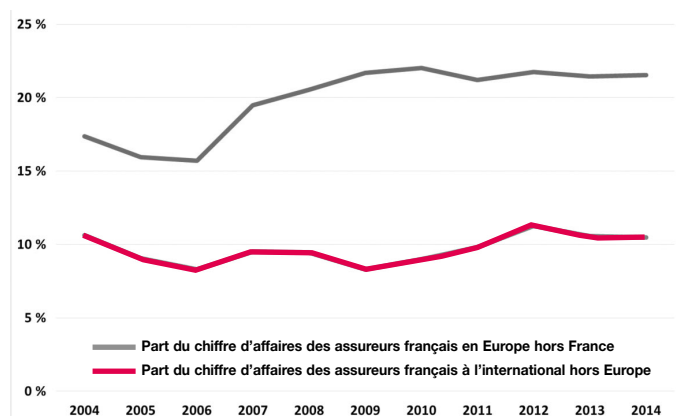
Graphique 5



Source : Fédération française de l'assurance.

Mais, à cet égard, le plus inquiétant est justement que ce tassement se manifeste au niveau de l'expansion tant européenne qu'extra-européenne, à la veille de l'entrée en vigueur de Solvabilité II, comme le montre le graphique 6.

Graphique 6



Source : Fédération française de l'assurance.

Le nombre d'entreprises européennes ayant une filiale, une branche, une agence ou une succursale dans un autre marché européen n'a lui-même pas augmenté. Quant à la libre prestation de service dans le cadre du marché unique européen, elle ne représente qu'une fraction marginale du chiffre d'affaires

tant en France que dans les autres marchés européens. Une explication de circonstance pourrait résider dans la complexité de l'architecture prudentielle de Solvabilité II et le comportement de prudence qu'auraient choisi d'observer les assureurs européens, en attendant que les contrôleurs nationaux précisent, en pratique, leur interprétation de cette nouvelle réglementation. Toutefois, nous ne disposons pas à ce stade d'éléments permettant de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse.

Au cours des années récentes, la (ré)assurance a été confrontée à de nombreux changements, parmi lesquels la révolution digitale et l'univers des taux bas voire négatifs, qui n'entraient pas dans le champ du présent article. Tous ces changements sont plus ou moins susceptibles d'être reliés aux ruptures dans la

mondialisation. Il est probablement un peu trop tôt pour confirmer des relations bijectives, même si on peut en suspecter certaines à bon droit, comme la montée de l'insécurité globale et la croissance de la (ré)assurance, la préoccupation du changement climatique global et l'inquiétude croissante vis-à-vis du gap de protection en matière de catastrophe naturelle, l'indulgence décroissante à l'égard des défaillances de la finance globale et le coût croissant en capital des opérations de (ré)assurance, la refragmentation implicite ou explicite de l'économie mondiale et le tassement du développement à l'international des assureurs (mais pas des réassureurs). Si l'on n'y prend garde, cette dernière rupture est susceptible de dominer les autres ruptures et de redessiner profondément les contours de l'assurance et de la réassurance de demain.

L'INTERNATIONALISATION DE L'ASSURANCE EN QUESTION

José Bardaji

Directeur des études économiques et des statistiques, FFA

La mondialisation est au cœur des préoccupations à l'échelle mondiale. Et pourtant, la très forte croissance du commerce mondial n'est plus. Le commerce progresse désormais au même rythme que l'activité, alors qu'il avait pris pour habitude d'afficher une dynamique deux fois plus forte. Dans cette période où les assureurs font face à des défis qui questionnent leur métier, que peut-on attendre des derniers développements et des tentations protectionnistes pour le secteur de l'assurance ?

La mondialisation est au cœur des préoccupations des populations et de ceux qui nous gouvernent. Les derniers résultats électoraux l'attestent. La victoire du « non » au référendum britannique est une forme de rejet de la mondialisation et des flux migratoires. La victoire de Donald Trump aux élections américaines est une remise en question des accords qui lient la première économie mondiale avec ses partenaires commerciaux, proches (Mexique et Canada) ou moins proches (Chine).

Et pourtant, la très forte croissance du commerce mondial n'est plus. Elle avait débuté fin 1980/début 1990, avec l'éclatement des chaînes de production et l'optimisation de celles-ci. Plusieurs pans de la production industrielle venaient élire domicile dans des économies à bas coûts, le tout facilité par une chute des barrières douanières, qu'elles soient tarifaires ou non. Cette période a été prolongée avec l'adhésion de la Chine à l'OMC fin 2001. Depuis lors, l'économie

chinoise est devenue le premier fournisseur au monde. L'avènement de la crise de 2008-2009 marque un tournant. Le commerce progresse désormais au même rythme que la croissance, alors qu'il avait pris pour habitude d'afficher une dynamique deux fois plus forte. La tentation du repli protectionniste est à l'œuvre malgré les récriminations des organisations internationales. Le psychodrame vécu au moment de la conclusion du CETA ⁽¹⁾ entre Européens et Canadiens est assez symptomatique de cette nouvelle donne.

Cette brève relecture du passé est particulièrement adaptée pour les échanges de biens. Mais quid des échanges de services, et plus particulièrement des échanges de services d'assurance ? Dans cette période où les assureurs font face à des défis qui questionnent leur activité ⁽²⁾, le développement du secteur à l'international est une forme d'oasis qu'il faudrait préserver. Ce développement apporte un double dividende avec des ressources additionnelles – en exportant un

savoir-faire épuré sur le marché domestique vers des marchés moins matures –, et des économies d'échelle qui contribuent à cette rationalisation qui touche toutes les industries et à laquelle n'échappe pas l'assurance.

Que peut-on attendre des derniers développements pour le secteur de l'assurance ? À défaut de modélisation complexe et gravitationnelle, les réponses proposées dans cet article s'appuient sur une relecture du passé, parfois riche en enseignements (si ce n'est plus !).

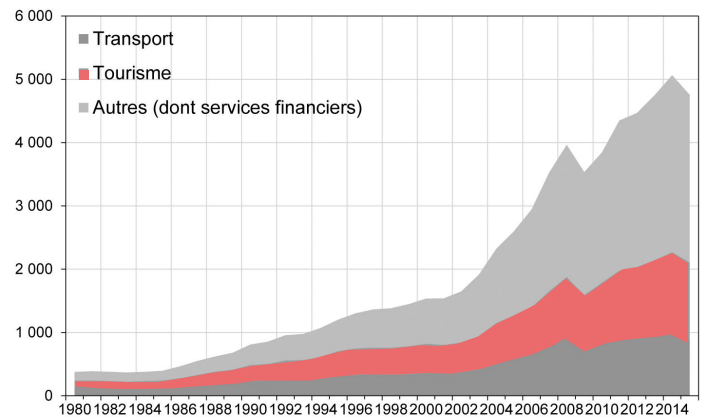
Exportations d'assurance : 0,6 % du commerce mondial

D'après les données de l'Organisation mondiale du commerce, le commerce mondial (3) de biens et de services représente un peu plus de 21 000 Md\$ US en 2015. Il est encore très nettement dominé par les échanges de biens (78 % de l'ensemble). Les échanges de services sont moindres mais progressent un peu plus vite. Ils représentent 22 % de l'ensemble en 2015 contre 17 % au milieu des années 1980. Au sein des services, les principaux échanges sont le transport et le tourisme (voir graphique 1). Les services d'assurance sont encore très faiblement exportés. Avec un montant de 124 Md\$ US en 2015, ils ne représentent que 0,6 % du commerce mondial et 4,7 % des échanges de services autres que le transport et le tourisme, part sensiblement identique à celle du début des années 2000 (voir graphique 2).

■ Le développement à l'international, des bénéfices

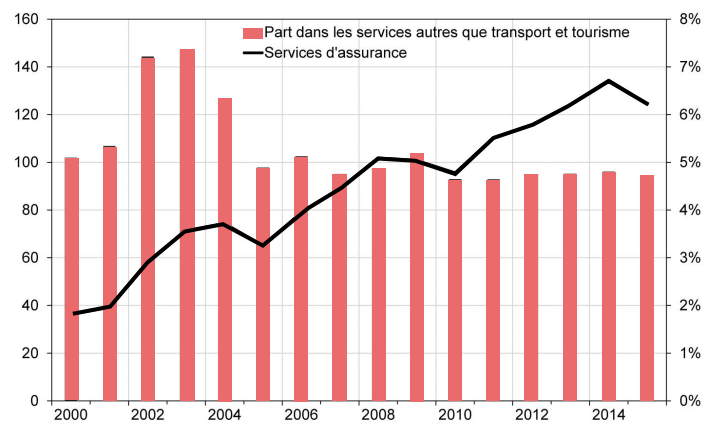
Les bénéfices tirés d'un développement à l'international sont multiples. L'entreprise d'assurance peut tirer profit d'un savoir-faire spécifique qu'elle a acquis sur le marché national dans des secteurs d'activité où elle s'est spécialisée. Ce savoir-faire peut démultiplier

Graphique 1 - Croissance des échanges mondiaux de services (en Md\$ US)



Source : OMC.

Graphique 2 - Les services d'assurance (en Md\$ US)



Source : OMC.

les dividendes d'un investissement local en l'étendant à des marchés étrangers. Le développement à l'international permet de réaliser des économies d'échelle, notamment s'il se matérialise auprès de marchés émergents où les services d'assurance ont encore de belles années de croissance devant eux. Le développement à l'international s'accompagne aussi d'une diversification des risques de l'entreprise, les différentes régions du monde faisant face à un environnement économique et financier parfois très dissemblable. Enfin, le développement à l'international représente un coût minoré s'il s'agit d'abord d'accompagner les grandes entreprises industrielles et commerciales dans leur propre développement à l'international.

Dans le cas particulier de l'Europe, ce développement à l'international a été sensiblement encouragé par la construction communautaire et la création, en 1994, du marché unique européen pour l'assurance. Depuis lors, les assureurs de l'Espace économique européen (EEE) peuvent offrir des services d'assurance via des filiales, des succursales ou via une libre prestation de service (LPS).

■ Mais les freins sont aussi légion

Dans le même temps, le marché de l'assurance reste très particulier et présente de multiples obstacles. Ces derniers sont d'abord naturels et liés à la culture, la langue, la mentalité, mais aussi le risque qui diffère d'un pays à l'autre (mortalité, sécurité routière...). Ils sont aussi juridiques, fiscaux et parfois même réglementaires. À titre d'exemple, les systèmes de protection sociale jouent un rôle essentiel dans l'offre et la demande de couverture d'assurance privée, y compris au sein de l'Union européenne. C'est ainsi que les marchés de l'assurance diffèrent sensiblement d'une région du monde à l'autre. Dans certaines, l'assurance vie sera la branche la plus développée tandis que dans d'autres ce sera l'assurance automobile.

La nouvelle réglementation Solvabilité II va nécessairement dans le sens d'une intégration accrue. Encore faut-il que le cadre de surveillance soit également harmonisé entre les pays membres ! À l'échelle mondiale, les efforts des institutions internationales, notamment de surveillance, sont continus pour faciliter l'accès au marché aux assureurs étrangers. Mais ce processus reste long et complexe. Il nécessite une articulation indispensable mais coûteuse avec les différents cadres nationaux et/ou régionaux.

Le témoignage de la France

Le marché de l'assurance en France est le cinquième au monde, derrière les marchés américain, japonais, chinois et britannique. En raison de sa taille (231 Md\$ US de primes en 2015), il offre des perspectives de développement

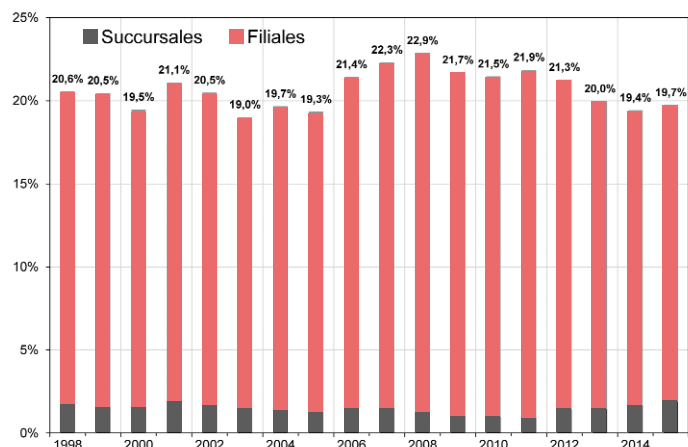
pour les entreprises étrangères. Pourtant, la part de marché des assureurs étrangers en France est d'une stabilité confondante : 19,7 % des primes en affaires directes en 2015 contre 20,6 % en 1998 (voir graphique 3a p. 73). Cette stabilité peut témoigner de la maturité du marché français. Les perspectives de croissance y sont mesurées et incertaines car le marché est concurrentiel et présente une réglementation complexe et une fiscalité mouvante. Cette stabilité contraste aussi avec l'essor des échanges de biens et services. Si la part de marché de l'assurance en France par des entreprises étrangères est stable depuis près de vingt ans, il en est autrement pour les échanges de biens et services qui affichent un taux de pénétration ⁽⁴⁾ de 31 % en 2015, en hausse de plus de huit points de pourcentage sur la période.

L'activité des entreprises étrangères en France présente deux caractéristiques. Ce sont pour l'essentiel des assureurs européens qui officient via des filiales. Un peu plus de 90 % des primes des entreprises étrangères réalisées sur le marché français sont le fait d'entreprises allemandes, italiennes, britanniques et suisses. Cette même proportion est réalisée via des filiales (voir graphiques 3a et 3b p. 73). En creux, ces statistiques signalent l'importance d'une proximité. Les entreprises d'assurance privilégient une stratégie industrielle d'implantation sur le marché étranger. En corollaire, le stock d'investissements directs de l'étranger en assurance à destination du territoire national a été multiplié par 2,5 depuis le début des années 2000 (voir graphique 5 p. 74). Il totalise un peu plus de 22 Md€ US en 2015 dont 98 % provient d'un pays européen ! En revanche, l'activité des entreprises étrangères au travers de succursales ne décolle pas, tandis que l'activité menée au travers de la libre prestation de services reste anecdotique.

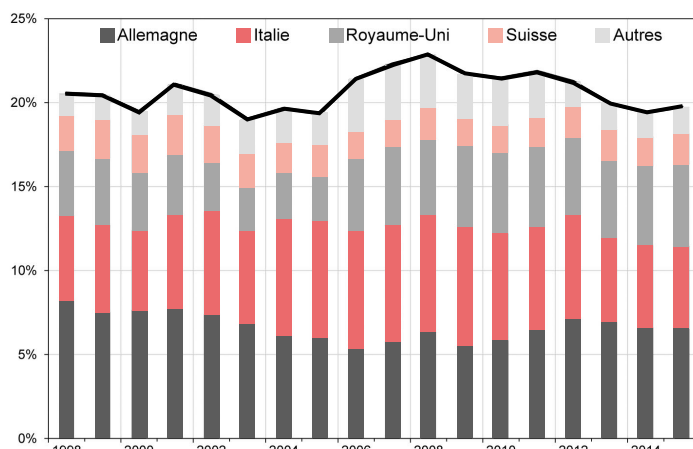
Le développement des assureurs français à l'étranger est plus fort : 32 % de leur chiffre d'affaires est réalisé à l'étranger en 2015 contre 27 % en 1998. Comme précédemment, l'essentiel de ce développement s'effectue par le biais de filiales (93 % de l'activité, voir graphique 4a p. 73). L'acquisition d'assureurs locaux facilite cette stratégie car elle permet aux

Graphique 3 - Part du chiffre d'affaires des assureurs étrangers en France

a. selon le type de distribution



b. selon le pays



Source : FFA.

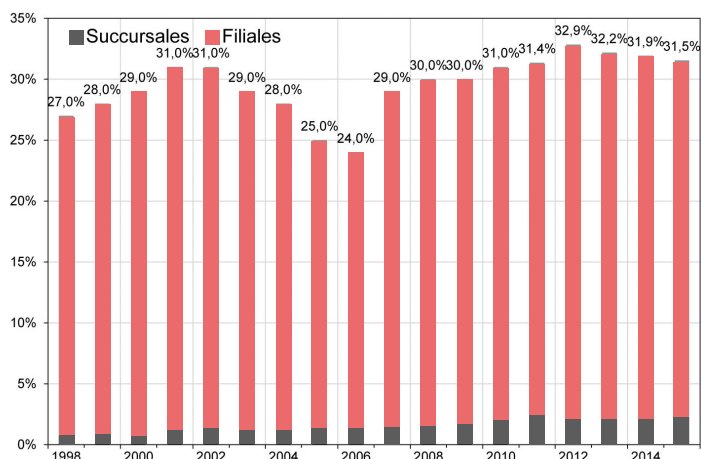
assureurs français d'acheter un portefeuille de clients et de s'appuyer sur un réseau commercial déjà établi. Par zone géographique, l'Europe demeure de loin la première zone d'activité à l'étranger des assureurs et réassureurs français (voir graphique 4b), rassemblant un peu plus de 60 % du chiffre d'affaires. L'Amérique du Nord arrive en deuxième position mais sa part diminue (12 points de pourcentage sur la période) tout comme celle des autres régions (Océanie et Afrique notamment) au profit de l'Asie d'abord

(+ 10 pp) et de l'Amérique latine ensuite (+ 5 pp).

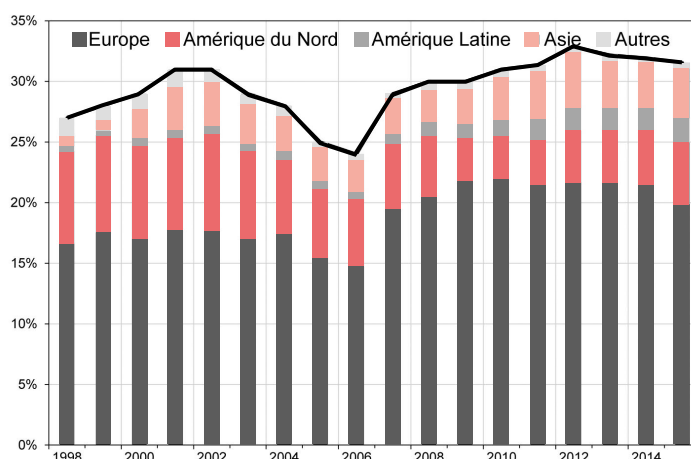
L'analyse des stocks d'investissements directs à l'étranger (IDE) de la France offre la même lecture. Ces stocks ont été multipliés par 11 depuis le début des années 2000 (voir graphique 5 p. 74) et s'établissent désormais à près de 66 Md€. Sans surprise, les pays européens sont les principaux destinataires des IDE français (63 % du stock) et les États-Unis suivent (24 % du stock).

Graphique 4 - Part du chiffre d'affaires à l'international des assureurs et réassureurs français

a. selon le type de distribution

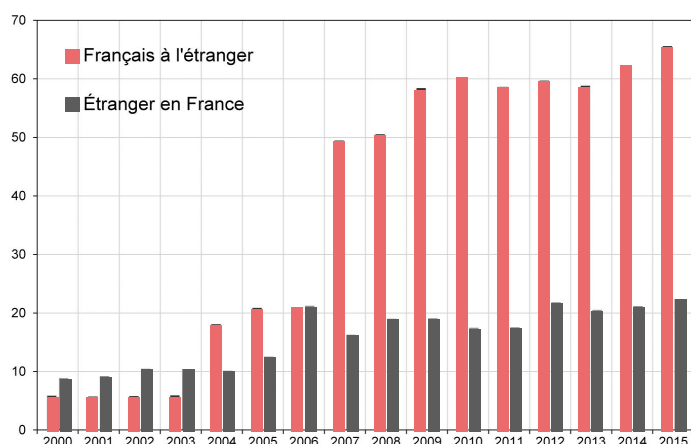


b. selon la zone géographique



Source : FFA.

Graphique 5 - Investissements directs à l'étranger en assurance (en Md€)



Source : Banque de France.

Rupture ou continuité ?

Le propre de l'assurance est de gérer le risque auprès de populations immergées dans des spécificités nationales qui portent aussi bien sur la culture, la langue et les mentalités que sur l'environnement réglementaire, prudentiel et fiscal. Ces spécificités constituent une forme de barrières à l'entrée pour bon nombre d'acteurs, aussi bien

étrangers qu'en provenance d'autres secteurs d'activité. Ces barrières peuvent être autrement plus efficaces et solides que celles tarifaires que supportent encore quelques biens échangés.

La lecture du développement international sous le prisme français illustre l'importance de cette proximité. Elle signale la constance du phénomène, quasi acyclique. Gageons qu'il en sera de même dans un proche avenir. La proximité de l'assureur qui protège notre voiture du vol, notre maison de l'incendie ou auprès duquel nous déposons notre épargne demeure un actif précieux contre la disruption du secteur.

Notes

1. *Comprehensive Economic and Trade Agreement.*
2. *Citons les plus évidents : révolution numérique, voiture connectée et peut-être autonome demain, environnement de taux durablement bas.*
3. *Par souci de simplification, le commerce mondial est ici assimilé aux exportations, les données de l'OMC étant plus riches en termes d'exportation que d'importation.*
4. *Le taux de pénétration rapporte les importations de biens et services au PIB.*

LES FRONTIÈRES SERONT-ELLES EFFICIENTES ?

Jean-François Boulier

Professeur associé à l'ISFA

« Une chose n'est ce qu'elle est que dans sa limite et par sa limite. »
(Hegel, *System der Philosophie*,
cité par Michel Foucher dans *Le retour des frontières* (1)).

Le retour des frontières modifiera-t-il l'univers de placement et l'allocation d'actifs des investisseurs ? Les propos de campagne des nouveaux dirigeants du Royaume-Uni et des États-Unis se traduiront-ils par un repli domestique généralisé ? L'impact macro-économique et microéconomique de leur plan mérite d'être analysé en détails car les performances futures des actifs financiers pourraient s'en trouver notablement changées.

2016, année de surprises politiques

L'année 2016 restera marquée par d'énormes surprises politiques et par la montée saisissante d'une expression de désir de changement. Changement de style, avec Donald Trump qui fait ses déclarations sur YouTube, c'est évident ; de langage, c'est radical avec Theresa May qui fustige *"the privileged few"*. Et les élections françaises et allemandes ajouteront d'autres surprises, la primaire de la droite française n'est sans doute que le début. Mais la constante qui se dessine incontestablement dans tous ces événements politiques est la remise en cause de la mondialisation. À qui profite-t-elle si elle détruit les emplois, bouche les perspectives

et n'apporte pas de richesses aux populations ? Les circonstances de l'internationalisation des économies, sa mise en œuvre, le contrôle de ses développements, notamment à l'échelle européenne, sont clairement pointés du doigt. Les consommateurs auraient-ils oublié les bénéfices de produits moins chers et d'une variété sans précédent ?

En matière de paroles, le thème de la mondialisation commence tout juste à être exploité par les politiques ; n'entendons-nous pas une rhétorique destinée à séduire des classes moyennes et à flatter le désir de revanche des laissés-pour-compte ? Jusqu'où ira ce populisme montant ? Et, comme nous le savons tous, il y a le temps du verbe et le temps des actes. Entre les deux, le jeu des conseillers, des pouvoirs, des institutions démocratiques, des experts et des intérêts représentés par les lobbies, les manifestations diverses

dans la rue... Theresa May a promis que les syndicats seraient représentés aux conseils d'administration des entreprises et menacé le *big business* en annonçant vouloir un pays "*that works for everyone*". Pourra-t-elle le faire ? Donald Trump a annoncé tellement d'extravagances qu'il devra faire preuve de pragmatisme, comme cela a été souligné par le président sortant. Ses premières annonces économiques sont beaucoup plus classiques – baisses d'impôts et programme d'infrastructures –, donnant le sentiment que Keynes semble avoir changé de partisan ! Qui composera et que fera l'administration Trump ? Le Congrès, peu favorable aux déclarations du candidat, et Corporate America, auquel Trump appartient, pèseront de tout leur poids.

Les effets macroéconomiques d'un repli des nations sur elles-mêmes dépendront évidemment de l'intensité et de la radicalité des mesures prises. La direction de la mondialisation était claire : plus de concurrence, stimulation des avantages compétitifs, baisse des droits de douane, liberté accrue des flux de capitaux. Il en a résulté un nivellement progressif vers les coûts de production les plus bas. Les dévaluations hypocrites, y compris chez les plus grands, ont modulé l'impact de la compétition internationale au cours des cycles économiques. Le commerce international a augmenté davantage que la croissance mondiale, signe clair de l'efficacité de cette mondialisation, illustré par le prix du fret maritime qui s'est envolé, avant que les capitaux ne viennent financer des surcapacités de transport maritime. On ne rembobinera pas ce film. Les mesures prises nationalement seront sans doute dépendantes des situations d'emploi et du budget. À coup sûr, plus d'hétérogénéité dans cette phase, plus de déficits à prévoir, plus d'inflation à venir, sans doute une guerre des changes plus assumée.

■ Que peut-on attendre de Theresa May et de Donald Trump ?

Les deux cas concrets devant nous sont le Royaume-Uni (le restera-t-il ?) et les États-Unis, également fracturés. Le Brexit sera mis en œuvre par un gouvernement qui y est résolu, et passera par toutes

les étapes légales pour arriver à ses fins. *Hard* ou *soft* ? Il faudra longtemps pour le savoir tant le diable se révélera dans les détails. Bataille de la rhétorique contre le pragmatisme, mais nous assisterons sûrement à une pression forte des déshérités contre l'establishment. Le film de Ken Loach, primé à Cannes, décrivant l'agonie d'un charpentier d'une ville du Nord de l'Angleterre aux prises avec l'administration, et les mots très durs de Theresa May à propos des dirigeants jet-setteurs ne payant pas d'impôts et méprisant leurs concitoyens dans l'infortune, laissent penser que l'heure est à la radicalisation. Le paradoxe de cette séparation de l'Europe économique tient au fait que le marché unique était essentiellement l'enfant de la volonté libérale anglaise, du moins exprimée par ses élites. Mais le Royaume-Uni pourra-t-il revenir vers le Commonwealth et jouer la carte de place offshore du Continent européen ? L'allié américain a déjà maintes fois signalé son inconfort à la voir quitter l'Europe. Donald Trump, sans doute une extravagance de plus, a néanmoins souhaité que Nigel Farage, ancien leader du parti séparatiste anglais, devienne ambassadeur à Washington. Est-il cohérent de montrer ainsi son soutien ?

Le programme de Trump paraît avancer, et nous saurons bientôt à quoi nous en tenir. Les baisses d'impôts seront-elles votées. Mais le programme de 1 000 milliards de dollars d'infrastructures, mesure pourtant réaliste qui avait été évoquée après la très grande récession ? Cette politique trouvera du soutien, d'abord par ce que l'état des infrastructures existantes le nécessite. Ainsi l'Amérique creusera-t-elle davantage ses déficits, budgétaire et commercial. Plus d'inflation si le cycle se poursuit, et peut-être un dollar plus fort. Comme la reflation est en cours, c'est l'attitude de la Fed qui sera déterminante. L'histoire montre que le poids de Washington reste modeste sur le cycle des affaires américain et que celui de la Fed est capital, pour le pays mais aussi pour le reste de la planète. Le futur sera-t-il différent ? Si l'Amérique n'épargne pas davantage, la dette et les infrastructures devront être financées par les investisseurs étrangers, parmi lesquels la Chine et ses milliards de réserves de

change et les Européens dont l'épargne est excédentaire. L'ingénierie financière retrouvera un terrain fertile... pour de nouvelles « surprises » ? L'incertitude qui entoure les mesures internationales économiques, militaires et environnementales est de loin la plus forte. Les électeurs de Donald Trump sont prêts à en découdre, mais le réalisme et les accords internationaux vont peser sur les décisions. L'Amérique n'a-t-elle pas amplement bénéficié de la mondialisation, grâce à sa devise, à sa puissance financière et à ses grandes firmes, notamment dans les secteurs clés de la technologie ?

Le reste du monde ne suivra pas l'évolution de ces deux pays sans réagir, l'Europe en tête. Les pays leaders auront eux-mêmes des échéances électorales qui modifieront sans doute l'équilibre des forces. Au minimum, une cure d'amaigrissement des structures de l'Europe et une redéfinition du marché unique sont à envisager. D'autres sorties de l'Europe et d'autres orages sur les monnaies, l'euro en particulier, sont à craindre. Pourtant, les déficits publics sont moindres qu'aux États-Unis et au Japon, et l'épargne reste abondante, trop peut-être ou insuffisamment allouée au capital productif. La Chine était déjà dans une phase de stimulation de sa demande intérieure, elle poursuivra ses mesures d'ajustement qui amènent aujourd'hui une croissance de la consommation à deux chiffres et un renforcement du poids économique de sa classe moyenne. Ailleurs, que se passera-t-il ? Un dollar fort continuera à soutenir les exportations, des taux élevés feront souffrir ceux des pays ou des entreprises qui se sont endettés en devises, mais ils sont bien moins nombreux que pendant la crise asiatique de la fin du siècle dernier. L'arme de la monnaie continuera à servir. Mais rares seront les pays émergents qui seront tentés de se replier sur eux-mêmes tant la mondialisation leur a apporté, certes avec beaucoup d'inégalités.

La précédente vague de mondialisation, à la fin du XIX^e siècle, s'est terminée dans le bain de sang de la Première Guerre mondiale. Faut-il craindre pour la paix ? Le retrait du gendarme américain et l'efficacité relative des instances internationales vont ouvrir un terrain fertile pour les provocations de toutes natures.

Quelles seront les réponses des grands ? Comment la Chine se positionnera-t-elle ? Immigration, frontières, réseaux de mécontents prêts à tout pour survivre dans un monde plus ingrat. Ce monde plus froid, pourrait bien à terme devenir plus chaud.

■ Conséquences pour les agents économiques

Revenons à l'économie pour l'envisager du côté des acteurs, en commençant par les entreprises. L'internationalisation des entreprises s'est accélérée pendant ces trente dernières années, beaucoup sont devenues mondiales, y compris parmi les entreprises de taille moyenne, fortes d'un savoir-faire sur des segments exploitables à l'échelle planétaire. Leurs actionnariats se sont également considérablement élargis mondialement, même si les préférences nationales sont demeurées vivaces chez les individus et, dans une certaine mesure, dans les institutions financières. Les dettes sont réparties entre des mains encore plus nombreuses par le truchement des produits dérivés de change, de taux et de crédit. Il est difficile d'imaginer que cette tendance soit brutalement renversée. Mais des contraintes plus fortes sur les détentions en fonds propres et sur le contrôle devraient se manifester. Comment les syndicats anglais réagiront-ils quand ils seront présents aux conseils d'administration des entreprises ?

Mais c'est surtout l'appareil productif, la répartition du travail entre les pays qui devraient être modifiés par le repli local ou, plutôt, régional. Le jeu d'une fiscalité plus dure (moins permissive), de barrières douanières, de salariés électeurs soutenus plus efficacement par les pouvoirs politiques, tout cela va forcer les entreprises à revoir leurs stratégies et leurs dispositifs d'approvisionnement, de distribution, ainsi que leurs partenaires. Le retour vers la mère patrie devrait être accompagné de profondes modifications, là aussi cela ne sera donc pas un retour en arrière. Car les robots dans la production de biens, la décentralisation possible dans de petites unités, l'Internet pour leur contrôle et pour le lien avec les autres phases d'assemblage, les technologies pour

mieux anticiper l'aval, l'entreprise cliente ou le consommateur, toutes ces adaptations vont amener un ressaut d'investissement. Celui-ci ne sera pas toujours synonyme d'emplois, et ceux qui seront créés seront bien différents de ceux qui avaient été délocalisés. La volonté des électeurs et le maintien de coûts de production bas ne seront pas toujours compatibles ?

C'est aussi du côté des individus que pourraient se manifester de profonds changements. Un aspect vraiment nouveau de la mondialisation réside dans la généralisation des parcours professionnels à l'étranger, favorisés par une éducation devenue internationale. Cette vague ne s'arrêtera pas du jour au lendemain, quand bien même les politiques d'immigration se durciraient et s'affineraient. Le consommateur n'est pas « un », comme l'observation de son comportement ne manque pas de le prouver. Le succès des labels de production locale, le « made in France » par exemple, la mise en avant de marques régionales rendent une marge de hausse de prix acceptable. Le consommateur accepte en conscience de payer plus cher les produits du commerce équitable, les produits bio, une qualité perçue comme élément choisi par l'individu – lequel, par ailleurs, quand il ne perçoit pas d'enjeu pour lui, continuera à rechercher le service ou le produit le moins cher !

■ Conséquences pour les investisseurs

Comment se dessinent, dans un horizon si mouvant, les perspectives en matière d'investissement ? L'exercice, déjà ardu en situation stable, est rendu particulièrement difficile par cette montée du risque politique. Mais c'est une nouvelle donne à prendre en compte pour le futur. Dans une étude récente du MacKinsey Global Institute [2016], l'évolution des rentabilités réelles de long terme des actifs financiers était donnée en baisse sensible (de 3 % pour les obligations et de l'ordre de 2 % pour les actions) par rapport aux performances des trente dernières années : environ 4 % pour les actions et à peine 1 % pour les obligations. Dans ce contexte déjà morose, un recul de la mondialisation aura des effets qui dépendront

de l'ampleur du repli protectionniste, de son accompagnement monétaire quand des marges de manœuvre de politique monétaire existent, et, enfin, de l'évolution des devises. Changements en vue !

Si la croissance, pays par pays, pourrait y gagner à court terme, l'inflation sera sans doute plus élevée. L'investissement en actifs réels devrait s'en trouver favorisé. Avec une volatilité plus grande des changes, la diversification internationale pourrait être moins recherchée et les pressions nationales pourraient aussi dissuader l'internationalisation des portefeuilles des institutions financières. La désynchronisation potentielle entre les économies, que l'on observe déjà actuellement, pourrait se traduire par des niveaux de taux plus disparates. Mais on peut douter de la stabilité de long terme de tels régimes.

Au sein des classes d'actifs, on peut penser que certains secteurs trouveront des vents plus favorables dans la phase de repli national. La construction et les infrastructures sont au premier rang, suivis de la sécurité et de l'armement. Indirectement, les secteurs de la technologie pourraient s'adapter et apporter de nouvelles réponses à ce contexte différent, propice au changement. Moins favorisés seront les secteurs de la consommation et l'industrie. Plus d'incertitude ne sera pas favorable à l'investissement privé, biens durables et services aux entreprises pourraient aussi en pâtir. Les entreprises de plus petite taille pourraient trouver plus de soutien, à court terme, et leur qualité de crédit s'en trouver améliorée.

Enfin, les corrélations et les risques pourraient se trouver sensiblement modifiés. Des articles récents du professeur Luis Viceira ⁽²⁾ montrent que les corrélations des Bourses ont beaucoup augmenté en moyenne sur les trente dernières années, de 0,35 à 0,55 et, en période de crise, elles sont encore plus élevées. L'auteur montre que c'est l'intégration des marchés financiers qui détermine cette évolution et affecte surtout les corrélations des rentabilités sur quelques mois. La corrélation des fondamentaux, elle, n'aurait pas sensiblement bougé. La démondialisation pourrait accentuer la décorrélation des

fondamentaux, et les marchés de capitaux pourraient être moins intégrés. Le potentiel de la diversification s'en trouverait renforcé. La variabilité des devises restera un frein, à moins de couvrir le risque de change. Les différences de taux pourraient offrir des nouvelles opportunités, alors que les marchés de capitaux se sont fortement intégrés ces trente dernières années.

Au total : moindre rentabilité, sauf pour les actifs réels dans un premier temps, sans pouvoir vraiment altérer la baisse tendancielle de la croissance et donc de la profitabilité dans les pays développés ; croissance nationale, liée aux classes moyennes dans les pays émergents qui sauront s'affranchir d'une moindre demande des pays développés ; plus d'inflation et de dispersion dans les marchés de dettes ; montée du risque de change. Toutefois, ces altérations resteront

limitées par rapport à l'environnement d'investissement des trente dernières années, du moins si le monde reste en paix.

Notes

1. CNRS Éditions, 2016.

2. Travaux évoqués au cours de la conférence d'Inquire Europe sur le thème « *Capital Markets Integration and Optimal Global Diversification for Long Term Investors* », octobre 2016, Frankfort. À paraître. <http://www.inquire-europe.org/news/>

Bibliographie

MacKinsey Global Institute, "Diminishing returns: Why investors may need to lower their Expectations", mai 2016.

LE PARADOXE LOCAL-MONDIAL DE L'ASSURANCE

Jean d'Herbécourt

Senior Banker, responsable du secteur de l'assurance en France, Natixis

L'assurance des biens et des personnes est fortement liée aux règles locales comptables et fiscales, aux habitudes de consommation et de traitement des affaires. C'est par définition un des secteurs économiques le plus réglementé où l'encadrement des règles d'investissement et d'actions est un domaine régalién intouchable. Pourtant, le traitement boursier du secteur a connu des cycles très comparables des deux côtés de l'Atlantique, provoquant des mouvements de valorisation extrêmement violents. Les mouvements de ruptures sont mondiaux avec une focalisation des investisseurs qui suit des modes sur la qualité des actifs, des passifs techniques, de l'effet de la réglementation prudentielle, et désormais de l'effet des taux d'intérêt et de la révolution digitale.

L'assurance : une réalité locale ou globale ?

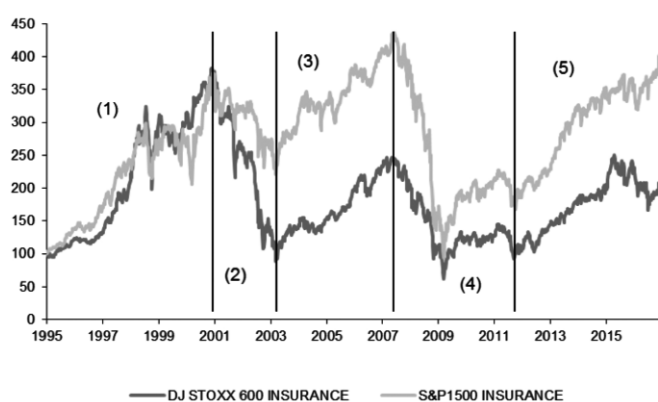
Le grand rêve d'Andrea Moneta [2009] était de simplifier et d'organiser l'assurance européenne d'Aviva en trois produits. L'objectif était d'organiser le groupe de façon globale avec, à la clé, des gains en matière d'efficacité opérationnelle et commerciale qui auraient permis à l'assureur britannique de dominer le Continent européen. Cela s'est avéré être un échec car l'assurance est par nature un métier de terrain qui colle avec la réalité économique et fiscale locale ainsi qu'avec les habitudes de consommation. Dans les grands groupes internationaux, les fonctions centrales de back-office ou de

gestion d'actifs sont bien sûr globalisées. L'application de normes comptables et prudentielles IFRS IV et Solvabilité II ont poussé vers une globalisation de la gestion des assureurs mais même là, il convient de reconnaître que les particularismes locaux ont été préservés par des exceptions comme le « *matching adjustment* » (assureurs britanniques et espagnols). Face aux géants à dimension mondiale comme AXA, Allianz et Generali, subsistent des acteurs locaux et indépendants avec des stratégies tout à fait pertinentes qui collent à la réalité économique locale et aussi à la demande des consommateurs locaux. On peut citer Covéa en France, GCO en Espagne, Vienna Insurance en Autriche ou même le groupe Unipol en Italie. Ces groupes ont réussi à se créer une identité locale forte et un service de qualité qui leur permettent de coller au plus près de la demande d'épargne et de protection locale.

Un traitement boursier uniforme du secteur de l'assurance des deux côtés de l'Atlantique

On ne peut qu'être frappé par la violence des cycles boursiers du secteur de l'assurance depuis vingt ans et aussi par l'uniformité de traitement entre ce qui se passe aux États-Unis et en Europe. Sur ces deux marchés, les produits d'épargne et de protection sont différents. Il en va de même des réglementations comptables et financières et pourtant les ruptures de la mondialisation sont perçues de façon uniforme par les investisseurs, ce qui se traduit sur les indices boursiers de façon homogène (voir graphique 1).

Graphique 1 - Indices boursiers États-Unis et Europe de l'assurance



Source : Datastream.

En y regardant de plus près, on constate que la valorisation des assureurs américains et européens a suivi les mêmes tendances. Le secteur de l'assurance a subi un long *derating* des deux côtés de l'Atlantique (voir graphique 2 p. 83). L'assurance se traitait avec un multiple de fonds propres supérieur à deux fois il y a quinze ans, on est désormais à une fois. En matière de multiple de résultat, on était à vingt-cinq fois en 2000 ; on traite désormais à dix fois. L'assurance a vécu en bourse une dépréciation constante vis-à-vis des autres secteurs.

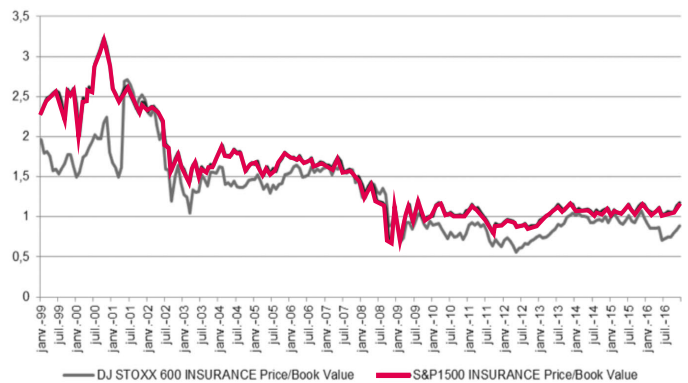
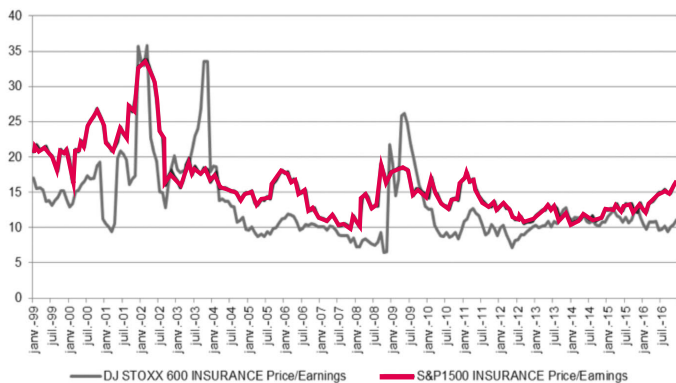
Schématiquement, l'assurance était un secteur où l'on pouvait rêver sur la vraie valeur des actifs avant 2000 (période 1), et même de la « valeur sédimentaire des portefeuilles » en vie (ancêtre de l'*Embedded value*). C'était un secteur défensif qui se traitait jusqu'à deux fois le marché en matière de multiple de résultat, en particulier pour l'assurance vie qui était le métier noble avec des perspectives de croissance estimées au-delà de 10 % par an dans les pays développés, en raison des besoins d'épargner pour les retraites. L'assurance de dommages était le parent pauvre avec des marchés jugés matures (pas ou peu de croissance), et des déficits techniques systématiques (ratios combinés au-dessus de 100 % compensés par les produits financiers) qui détruisaient l'attrait du secteur.

En 2001, les assureurs ont subi un double choc au niveau des actifs investis et des passifs (période 2). L'éclatement de la bulle Internet a provoqué un choc sur les actifs qui étaient investis jusqu'à 35 % en actions et au niveau des passifs techniques qui étaient mal maîtrisés. Lors de la catastrophe du 11 septembre 2001, certains assureurs ont commencé par communiquer qu'ils n'étaient pas exposés alors que le coût final a été pour ces groupes compris entre 600 M\$ US et 2 Md\$ US.

La forte dépréciation du secteur entre 2007 et 2011 (période 4) tient à l'exposition des assureurs aux produits structurés (RMBS ⁽¹⁾) pourtant très minoritaires dans les actifs investis, et aussi et surtout dans les dettes publiques où les assureurs étaient largement exposés. Il est intéressant de constater dans les graphiques ci-après (voir graphiques 3 et 4 p. 83) que la conséquence de cette nouvelle crise principalement centrée sur les actifs investis, s'est en fait traduite par une augmentation de l'exposition sur les dettes souveraines pas ou peu pondérées sous Solvabilité II (formule standard et modèle interne) surtout chez les assureurs européens (de 22 % en 2005 à 32 % en 2015), et dans une moindre mesure chez les assureurs américains (de 18 % à 24 %).

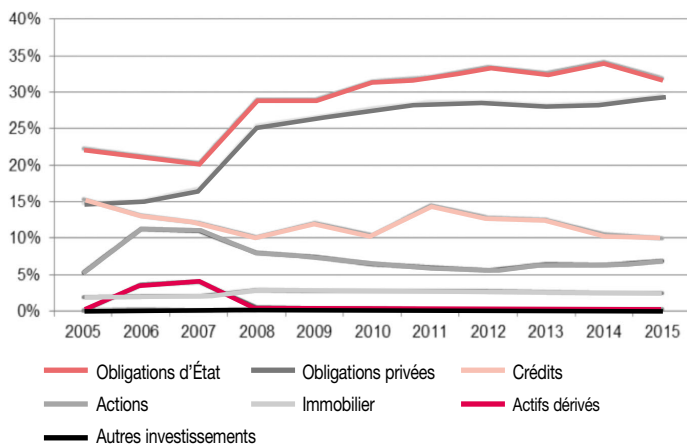
On peut parler d'une prise de conscience mondiale en 2001, laquelle a provoqué en bourse un *derating*

Graphique 2 - Assureurs américains et européens 1999/2016, multiple de résultat et de fonds propres



Source : Bloomberg.

Graphique 3 - Actifs investis des assureurs européens

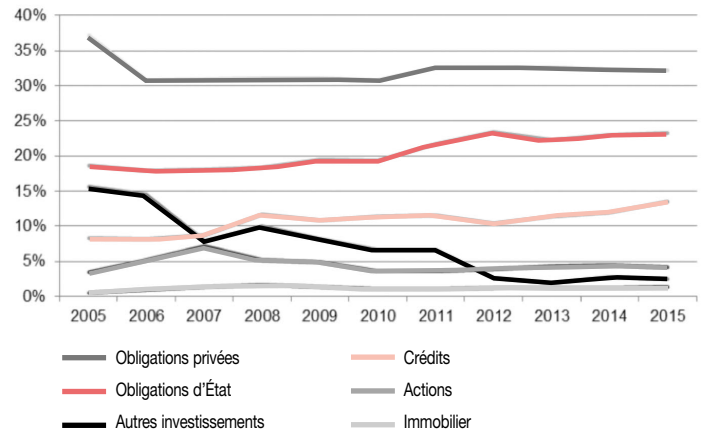


Source : Capital IQ.

du secteur qui dure encore, et bien sûr une refonte globale des méthodes de gestion de l'industrie, avec l'apparition des *chief risk officers* – qui n'existaient dans aucun grand groupe européen – et la prise en compte du bilan en valeur de marché – avec le dogme de la *fair value* au niveau des actifs dans un premier temps (RFRS IV Phase I). Dans un second temps, ont été imposées la valorisation de toutes les options qui étaient vendues dans les contrats, et enfin la valorisation de l'intégralité des passifs en valeur de marché dans le cadre de Solvabilité II.

À partir de 2015, l'attention des investisseurs sur les aspects réglementaires, relatifs tant à la qualité

Graphique 4 - Actifs investis des assureurs américains



Source : Capital IQ.

des passifs techniques qu'aux actifs, s'est déplacée comme si ces aspects, qui avaient gouverné les niveaux de valorisation et par voie de conséquence les décisions stratégiques, avaient finalement été maîtrisés. Le regard des investisseurs s'est porté sur l'impact de la baisse des taux d'intérêt, et sur les risques liés à la digitalisation de l'économie. L'absence de rémunération des actifs investis, voire la rémunération négative, est douloureuse pour l'assurance de dommages, mais globalement gérable. La baisse des rendements d'actifs est compensée par un ajustement à la hausse des tarifs des assurés. Pour les métiers d'épargne, l'histoire est bien différente. Il s'agit d'un choc, d'un changement majeur qui oblige l'industrie à repenser

les produits vendus et les canaux de distribution. Les conséquences sont mondiales :

- les garanties vendues dans le passé sont « dans la monnaie », et les groupes qui ne sont pas adossés se retrouvent incapables d'honorer leurs engagements. Les zones à risque en Europe sont la Suisse, les Pays-Bas et bien sûr l'Allemagne. À des problèmes de place, les gouvernements locaux n'ont d'autre choix que d'imposer aux épargnants des modifications unilatérales des règles édictées sur le partage des bénéfices ou sur capital et les taux garantis ;
- avec des taux d'investissement des flux d'épargne à moins de 2 % au deuxième semestre 2016, les assureurs vie et les gestionnaires d'actifs ne couvrent plus leur point mort qui est constitué de la rémunération de l'épargne, des coûts de distribution et de gestion, de la rémunération des États (impôts) et des actionnaires (dividendes). Les marges sur affaires nouvelles sont négatives pour tous les acteurs. Les principaux groupes ont annoncé des programmes de gestion d'actifs qui représentent en général 10 % de la baisse des coûts, soit un niveau comparable à ce que l'industrie avait fait au début des années 2000. Ce n'est pas suffisant et les produits doivent être réinventés avec une baisse des garanties vendues, des règles de partage des profits plus souples pour les assureurs, et des modes de distribution moins onéreux. La consolidation est une autre conséquence. L'acquisition de Pionner par Amundi montre la voie dans la gestion d'actifs. On peut penser qu'il y aura une vague de consolidation dans l'assurance. On peut assez aisément imaginer que les produits vendus et les canaux de distribution de ces produits vont changer à très brève échéance. Un acteur comme Swiss Life a délibérément choisi d'abandonner la vente de produits d'assurance vie pour vendre des produits d'épargne. Le débat fait rage en Allemagne et en particulier chez Allianz qui est le leader du marché. Tous les acteurs européens de l'épargne sont concernés en Europe alors qu'aux États-Unis, la forte remontée des taux longs permet à l'industrie de l'épargne de respirer. L'écart de performance et de valorisation en faveur des assureurs américains est spectaculaire (période 5).

Le digital constitue bien sûr l'autre obsession des marchés et donc des managements. Il s'agit là d'une rupture mondiale qui s'impose aux assureurs des deux côtés de l'Atlantique. La crainte de l'« ubérisation » est d'autant plus forte que les modes de distribution et de gestion des risques individuels restent traditionnels. Les derniers « *investors day* » d'AXA, Allianz, Generali ou Zurich étaient tous centrés sur le digital, avec l'objectif principal de convaincre les investisseurs du degré d'avance de chacun de ces groupes dans ce domaine. Ces assureurs ont annoncé des milliards d'euros d'investissements dans le digital. À court terme, si la réalité commerciale du digital au niveau de la vente de produits de protection ou d'épargne est faible, voire inexistante, force est de constater que le digital s'impose progressivement dans les méthodes de sélection des risques (assurance comportementale ou *big data*), et de détection de fraudes par exemple. À moyen terme, il est probable que l'essentiel des risques assurés (assurance vie, automobile, etc.) diminueront régulièrement, voire disparaîtront et seront remplacés par l'assurance de risques nouveaux (covoiturage, prêts entre particuliers, etc.). Ce risque est bien sûr pris en compte par les marchés, même si la généralisation de la voiture autonome n'interviendra pas avant plusieurs décennies.

Le digital va s'imposer à notre sens beaucoup plus rapidement comme mode de gestion et de distribution pour tout ce qui est « B2B ». La gestion des risques industriels au niveau de l'évaluation, des transferts de données est en cours de transformation rapide avec l'utilisation massive du digital par les assureurs. La gestion des actifs investis se digitalise aussi rapidement. L'origination des crédits par les banques et leur distribution chez les assureurs est un bon exemple de la montée en force du digital dans laquelle le secteur financier américain a pris un temps d'avance.

Note

1. Residential Mortgage Backed Securities ou créances hypothécaires résidentielles titrisées.

LES ENTREPRISES FACE AUX RUPTURES DE LA MONDIALISATION

Mahamoud Islam

Économiste Asie, Euler Hermes

Ludovic Subran

Chef économiste, Euler Hermes

Le commerce mondial montre des signes de faiblesse. Il se contracterait de - 3 % cette année (en valeur). Les raisons en sont la faiblesse de la demande mondiale, l'intensification de la guerre des prix, et des politiques publiques qui soutiennent peu le commerce extérieur. Plus inquiétant, à moyen terme, le commerce mondial devrait croître en deçà de + 4 % par an, en volume, soit deux fois moins vite qu'avant la crise de 2009. Multiplication des chocs de demandes, financement en dollars plus difficile et protectionnisme en hausse sont autant de facteurs qui expliquent ces ruptures de la mondialisation. Dans ce contexte, les entreprises devront faire face à une recrudescence des risques pays et des impayés. Dans un environnement international difficile, les entreprises pourront en revanche compter sur le commerce de services et le numérique, toujours en croissance, l'investissement, les acquisitions et l'innovation comme portes de sortie, et la conquête de clients dans des pays plus proches, plutôt que d'aller les chercher trop loin, trop vite (1).

Un commerce mondial à l'arrêt ?

L'assurance crédit est une forme particulière d'assurance qui garantit l'assuré contre le risque de non-paiement de son client, notamment en cas d'insolvabilité. Cette garantie s'applique aussi bien à des risques nationaux qu'à des risques liés à l'exportation. En cela, les

sociétés d'assurance crédit se placent au cœur de l'internationalisation des entreprises. Elles identifient les risques auxquels les entreprises (petites, moyennes et grandes) font face et les soutiennent dans leur stratégie de mondialisation. Ainsi, selon Auboin et Engemann [2014], une augmentation de 1 % des garanties accordées sur un pays permettrait une hausse des importations de 0,4 % de ce même pays.

Ce rôle de banque invisible est devenu indispensable alors que les échanges interentreprises, et par là le

commerce interentreprises, national et international, peinent à accélérer. En effet, la croissance mondiale du commerce des biens et services en volume devrait ralentir en 2016 (+ 2,1 % contre + 3 % en 2015), nettement en deçà de sa croissance pré-crise (+ 7% par an entre 2002 et 2009), et de la croissance du PIB mondial (+ 2,4 % en 2016). En valeur, elle devrait se contracter de - 2,9 % après - 10 % en 2015. Au total, le commerce mondial aura perdu 3 129 milliards de dollars entre 2014 et 2016, soit l'équivalent du PIB de l'Allemagne. Outre les pertes en chiffres d'affaires que cela engendre, cette dynamique inquiète car elle laisse planer le risque d'une rupture pérenne du processus de mondialisation. Cette crainte est-elle justifiée ? Quelles sont les implications pour les entreprises ? Quelles sont les risques qui les accompagnent ?

La mondialisation à l'épreuve

■ Mondialisation : un catalyseur de croissance

Le concept de mondialisation renvoie à un phénomène de « libéralisation des échanges, des investissements et des flux de capitaux ainsi qu'à l'importance croissante de tous ces flux et de la concurrence internationale dans l'économie mondiale » [BIT, 1996]. Ce processus d'intégration a connu un essor particulièrement important au lendemain de la Seconde Guerre mondiale avec notamment : la signature de l'Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce par les nations occidentales (Gatt, 1947) préconisant une ouverture des marchés nationaux et un recul du protectionnisme ; le traité de Rome (1957) jetant les bases d'une intégration des marchés régionaux ; et la création de l'OMC (1995) comme arbitre du commerce mondial. Outre les raisons purement politiques selon lesquelles davantage de commerce entre les nations aurait des effets pacificateurs, cette multiplication des échanges commerciaux était perçue comme un moyen d'enrichir les économies et de réduire la pauvreté. L'ouverture des marchés, et le rapide développement

des dragons asiatiques (Corée du Sud, Taïwan, Singapour et Hong Kong), des BRICs (Brésil, Russie, Inde et Chine) par la suite sont autant d'éléments semblant confirmer cette thèse.

■ Des échanges de biens en perte de vitesse

Un des faits stylisés majeurs pour caractériser cette mondialisation des échanges est l'évolution du volume des exportations de biens dans le PIB mondial comme mesure de l'intégration du commerce mondial. Cet indicateur (valeur des exportations rapportée au PIB mondial) a augmenté de 9 % en 1960 à 25 % en 2011. Depuis lors, l'indicateur a baissé de 3 points de pourcentage pour atteindre 22 % en 2015.

Quatre raisons, toutes fortement interdépendantes, expliquent cette conjoncture. Premièrement, la demande est faible. Six années durant, la croissance du PIB réelle a été inférieure à + 3 %, sous l'effet du ralentissement de la demande de biens importés et de l'investissement (à fort contenu importé), en particulier dans les pays émergents, en Chine par exemple. Deuxièmement, la crise des matières premières s'est traduite par une forte baisse des exportations mondiales notamment d'énergie (- 518 Md\$ US de perte estimée en 2016). Troisièmement, la guerre des devises se révèle contre-productive. Au lieu de favoriser des reprises par l'export, les dépréciations des devises émergentes se traduisent par de fortes baisses d'importation. Enfin, une tendance à l'« internalisation » (croissance reposant davantage sur la demande nationale) de la croissance semble émerger, motivée par une augmentation de la consommation de biens et de services non échangeables.

■ Une rupture ou un changement de régime

À plus long terme, il est difficile de voir une embellie, et une croissance du commerce mondial en volume en deçà de + 4 % semble inéluctable. Tout d'abord, la demande mondiale peine à trouver une

assise solide. Les chocs cycliques deviennent plus fréquents : crise de la zone euro (2012-2013), récession de grands émergents (2015-2016) et Brexit (2016). Par ailleurs, les modèles de croissance des deux plus grandes économies mondiales, États-Unis et Chine, sont en phase de mutation. La Chine passe notamment d'une croissance tirée par l'investissement – très riche en contenu importé – à une croissance portée par celle des ménages, moins riche en contenu importé [Hong *et al.*, 2016]. Aux États-Unis, la révolution énergétique a entraîné deux changements structurels : la réduction des importations énergétiques grâce à la nouvelle autosuffisance énergétique du pays, et l'amélioration de la compétitivité des secteurs en aval, grâce à la baisse des coûts des intrants.

La seconde raison tient à la difficulté de trouver du financement. Le resserrement de la politique monétaire américaine s'est accompagné d'une hausse des coûts et d'un amoindrissement du financement en dollars. Concrètement, le paiement des importations en dollars est devenu plus onéreux et le coût de la dette en dollars s'est renchéri. Ces deux phénomènes ont été très importants pour les pays émergents qui, en plus d'avoir vu leur monnaie se déprécier, peinent à s'endetter et à payer leurs fournisseurs dans leur propre monnaie. Les pays producteurs de matières premières ont été les premiers à en pâtir. La dette et le commerce en dollars ont augmenté de concert jusqu'en 2014 ; les prix élevés des matières premières et les taux d'intérêt bas les incitant à accroître leurs capacités de production. Les flux financiers libellés en dollars se multipliant, ils ont servi de garantie implicite permettant d'émettre plus de dette en dollars. Le resserrement de la politique de la Réserve fédérale américaine et la persistance des prix bas des matières premières ont causé une asymétrie croissante entre le passif et l'actif en dollars, au niveau des pays, des secteurs et des entreprises, ce qui s'est traduit par une nécessité de réduire la dette et de restreindre les flux commerciaux.

Par ailleurs, la hausse des conflits politiques et des mesures protectionnistes devient un frein notoire aux échanges mondiaux. Les multiples zones de conflit devraient continuer à peser sur la confiance, conduisant

les pays et les multinationales à adopter une position attentiste. Certains consolideront leurs défenses et se fermeront au reste du monde. De la dégradation des relations (et des sanctions) entre l'Occident et la Russie aux conflits au Moyen-Orient en passant par le mécontentement grandissant au Brésil et en Afrique du Sud, les investisseurs et les entreprises sont submergés par les mauvaises nouvelles politiques et sociales. Les entreprises peuvent résister au populisme et aux erreurs politiques, mais elles peuvent également être affectées si, par exemple, leurs actifs sont confisqués ou expropriés.

Enfin, une généralisation du protectionnisme pourrait affecter le climat des affaires. Les données de *Global Trade Alert* montrent que plus de 700 mesures protectionnistes sont adoptées par an depuis 2012. Et les derniers événements, notamment l'impasse du Partenariat transatlantique de commerce et d'investissement (TTIP), ainsi que l'élection de Donald Trump aux États-Unis, le Brexit ou encore les programmes électoraux en Europe, en Afrique ou en Asie, révèlent la montée d'un sentiment moins favorable à l'égard de la mondialisation.

Et si l'internationalisation des entreprises passait par d'autres moyens ?

L'évolution du commerce mondial étant inférieure à son rythme tendanciel, les entreprises vont devoir identifier d'autres stratégies d'internationalisation. Pour résister aux trois obstacles (changement de régime de la demande, fragmentation financière et risque politique) auxquels le commerce est confronté, trois solutions s'offrent, à nos yeux, aux entreprises et aux décideurs politiques : numériser et mettre davantage l'accent sur les services, utiliser les flux d'investissement pour conquérir le monde (et rapatrier ensuite les dividendes), et travailler sur le contexte en nouant par exemple des partenariats commerciaux de deuxième génération.

■ Première alternative : miser sur les services et le numérique

Le commerce de services a été plus résilient que le commerce de biens. En 2015, les exportations de services figurant dans les balances des paiements représentaient 6,7 % du PIB mondial (% inchangé par rapport à 2014). Sur le plan structurel, la consommation croissante de services dans les grands pays émergents tels que la Chine, les stimuli ciblés dans les économies avancées et la création de valeur à partir de « l'expérience utilisateur » (2) et des nouveaux modèles de services sont en train de modifier le paysage de l'internationalisation. Surtout, les entreprises s'adaptent aujourd'hui rapidement grâce à la « servicisation », c'est-à-dire la prestation d'un service comme valeur ajoutée lors de la fourniture de produits. Des constructeurs automobiles qui se diversifient dans les services financiers aux opérateurs de télécommunications qui fournissent des services après-vente en passant par la mutation permise par l'« Internet des objets » (*Internet of things*, IOT), la « servicisation » des affaires se développe.

La numérisation elle aussi devient un vecteur de croissance. Les données constituant les nouvelles matières premières, leurs flux augmentent très rapidement et sont insensibles au ralentissement de la croissance des échanges de biens. Selon McKinsey [2016], le volume des flux transfrontaliers de données a été multiplié par 45 entre 2005 et 2014. Nous avons élaboré un indice pondéré afin d'illustrer la capacité des pays à créer l'environnement nécessaire à une internationalisation des entreprises à l'ère du numérique : l'Euler Hermes *Enabling Digitalization Index* (EH EDI). L'analyse a porté sur 135 pays. L'indice inclut : 1. La qualité de la connectivité, représentée par le nombre de serveurs sécurisés, le ratio d'utilisateurs d'Internet et le ratio de lignes téléphoniques par habitant ; ainsi que les indices suivants de la Banque mondiale : 2. L'indice de performance de la logistique ; et 3. L'indice *Doing Business*. L'Allemagne, les Pays-Bas et la Suède occupent la tête du classement. Le Royaume-Uni, Singapour et les États-Unis sont dans les 10 pays les mieux positionnés pour favoriser

le développement à l'international des entreprises par voie numérique. Aucun pays émergent ne figure dans le Top 20, aucun pays des BRICs n'accède au Top 40, et la Chine se classe 44^e. La fracture numérique persiste.

■ Seconde alternative : l'investissement et l'implantation locale

Par ailleurs, les entreprises ont intérêt à privilégier la vente directe aux utilisateurs finaux plutôt que les exportations pour accroître leurs ventes et les revenus de leurs investissements sur les marchés étrangers.

Trois raisons donnent à penser que les flux d'investissements directs étrangers (IDE) neutraliseront (en partie) le niveau décevant du commerce mondial. Tout d'abord, la consommation des ménages représentait 59 % du PIB en 2015, contre 58,3 % en 2014. Les entreprises devront se rapprocher de leurs clients pour mieux comprendre leurs besoins (et éviter de s'exposer à la volatilité des devises). Les entreprises japonaises et américaines disposant d'une importante trésorerie (et de monnaies qui s'apprécient) pourraient choisir d'investir dans des pays où les actifs sont à des prix plus bas. Enfin, les bénéfices croissants (+ 5,8 % pour le taux de croissance en moyenne annuelle au deuxième trimestre 2016 dans la zone euro), les rendements médiocres des investissements dans certains pays (Japon, Taïwan et Corée du Sud) et l'excès d'épargne (Chine) sont en quête de valeurs refuges là où la demande finira par augmenter.

■ Troisième alternative : le retour de terrains de jeu plus restreints

Les accords commerciaux horizontaux, transocéaniques, semblent en perte de vitesse. Le début des années 1990 a été marqué par la conclusion d'une kyrielle d'accords et de traités de libre-échange – de Maastricht à l'Accord de libre-échange nord-américain (Aléna). Une génération plus tard, les méga-accords de libre-échange (ALE) se trouvent à la croisée des chemins : les avantages de la mondialisation, dont

nous pensions autrefois qu'ils bénéficieraient à tous (prix plus bas, création d'emplois, innovation) semblent se concentrer sur un petit nombre d'élus, la classe moyenne craint des destructions d'emplois et les PME ne semblent pas être en mesure de profiter de l'élargissement des marchés. La mondialisation « procure des gains mais pas pour tous » [Sinn, 2004]. Cette apparente contradiction n'est pas nouvelle chez les économistes. Ainsi, il y a un peu plus d'une dizaine d'années, Hans-Werner Sinn mettait en garde contre les effets délétères que pouvait avoir la mondialisation. Il prenait l'exemple de l'industrie allemande dont les performances à l'exportation s'étaient accompagnées d'une moindre valeur ajoutée produite sur le territoire, d'un processus de délocalisation des activités et d'une forte perte d'emplois.

Plus récemment, les deux méga-accords commerciaux initiés par les États-Unis, à savoir le Partenariat transpacifique (TPP) qui regroupe les nations de la région Pacifique – des États-Unis à l'Asie du Sud-Est –, ou le Partenariat transatlantique de commerce et d'investissement (TTIP) – entre l'Union européenne et les États-Unis –, semblent s'enliser. Que réserve l'avenir ?

Probablement un autre jeu d'alliances. Nous pensons que trois blocs doivent être restructurés :

- les Amériques, avec un nouveau rôle pour les États-Unis ;
- la région EMEA ⁽³⁾, avec la zone euro en son centre ;
- et l'Asie, pilotée par la Chine.

La cohérence de ces verticales géographiques tient à leur taille, à la structure de leurs chaînes de valeur et à leur relative indépendance financière. Dans chaque bloc, l'épicentre, superpuissance économique, doit revoir son influence en renforçant le codéveloppement. Même si ces épicentres resteront le creuset de la demande des consommateurs, du savoir-faire et des devises fortes, il est important de commencer à réinventer des bassins commerciaux, plus restreints mais plus homogènes, pour éviter des négociations interminables qui se soldent par un échec quand les intérêts ne sont pas alignés.

Résurgence des risques pays et d'impayés

Le risque pays ne faiblit pas. Outre une hausse des risques politiques et des politiques protectionnistes, les facteurs de risque restent élevés. En zone euro et au Japon, les perspectives de croissance du PIB restent pour le moins modestes (en dessous de + 2%) malgré des efforts considérables de la part des autorités économiques. Les États-Unis peinent à consolider leur reprise et devraient enregistrer une croissance de + 1,5 % cette année. Au sein des pays émergents, le Brésil et la Russie devraient sortir de récession en 2016. Cependant, il leur faudra sans doute un peu plus de deux années pour récupérer la perte de richesse due aux années de récession. Rappelons que le PIB russe se sera contracté de près de - 5 % et le PIB brésilien de - 7 % entre 2014 et 2016. En Chine, la transition économique n'est pas un long fleuve tranquille. Et les risques qui lui sont associés sont majeurs, dont une persistance des surcapacités, une forte dette des entreprises (169 % de PIB), et une lecture difficile des orientations de politiques économiques créant mouvement de panique et défiance des investisseurs. L'Inde semble être le bon élève avec une croissance au-delà de + 7 %. Cependant un environnement des affaires difficile (130^e dans le classement *Doing Business* 2017 de la Banque mondiale) et une forte fragilité des banques d'État incitent les entreprises à être prudentes.

Enfin, le risque d'impayés augmente. Cette année, les faillites vont augmenter de + 1% dans le monde. Ce sera la première augmentation depuis 2009. En 2017, elles devraient s'accélérer à hauteur de + 2 %. À plus long terme, les indicateurs avancés de risque d'impayés plaident pour une absence d'amélioration. Nous avons effectué une étude sur les délais de paiement, en tenant compte des données financières de 27 300 entreprises cotées. Les délais moyens de paiement clients sont restés stables depuis 2010 à 64 jours, mais les divergences entre secteurs et pays

sont élevées. Fait marquant et inquiétant, 25 % des entreprises de notre panel doivent attendre plus de 90 jours pour être payées. En termes de pays, la Grèce (91 jours), la Chine (88) et l'Italie (88) occupent le haut du panier en 2015. Le chiffre chinois est d'autant plus marquant qu'il a augmenté de 5 jours par rapport à 2014. Les secteurs font montre de fortes divergences. Les entreprises opérant dans l'électronique, le secteur des machines et équipements, la construction, doivent attendre respectivement 89, 87 et 81 jours pour être payées. Les secteurs proches des consommateurs attendent moins de 50 jours.

Notes

1. Ce document est basé sur deux rapports rédigés par le service de la recherche économique de Euler Hermes : « La guerre des étoiles de l'export, le sommeil de la force », publié en octobre 2016, « Délais de paiement : la faible croissance a un coût », publié en juin 2016.

2. L'expérience utilisateur, ou user experience en anglais, est la manière dont un site Internet ou une application sont perçus, ressentis par l'utilisateur. Le contenu, le design et l'ergonomie expliquent une plus forte expérience utilisateur.

3. EMEA : Europe, Moyen-Orient (Middle East) et Afrique.

Bibliographie

AUBOIN M. ; ENGEMANN M., "Testing the Trade Credit and Trade Link: Evidence from Data on Export Credit Insurance", *Review of World Economics*, 2014.

BIT, « L'emploi dans le monde 1996/1997. Les politiques nationales à l'heure de la mondialisation », Genève, 1996.

HONG G. ; LEE J. ; LIAO W. ; SENEVIRATNE D., "China and Asia in Global Trade Slowdown", Working Paper 16/105, IMF, 2016.

McKinsey Global Institute, "Digital Globalization: The New Era of Global Flows", mars 2016. <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/digital-globalization-the-new-era-of-global-flows>

SINN H.-W., "The Dilemma of Globalisation: A German Perspective". *Économie internationale*, n° 100, 2004, pp. 111-120.

LA GESTION D'ACTIFS AU RISQUE DE LA DÉMONDIALISATION

Olivier Héreil

*Directeur général adjoint et directeur des investissements et des gestions d'actifs
BNP Paribas Cardif*

La gestion d'actifs des fonds généraux d'assurance vie en France cherche à optimiser la richesse à long terme pour les assurés et les actionnaires, tout en adossant la position de vendeur d'options de taux que crée son passif. Dans le nouvel environnement de taux très bas, elle se doit d'être dynamique, diversifiée et globale. La mondialisation est une réalité pour BNP Paribas Cardif. Elle est même une ardente obligation pour la gestion de ses actifs au travers de la diversification des placements et des géographies. Le partage d'expériences et la multiplicité des échanges au sein de sa communauté de gérants d'actifs créent les conditions propices à l'innovation. Le retour en arrière n'est pas une option. La mondialisation se poursuit. Les pays en voie de développement en émergence rapide expriment leur besoin d'assurance et l'épargne abondante des pays développés appelle à de meilleures perspectives de rendement à long terme.

La gestion d'actifs d'assurance s'inscrit dans la globalisation

La gestion d'actifs d'assurance a trop été caricaturée, réduite à une unique gestion « acheter et conserver » (*Buy & Hold*) consistant à détenir des actifs obligataires jusqu'à l'échéance et à encaisser chaque année les coupons. Si l'on veut bien y regarder de près, il n'y a pas une gestion d'actifs assurancielles mais autant de gestions qu'il y a de natures d'engagements d'assurance. Le métier de l'assureur est de prendre des risques à son passif et de les gérer dans la durée. La gestion d'actifs construit la meilleure réponse possible à ces risques choisis. Elle est conduite par l'exercice de l'adossement.

Dans le cas de l'assurance vie telle qu'elle est pratiquée en France, le gestionnaire d'un fonds général vise principalement à optimiser la richesse à long terme tout en couvrant la position de vendeur d'options de taux que crée le passif. Dès lors, la meilleure réponse du gestionnaire de l'actif est par nature globale. Il cherche les actifs qui vont lui permettre de s'adapter aux déformations de son passif et à l'évolution de son environnement de marché – évolution qui, sur les taux, n'a pas été anodine. Seule une gestion dynamique des actifs permet une couverture efficace à coût raisonnable.

La grande réforme réglementaire Solvabilité II, en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2016, donne toute latitude au conseil d'administration de décider des actifs qui viendront couvrir les engagements de l'assureur. Pour les fonds généraux, le Code des

assurances – qui énumérait de manière stricte les actifs admis en représentation des engagements techniques – a vécu. L'instauration du principe de « personne prudente » pour la gestion des actifs libère des marges de manœuvre. La politique d'investissement assure le cadre d'exposition aux risques de marché et leur maîtrise. La gestion voit ainsi son terrain de jeu s'élargir à tous les actifs et à toutes les géographies. La mondialisation et la globalisation des gestions assurancielles sont en cours.

■ L'ouverture au monde se poursuit en dépit de la crise

La mondialisation et l'assurance ont toujours avancé de concert. L'assurance est une activité qui trouve ses racines historiques dans la mondialisation des échanges, dans le commerce au long cours : Generali doit son lion à la cité de Venise, les Lloyd's viennent à l'origine d'une maison londonienne de négoce de café, grande cliente des armateurs.

Le développement de BNP Paribas Cardif en est un nouvel exemple. La mondialisation est pour nous une réalité. Nous sommes présents dans trente-six pays, plus de la moitié de notre chiffre d'affaires total est effectué à l'international. Nous gardons la particularité d'une présence forte et innovante en Amérique latine, et nous connaissons un fort développement en Inde et en Chine. S'agissant de la gestion d'actifs, la mondialisation est même une ardente obligation ; ainsi nous disposons de plusieurs plateformes de gestion réparties dans le monde. Nous accompagnons la montée en expertise et en durée de nos filiales. Dans le fonds général en France, nous renforçons sans cesse les actifs en dehors de la zone euro (par exemple, s'agissant des actions, 30 % sont désormais investies hors zone euro, contre 15 % dix ans plus tôt). Toute cette dynamique d'ouverture sert le client, un peu partout et en particulier dans les pays moins développés, ne serait-ce qu'à travers les transferts de compétences.

Certains voient la crise de 2008 comme marquant le ralentissement de la mondialisation. C'est vrai pour

les échanges de marchandises ; les indicateurs du prix du fret en attestent. C'est souvent vrai pour les flux financiers, en baisse par exemple depuis 2009 pour les prêts et les emprunts bancaires internationaux ; beaucoup de banques ont diminué leurs opérations extérieures. Mais les métiers de l'assurance voient leur progression se poursuivre continuellement dans le monde entier. Pour l'épargne et pour la prévoyance, ce sont même parfois des taux de croissance annuels à deux chiffres, comme en Chine. La progression notable des actifs sous gestion en est le corollaire un peu partout, pour les fonds généraux comme pour les unités de compte, et ce, y compris dans des pays objectivement en crise.

On a certes connu depuis 2008 des périodes de contraction, de relocalisation des actifs, de « *risk off* » où soudain, les acteurs vendent massivement les actifs des pays émergents. Cela a pu parfois être assimilé à une forme de protectionnisme temporaire, ou à un retour masqué de la répression financière (quand les autorités cherchent à faire acheter des actifs domestiques ciblés). Mais la tendance de fond reste là. Les reculs s'avèrent temporaires du fait de la taille énorme des actifs concernés ; taille encore promise à une vive progression, avec notamment l'ouverture financière accélérée de la Chine.

L'environnement de taux bas s'est généralisé presque partout dans le monde, d'abord dans les pays développés puis dans les pays émergents sous l'effet de la contraction spectaculaire de l'inflation. Cette situation de taux bas rend nécessaire la diversification des actifs. Pour l'épargnant prudent et de long terme que nous accompagnons, la diversification géographique est une nécessité.

Le risque varie en fonction inverse de la connaissance ; raison pour laquelle nous investissons afin de mieux comprendre les nouveaux pays, les nouvelles classes d'actifs, les nouvelles devises. La dette émergente par exemple devient chez nous une classe d'actifs à part entière, et de façon plus générale, l'internationalisation a accéléré le processus de décloisonnement de nos équipes actions et obligations sur les marchés domestiques.

■ Si la gestion d'actifs est locale, la réflexion est globale

Nous réfléchissons globalement, par exemple à travers notre analyse économique et notre stratégie d'investissement. Nous agissons localement, dans le cadre des spécificités des gestions actif-passif et avec nos partenaires sur place. « *Global reach, local roots* » : le scénario central est global, les mises en scène sont locales. L'autonomie des gérants locaux n'est en rien un obstacle à partager de nombreux thèmes transversaux (par exemple, nous réfléchissons tous à la montée en régime du *private equity* dans l'assurance). Cependant, certaines questions techniques (*due diligence...*) restent valables partout une fois qu'elles ont été posées et expliquées.

Notre présence dans les pays et la supervision au quotidien que nous effectuons pour la gestion des actifs de nos filiales améliorent concrètement notre perception des risques et des opportunités. C'est ainsi que Cardiff, l'une des rares entreprises étrangères à s'être maintenue en Argentine au cours des années difficiles, a pu détecter en amont de probables changements politiques susceptibles de bouleverser favorablement l'activité et la gestion des actifs dans ce pays. Avec une vue uniquement européenne, ou guidés par des agences de notation, nous continuerions peut-être à percevoir ce pays « dans le rétroviseur », comme un pays peu porteur, alors qu'il y a désormais beaucoup de projets à y déployer. Le dialogue quotidien avec les pays nous permet d'affiner un certain nombre de préférences de moyen/long terme, ce qui nous sert aussi bien pour les hypothèses financières de long terme (pour les travaux d'actif-passif relatifs à l'allocation stratégique des fonds généraux) que dans la conception de nouveaux instruments. Par exemple, en 2016, nous avons proposé une unité de compte dont l'actif sous-jacent est investi en actions sur une liste réduite de pays prometteurs (*Cardif Countries Convictions*). Enfin, la communication entre nos équipes locales de gestion se développent de plus en plus, notamment avec nos comités régionaux qui aident tant à décrypter l'évolution des prix des actifs qu'à peaufiner les hypothèses budgétaires.

■ Innovation et centres mondiaux vont de pair

De nos jours, le commerce international prend le plus souvent la forme d'une répartition de tâches le long de chaînes de valeur globales, de plus en plus étirées, pour des produits de plus en plus complexes, ce qui implique des partenariats de plus en plus fins. On pense souvent à la fragmentation des chaînes de valeur pour produire un boeing ou un airbus, où chaque site est spécialisé dans la production d'un module et l'exporte vers un pays assembleur. Il en est de même pour les biens de la nouvelle technologie, qu'il s'agisse de téléphones mobiles ou de tablettes numériques. On pense moins à cette logique dans l'assurance, alors que nos produits et nos processus de gestion relèvent de plus en plus de ce fonctionnement réticulaire, décentralisé, au rythme de nos clients et en lien avec une diversité de partenaires.

Si la société d'assurance a une ambition mondiale pour une gamme de produits qui s'élargit, la déclinaison est là aussi locale, surtout en ce qui concerne l'épargne qui suppose une présence domestique sous la vigilance du régulateur national. Dans chaque pays, les filiales de BNP Paribas Cardiff agissent comme des spécialistes de leur marché : elles calibrent les offres en fonction des besoins des clients et des attentes des distributeurs, et s'assurent de leur conformité réglementaire.

À Taïwan, Cardiff a innové, il y a dix ans, en proposant de nouveaux contrats d'assurance vie en unités de compte. Depuis notre société est leader sur un marché très compétitif et en fort développement. Si les actifs sous-jacents offerts à la souscription sont le plus souvent identiques à ceux offerts en Europe continentale et sont gérés dans les grands centres mondiaux d'expertises de gestion, la sélection des actifs et leur allocation dans le contrat d'assurance ressortissent d'une approche locale au service des attentes et des besoins locaux. Dans un pays de taux longs historiquement proches de 1 %, les souscripteurs ont un appétit pour des actifs parfois pointus (actifs internationaux en devises, obligations à haut

rendement, actions à dividendes élevés) et demandent des revenus récurrents. On retrouve le même schéma dans la gestion des actifs des fonds généraux. Les diversifications vers les actifs de performance (immobilier, actifs non cotés) qui viennent compléter les actifs cœurs d'adossement (instruments de taux d'intérêt) se font avec le soutien des expertises du siège et sous son contrôle, mais laissent la plus large autonomie aux pays, qui restent les seuls maîtres de leurs décisions d'investissement.

L'internationalisation de l'entreprise joue comme un accélérateur d'innovation. La multiplicité des échanges et la confrontation des expériences forment un écosystème propice à l'innovation. Le secret de la réussite réside dans la bonne articulation des expertises réunies sur un même objectif et dans l'agilité à offrir de nouvelles réponses. Décider de ne pas faire est aussi un résultat positif. C'est ainsi qu'une réflexion approfondie entre nos experts en instruments dérivés à Paris et nos gestionnaires d'actifs en Asie nous a conduits, il y a quelques années, à ne pas lancer d'offre en annuités variables. La complexité de la couverture des garanties accordées aux clients et les risques auxquels s'exposait la société sur les actifs régionaux (volatilité et profondeur des marchés) nous ont incités à la prudence. Nous ne l'avons pas regretté.

Rien ne semble remettre en cause la poursuite de la mondialisation

La mondialisation se poursuit. Le retour en arrière n'est pas une option. On n'arrête pas le cours d'un fleuve dès lors que les classes moyennes des pays en voie de développement en émergence rapide expriment leur besoin d'assurance et dès lors que l'épargne abondante des pays développés appelle à de meilleures perspectives de rendement à long terme. L'avenir est prometteur. Alors que la pénétration de l'assurance (vie et non vie, mesurée en primes et en monnaie commune) dans

les marchés développés tourne autour de 8 % du PIB (ce qui s'échelonne de 5 % en Espagne à 15 % à Hong Kong), la pénétration dans les marchés émergents est à ce jour embryonnaire, autour de 3 %. C'est peut-être plus spectaculaire encore pour les actifs. Cardif est désormais un acteur chinois, dans ce pays où la taille des actifs disponibles demain sera gigantesque. Un stock et un flux d'épargne considérables sont à la veille d'une métamorphose comparable au grand big bang financier des années 1980 dans les pays développés. Les actifs des sociétés chinoises d'assurance ont déjà plus que triplé depuis 2008. Nous pensons que l'activité d'assurance progressera plus vite que le PIB dans la plupart des marchés émergents, et qu'en Occident la diversification financière restera une tendance forte à long terme.

Il faudra en outre compter sur les nouveaux produits de demain, de nouvelles classes d'actifs. Par exemple, un jour pas si lointain, nous pourrions nous diriger vers un vaste marché de l'usufruit, si l'on s'échange de plus en plus des biens d'usage et non plus des droits de propriété. L'irruption de nouvelles technologies de contractualisation décentralisée (*blockchain*) pourrait accélérer le développement de tels marchés. Dans le même ordre d'idées, des supports plus adaptés à l'investissement immatériel devraient émerger, autour des brevets par exemple, dont des gisements considérables existent sur tous les continents.

La gestion d'actifs dans l'assurance n'a donc pas fini de se globaliser et de se complexifier. La transformation progressive d'une partie de l'épargne à court terme des grands pays émergents en épargne de long terme laisse augurer la création de nouveaux centres d'expertises de gestion d'actifs en Asie et en Amérique latine. Les assureurs n'auront de cesse d'utiliser au mieux ces nouvelles capacités pour optimiser mondialement leur allocation d'actifs.

Remerciements

L'auteur remercie Mathieu Mucherie pour sa collaboration à cet article.

UN MONDE DE TAUX D'INTÉRÊT BAS IMPACTS SUR L'ASSURANCE VIE

Olivier de Bandt

Dominique Durant

Direction des Études, Autorité de contrôle prudentiel et de résolution (ACPR)

La période actuelle de taux d'intérêt bas, d'origine largement structurelle, risque de durer, même si on observe un redressement récent. C'est dans ce contexte que les organismes d'assurance adaptent leur modèle d'affaires en distribuant davantage de contrats en unités de compte. Face à un rendement de l'actif en baisse, et qui va continuer dans ce sens, la revalorisation des contrats en euros est encore trop dynamique. La France s'est dotée de nouveaux outils dans le cadre de la loi Sapin 2 pour garantir la résilience des organismes d'assurance et la sécurité des assurés. Solvabilité II est aussi un atout, mais qui doit être affiné en situation de taux bas.

Le contexte macroéconomique actuel, caractérisé par un niveau durablement bas des taux d'intérêt, constitue un défi pour les organismes d'assurance, puisque la baisse de rendement des actifs peut mettre en défaut des engagements pris par le passé dans un contexte où les taux étaient plus élevés. Les derniers développements de l'année 2016 apportent un éclairage nouveau à cette question. On observe en effet : 1. un redressement des taux d'intérêt à long terme, dont on ne peut savoir s'il engage dès maintenant le redressement progressif privilégié par les analystes ; 2. une adaptation des modèles d'affaires des assureurs et 3. un élargissement des outils dont disposent les autorités prudentielles pour garantir la résilience des organismes d'assurance et leur capacité à satisfaire leurs engagements à long terme.

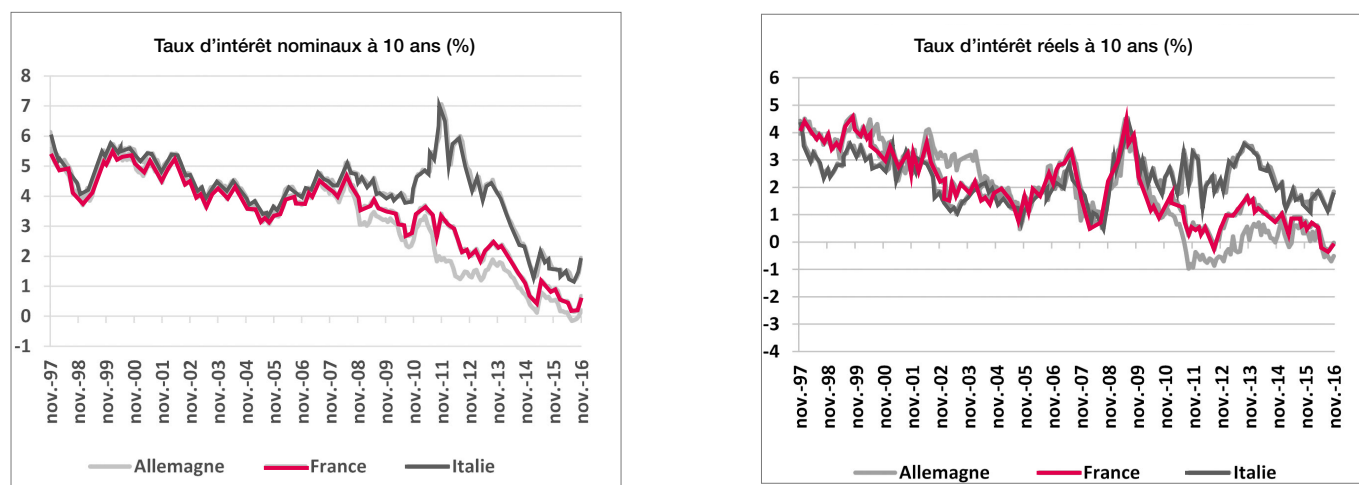
Les raisons des taux d'intérêt bas

La situation actuelle de taux d'intérêt bas à long terme a une origine structurelle, mais il convient d'évaluer les facteurs qui pourraient conduire à une sortie partielle et plus ou moins progressive de cette situation.

■ Facteurs structurels

Ce sont les taux nominaux qui importent en premier lieu, puisqu'ils sont à la base des contrats engageant les assureurs, ainsi que de leurs placements. Mais les taux réels, qui déterminent la croissance à long

Figure 1 - Taux réels et taux nominaux en Allemagne, France et Italie



Sources : BCE, calculs ACPR.

NB : Le taux réel est calculé par différence entre le taux d'intérêt à long terme et le taux d'inflation sur les 12 mois précédents (à partir de l'indice des prix harmonisé, IPCH).

terme des économies et donc la demande adressée aux assureurs, jouent aussi un rôle important. Comme le montrent la figure 1, la baisse des taux nominaux à long terme est significative et générale, même si elle a pu connaître des phases de remontée, par exemple durant la crise des dettes souveraines en Italie. Dans la mesure où la baisse des taux d'intérêt nominaux n'a pas été associée à une reprise de l'inflation, les taux d'intérêt réels ont aussi connu une forte baisse.

Ce phénomène a retenu l'attention des économistes qui tendent à souligner, par-delà les mécanismes cycliques liés à la sortie de crise, le caractère structurel des évolutions en cours et leur poursuite. En introduisant la notion de « stagnation séculaire », Summers [2015] a souligné la faiblesse de la croissance de l'économie mondiale, le PIB étant durablement en dessous de son potentiel et le taux réel en dessous de son taux de très long terme. Eichengreen [2015] en a donné quatre facteurs explicatifs : 1. le ralentissement du progrès technique (et donc de la productivité) et 2. de la croissance démographique (mais aussi le vieillissement de la population), 3. un excès d'épargne (en raison de l'intégration des pays émergents à fort taux d'épargne dans l'économie mondiale) et 4. un déclin de l'investissement, dont il souligne le rôle majeur.

La thèse de l'excès d'épargne est toutefois fragile, alors que le déclin de l'investissement est patent au niveau mondial [Villeroy de Galhau, 2016], avec une baisse du taux d'investissement (investissement/PIB) depuis la crise, une réduction de l'investissement productif ; les entreprises passant de la situation d'emprunteurs nets à prêteurs nets.

Mais la structure de cette épargne joue aussi un rôle important avec une demande plus forte pour des « actifs sans risque », constitués par les dettes publiques des économies avancées ne souffrant pas de surendettement massif. Caballero et Farhi [2014] soulignent que la rareté des actifs sans risque explique le décalage entre la forte baisse des taux longs nominaux et la stabilité des primes de risque sur actions. Rey et Gourinchas [2016], qui reconnaissent l'importance des facteurs cycliques et notamment l'importance du *deleveraging* post-crise, équivalent à une hausse de l'épargne, soulignent aussi la demande accrue pour des actifs sans risque et en contrepartie une hausse des primes de risque sur les autres actifs. Ils anticipent en conséquence une poursuite du mouvement actuel de taux très bas. Ragot *et al.* [2016] signalent de leur côté le rôle des réglementations incitant banques et assureurs à détenir davantage d'obligations publiques, qui ont pesé à la baisse sur les

taux d'intérêt à long terme. Cette demande accrue d'actifs sans risque se retrouve aussi au niveau de la demande de produits d'épargne et d'assurance.

Les économistes divergent néanmoins sur le caractère durable ou non du ralentissement de la productivité et les conséquences de la « 3^e révolution industrielle ». En effet cette dernière, si elle conduit à terme à l'apparition de nouveaux produits, nécessite une période d'adaptation plus ou moins longue et difficile des économies avancées.

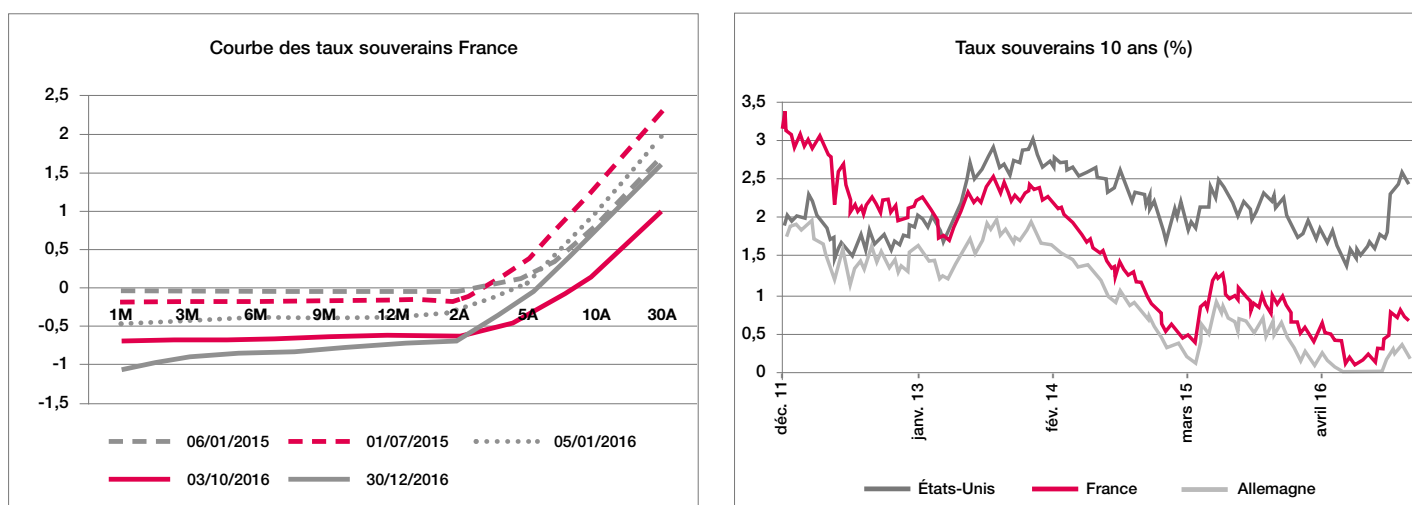
■ Infléchissement transitoire ou plus durable ?

Comme le montre la figure 2, les élections présidentielles aux États-Unis ont conduit les marchés à anticiper un redressement des taux à long terme en raison d'une politique budgétaire plus active, qui creuserait le déficit budgétaire américain. En outre, la politique commerciale de la nouvelle administration pourrait avoir un effet inflationniste. Mais il convient de rester prudent sur les effets à attendre et sur le caractère durable de ces orientations. Une plus grande volatilité des taux d'intérêt est cependant à anticiper. D'un autre côté, les orientations en matière de

politique monétaire – c'est-à-dire sur la partie courte de la courbe des taux – traduisent une sortie progressive de la période de crise. Le conseil des gouverneurs de la Banque centrale européenne (BCE) a annoncé le 8 décembre 2016 l'allongement du Programme d'achat d'actifs de mars à décembre 2017, tout en réduisant le volume mensuel à 60 Md € par mois, contre 80 Md € auparavant. Le 14 décembre 2016, la Réserve fédérale américaine a annoncé le relèvement du taux des *Fed Funds* d'un quart de point (de 0,5 à 0,75 %), ce qui constitue la seconde hausse des conditions monétaires après celle du 16 décembre 2015. Mais les avis divergent sur le rythme de sortie de la situation de taux bas, qui pour 2016 a été, aux États-Unis, plus lent que prévu initialement. Un décalage entre les États-Unis et l'Europe devrait aussi perdurer. Un épisode de remontée des taux d'intérêt à long terme avait été observé début 2015, mais il avait été de courte durée.

Au total, à l'heure actuelle, si les taux ont remonté récemment, il est encore trop tôt pour savoir si le scénario de retour progressif à la normale (« *back to normal* ») s'est enclenché ou si les taux bas vont persister sur une période indéterminée (« *low for long* ») selon la terminologie de l'ESRB ⁽¹⁾ (2016).

Figure 2 - Courbe des taux et évolution des taux en France et en Europe



Source : Banque de France.

La réponse des assureurs vie

■ En France, l'offre de produit s'adapte au contexte de taux bas

La situation de taux bas a conduit en premier lieu les assureurs français à orienter les primes nouvelles vers les contrats en unités de compte, au détriment des contrats en euros. Déjà très net en 2015, ce mouvement s'est renforcé au deuxième semestre 2016 (voir figure 3), conforté par des marchés financiers stables, avec de juillet à novembre, une décollecte de - 3,4 milliards sur les contrats en euros et une collecte de + 6,5 milliards sur les contrats en unités de compte (contre respectivement + 5,6 milliards et + 6,5 milliards d'euros au 2^e semestre 2015).

De nouveaux produits, adaptés au contexte de taux bas font également leur apparition. En Allemagne, se développent les « *select product* » avec taux garanti à 0 % à terme défini. L'assuré choisit annuellement entre la garantie à 0 % et un rendement risqué fondé sur un indice, qui est capé et peut être négatif. En France, le produit euro-croissance offre également une garantie en capital au terme du contrat et la possibilité d'un rendement risqué supérieur sur la partie investie en actifs de diversification. Bien que depuis juillet 2016, il soit possible dans certaines limites de transférer des plus-values latentes de l'actif général vers la provision de diversification, ce produit n'occupe qu'une faible part du marché.

■ La baisse de la revalorisation est moins contrainte par les taux garantis

S'agissant des contrats en euros, sauf à modifier la structure du portefeuille d'actifs qui les représentent, les nouveaux placements des assureurs s'effectuent à un taux proche de zéro. Sous cette hypothèse, il est possible d'estimer la trajectoire future du rendement du portefeuille obligataire à taux fixe des principaux assureurs français. Il en ressort une baisse mécanique de 30 points de base par an sur les dix prochaines années. Sur la base d'un rendement moyen des autres actifs de 3 % et de frais sur encours de 0,09 %, cette baisse serait de 20 points de base par an sur l'ensemble du portefeuille. Le rendement moyen du portefeuille serait ainsi de 1,5 % en 2024 pour les seize principaux assureurs vie en France, avec un minimum de 0,8 % et un maximum de 2,1 % (voir figure 4 p. 99).

Ceci donne la mesure des ajustements que les assureurs français doivent mettre en œuvre en matière de baisse du taux de revalorisation. En 2015, ce taux était compris entre 2 % et 3,55 % avec une moyenne de 2,5 % pour les seize principaux assureurs vie. Ceux-ci sont toutefois moins contraints par des taux garantis que leurs concurrents européens : en France, 83 % des contrats sont affectés d'un taux technique inférieur à 1 % (72 % d'un taux de 0 %) contre seulement 18 % en Europe, où 69 % des contrats sont affectés d'un taux garanti supérieur à 2 %. Ainsi, grâce au plafonnement dès 1995 du taux technique à 75 % du taux moyen des emprunts d'État (2), le taux

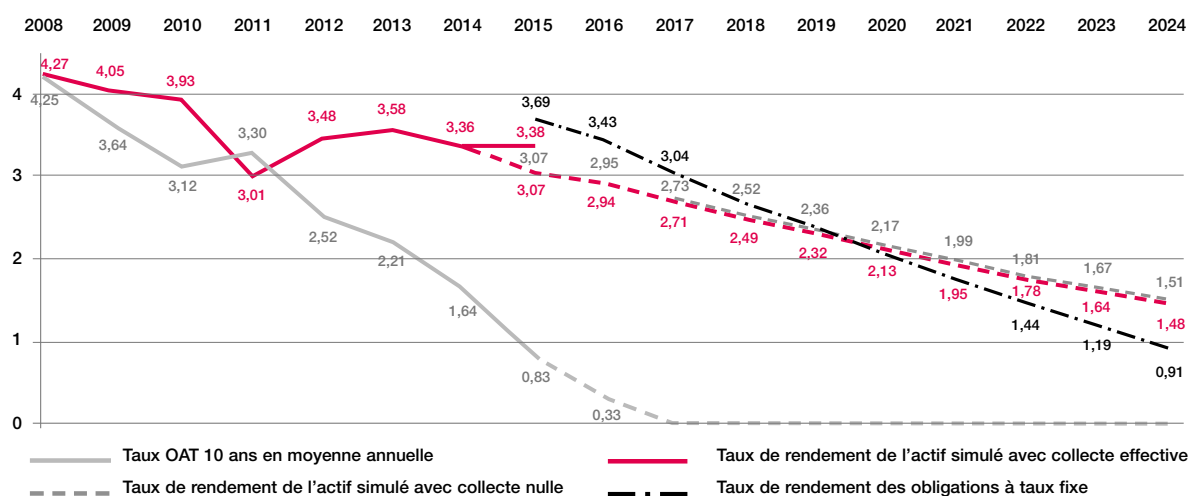
Figure 3 - Collecte nette par semestre sur contrats rachetables en euros et unités de compte, en milliards d'euros

	2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2*
€	28,7	23,3	29,1	18,5	11,4	-4,4	-4,1	1,5	5,5	2,3	6,8	6,8	4,9	5,6	6,5	-3,4
UC	-2,5	1	1,9	-0,1	2	-3,9	-2,1	-1,3	2,3	1,6	2,9	3,1	6,2	5,2	5,9	6,5

* 2^e semestre 2016 arrêté à fin novembre.

Source : ACPR.

Figure 4 - Projection du taux de rendement de l'actif des seize principaux assureurs vie, taux en moyenne annuelle et en pourcentage - partie réalisée en trait plein et partie projetée en tiret



Source : ACPR, actif titre par titre à fin 2014 (TCEP).

technique moyen est aujourd'hui de 0,5 %. Les autres garanties de taux ne peuvent dépasser deux ans (3) et paraissent dans les faits négligeables.

À ces taux garantis, s'ajoutent des contraintes de rémunération des assurés stipulées en pourcentage des revenus financiers. D'après un premier recensement effectué par l'ACPR en 2016, celles qui résultent des clauses contractuelles s'établiraient en moyenne à 0,5 % en sus des taux techniques en 2015. Le minimum réglementaire de participation aux bénéfices, qui porte sur 90 % du compte technique et 85 % des produits financiers, représente 2,16 % des provisions techniques en 2015. À la différence des taux garantis, ces contraintes s'ajustent à la situation financière des assureurs.

D'une part, elles peuvent être respectées au moins pour partie sous forme d'une dotation nette à la provision pour participation aux bénéfices, acquise aux assurés dans les huit ans. La dotation nette à la provision pour participation aux bénéfices (en rouge foncé dans la figure 5 p. 100), barre de gauche) s'accroît progressivement depuis cinq ans et atteint, en 2015, 0,57 % des provisions techniques portant à 2,8 % la provision elle-même. D'autre part, elles s'ajustent aux revenus financiers : plus faibles lorsque des provisions d'actifs doivent être constituées ou que

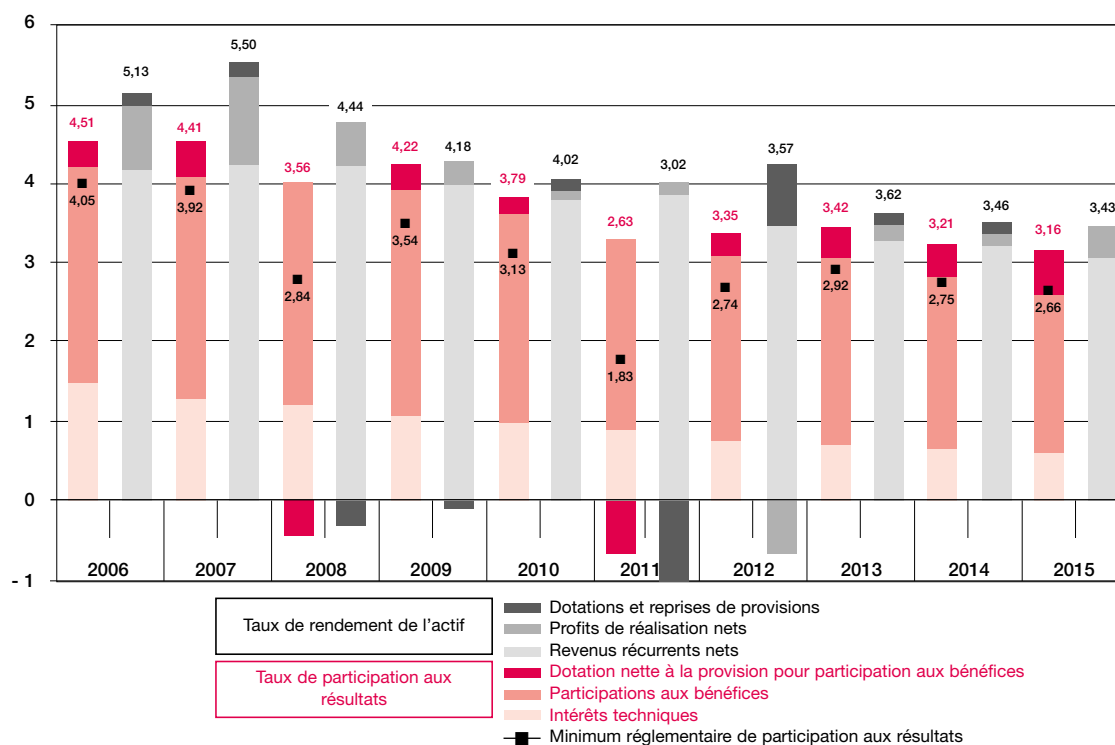
des moins-values sont réalisées (2008, 2011, 2012) et plus élevées lorsque des plus-values sur actifs à revenu variable sont réalisées, comme en 2015.

Le graphique 5 fait apparaître que :

1. le rendement de l'actif est en baisse, mais que cette baisse est atténuée en fin de période par les revenus non récurrents (en raison de la bonne performance des actifs à revenu variable) ;
2. la marge, calculée entre le rendement de l'actif et la distribution aux assurés est aussi en baisse, signe d'une distribution généreuse aux assurés dans un univers assez concurrentiel.

Enfin, la provision pour participation aux bénéfices n'est pas la seule réserve sur laquelle les assureurs français peuvent compter pour faire face aux aléas futurs. La réserve de capitalisation (4), destination obligatoire des plus-values obligataires réalisées, et égale à 1,3 % des provisions techniques en 2015 (voir figure 6 p. 101), ne peut être distribuée aux assurés mais pourra absorber les moins-values obligataires en cas de remontée des taux, si celles-ci doivent être réalisées. Les plus-values latentes sur actifs à revenus variables, certes réversibles, peuvent être réalisées et attribuées aux assurés, si possible sous forme d'une dotation à la participation aux bénéfices, comme en 2015.

Figure 5 : Structure du rendement annuel de l'actif (barre de droite) et de participation aux résultats (barre de gauche) des seize principaux assureurs vie, en pourcentage respectivement des actifs et des provisions mathématiques



Source : ACPR. Lecture du graphique : pour chaque année, la barre de droite fournit le rendement total de l'actif des assureurs, décomposé en trois composantes (revenus récurrents, non récurrents, dotation (-) et reprise (+) de provision) ; la barre de gauche indique la distribution aux assurés, soit sous forme d'intérêts techniques et de participations aux bénéfices (revalorisation des contrats), ou de dotations (+) ou reprises (-) à la provision pour participation aux bénéfices.

La situation des assureurs allemands apparaît plus contrainte. Avec un taux technique de 3 % en 2015, le taux de revalorisation de 3,3 % s'approche du rendement courant des actifs (3,5 %) et impose la réalisation de plus-values latentes à hauteur de 1 % pour rétablir la marge.

Des mesures prudentielles pour faire face à la situation de taux bas

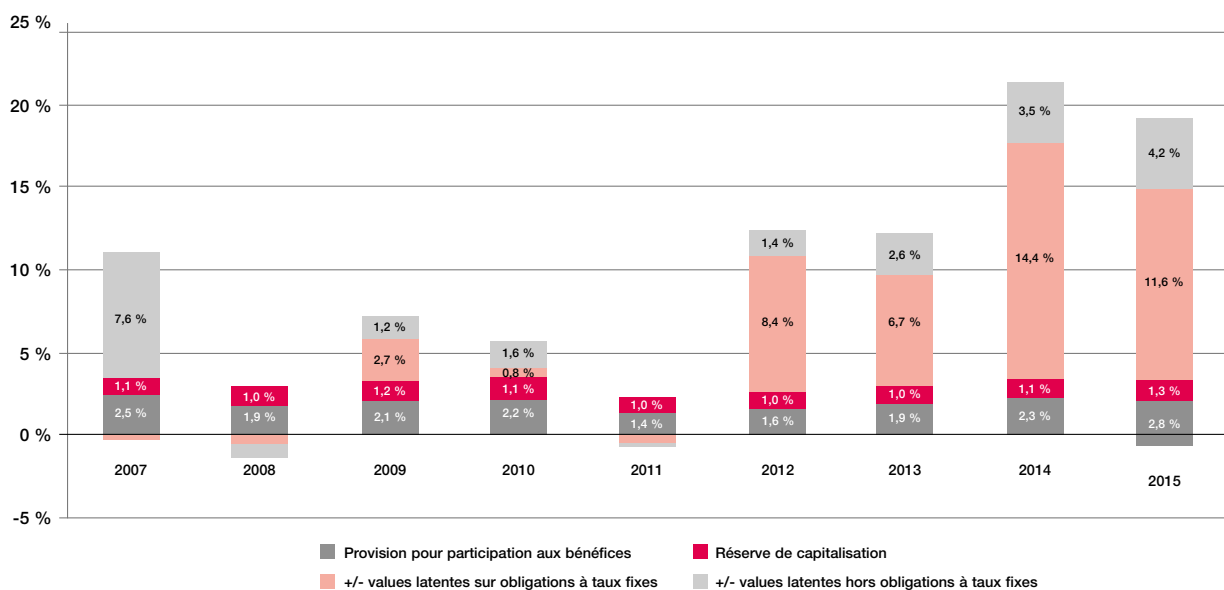
■ Des outils spécifiquement macro-prudentiels

Au Japon dans les années 1990, la chute du prix des actions et des taux à long terme a provoqué la

faillite de huit assureurs, contraints par des taux garantis élevés et une forte concurrence limitant la baisse des taux de revalorisation. Les mesures adoptées par l'État pour rétablir la situation ont été multiples : d'une part, les assureurs vie en faillite ont pu réviser à la baisse les taux garantis aux contrats avant de les transférer à des organismes repreneurs ; d'autre part, les taux techniques ont été abaissés de façon réglementaire et rétroactive. Enfin, un fonds de garantie abondé par l'État a été créé et le ratio prudentiel a été révisé pour mieux prendre en compte l'ensemble des risques.

Plus proche de nous, l'Allemagne a également adopté plusieurs mesures pour rétablir de manière préventive la situation des assureurs redevables de taux garantis élevés dans un contexte où le rendement courant des actifs est encore conséquent. Les assureurs allemands doivent ainsi constituer, depuis 2011, une

Figure 6 - Richesse des seize principaux assureurs vie, en pourcentage des provisions mathématiques



Source : ACPR.

provision additionnelle pour risque de taux. Cette provision est basée sur la différence entre le taux du tarif et un taux *swap* dix ans à la clôture, et alimentée par les produits financiers. En 2015, la provision atteint 21 Md €, soit un tiers des fonds propres. Le versement des plus-values obligataires sur les contrats à terminaison est limité et des restrictions au paiement des dividendes ont été mises en place. Par ailleurs, les taux techniques maximaux applicables aux contrats nouveaux ont été réduits de 1,75 % en 2015 à 0,9 % en 2017.

En France, le Haut Conseil de stabilité financière (HCSF), l'autorité macroprudentielle, s'est vu attribuer de nouveaux pouvoirs dans le domaine de l'assurance. Depuis octobre 2016, il peut moduler les règles de constitution et de reprise de la provision pour participation aux bénéfices et prendre des mesures conservatoires en cas de menace grave pour la situation financière des assureurs ou pour le système financier. Le HCSF pourrait ainsi temporairement limiter certaines activités, restreindre la libre disposition des actifs, suspendre les rachats et arbitrages, limiter la distribution de dividendes.

La modulation de la provision pour participation aux bénéfices vise, comme la provision additionnelle

pour risque de taux en Allemagne, à stocker des rendements financiers encore élevés afin de les distribuer dans la durée si les taux restent bas ou au contraire rapidement en cas de forte hausse des taux sur les produits concurrents. Cette mesure qui reporte dans le temps la rémunération des assurés est équilibrée par la faculté de limiter les versements de dividendes et de faire contribuer également les actionnaires au maintien durable de la solvabilité des assureurs. La limitation des rachats et de la libre disposition des actifs est destinée à protéger les assurés et les assureurs en cas de réalisation d'un risque systémique : par exemple, en cas de « *run* » sur les contrats d'assurance vie, c'est-à-dire une situation où un ou plusieurs assureurs devaient vendre leurs actifs à perte mettant ainsi en péril leur capacité individuelle ainsi que celle du marché à faire face aux rachats ultérieurs.

■ Solvabilité II est un atout dans le contexte de taux bas mais doit être affiné

La crise japonaise a démontré la nécessité de disposer, avec le ratio de solvabilité, d'un instrument de mesure pertinent. On peut en effet imputer aux défauts du ratio mis en place au Japon en 1996,

l'incapacité du superviseur à voir venir les faillites. Le ratio japonais était insuffisamment exigeant, incluant dans les éléments de couverture d'importants impôts différés actifs et profits futurs, excluant les moins-values latentes sur les obligations publiques japonaises et sur les titres étrangers et en pondérant généreusement les risques actions et immobilier.

Solvabilité II, entré en vigueur seulement le 1^{er} janvier 2016, n'a certes pas encore fait ses preuves dans la durée et n'avait pas été conçu pour l'environnement de taux bas que nous connaissons aujourd'hui. Toutefois, le ratio de solvabilité qu'il définit semble déjà s'imposer comme un instrument de mesure pertinent. En France, les ratios des organismes vie affectés par le contexte de taux bas sont plus faibles avec Solvabilité II que dans l'ancienne métrique, démontrant son caractère prudent : 209 % contre 419 %. Les deux ratios tiennent compte des plus-values latentes sur les actifs, mais le premier en attribue une plus grande part aux assurés. Plus largement, dans Solvabilité II au contraire de Solvabilité I, l'évaluation du bilan et des fonds propres en valeur de marché révèle rapidement les difficultés.

Par ailleurs, EIOPA (5) a publié en octobre 2016 et pour la deuxième fois, les résultats de stress tests, réalisés dans le cadre de Solvabilité II et spécifiquement destinés à évaluer les conséquences de l'environnement de taux bas sur l'assurance vie. Ces stress tests viennent en complément du pilier I et permettent d'évaluer l'impact de scénarios extrêmes sur la situation financière des organismes. Ils ne sont pas pour autant conçus comme aboutissant directement à des demandes automatiques de recapitalisation dans le cadre du pilier II. En 2016, deux scénarios ont été testés : un scénario dit « *low for long* », caractérisé par un aplatissement de la courbe des taux et un scénario dit « *double hit* » de baisse quasi homothétique de la courbe des taux accompagnée d'une augmentation des primes de risques et d'une chute sévère des marchés actions. Dans ce scénario, l'ajustement de volatilité augmente au prorata des primes de risques, rendant l'impact de cette mesure sur la solvabilité des organismes particulièrement fort.

Le rapport des actifs sur les passifs, de 109,6 % en moyenne en situation initiale, diminue de 160 Md € ou - 28,9 % en variation relative dans le scénario « *double hit* » et de 100 Md € ou - 18 % dans le scénario « *low for long* ». Sans les mesures « branches longues », cette baisse serait respectivement de 102,8 % et de 30,5 %. Cet exercice a conduit EIOPA à formuler des recommandations à destination des autorités de supervision nationales afin qu'elles encouragent les organismes à mettre en œuvre une politique de gestion des risques et des stratégies suffisamment prudentes dans l'environnement de taux bas.

Solvabilité II joue donc pleinement son rôle dans l'environnement de taux bas actuel. Cela n'empêche pas de continuer à s'interroger sur les paramètres de valorisation et la calibration des exigences en capital. L'ESRB, dans le rapport précité, invite à revoir le cadre Solvabilité II, notamment en ce qui concerne le taux futur ultime (UFR), le paquet dit « branches longues » et la formule standard dans le cadre des revues en cours.

Notes

1. *Entertainment Software Rating Board.*
2. *Article A. 132-1 du Code des assurances.*
3. *Articles A. 132-2 et A. 132-3 du Code des assurances.*
4. *Voir articles R. 343-14 et R. 343-3 du Code des assurances.*
5. *European Insurance and Occupational Pensions Authority.*

Bibliographie

- CABALLERO R. ; FARHI E., "The Safety Trap", Working Paper, n° 19927, National Bureau of Economic Research, février 2014.
- EICHENGREEN B., "Secular Stagnation: The Long View". *American Economic Review*, vol. 105 (5), 2015, pp. 66-70.

European Systemic Board, “Macprudential Policy Issues Arising from Low Interest Rates and Structural Changes in the EU Financial System”, novembre 2016.

GOURINCHAS P.-O. ; REY H., “Real Interest Rates, Imbalances and the Curse of Regional Safe, Asset Providers at the Zero Lower Bound”, Working Paper, n° 22618, septembre 2016.

RAGOT X . ; THIMANN C. ; VALLA N., « Taux d'intérêt

bas : symptôme et opportunité », Note du Conseil d'analyse économique, n° 36, décembre 2016.

SUMMERS L. H., “Have We Entered an Age of Secular Stagnation?”, *IMF Economic Review*, n° 63 (1), 2015, pp. 277–280.

VILLEROY DE GALHAU F., Banque de France, Allocution introductive à la conférence “The Future of Savings”, 4 novembre 2016.

4.

Études et débats

■ Bernard Spitz

Anticiper les nouveaux risques en 2017

■ Pierre Martin

La France face au risque du marché

■ Arthur Charpentier

Les dérives du principe de précaution

■ Jean-Pierre Daniel

Et si l'assurance disparaissait ?

Actualité de la Fondation du risque

■ Roméo Fontaine

Comment les individus anticipent-ils le risque de dépendance ?

Livres

Gérald Bronner

La pensée extrême. Comment des hommes ordinaires deviennent des fanatiques

par Daniel Zajdenweber

Cathy O'Neil

Weapons of Math Destruction

par Arthur Charpentier

François-Xavier Albouy

Le prix d'un homme

par Carlos Pardo

ANTICIPER LES NOUVEAUX RISQUES EN 2017

Bernard Spitz

Président de la Fédération française de l'assurance (FFA)

Merci aux organisateurs de m'avoir convié à ce Forum de l'investissement de Rome (1). Il intervient à la charnière d'une année 2016 qui fut un tournant pour nombre de démocraties occidentales, en Europe et au-delà, dans le reste du monde ; et d'une année 2017 lourde de scénarios à risques.

Comment se prémunir contre les incertitudes de l'avenir ? Pour répondre de façon convaincante à cette question, encore nous faudrait-il d'abord partager une vision claire de cet avenir. Or s'il y a des périodes de plus ou moins grandes certitudes, nous vivons sûrement une grande période d'incertitude.

Pour s'en convaincre, revenons un an en arrière. Sous le titre « Forecasting the world in 2016 », le *Financial Times* écrivait qu'Hillary Clinton remporterait l'élection américaine. Que le Royaume-Uni ne quitterait pas l'Union Européenne. Qu'Angela Merkel ne serait plus chancelière à la fin de l'année. Et que la Belgique... remporterait l'Euro de football. Le *Financial Times* a eu la sagesse de ne pas s'avancer sur le référendum en Italie.

Soyons honnêtes, beaucoup d'entre nous n'auraient sans doute pas fait mieux. Un humoriste français a écrit que « la prévision est un art difficile, surtout quand il concerne l'avenir. » Et c'est vrai que nous sommes toujours plus à l'aise pour décoder les événements passés que pour les anticiper.

Quoi qu'il en soit, rien ne se passe donc comme prévu. C'est là un sujet très préoccupant pour

notre secteur financier qui déteste par-dessus tout l'incertitude. C'est un sujet particulièrement sensible dans mon industrie, l'assurance, qui doit précisément s'adapter à ce monde incertain et savoir en gérer les risques. J'ajoute qu'elle doit le faire dans l'horizon qui est le sien : l'horizon du long terme.

Rien ne se passe comme prévu en politique. On l'a vu au Royaume-Uni comme aux États-Unis et ici même, il y a peu. L'an prochain, les trois plus grands pays de la zone euro iront au-devant des électeurs. Idem en République tchèque et aux Pays-Bas. Aux extrémités de notre ensemble géographique, la Russie et la Turquie.

Quel est donc l'enseignement principal de 2016 ? Que la politique, c'est important ! La mauvaise image des partis, l'abstention électorale, le jeu des réseaux sociaux, tout cela contribue au déclassement de la politique. Or c'est la politique qui a fait que les jeunes Britanniques ne seront plus citoyens de l'Union européenne durant toute leur vie. Et c'est la politique qui, en donnant aux europhobes le pouvoir de susciter des référendums, peut défaire la construction européenne. Dans trois mois, nous serons de nouveau ici, dans votre capitale, pour célébrer le 60^e anniversaire du traité qui a donné naissance à l'Europe. Or nous sommes collectivement en danger. Et nous ne discernons aujourd'hui aucune réponse politique pour répondre à ce défi. Pas de leadership à Bruxelles. Confusion à Londres. Et dans les grandes capitales continentales, des enjeux de court terme et résolument nationaux. Qui ne voit que les scénarios populistes restent ouverts ? Et qu'ils inquiètent à

raison les marchés qui réévaluent le risque politique au premier plan de toute politique d'investissement.

Rien ne se passe comme prévu en politique. Et en économie, non plus ! Nous avons, certes, tiré les leçons de la crise de 1929 en adoptant des politiques non conventionnelles de *quantitative easing*. Les banques centrales pratiquent une intense création monétaire qui a conduit à des taux négatifs pour éviter la déflation et rétablir les circuits de financement. Il y a trois mois, Henkel et Sanofi sont ainsi devenues, vous l'avez vu, les premières entreprises privées à emprunter à des taux négatifs. Cette politique a été efficace. Mais elle a des effets secondaires toxiques : sur la rentabilité des banques, sur l'engagement des États à accomplir leurs réformes structurelles, sur les échelles de rendement-risque ; et notamment sur les rendements de l'assurance vie, dans le cadre asphyxiant imposé par Solvabilité II.

Comment sortir de cette situation : voilà la question. Car les mécanismes économiques traditionnels n'ont pas plus fonctionné. Les taux bas conjugués avec la baisse des prix du pétrole n'ont pas stimulé l'investissement et la croissance. Les États lourdement déficitaires se sont contentés de voir le prix de leur dette se stabiliser, sans mener de réformes. Et la création monétaire n'a pas provoqué d'inflation. Certains, tels Larry Summers ou Daniel Cohen, se rallient à la thèse de la stagnation séculaire. D'autres attendent que Janet Yellen et la Fed amorcent une remontée des taux. D'autres encore imaginent des solutions toujours plus hétérodoxes comme la suppression du cash ou *l'helicopter money*. Et en Europe, il n'y a pas d'alignement entre la BCE et les principaux États de la zone euro.

C'est alors qu'un coup de tonnerre s'est produit. Le levier que personne n'avait imaginé pour décoincer les marchés n'est pas monétaire, il n'est pas économique : il est politique ! C'est l'élection de Donald Trump qui, contre toute attente, annonce un retour de l'inflation. Ironie de l'histoire, Trump réussit là où les banques centrales ont échoué. Comment ? Tout simplement en agitant la perspective

d'une politique keynésienne, bien peu orthodoxe dans la situation de l'emploi des États-Unis. Quels sont les quatre déterminants de la relance selon Trump :

- les grands programmes d'investissement dans les infrastructures ;
- l'espoir d'un recyclage dans l'économie des baisses d'impôt promises ;
- l'anticipation d'une hausse des salaires subordonnée à une politique d'immigration restrictive ;
- l'augmentation des prix des biens résultant du protectionnisme commercial.

Les taux d'intérêt américains à long terme ont donc effectivement augmenté depuis l'élection, de 1,8 à 2,35 % pour les obligations d'État à 10 ans. En parallèle, il y a reprise spontanée et modérée de l'inflation qui est à un plus haut depuis deux ans dans la zone euro et aux États-Unis. En Chine, les prix sortis d'usine augmentent pour la première fois depuis 2012. Les marchés sont passés d'une hantise de la déflation en février dernier au constat d'une reprise de l'inflation, notamment à cause de la montée des prix des matières premières et de la nouvelle politique de l'Opep étendue, pour la première fois, à une dizaine de pays non Opep. En Europe, les taux seront coiffés par l'interventionnisme de la BCE, normalement prévu pour durer jusqu'à fin 2017. Ils resteront à des niveaux historiquement bas ; mais avec quand même pour certains pays – ici présents – un écartement de *spread* avec le Bund qui repose notamment sur l'évaluation de leur situation politique et sur l'incertitude liée aux prochaines élections.

En somme, et ce pourrait être la morale d'une année 2016 insolite, la politique est doublement importante : parce que c'est elle qui porte le risque ; et parce que c'est elle qui, parfois, peut aussi offrir la solution à l'impuissance de l'économie. Certes me direz-vous, mais il y a bien des nouveaux risques qui ne dépendent pas que du politique ? Eh bien, je serais enclin à dire que si. Pas nécessairement du fait de leur

origine, c'est vrai. Mais dans la façon d'en parler et de les traiter, la politique n'est jamais très loin.

Inutile d'insister, je crois, sur le risque terroriste, politique par excellence. D'autres, c'est vrai, ne relèvent pas de phénomènes *stricto sensu* politiques : je veux parler des risques naturels, des risques technologiques et des risques réglementaires. Risque de catastrophes naturelles, d'abord. Permettez-moi avant toute autre chose de m'incliner devant la mémoire des victimes des tragédies qui ont endeuillé l'Italie cette année. La France en a aussi souffert mais dans une moindre mesure. Or ces risques vont s'amplifier avec le dérèglement climatique. Emmenés par la Fédération des assureurs français, les assureurs de 26 pays ont lancé au sommet de la COP 21 à Paris un « appel pour le climat » soulignant l'urgence de la lutte contre le réchauffement. Dans votre propre pays, ce n'est hélas pas nouveau, le risque sismique est majeur. Et votre fédération de l'assurance, l'Ania, plaide pour rendre obligatoire l'assurance des bâtiments ; car si 40 % des immeubles italiens sont construits en zone à risque de tremblement de terre, 2 % seulement sont assurés contre les séismes. Les outils dont nous disposons pour gérer cette nouvelle donne climatique sont la prévention, l'assurance, l'éducation à la culture du risque : autant de sujets qui relèvent des politiques publiques. Regrettons, en passant, que la politique européenne soit quasi inexistante, alors que les aléas naturels ne s'arrêtent pas aux frontières et nous concernent donc tous.

J'en viens aux risques technologiques et, en premier lieu, aux cyber-risques causés par l'imprudence, la malveillance, la criminalité, sans oublier les agissements des États hostiles ou des organisations terroristes. En ces matières, l'Europe n'en est qu'au début d'une réelle prise de conscience et de l'unification de son cadre juridique. Les entreprises sont les premières victimes au quotidien de la cybercriminalité mais les États ne sont pas moins en risque. À titre d'illustration, sachez que la Lloyd's a chiffré à 1 000 milliards de dollars les dommages d'une attaque immobilisant 70 centrales électriques sur la côte Est des États-Unis.

Le risque réglementaire, enfin. Il est massif et à forte dominante politique, lui aussi. La régulation européenne des assurances Solvabilité II est inadaptée : nous le savons tous ici dans cette salle. Court termiste, elle défavorise l'investissement de long terme ; elle décourage le financement des infrastructures ; elle éloigne les assureurs de l'économie réelle ; elle défavorise l'investissement en actions. Je le sais, vous le savez, nous le savons... mais la Commission ne le reconnaît que de façon très défensive et procédurière. Il y a pire : une autre réglementation est en passe de détrôner Solvabilité II comme pire menace jamais lancée sur les épargnants européens. Je veux parler du règlement dit PRIIPS. Le Parlement européen en a repoussé la mise en œuvre à une majorité écrasante de 602 voix contre 4. Mais cette victoire politique n'est qu'un effet d'optique : si PRIIPS devait être adopté en l'état, c'est toute l'assurance vie en Europe, et notamment en France et en Italie, qui serait touchée. Il est bien possible que la régulation européenne ait été confiée à des robots, mais pas encore la vie et le patrimoine de nos concitoyens. Croyez-le, il faut arrêter cette dérive pendant qu'il en est encore temps.

Les questions politiques nécessitent des réponses politiques. Certaines seront nationales, c'est inévitable et c'est souhaitable. D'autres seront collectives. Je souhaite que l'Europe soit capable d'en inventer pour elle-même et que l'anniversaire du Traité de Rome fournisse l'occasion d'une renaissance de l'Union. Le temps presse.

Et puis, il y a les questions globales qui appellent des réponses globales. Ces questions globales nous ramènent à l'analyse du risque politique qui touche bien des pays et des continents. On en connaît les déterminants : le sentiment d'exclusion des classes moyennes des pays riches ; la montée des inégalités ; la peur des migrations ; un chômage de masse persistant chez les plus jeunes et les plus âgés ; la crainte du déclasserment face aux nouvelles technologies ; le rejet de la mondialisation et du libre-échange. Où cela peut-il nous conduire ? Vers de grands périls. Nous ne savons que trop à quoi mènent, dans l'histoire, la peur de l'étranger, le repli sur soi, le protectionnisme, le nationalisme.

Ces tendances globales appellent une réponse globale liant progrès économique et progrès social. Après la Seconde Guerre mondiale, Bretton Woods avait établi les fondations d'une nouvelle gouvernance économique et financière mondiale. D'autres sujets d'importance ont été traités à cette époque : la diplomatie avec l'ONU, puis la culture, la santé. Plus récemment, l'environnement avec le succès de la COP 21. Mais le social est resté à la traîne, dans le cadre d'institutions internationales datant pour l'essentiel du Traité de Versailles.

Le moment est venu de répondre à l'angoisse qui traverse les opinions publiques. Cette réponse ne peut venir que des membres du G20 via un processus remplaçant le social au cœur des enjeux et dont l'ONU pourrait prendre le relais. Échafaudons un nouveau Bretton Woods social ! Cette proposition française fut à Berlin l'un des temps forts du B20 qui a réuni il y a quelques jours les représentants des entreprises. Pourquoi ne pas en faire l'acte majeur du G20 qui se tient en Allemagne l'an prochain ? Le faire avec les entreprises du B20 et les syndicats du L20 réunis, voilà qui pourrait changer la donne.

Acte premier d'un monde globalisé postcolonial, post guerre froide et post populisme, une telle initiative pour un new deal international aurait le mérite d'apporter la réponse politique que nos concitoyens attendent. D'ici là, prenons garde. L'augmentation de l'inflation pourrait être bienfaisante dans un premier temps. Mais elle placerait les pays débiteurs dans une situation où la dette sera de plus en plus difficilement finançable. La seule vraie solution de long terme pour une résilience globale est donc de réconcilier le politique avec l'économique : le politique en reconnaissant la nécessité d'une meilleure inclusion du social ; et l'économique en créant les conditions d'une croissance gagée sur les gains de productivité et sur l'innovation.

Note

1. *Allocution prononcée le 16 décembre 2016 en ouverture de la table ronde « Finance for the New Risk Scenarios and Global Resilience » au Forum de l'investissement de Rome organisé par la FeBAF (Fédération bancaire et de l'assurance italienne).*

LA FRANCE FACE AU RISQUE DU MARCHÉ

Pierre Martin

Agrégé d'histoire, docteur en histoire

« Les Français ne sont pas hostiles au marché, ils sont hostiles au tout marché » a pu dire Jean Azéma, directeur général de Groupama (2003-2011). Au regard des autres nations développées, la France semble décidément demeurer une exception [Martin (dir.), 2016]. Le détour par l'histoire révèle une France porteuse de deux gènes antagoniques. Un gène colbertiste, décrié en période de prospérité et de paix civile, convoqué en période de crise et de guerre. Un gène libéral, revendiqué en période d'expansion, conspué en période de récession. La France entretient du coup un rapport original et ambigu envers le risque du marché.

Le risque du marché récusé : le colbertisme

A son arrivée au pouvoir en 1661, le jeune Louis XIV récupère les fortunes de Mazarin et Fouquet pour remplir les caisses royales. Louis XIV promeut Jean-Baptiste Colbert contrôleur général des Finances (1665-1683). Ces vingt premières années du règne illustrent le colbertisme. Le ministre remet plusieurs mémoires au roi où il expose ce mercantilisme à la française. Colbert estime qu'il faut enrichir le royaume à partir de « l'argent comptant que les sujets amassent par leur travail, par les fruits qu'ils recueillent de la terre et celui que leur industrie leur procure » [Cornette, 2010]. Il faut produire sur le sol national. En 1664, Colbert instaure donc le

premier tarif douanier moderne : le protectionnisme est né. Et Colbert se fait vendeur de monopoles royaux, par exemple la Manufacture royale des glaces de Saint-Gobain créée en 1665, aujourd'hui numéro un mondial du verre plat [Daviet, 1989]. Un champion (inter)national bien avant l'heure ! L'économiste français contemporain Olivier Pastré en fait un modèle dans *La méthode Colbert. Ou le protectionnisme économique efficace* [2006]. Le colbertisme est à dire vrai omniprésent dans notre histoire. En matière d'importations de pétrole brut, la loi du 30 mars 1928 plaçait « sous le régime de l'autorisation spéciale toute importation égale ou supérieure à 300 tonnes par mois ». Volumes contingentés : protectionnisme affiché. Mais il n'est pas prévu d'importer du pétrole raffiné... Or l'article 8 précise : « Au cas où, en vue de l'exécution de contrats d'intérêt national, il serait établi sur un point du territoire une entreprise moderne de raffinage, le gouvernement pourra être autorisé par

une loi spéciale soit directement, soit par l'entreprise de l'Office national de combustibles liquides, à souscrire une partie du capital-actions devant être investi dans ladite entreprise par une société française, existante ou à créer, à concurrence d'un maximum de 50 millions de francs ⁽¹⁾ ». L'État pousse ainsi les raffineurs (anglais notamment) à s'implanter sur le marché protégé... et prévoit toutes dispositions pour entrer au capital du raffineur étranger. Un moyen pour la France de rattraper son retard par rapport à la chimie anglaise et allemande, et d'implanter des firmes chimiques étrangères en France. Autre exemple : la taxe perçue sur tous les billets de cinéma est ouvertement protectionniste. Elle s'appuie sur la masse de spectateurs de films, américains notamment, pour doter le cinéma français d'un outil de financement. Cette entorse au libre-échange a été reconnue lors du round final des négociations du Gatt à Marrakech en décembre 1994 : c'est l'« exception culturelle ».

Pour Colbert, l'excédent du commerce extérieur est enfin conçu comme un jeu à somme nulle. « Augmenter l'argent dans le commerce public en l'attirant des pays d'où il vient, en le conservant au-dedans du royaume et empêchant qu'il n'en sorte, et donnant des moyens aux hommes d'en tirer profit ». Il s'agit d'attirer les flux de métal précieux pour le fixer sur le sol national. On a oublié combien, jusqu'au XX^e siècle, la création monétaire était pour partie conditionnée par la possession de métal précieux. Louis XIV, pour financer une de ses innombrables campagnes de guerre, a par exemple dû consentir à faire fondre une partie de sa vaisselle en or et en argent. D'où l'intérêt d'attirer la monnaie dont la valeur est alors intrinsèque : c'est la teneur en métal précieux des pièces qui compte. Pour cela, la sécurité garantie par l'État est une condition nécessaire au commerce. Et le système de cour que Louis XIV installe à Versailles a aussi des visées économiques. Disons qu'il génère des externalités ⁽²⁾ économiques positives. Louis XIV entendait acheter la paix civile : il attire les « Grands » (la grande noblesse) qu'il installe à proximité de la nouvelle capitale, Versailles, en 1682 [Verlet, 1985]. Devant un Colbert médusé, il déclare les hôtels particuliers de la noblesse à

Versailles insaisissables. Il initie également une mode très luxueuse pour que les « Grands » se préoccupent davantage de leur pourpoint que de complot. C'est peut-être là l'origine de la spécialisation réussie de l'industrie française dans le luxe [Coquery, 2011].

Pour attirer le grand commerce, Colbert entend ensuite affranchir la France de la dépendance maritime hollandaise et anglaise. Intendant de la Marine dès 1663, il lance en 1669 une « réforme des forêts royales pour la construction navale, afin que les navires du royaume aient des mâts en l'an deux mille ». Il s'applique à doter la France de bois pour les chantiers navals. Colbert fait ainsi planter la forêt de chênes de Tronçais dans l'Allier d'aujourd'hui. Comme l'écrit avec malice l'historien Fernand Braudel : « Colbert ne pouvait pas deviner la naissance des navires en acier. » Cette préoccupation du long terme, on la retrouve encore lorsqu'il invente la retraite pour les soldats blessés au service de la nation. L'État a le devoir de garantir une existence décente à ceux qui ne peuvent plus travailler pour avoir payé de leur corps la défense de l'État : l'hôtel des Invalides, en plein Paris, leur est destiné. Quant aux marins, ils peuvent bénéficier d'une rente. La portée du colbertisme est patente, dès le règne de Louis XIV, mais encore bien après lui. Définir, initier, édicter, autoriser, mais aussi proscrire. Colbert interdit ainsi pour longtemps l'assurance sur la vie, arguant que « la vie est hors de prix et ne saurait être l'objet de trafics ». Cette condamnation vaut excommunication. Voilà pourquoi l'assurance vie, plus encore que l'assurance non vie, n'est autorisée (avec prudence) qu'à partir de la Restauration en 1815 [Martin, 2009]. Tout ne peut s'acheter ou se vendre. L'État peut ouvrir ou fermer des marchés pour des considérations d'ordre moral bien plus qu'économique. Assurer la vie pourrait pousser à spéculer sur la mort, pousser en quelque sorte au crime dans l'espoir (pour les survivants !) de toucher le capital souscrit par le défunt. Un « aléa moral » pour employer la terminologie économique contemporaine. Un aléa politique également. L'État, garant de l'ordre public, soupçonne le marché de « corrompre » l'esprit public. Lorsque François Mitterrand fonde le Parti socialiste (PS) sur les débris de la vieille SFIO ⁽³⁾ au

congrès d'Épinay le 13 juin 1971, il déclare ainsi : « Le véritable ennemi, [...] c'est le monopole ! terme extensif... pour signifier toutes les puissances de l'argent, l'argent qui corrompt, l'argent qui achète, l'argent qui écrase, l'argent qui tue, l'argent qui ruine, et l'argent qui pourrit jusqu'à la conscience des hommes ! ». Une critique très « française ». Un chrétien, un marxiste, un gaulliste, un libéral même, adversaires du profit lié au monopole, s'y retrouveraient... en France du moins.

Le risque du marché accepté : le libéralisme français

A Colbert qui lui demandait « Que peut-on faire pour vous aider ? », le marchand Legendre répondit : « Laissez-nous faire ». À la fin du très long règne de Louis XIV, le ministre Vauban livre en 1707 un *Projet de dîme royale* qui est un pavé dans la mare des eaux tranquilles des pièces d'eau de Versailles alors confite dans une étiquette « fin de règne ». L'économiste autrichien Joseph Aloïs Schumpeter (1883-1950) dit dans son *Histoire de l'analyse économique* (1954) que ce texte est « un des travaux les plus remarquables dans le domaine des finances publiques ⁽⁴⁾ ». Avant 1789, la dîme, 10 % environ des récoltes pour l'Église, n'était qu'un des multiples impôts dont devait s'acquitter le tiers état qui travaille, quand les deux ordres privilégiés (noblesse et clergé) étaient exemptés d'impôts et en percevaient ! Vauban propose alors une réforme radicale : « La capitation (l'impôt personnel) doit être imposée sur toutes les natures de biens qui peuvent produire du revenu, et non sur les différents étages des qualités, ni sur le nombre de personnes, parce que la qualité n'est pas ce qui fait l'abondance, non plus que l'égalité des richesses, et que le menu peuple est accablé de tailles (impôts en nature), de gabelles (taxe sur le sel), d'aides et de mille autres impôts... » Vauban propose ni plus ni moins la suppression des privilèges fiscaux au profit d'une seule dîme royale portant sur tous les revenus : une « dîme des fruits de la terre » en nature ; une dîme sur le revenu des

bénéfices et capitaux ; une taxe sur les produits des douanes et de la consommation de luxe (tabac, thé, café). Bref, soulager la pression fiscale stimule le travail et encourage la richesse des nations. Vauban propose une véritable révolution fiscale et comme souvent en France, le rapport explosif est enterré... Une exception qui a la vie dure.

Pierre Le Pesant de Boisguilbert (1646-1714) publie concomitamment *De la nature des richesses, de l'argent et des tributs* (1707). Les mercantilistes ont selon lui tort de croire que la richesse vient de l'accumulation des métaux précieux. Ce qui est important est la production de biens. De même, l'État n'est pas source de solution aux problèmes économiques mais d'étouffement de l'activité par la multiplicité des impôts et règlements. Il pense comme Vauban qu'il faut créer un impôt sur le revenu payé par tous. Il bâtit la sociologie suivante : les producteurs, utiles (paysans) et inutiles (comédiens) ; les parasites (courtisans, hauts fonctionnaires...). Il faut faire des seconds des contribuables pour alléger le sort des premiers. « Le fondement et la cause de toutes les richesses de l'Europe sont le blé, le vin, le sel et la toile, qui abondent dans toute la France et on ne se procure les autres choses qu'à proportion que l'on a plus qu'il ne faut de ceux-ci [...] En sorte que l'excroissance des fruits de la terre fait travailler les avocats, les spectacles et les moindres artisans de quelque art ou métier qu'ils puissent être. » Il préconise également la concurrence. Si l'homme est en situation de monopole, rien ne l'arrête : producteur, il exigera des prix exorbitants, consommateur il exigera la gratuité. La concurrence rend de tels comportements égoïstes impossibles, permet l'atomicité du marché, la stabilité des prix, la stimulation de l'offre. Ce que des économistes appelleraient une allocation optimale. C'est plus tard, au XVIII^e siècle, que la pensée libérale s'affirme ouvertement contre l'État absolutiste et colbertiste, au-delà du cercle étroit des salons. C'est alors que mûrit l'idée que le marché pouvait être un risque à prendre, plutôt que de se risquer à soutenir indéfiniment une monarchie obsolète. L'historien contemporain Olivier Pétré-Grenouilleau a fait de ce moment un excellent récit : *Et le marché devint roi* [2013].

En France peut-être avant les autres nations. Car il faut souligner combien la France est pionnière en la matière. L'idée reçue serait une « exception anticapitaliste française » rappellent Augustin Landier et David Thesmar [2007]. Ces économistes libéraux nuancent aussitôt : « S'il y a un atavisme français, celui-ci est plus antiétatique qu'anticapitaliste... »

Négociant habitué à côtoyer les commerçants étrangers, Vincent de Gournay succombe cependant à la tentation française d'acheter une charge d'intendant du commerce : l'ancêtre des préfets créés par Napoléon Bonaparte. En France, on a alors tendance à faire du commerce le temps d'amasser une épargne suffisante pour acheter une charge anoblissante et s'agréger comme « robin (5) » à la noblesse « de sang ». Cette passion française pour la fonction publique demeure encore un des traits « exceptionnels » de nos élites [Rosanvallon, 1990]. Nonobstant, De Gournay parcourt le royaume : « Le rôle des manufactures, dans les vues de l'État, est de produire, moins pour enrichir tel ou tel fabricant, que de donner de l'emploi au plus grand nombre de pauvres et de gens oisifs qu'il est possible, parce que l'État certainement s'enrichit quand tout le monde y est occupé... » affirme-t-il en 1754. Le marchand prime quand même sur le haut fonctionnaire royal puisqu'il a laissé cette maxime, pierre angulaire du libéralisme : « Laisser faire, laisser passer. » La modernité de la pensée française se heurte pourtant à l'absolutisme... Louis XV l'énonce avec morgue : « Après nous, le déluge ». C'est ce qu'Anne Robert Jacques Turgot (1723-1781), qui peut sans doute être considéré comme l'Adam Smith français, pressent dans la lettre qu'il adresse en 1774, le jour où il est nommé contrôleur général des Finances, au roi Louis XVI tout juste âgé de vingt ans : « Il faut, Sire, vous armer, contre votre bonté même, considérer d'où vous vient cet argent que vous pouvez distribuer à vos courtisans. » Partisan d'une dépense publique efficace, il préconise des réformes énergiques pour briser les carcans désuets de l'Ancien Régime nécrosé, favorable à la liberté du commerce comme de pensée. Il sait que la survie du régime et la paix civile sont à ce prix. « Point de banqueroute ni avouée ni masquée par des

réductions forcées. Point d'augmentation d'impositions : la raison en est dans la situation des peuples, et encore plus dans le cœur de votre majesté. Point d'emprunt, parce que tout emprunt diminuant toujours le revenu libre, il nécessite au bout de quelque temps, ou la banqueroute ou l'augmentation de l'imposition. Il ne faut en temps de paix se permettre d'emprunter que pour liquider ses dettes anciennes, ou pour rembourser d'autres emprunts faits à un denier plus onéreux. Pour remplir ces trois points, il n'y a qu'un moyen c'est de réduire la dépense au-dessous de la recette [...] On demande sur quoi retrancher, et chaque ordonnateur dans sa partie soutiendra que presque toutes les dépenses particulières sont indispensables. Ils peuvent dire de fort bonnes raisons, mais comme il n'y en a point pour faire ce qui est impossible, il faut que toutes ces raisons cèdent à la nécessité absolue de l'économie... » La liberté du travail est somme toute la « propriété première, la plus sacrée et la plus imprescriptible de toutes ». Quand Anne Robert Turgot énonce ce véritable hymne au travail en cette fin de l'Ancien Régime, il fait une bruyante profession de foi « révolutionnaire ». L'historien François Furet ne s'y trompe pas qui intitule un volume de l'histoire de France : *Le siècle des Révolutions (1770-1880)* [1988]. Rappelons qu'en France le travail est jusqu'alors déconsidéré sur le plan politique et économique. Les deux ordres privilégiés qui dominaient la société et accaparaient les pouvoirs, noblesse et clergé, ne travaillaient pas. Pour un noble, travailler c'est déroger à la règle de vie noble, c'est donc déchoir socialement. Car c'est la dépense qui fait le noble. Et c'est la dépense qui, hier comme aujourd'hui (57,5 % du PIB), semble justifier le « rang » de la France. Une dépense financée hier comme aujourd'hui par la dette (près de 100 % du PIB actuellement). Une dette souverainement ignorée par Louis XVI comme par nos monarques républicains du château de l'Élysée. C'est méconnaître que le risque du marché peut se réaliser sous la forme d'un accès de défiance envers la dette publique lorsque les acteurs économiques considèrent que les promesses ne seront pas tenues...

Il y a du Turgot en Macron comme il y a peut-être hélas du Louis XVI en Hollande. L'actuel président

de la République n'a-t-il pas échoué à diminuer le déficit public français et annoncé en 2015 que « le pacte de sécurité prime sur le pacte de stabilité » ? Révoqué pour avoir (momentanément) démantelé le monopole des corporations, l'année de la parution de la *Richesse des nations* (1776), Turgot a pressenti la révolution de 1789 mais ne la vit pas. L'échec final de Turgot validerait le mot désabusé de De Gaulle (1890-1970) sur une de nos exceptions les plus éruptives : « En France, on ne fait pas de réformes. On fait des révolutions... »

Notes

1. Journal officiel du 31 mars 1928.
2. *Externalité : action positive ou négative d'un agent économique sur un autre agent économique, sans transiter par le marché, c'est-à-dire sans effet prix. Louis XIV ignorait évidemment ce concept énoncé au XX^e siècle, mais sans doute pas sa substance.*
3. *SFIO pour Section française de l'internationale ouvrière, premier parti socialiste français fondé en 1905.*
4. *Joseph Aloïs Schumpeter a également été ministre des Finances de l'Autriche dépecée et battue de 1918.*
5. *Robin pour noblesse de robe : magistrat, intendant...*

Bibliographie

- COQUERY N., *Tenir boutique à Paris au XVIII^e siècle. Luxe et demi-luxe*, CTHS, coll. « Histoire », 2011.
- CORNETTE J., *Louis XIV*, Éditions du Chêne, 2010.
- DAVIET J.-P., *Une multinationale à la française. Saint-Gobain 1665-1989*, Fayard, 1989.
- FURET F., *Le siècle des Révolutions (1770-1880)*, Hachette, 1988.
- LANDIER A. ; THESMAR D., *Le grand méchant marché. Décryptage d'un fantasme français*, Flammarion, coll. « Champs », 2007, pp. 10-11.
- MARTIN P. (dir.), *La France : une exception ?*, Ellipses, novembre 2016.
- MARTIN P., *Deux siècles d'assurance mutuelle. Le groupe Azur*, CTHS, coll. « Histoire », 2009.
- PASTRÉ O., *La méthode Colbert. Ou le protectionnisme économique efficace*, Perrin, 2006.
- PÉTRÉ-GRENOUILLEAU O., *Et le marché devint roi*, Flammarion, 2013.
- ROSANVALLON P., *L'État en France de 1789 à nos jours*, Seuil, 1990.
- VERLET P., *Le château de Versailles*, Fayard, 1985.

LES DÉRIVES DU PRINCIPE DE PRÉCAUTION

Arthur Charpentier

Maître de conférences, Université de Rennes 1

« Dans le doute, abstiens-toi » dit la sagesse populaire. Le principe de précaution (en allemand Vorsorgeprinzip) est né de l'idée qu'il convient d'accepter qu'il existe un doute, ou une incertitude (scientifique), dans la connaissance des risques. Il y a un peu plus de vingt ans, la loi Barnier introduisait le principe de précaution dans le droit français, pour le « risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement », communément appelé « risque environnemental ». Il y a un peu plus de dix ans, il a été inscrit dans la Constitution, approuvé par 531 députés, exprimant ainsi un très large consensus politique, probablement aussi social. Mais aujourd'hui, le principe de précaution est évoqué dans des contextes tout aussi divers que le risque d'actes de terrorisme, mais aussi des procédures de droit civil. Quelles sont les conséquences de cette dérive de l'utilisation du principe de précaution ?

Prudence, prévention, précaution... et prévisions

Il est souvent admis que la précaution se distingue de la prévention par l'absence d'identification des risques. La prévention pourrait être associée à la protection contre des risques identifiés, alors que la notion de précaution interroge sur les actions possibles face aux risques non encore identifiés. Comme le rappellent Ewald, Gollier et Sadeleer [2009], le principe de précaution en matière d'environnement passe par trois impératifs : réduire les risques et éviter des émissions même lorsqu'on ne constate pas d'effet à court terme, formuler des objectifs de qualité environnementale, et définir une approche écologique

de la gestion de l'environnement. Aussi, même en l'absence de certitudes (et quelles que soient les connaissances scientifiques du moment), le principe de précaution vise à ne pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées, permettant de prévenir des dommages irréversibles, à un coût acceptable. D'autres principes peuvent venir compléter ce dernier, comme le principe d'information ou de participation, qui postule que chaque citoyen doit avoir accès aux informations relatives à son environnement.

Comme le notait Hunyadi [2004], ces trois notions sont étroitement liées, mais différentes.

- La prudence vise les risques avérés, ceux dont l'existence est démontrée ou connue empiriquement et suffisamment pour qu'on puisse en estimer la

fréquence d'occurrence. Le fait d'être probabilisable rend le risque assurable. On rangera dans cette catégorie la consommation d'alcool ou jouer à la roulette russe.

- La prévention vise les risques avérés, ceux dont l'existence est démontrée ou connue empiriquement sans toutefois qu'on puisse en estimer la fréquence d'occurrence. Le risque nucléaire entre probablement dans cette catégorie. L'incertitude ne porte pas sur le risque, mais sur sa probabilité de réalisation. L'absence de probabilités rend – normalement – le risque inassurable par l'industrie classique de l'assurance.
- La précaution vise les risques dont ni l'ampleur ni la probabilité d'occurrence ne peuvent être calculées avec certitude, compte tenu des connaissances du moment. Un exemple qui a été beaucoup débattu est celui des organismes génétiquement modifiés, mais on peut inclure tous les risques liés aux nanotechnologies.

Pour reprendre les mots d'Hohmann [1994], tels que cités dans Ewald, Gollier et Sadeleer [2009], la précaution naît de « la volonté de s'affranchir de la démarche assimilative pour lui substituer une démarche anticipative ». Wynne [1992] utilise le terme « *anticipatory paradigm* » pour parler du principe de précaution. L'anticipation et les prévisions sont alors au centre de la précaution : le principe de précaution implique d'anticiper les risques, avec la dimension d'incertitude qui va l'accompagner. Comme l'assurance finalement. Sauf que cette dernière suppose généralement que l'aléa est indépendant de la volonté des agents, alors que la précaution s'intéresse aux risques endogènes, qu'il convient d'anticiper. Et quand la précaution devient un principe juridique, on peut tomber dans des excès bien connus par les amateurs de science-fiction. « *I'm placing you under arrest for the future murder of Sarah Marks and Donald Doobin that was to take place today* », lançait au meurtrier potentiel le policier John Anderton, dans le film inspiré par la nouvelle publiée en 1956 par Philip K. Dick, *Minority Report*. Peut-on arrêter quelqu'un de manière préventive, ou pire, précautionneuse, au nom du principe de précaution ?

On n'est pourtant pas loin de ce scénario de science-fiction quand on regarde comment fonctionne la lutte contre le terrorisme. En novembre 2015, en conséquence de l'état d'urgence, des perquisitions administratives ont été menées. « L'objectif est de ne pas se voir reprocher de n'avoir rien fait alors que nous avons des informations. C'est une sorte de principe de précaution appliqué au terrorisme » avait affirmé un policier dans *Libération* ⁽¹⁾. Avant l'été 2016, le député des Alpes maritimes Eric Ciotti disait, au sujet des personnes fichées S, que pour « ces personnes aujourd'hui, il doit y avoir un principe de précaution, on doit les placer dans une situation de rétention. Ils ne peuvent plus être en liberté, parce qu'ils constituent une menace » ⁽²⁾. Est-ce vraiment cela le principe de précaution ?

Justice, incertitude, aléa et précaution

Le principe de précaution requiert la pratique d'un doute, qui peut faire penser au doute hyperbolique, que les juristes rattachent parfois au concept d'inversion de la charge de la preuve. L'adage « coupable jusqu'à ce que l'innocence soit prouvée » est en train de remplacer la maxime juridique séculaire « innocent jusqu'à preuve du contraire », comme l'évoquait van den Belt [2003] ou Flückiger [2003], s'interrogeant et mettant à l'épreuve du principe de précaution le concept même de preuve.

Étrangement, les mots preuve et probabilité dérivent du même adjectif latin, *probus*. *Probus ager* est le champ où les graines germent et poussent. Ce qui est *probus* est alors ce qui répond à une attente, produit, nourrit. Appliqué à l'homme, il impliquera la bonté, l'honnêteté (la probité). Il s'agit alors d'une réponse positive à l'attente (au contraire, le hasard serait associé à l'improbable, à une réponse négative). *Probus* donnera *probatio*, la preuve, plus tard dénommée *proba*. *Approbare* signifie alors prouver, voire approuver, et le dérivé *probabilis* signifierait

approuvable. C'est ce sens qui semble avoir été retenu par Cicéron lorsqu'il utilise *probabilia* pour évoquer des conjectures possibles. Ce qui est probable contient alors une grande part psychologique, avec un jugement éthique (on va approuver), mais aussi un jugement de vérité (on va prouver). Comme le disait Gaston Bachelard : « C'est à la faveur d'une confusion entre le domaine psychologique et le domaine du réel que nous incorporons dans la notion de probabilité... » [Bachelard, 1927]. La probabilité, aussi compliqué que puisse être le calcul qui se cache derrière la valeur, ne mesure que notre attente.

■ La décision juste dans un monde incertain

On demande à la justice de résoudre des problèmes, parfois de définir une vérité que les scientifiques n'arrivent pas à établir (comme dans le contexte du risque environnemental). Mais dans la vie de tous les jours, les juges prennent de nombreuses décisions. Et commettent des erreurs. En théorie de la décision, on peut résumer cela dans le tableau 1 ci-dessous. En justice pénale, le juge – ou un jury – doit décider si une personne est innocente ou pas. Deux types d'erreurs sont possibles : les faux négatifs (les coupables innocentés) et les faux positifs (les innocents envoyés en prison).

Tableau 1 - Mécanisme de décision et erreurs

		Réalité	
		innocent	coupable
Décision	innocent (négatif)	bonne décision	erreur de première espèce (faux négatif)
	coupable (positif)	erreur de seconde espèce (faux positif)	bonne décision

Source : auteur.

Dans les histoires pour enfants, des faux positifs, c'est Pierre qui hurle au loup alors qu'il n'y a rien (et qui finit par lasser tout le monde, et lorsque le loup arrive effectivement, personne n'y croit). En matière

de justice, un faux positif, c'est un innocent envoyé en prison. Il n'est pas rare qu'un type d'erreur soit « économiquement » plus intéressant. Une analyse coût-bénéfice en marketing, par exemple, montre que solliciter quelqu'un qui refusera un produit est généralement moins coûteux que rater un bon client. Dans d'autres applications, un type d'erreur sera « socialement préférable », comme en santé publique. Suite à une quarantaine, on pourra préférer condamner des innocents que d'avoir une personne contaminée qui sorte de la zone contenue (et puis contamine le reste de la population). La grande difficulté en théorie de la décision est précisément de choisir ses erreurs (ou plutôt ses taux d'acceptation d'erreurs).

■ La décision juste et les erreurs

Voltaire écrivait en 1747, à propos de Zadig, choisi par le roi pour devenir premier ministre : « C'est de lui que les nations tiennent ce grand principe : qu'il vaut mieux hasarder de sauver un coupable que de condamner un innocent ». Ce principe a longtemps semblé juste (c'est le second exemple dans le tableau 2).

Tableau 2 - Exemple de décisions rendues - 1. Cas réaliste, 2. Tous innocents, 3. Tous coupables

Cas 1		Réalité	
		innocent	coupable
Décision	innocent	20	10
	coupable	15	55

Cas 2		Réalité	
		innocent	coupable
Décision	innocent	30	0
	coupable	70	0

Cas 3		Réalité	
		innocent	coupable
Décision	innocent	0	30
	coupable	0	70

Source : auteur.

Comme le montre le tableau 2, partons d'une situation réelle (ou supposée comme telle), avec un système judiciaire qui commet quelques erreurs. Sur la centaine de personnes jugées, 10 personnes coupables ont été acquittées, alors que 15 innocents ont été envoyés en prison ; soit globalement 25 % d'erreurs, même si on peut imaginer que les deux erreurs ne sont ici sensiblement pas du même ordre. En déclarant tout le monde innocent, on commet 70 % d'erreurs, ce qui est manifestement trop élevé. Alors qu'en déclarant tout le monde coupable, on commet 30 % d'erreurs. Dans une certaine mesure, les risques des deux types d'erreurs sont inversement liés. Réduire l'un d'entre eux se fera généralement au détriment de l'autre. Nous devons reconnaître qu'il y a un compromis inévitable dans la conception de notre système de justice pénale. En économie, l'équilibre dépend de notre estimation des coûts économiques (et autres) associés à chacun des deux types d'erreur. Mais en matière judiciaire, on peut imaginer que l'aspect moral est important.

Dans un système judiciaire civilisé, les risques d'erreur du premier type sont minimisés dans la mesure du possible, c'est tout du moins ce que l'on entend par l'expression « innocent jusqu'à preuve du contraire ». Il y a un prix à payer pour cette approche prudente et civilisée, à savoir qu'éventuellement bon nombre de malfaiteurs doivent être acquittés en raison d'une « absence suffisante de preuves ».

Erreur et responsabilité : placer les victimes au centre de la justice

Le juge a une expérience construite sur une sous-population probablement non représentative de la population française. Ce biais de sélection est causé par le fait que les policiers ont dû convaincre un procureur de poursuivre les investigations, pour au moins arriver à la phase d'instruction. Ce qui pourrait presque légitimer

qu'un juge – ou de manière générale toute personne gravitant dans le monde de la justice – ait un a priori tellement négatif, que dans le doute, par peur de commettre une erreur, il se fit à son instinct, construit à partir d'une population biaisée. Pire encore, s'il prend l'habitude de condamner (partant du fait qu'il n'y a pas de fumée sans feu), un juge peut être convaincu de n'avoir eu face à lui que des coupables. Il est pourtant normal de commettre des erreurs. « *Errare humanum est* » disait saint Augustin. Le danger est que le décideur confonde souvent « faute » et « erreur », et de peur de commettre une faute, dont il pourrait être reconnu responsable, il n'ose trancher. La difficulté est d'admettre ses erreurs, et d'apprendre d'elles. Car il faut se souvenir que l'erreur de seconde espèce est une erreur double : s'il y a un innocent qui croupit en prison, il y aussi – probablement – un criminel toujours en liberté.

Avec le principe de précaution, le pouvoir fait de la société la victime potentielle et nous invite à nous objectiver comme telle. Après la Seconde Guerre mondiale, comme l'a montré Rechtman [2005], l'attention des psychiatres s'est déplacée du traumatisme aux victimes. Et cette idée s'est ensuite imposée à l'ensemble de la société : chacun doit, pour exister, dire sa souffrance et susciter la compassion. Si la victimologie a ainsi fait son entrée dans le monde de la psychiatrie, parallèlement, la place de la victime a été renforcée dans le droit. Lévy [2004] a montré qu'aujourd'hui les victimes se voient reconnaître des droits excessifs, en particulier lorsqu'elles entrent dans certaines catégories (enfants, victimes de violences sexuelles, d'actes de terrorisme, etc.). Dans ce cas, la parole de la victime est alors sacralisée, la défense de l'accusé devient donc impossible ; tout le monde étant inconsciemment persuadé de sa culpabilité. Guillaume Erner dénonce, dans *La société des victimes*, un nouvel ordre moral qui s'instaure et confère à la victime un statut quasi sacré, puisqu'elle devient une « version laïcisée des martyrs et des saints ».

Lévy [2004] rappelait que la psychiatrie semble penser que les troubles psychologiques résultant de certaines infractions sont parfaitement compatibles

avec des personnalités normales. Ainsi « on considère donc que l'absence de tout signe visible de traumatisme non seulement n'exclut pas le crime, mais dans certains cas, peut constituer un indice supplémentaire de sa réalité ». On retrouve ici l'idée qu'avait Edgar Hoover, telle que la légende la rapporte : après avoir été mis sur écoute, si les écoutes confirmaient les suspicions, les individus étaient classés « subversifs », alors que si les écoutes n'étaient pas concluantes, ils étaient classés « subversifs malins ». On est loin de l'époque où Voltaire pouvait affirmer préférer avoir un coupable dans la nature qu'avoir un innocent en prison, demandant un taux d'erreur de première espèce le plus faible possible. En plaçant la victime au centre de la justice, on demande aujourd'hui un taux d'erreur de seconde espèce nul. Ce qui revient à nier la présomption d'innocence : « coupable jusqu'à ce que l'innocence soit prouvée », en s'appuyant abusivement sur le sacro-saint « principe de précaution ».

Le principe de précaution est aussi un risque

Il est aujourd'hui clair que le principe de précaution a instauré un nouveau standard de jugement de la responsabilité et étendu son espace éthique. Comme le notait François Ewald : « Celui qui introduit le risque doit le prévoir. En ne prenant pas suffisamment de précaution, en particulier d'abstention, il peut être déclaré responsable ». Au nom de ce principe, certains événements festifs sont annulés, comme le rapportaient *La Voix du Nord* et France 3 lors de l'annulation de braderies en septembre dernier. Le principe de précaution fait peur aux décideurs et impose une inertie, un conservatisme sans limite. Il serait peut-être temps de prendre davantage de précaution dans l'application de ce principe.

Notes

1. *liberation.fr*, 19 novembre 2015. http://www.liberation.fr/france/2015/11/19/les-perquisitions-un-principe-de-precaution_1414828

2. *Rapporté dans lemonde.fr*, 14 juin 2016. http://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2016/06/14/internet-tous-les-djihadistes-presumes-fiches-s-le-retour-d-une-proposition-inapplicable_4950347_4355770.html

Bibliographie

BACHELARD G., *Essai sur la connaissance approchée*, Vrin, 1927.

ERNER G., *La Société des victimes*, La Découverte, 2006.

EWALD F. ; GOLLIER CH. ; SADELEER N. (DE), *Le principe de précaution*, PUF, coll. « Que sais-je ? », 2009.

FLÜCKIGER A., « La preuve juridique à l'épreuve du principe de précaution ». *Revue européenne des sciences sociales*, 41, 2003, pp. 107-127.

France 3, « Lille : après la braderie, le semi-marathon et le 10 km annulés », 2016. <http://france3-regions.francetvinfo.fr/nord-pas-de-calais/nord/lille-metropole/lille/lille-apres-braderie-semi-marathon-10-km-annules-1062833.html>

HOHMANN H., *Precautionary Legal Duties and Principles of Modern International Environmental Law. The Precautionary Principle: International Environmental Law between Exploitation and Protection*, Springer Verlag, 1994.

HUNYADI M., « La logique du raisonnement de précaution », *Revue européenne des sciences sociales*, 42, 2004, pp. 9-33.

lavoixdunord.fr, « Libercourt : le principe de précaution appliqué à la lettre à la braderie du centre », 4 septembre 2016. <http://www.lavoixdunord.fr/region/libercourt-le-principe-de-precaution-applique-a-la-ia34b54029n3713449>

LÉVY TH., *Éloge de la barbarie judiciaire*, Odile Jacob, 2004.

RECHTMAN R. « Du traumatisme à la victime », in FASSIN D. et BOURDELAIS P. (dir.), *Les constructions de l'intolérable*.

Études d'anthropologie et d'histoire sur les frontières de l'espace moral, La Découverte, 2005.

VAN DEN BELT H., "Debating the Precautionary Principle: 'Guilty until Proven Innocent' or 'Innocent until Proven Guilty'?", *Plant Physiology*, 132(3), 2003, 1122–1126.

VOLTAIRE, *Zadig ou la destinée*, 1747.

WYNNE B., "Uncertainty and Environmental Learning: Reconceiving Science and Policy in the Preventive Paradigm", *Global Environmental Change*, 2(2), 1992, pp. 111-127.

ET SI L'ASSURANCE DISPARAISAIT ?

Jean-Pierre Daniel

Fondateur de Vigie, veille internationale et vigilance économique

L'avenir de l'assurance, sujet de science-fiction ? La question mérite d'être posée quand on voit s'annoncer au-dessus du monde de l'assurance plusieurs évolutions majeures qui sont autant de menaces. Technologiques d'abord avec les véhicules connectés et la domotique. Législatives ensuite avec le resserrement du carcan législatif autour des assurances de personnes. Financières enfin avec la persistance de taux historiquement bas et qui pourraient demain être négatifs. Dans vingt ans, le paysage de l'assurance aura été bouleversé et il faut savoir gré à Séraphin Lampion de nous aider à découvrir ce monde où le petit risque aura disparu mais où le besoin d'assurance subsistera.

Après un long sommeil depuis *Tintin et les Picaros*, Séraphin Lampion s'éveille en 2035 et observe le paysage de l'assurance. Quel contraste avec le monde qu'il a connu !

Les mutations

■ Des véhicules désormais sans chauffeur

Les voitures circulent sans chauffeur. Les rues et les routes n'ont guère changé mais les véhicules se déplacent sans intervention humaine. Il n'y a plus de chauffeur mais seulement des passagers qui conversent, lisent ou travaillent sur leur tablette. Il n'y a plus non plus de propriétaire car la propriété individuelle

des voitures a disparu au profit du multi-usage dont le promoteur avait été Autolib. Le responsable du véhicule a programmé sa destination et le programme mis au point par Google se charge du reste. La vitesse est adaptée bien sûr à la chaussée mais surtout au trafic. Les embouteillages avec leurs incessants *stop and go* ont été remplacés par des flux continus de véhicules qui progressent, lentement mais sûrement, vers les gigantesques parkings situés à la périphérie des grandes agglomérations ou vers les plages et les stations de sports d'hiver selon la saison.

Les véhicules semi-autonomes dont la conduite était assistée par des radars qui avertissaient en cas de danger ont disparu. Leur cohabitation sur les routes avec les véhicules autonomes était problématique. Même assistée, la conduite restait le fait du conducteur dont les réactions n'étaient pas aussi rapides et fiables

que celles de l'ordinateur. Il en résultait des accidents qui auraient pu soulever des problèmes complexes de responsabilité comme celui intervenu début 2016 à un prototype de Google qui coupa la route à un autocar. Qui de l'ordinateur ou du chauffeur avait pris la mauvaise décision ? Heureusement ces difficultés avaient été résolues puisqu'en 2025 les sociétés d'assurance françaises avaient obtenu du législateur la mise en place d'un régime *no fault*. Chaque assureur indemnisait son assuré sans exercer de recours. On présupposait que la dimension des portefeuilles des grands assureurs était suffisante pour assurer au sein de chaque entreprise une mutualisation entre responsables et non responsables.

■ L'impact économique

Puisque tous les véhicules sont guidés par un même logiciel, les accidents ont disparu. De ce fait les assureurs ont perdu 40 % du chiffre d'affaires de l'assurance dommages. Cela a conduit à des licenciements, mais moins dramatiques qu'on aurait pu le craindre : depuis de nombreuses années, la gestion du risque automobile s'est considérablement simplifiée, le *no fault* était l'étape ultime de cette simplification et les sureffectifs ont pu ainsi être absorbés par le jeu naturel des départs en retraite.

Plus dramatique a été le choc pour les carrossiers. En 2015, les accords passés avec les assureurs contribuaient pour 49 % à leur chiffre d'affaires et l'évolution vers le *no fault* ne les avait pas affectés. En effet, il fallait continuer à réparer les véhicules accidentés ; la modification du régime de responsabilité n'ayant pas eu d'impact sur la fréquence. Il en va différemment quand les accidents eux-mêmes ont disparu. Les experts automobiles ont été aussi durement touchés, à tel point que ceux qui avaient survécu au développement de l'expertise à distance depuis 2020 ne résistèrent pas à cette généralisation des véhicules connectés. Les mêmes causes produisirent les mêmes effets sur les avocats et les médecins experts spécialisés dans la réparation du préjudice corporel. Les accidents automobiles ayant disparu, il n'y a plus de victimes à indemniser.

■ La domotique omniprésente

En assurance dommages des particuliers, et essentiellement en multirisque habitation (MRH), la situation n'est guère différente. La généralisation des objets connectés, qui a connu une véritable explosion à partir de 2020, a considérablement diminué la fréquence des sinistres. Les assureurs ont fortement incité les clients à s'équiper de détecteurs de fumée ou d'intrusion et surtout d'appareils capables de réagir en cas de dégâts des eaux. Ce faisant, ils ont joué à l'apprenti sorcier puisque ces sinistres de fréquence, qui justifiaient leur raison d'être à l'égard des assurés, ont quasiment disparu. Là aussi les experts ont payé un lourd tribut à cette évolution, le nombre des missions ayant drastiquement diminué.

Face à cette profonde modification – pour ne pas dire disparition – de l'assurance dommages des particuliers, tant automobile que MRH, Séraphin Lampion imagine que les assureurs se sont concentrés sur les assurances de personnes. Lui-même proposait à tout venant les contrats d'assurance vie de la société Mondass. Dans les années 2010, elles semblaient être un marché porteur et générateur de marges. Là encore l'évolution n'a pas été celle que l'on pouvait attendre.

■ Les mutations de l'assurance santé

Si les assurances accidents ou indemnités journalières ont continué d'exister mais sans connaître de véritable expansion, la grande déception est venue de l'assurance complémentaire santé. Les différences déjà ténues entre assureurs, mutuelles d'assurance et institutions de prévoyance n'ont pas résisté à la pression des fonctionnaires de Bruxelles qui ne comprennent pas que des gens qui font le même métier n'obéissent pas tout à fait aux mêmes règles. En 2030, il n'y a plus que des sociétés d'assurance et les différences de statuts, dont la justification était surtout historique, ont disparu.

Selon un mouvement qui avait été initié dans les années 2010 par une ministre socialiste de la santé, Marisol Touraine, les gouvernements successifs ont

encadré de plus en plus étroitement l'assurance santé. Paniers de soins, limitations des garanties, encadrement des tarifs, absence de sélection, les assureurs santé sont devenus des gestionnaires privés de garanties obligatoires. Ils sont rémunérés non par des résultats techniques mais par des frais de gestion que l'État les autorise à inclure dans leurs contrats. Bien entendu ces frais de gestion sont régulièrement revus à la baisse et l'assurance complémentaire santé a perdu tout intérêt pour les opérateurs. Ceux qui restent présents dans cette activité le font parce qu'ils ont du personnel et des moyens informatiques qu'il faut bien occuper, mais ils n'en tirent pas de résultats.

■ Réseaux de soins et prévention

Quand ils ont compris que leur liberté d'action allait disparaître, les plus créatifs des assureurs santé ont réagi. Les réseaux de soins intégrant des médecins, qui avaient été interdits par le législateur sous la pression du lobby médical, ont été autorisés en 2021, à l'instar de ce qui existait depuis longtemps chez nos voisins. Ce que ces assureurs imaginatifs vendent aujourd'hui c'est l'accès à des réseaux de soins, composés bien sûr de médecins et d'hôpitaux, mais aussi de tous les prestataires qui gravitent autour du monde de la santé et du bien-être. Ce que ces assureurs apportent et vendent à leurs clients, c'est une forme de certification quant à la qualité du prestataire, du médecin spécialiste au nutritionniste ou à la salle de sport. Cela suppose, et c'est ce qui fut le plus difficile à obtenir, notamment des médecins, un contrôle de la qualité des soins qui, même exercé par un confrère, n'a pas été facile à faire accepter par une profession foncièrement individualiste et sûre de sa valeur.

Parallèlement, sur le terrain de la prévention et du bien-être, les assureurs sont passés maîtres dans l'exploitation des données que procure le *big data*. Ils vendent à leurs clients l'envoi de messages d'alerte ou au contraire d'encouragement pour les aider à améliorer leur hygiène de vie. Le premier niveau a consisté à encourager les urbains à ne pas être trop sédentaires et ce fut l'époque des *applewatches*.

Aujourd'hui, les messages sont beaucoup plus complets et intègrent des données de santé, de qualité de sommeil et de type d'alimentation. Les assureurs ont su ne pas donner ces informations gratuitement, ce qui avait été la tendance initiale. La vente de ces services par leurs filiales d'assistance leur procure des revenus qui compensent la perte de marge qu'ils ont subie sur les contrats santé classiques. Le seul domaine dans lequel ils donnent gratuitement ces informations, c'est celui de l'assurance décès car le retour sur investissement est évident en termes de réduction de la mortalité.

■ La mort de l'assurance vie-épargne

L'assurance vie est l'autre grand domaine où de profonds bouleversements ont affecté l'activité des assureurs. Si l'assurance décès n'a pas connu de changements majeurs – si ce n'est l'allongement des garanties emprunteurs, conséquence de la généralisation d'emprunts immobiliers sur trente ou quarante ans –, il en va différemment de l'assurance épargne. Les contrats en euros, où l'assureur garantissait un rendement à ses assurés, ont disparu. Les contrats souscrits au début des années 2000 arrivent à leur terme et les assureurs s'en réjouissent. Les clients ont un point de vue différent car leurs espérances de gain ont dû être revues à la baisse. Les sociétés ont dû s'adapter aux rendements très bas de leurs placements qui, à partir des années 2012-2015, ont été pratiquement nuls. Si l'on ajoute l'impact de la directive Solvabilité II entrée en vigueur en 2016, qui a obligé les assureurs à plus encore de prudence en matière d'allocations d'actifs, on comprend pourquoi les contrats en euros ont disparu. Seuls sont proposés des produits en unités de compte où l'assuré supporte le risque de perte en capital.

Cette évolution, logique du point de vue de l'entreprise d'assurance, est contraire à ce que le client attend d'un assureur. Cette absence de rentabilité sur les placements réalisés a conduit de nombreux assureurs traditionnels à abandonner le marché de l'assurance vie-épargne. Les réseaux bancaires ont occupé l'espace qu'ils n'occupaient pas encore et

aujourd'hui le client a de plus en plus de mal à distinguer un contrat d'assurance vie d'un placement boursier. Aux yeux du public, l'assurance vie-épargne a disparu et, par un curieux retour de l'histoire, ne sont aujourd'hui perçus comme de l'assurance vie que les assurances de risque, temporaire décès, garantie obsèques et assurance dépendance. Cette dernière est désormais entrée dans les mœurs. L'allongement de l'espérance de vie a été enfin pris en compte par les clients et surtout, du côté de l'offre, l'assurance collective s'est développée. En voyant que le marché individuel stagnait en dessous de deux millions d'assurés, les assureurs ont organisé la portabilité des droits acquis par le salarié. La logique est la même que celle utilisée par les fonds de pension anglais. Le salarié qui quitte son employeur apporte à l'assureur du nouvel employeur la provision mathématique que ses versements lui ont permis de constituer. Ainsi il ne perd pas ses droits acquis et bénéficiera le moment venu d'une garantie dépendance financée tout au long de sa vie active.

■ Et la distribution ?

La quasi-disparition des risques de particuliers a complètement bouleversé le monde de la distribution. À partir des années 2000 on avait vu se développer timidement les ventes d'assurance par Internet mais les clients se partageaient encore entre les agents généraux, les courtiers et les banques. Un contact avec un conseiller, quel que soit son statut, semblait indispensable à la grande majorité des clients et la vente de contrats sans intermédiaire physique, qui était le rêve de beaucoup de sociétés, restait marginal. C'est en prenant conscience de cette difficulté que des entreprises, à partir de 2025, s'intéressèrent à l'inclusion de l'assurance dans le produit lui-même. En achetant le produit ou le service on achète l'assurance en même temps et sans vraiment en percevoir le prix. L'ancêtre de cette pratique était la carte neige des années 1970, mais aujourd'hui on va beaucoup plus loin. L'assurance multirisque habitation est incluse dans le prix de l'électricité puisqu'il existe une corrélation entre la dimension du logement, la richesse et le nombre de ses occupants et la consommation

d'électricité. Toutes les activités de loisirs ou de sport incluent des couvertures d'assurance qui, bien sûr se superposent, ce qui n'est pas pour déplaire aux assureurs. On avait même envisagé d'inclure l'assurance de responsabilité automobile dans le prix du carburant mais l'idée fut abandonnée en raison de la mise en place du *no fault* et de la généralisation des véhicules connectés.

Ces deux évolutions, montée d'Internet – inéluctable même si plus lente que prévue – et inclusion de l'assurance dans les produits et services, plus la disparition de l'assurance automobile, ont eu un impact majeur sur les réseaux de distribution. Le nombre des agents et des courtiers qui, par nature ne vivaient que de l'assurance, a été drastiquement réduit. Séraphin Lampion constate qu'il n'aurait plus sa place dans le monde de l'assurance des années 2030. Ne subsistent que des courtiers puissants qui vendent par Internet ou négocient avec des partenaires ces accords qui permettent d'inclure l'assurance dans les produits ou les services. Les clients qui veulent encore rencontrer un conseiller ou les professionnels qui ont des problèmes plus complexes, mais pas une taille suffisante pour intéresser les courtiers, sont les clients des réseaux bancaires. Eux aussi ont vécu la transition numérique et le nombre d'agences a beaucoup diminué mais, parce qu'ils font plusieurs métiers et vendent aussi bien de l'assurance que des produits bancaires, ils ont mieux résisté que les intermédiaires traditionnels.

Le modèle économique en question

À l'issue de ce tour d'horizon, Séraphin Lampion est stupéfait par l'ampleur des changements survenus en quelques années. Il est frappé aussi par le fait que ces évolutions affectent profondément le modèle économique sur lequel fonctionne l'assurance. En schématisant à l'extrême, le petit risque n'existe plus. Mais cela ne veut pas dire que le grand risque ait disparu.

Il existe encore des établissements classés Seveso, des avions de plus en plus gros qui parfois ont des accidents, des laboratoires pharmaceutiques qui mettent en vente des molécules dangereuses. Les catastrophes naturelles n'ont pas disparu et l'urbanisation croissante de la planète en augmente chaque année le coût. Enfin, ces logiciels géants qui gèrent la circulation automobile, la domotique des habitations ou les alertes de santé des particuliers doivent – ou devraient –

être assurés. Le risque d'un bug existe et les conséquences en seraient dramatiques. Carambolage généralisé des véhicules entrant dans Paris un matin de semaine, fausse alerte incendie sur l'ensemble d'un quartier à la suite de la défaillance d'un serveur, taux de sucre erroné envoyé à une cohorte de diabétiques, autant de risques qui demeureront.

Seront-ils assurables si la couverture des risques de particuliers a disparu ?

Actualité de la Fondation du risque

COMMENT LES INDIVIDUS ANTICIPENT-ILS LE RISQUE DE DÉPENDANCE ?

Roméo Fontaine

Chaire « Les particuliers face aux risques »

« La préférence des individus pour le présent constitue le déterminant le plus important pour la souscription d'une assurance dépendance. »

Avec le vieillissement de la population française, le financement de la dépendance est un enjeu de plus en plus important. Dans ce contexte, une meilleure connaissance des comportements de couverture face au risque dépendance est cruciale pour dessiner une prise en charge publique efficace et équitable (1).

Comment financer la prise en charge de la perte d'autonomie en France ? Comment les particuliers perçoivent-ils ce risque relativement lointain ? Quelles initiatives permettraient de développer le marché de l'assurance dépendance ? Autant de problématiques à gérer pour les pouvoirs publics, les assureurs et les individus eux-mêmes dans un contexte de vieillissement de la population et d'augmentation des dépenses liées à la prise en charge de la dépendance. À l'horizon 2050, les besoins de financement du risque de dépendance seront supérieurs à ceux du risque retraite, selon les estimations de 2011 de la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (Drees).

Les ménages doivent mettre la main à la poche

Toujours selon ces estimations, les ressources financières pour prendre en charge les personnes âgées dépendantes sont évaluées à 28,3 milliards d'euros, ce qui représente 1,41 % du PIB national. Sur ce montant colossal, les pouvoirs publics en ont financé 75 %, soit 21,1 milliards d'euros. Par conséquent, les restes à charge – aux frais des personnes âgées et de leur famille d'un montant de 7,2 milliards d'euros –

demeurent importants. Toutefois, les restes à charge des ménages sont sous-estimés en raison d'un manque de statistiques sur ce sujet et de la non prise en compte des coûts indirects associés à l'aide apportée par la famille. En clair, les contributions familiales au financement de la dépendance des personnes âgées sont encore plus élevées que les estimations et cette tendance devrait s'accroître davantage dans les années à venir.

Pour se prémunir contre le risque de dépendance, les personnes âgées ont la possibilité de souscrire une assurance spécifique, mais le marché de l'assurance dépendance peine à se développer, avec à peine deux millions de personnes âgées de cinquante ans et plus réellement assurées. Les raisons ? D'abord, l'offre de couverture contre la dépendance est imparfaite, les produits sont hétérogènes, complexes et chers. La création d'un label par l'État permettrait d'homogénéiser ce marché, estime Roméo Fontaine (2). Ensuite, les individus ont une perception erronée du risque de dépendance à des degrés divers. C'est justement à ce dernier point que Roméo Fontaine et ses coauteurs se sont intéressés : « L'objet de nos travaux est de chercher, d'une part, comment les particuliers perçoivent le risque de dépendance et, d'autre part, ce qui les motive à s'assurer contre la dépendance », explique Roméo Fontaine.

Les individus ignorent leur couverture contre la dépendance

Pour réaliser leurs travaux empiriques, Roméo Fontaine et ses coauteurs se sont basés sur deux enquêtes en population générale : « Patrimoine et préférences vis-à-vis du temps et du risque » portée par Luc Arrondel (CNRS, PSE) et André Masson (CNRS, EHESS, PSE) et qui en 2011 intégrait un questionnaire dépendance développé par la Fondation Médéric Alzheimer ; ainsi que « l'enquête santé et protection

Méthodologie

Roméo Fontaine et ses coauteurs ont mené des études empiriques et des travaux appliqués de nature micro-économétrique, à partir de différentes enquêtes en population générale contenant des informations sur la couverture assurancielle, l'état de santé, ainsi que les préférences des individus. Ensuite, ils ont effectué des modèles économétriques qui leur ont permis d'identifier les déterminants à la souscription d'assurance dépendance et à la perception du risque de dépendance.

sociale » de 2012 développée par l'Institut de recherche et de documentation en économie de la santé (Irdes). Les chercheurs ont ainsi relevé, entre autres, que près de 25 % des individus ne savaient pas s'ils avaient une couverture contre le risque de dépendance, tandis que 64 % des répondants étaient certains de ne pas être couverts. Selon Roméo Fontaine, pour sensibiliser davantage la population au risque de dépendance, des efforts de pédagogie ou de communication pourraient être mis en place par les pouvoirs publics et/ou les assureurs.

Dans leurs travaux, les auteurs ont ainsi analysé les déterminants socioéconomiques, et de manière plus originale, les préférences individuelles structurant les anticipations des individus à l'égard de la dépendance.

La préférence pour le présent est un élément clé

La probabilité des individus à s'assurer contre la dépendance dépend de leur perception du risque de dépendance. Celle-ci peut être minorée (vision optimiste de l'avenir) ou majorée (pessimiste) en fonction de la personnalité propre à chaque individu. Ainsi, les optimistes s'assurent beaucoup moins contre la dépendance, car ils ont une sorte de myopie quant à la réalité, voire un certain déni concernant le risque de dépendance.

Paradoxalement, les pessimistes ne s'assurent pas davantage, même s'ils ont une aversion au risque plus importante : « Une des hypothèses que l'on peut formuler par rapport à cette observation est que ces personnes se disent qu'elles ne pourront pas passer l'étape des questionnaires de santé des assureurs ou que la cotisation sera trop élevée » affirme Roméo Fontaine.

En réalité, les analyses empiriques des auteurs démontrent que la préférence pour le présent des individus constitue l'élément le plus important à la souscription d'une assurance dépendance. Or, étant donné que le risque de dépendance est lointain, il est logique que la préférence pour le présent joue un rôle prépondérant dans le choix des individus.

En outre, l'altruisme est également un facteur qui détermine la volonté d'un individu à s'assurer contre la dépendance. En effet, plus une personne est altruiste et plus elle aura tendance à souscrire une assurance. L'objectif est de limiter la charge pour les aidants familiaux et/ou de protéger le patrimoine à léguer à sa descendance.

Enfin, les estimations permettent de dresser le profil socioéconomique des personnes les plus susceptibles de s'assurer : « La classe moyenne est plus encline à s'assurer, car les ménages modestes ne peuvent pas se le permettre, tandis que les classes aisées ont la capacité d'absorber les coûts de prise en charge. Par ailleurs, plus le niveau d'éducation est élevé, plus les individus envisagent ce risque. Idem pour les célibataires sans enfant qui ont davantage de risque de se trouver seuls en cas de dépendance. En revanche on peut remarquer que les femmes ne s'assurent pas plus une fois que l'on tient compte des préférences individuelles, alors qu'elles ont un risque de dépendance plus élevé que les hommes » conclut Roméo Fontaine.

Notes

1. D'après l'article « Dans quelle mesure les préférences individuelles contraignent-elles le développement du

À retenir

- La préférence pour le présent est un élément déterminant dans le choix des individus à recourir à une couverture assurancielle. Cela constitue un frein inhérent au développement des couvertures assurancielles.
- Les individus ont une connaissance imparfaite du risque de dépendance. Pour inverser cette situation, des efforts de pédagogie et de communication sont à mettre en œuvre par les pouvoirs publics et/ou par les assureurs.
- Le marché de l'assurance dépendance est très hétérogène. L'État pourrait envisager de créer un label pour clarifier les offres disponibles. Cela permettrait ainsi aux individus d'y voir plus clair.

marché de l'assurance dépendance ? », de Roméo Fontaine, Manuel Plisson et Nina Zerrar ; et l'article « Comment la perception du risque de dépendance influence-t-elle la demande de couverture ? Premiers enseignements de l'enquête ESPS » de Roméo Fontaine, Marc Perronnin, Nicolas Sirven et Nina Zerrar. Cet article est issu des Cahiers Louis Bachelier, n° 21, avril 2016, consacrés aux travaux de la chaire « Les particuliers face aux risques ». Téléchargeable sur <http://www.louisbachelier.org/>

2. Roméo Fontaine est docteur en sciences économiques (Université Paris-Dauphine). Il est actuellement maître de conférences à l'Université de Bourgogne au sein du laboratoire d'économie de Dijon (LEDi, UMR CNRS 6307, Inserm U1200) et chercheur associé à la Fondation Médéric Alzheimer. Ses recherches s'inscrivent dans le champ de l'économie de la santé et s'intéressent aux soins de longue durée destinés aux personnes âgées en perte d'autonomie. Il travaille en particulier sur les comportements individuels et familiaux de prise en charge (aide informelle, recours aux aidants professionnels, financement).

Livres

■ **Gérald Bronner**

La pensée extrême. Comment des hommes ordinaires deviennent des fanatiques

PUF, janvier 2016, 380 pages

Il s'agit de la réédition d'un livre paru en 2009, mis à jour après les attentats dirigés contre *Charlie Hebdo* le 7 janvier 2015, mais antérieur aux attentats de masse à Paris le 13 novembre 2015 (fait signalé dans un avant-propos) et à tous ceux qui ont été commis depuis, en Belgique, à Nice ou en Allemagne ces jours-ci. Le moins que l'on puisse dire, c'est que ce livre prémonitoire est indispensable à la compréhension du phénomène extrême « absolu » qu'est l'attentat suicidaire et meurtrier. Utilisant des outils d'analyse issus de la sociologie, des sciences politiques et de la psychologie cognitive, l'auteur – sociologue lui-même – montre de façon convaincante que les auteurs de ces attentats n'étaient ni des fous, ni des attardés mentaux, ni des pauvres ou des déclassés assoiffés de revanche ou de vengeance. Au contraire, les biographies des « terroristes » révèlent que certains, issus de familles aisées, voire très riches comme Ben Laden, avaient des niveaux d'études supérieures. Tout comme, d'ailleurs, la plupart des « extrémistes » européens qui ont ensanglanté naguère des pays non musulmans comme l'Allemagne (Rote Armee Fraktion), l'Italie (Brigades

rouges à gauche et autres à droite) ou l'Espagne (ETA).

Pour analyser les différentes figures de l'extrémisme et leur rationalité, Gérald Bronner utilise plus de la moitié de son livre dans une première partie intitulée « Les extrémistes sont-ils des fous ? ». À elle seule, cette partie aurait pu faire l'objet d'une publication séparée. Mais l'auteur va plus loin. Dans sa deuxième partie, intitulée « Comment devient-on extrémiste ? », il décrit l'entrée progressive dans l'extrémisme, qui contrairement aux apparences n'est pas un passage instantané. Au contraire, Gérald Bronner utilise la métaphore de l'escalier « dont les premières marches sont toutes petites » pour caractériser les différents modes d'adhésion, soit par transmission, soit par frustration, soit encore par révélation et/ou dévoilement.

Dans sa troisième partie, « Résoudre l'énigme de la pensée extrême : le paradoxe de l'incommensurabilité mentale », l'auteur développe une approche plus formalisée, comme celle qu'utilisent les économistes, en introduisant les concepts microéconomiques de fonctions d'utilité et en faisant appel à des expérimentations issues de la théorie des jeux. Il s'agit de la partie la plus originale, qui va le plus profondément dans l'analyse de la rationalité, mais c'est aussi la partie la plus discutable. Non pas qu'elle soit incohérente ou contradictoire, au contraire.

Construire une rationalité des choix n'est pas simple, même quand ils sont transitifs ; les économistes le savent bien et à cet égard Gérald Bronner pourrait en remonter aux économistes. Mais parce qu'elle est incomplète. Il lui manque une dimension, celle de la psychologie dite « des profondeurs » qui ne se confond pas avec la psychologie cognitive. Pour avoir fréquenté plusieurs intellectuels extrémistes notoires avant, pendant et après mai 1968, l'auteur de ce compte rendu peut témoigner du fait que la pensée extrême cache aussi une catharsis. Marguerite Duras disait à propos de Jean-Paul Sartre qui, à la fin de sa vie, tenait des propos très éloignés de la sagesse philosophique : « Sartre, il se soigne à la politique ». De même, il y a une autre dimension psychologique de la pensée extrême, qui ne l'explique pas ni ne la légitime, qu'on peut assimiler à de l'addiction.

En conclusion, Gérald Bronner se pose la question qui taraude le monde entier confronté au terrorisme : « Peut-on faire changer d'avis un extrémiste ? ». La réponse est non si on veut un changement complet et rapide, oui en prenant le temps et avec des moyens humains adaptés, qui feraient redescendre pas à pas « l'escalier de la radicalité » qui a conduit à la pensée extrême.

Par Daniel Zajdenweber

■ **Weapons of Math Destruction. How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy**

Cathy O'Neil

Crown, 2016, 272 pages

W*eapons of Math Destruction* est un livre passionnant, qui, comme le sous-titre l'indique, parle de *big data*. Beaucoup de livres parus récemment parlent de *big data*. Celui-ci nous donne le point de vue de Cathy O'Neil. Ancienne professeur de mathématiques (après des études à Berkeley, elle a obtenu un doctorat à Harvard et enseigné au MIT lors de son post doctorat), elle a travaillé sur les marchés financiers au moment de la crise de 2008 dans un *hedge fund*, avant de rejoindre RiskMetrics en 2009, comprenant qu'il était important de modéliser les risques financiers. Après avoir côtoyé le mouvement Occupy Wall Street, elle décide de reprendre sa vie en main, en devenant *data scientist*. Elle a ainsi dirigé un des cursus de l'école de journalisme de Columbia tout en étant consultante en *data science*.

Son point de vue est particulièrement intéressant, car elle met en avant le lien entre la gestion des risques et le monde qui s'ouvre, autour du *big data*. Ces deux secteurs ont attiré massivement l'élite des étudiants, la finance entre 1995 et 2010, le monde de la donnée ensuite. Pour les deux, le « vrai monde » semble déconnecté de ce qu'ils manipulent : « *The real world, with all its messiness, sits apart* ». Ce qui pose la question centrale du livre : Que sera l'analogue de la crise du crédit dans

le monde de la donnée ? Et pour Cathy O'Neil, la réponse est simple. Dans la dystopie que nous promet le *big data*, les inégalités vont augmenter.

Il y a déjà les inégalités du côté des plateformes, avec des compagnies qui finissent par occuper des positions monopolistiques. Comme le note Cathy O'Neil, il n'y a rien d'incroyablement intelligent dans le fonctionnement de Google ou de Facebook. Ces compagnies sont énormes parce qu'elles ont été là au bon moment, mais le danger est leur voracité insatiable. Car à l'heure actuelle, la même entreprise gère nos courriers électroniques, nos recherches (de voyage, de musique, etc.), nos réseaux sociaux, et peut ainsi évaluer, mais également contrôler notre monde.

Et au-delà des plateformes, ce sont surtout les inégalités au sein de la population qui vont exploser. Cathy O'Neil illustre sa thèse à l'aide d'exemples particulièrement bien choisis. Ainsi, la publicité ciblée permet à des publicitaires prédateurs d'atteindre de manière encore plus efficace les personnes les plus vulnérables à l'escroquerie. Les algorithmes utilisés par les ressources humaines créent des discriminations pires que celles qui pouvaient déjà exister. Et on observe le même phénomène avec les polices prédictives, où l'égalité devant la loi n'a plus de sens dans la réalité quotidienne.

La logique de ces algorithmes prédictifs est simple. Les gagnants vont gagner, et les perdants vont perdre ; mais de manière sournoise, car invisible. Il n'y a pas de volonté délibérée et affichée ; il n'y a plus forcément de policier raciste,

ou de recruteur misogyne. Les inégalités se créent sans que personne ne s'en rende vraiment compte. Considérons une direction des ressources humaines qui veuille définir un score de « succès » pour proposer des promotions, peut-être basé sur un historique de succès observés dans les années précédentes. Si les données ne contiennent que peu de femmes (car peu avaient, historiquement, des postes à responsabilité) l'algorithme pénalisera les femmes. Et la spirale va commencer. Il y en aura de moins en moins dans la base, et elles seront de facto davantage pénalisées. Le livre foisonne de petits exemples qui illustrent parfaitement son propos, car ce phénomène existe partout. Les programmes visant à réduire la criminalité font en fait augmenter la criminalité dans les régions les plus pauvres. Si les quartiers pauvres ont plus de crimes, il y aura davantage de policiers, qui feront alors davantage d'arrestations, etc. Les inégalités sont exacerbées, car les modèles manquent de boucles de rétroaction.

Une fois posés tous ces problèmes, on est en attente de solutions. Et le tableau que dresse Cathy O'Neil n'est pas très réjouissant. On retrouve le phénomène décrit par la loi de Goodhart : « Quand une mesure devient un objectif, elle cesse d'être une mesure ». Les plus malins comprennent la logique de l'algorithme et finissent par pervertir l'évaluation. C'est le cas des évaluations des élèves dans les écoles américaines, où les instituteurs sont incités (par l'algorithme) à tricher pour aider leurs élèves à avoir de bonnes notes, pour faire remonter l'école dans le classement. Mais il n'est pas surprenant qu'il n'y ait pas de recette miracle, car

le problème est profond. Comme le note Cathy O'Neil : « *The model is optimized for efficiency and profitability, not for justice or the good of the "team". This is, of course, the nature of capitalism* ».

À la lecture du livre, on comprend la logique dans le parcours de Cathy O'Neil, sa logique de rejoindre Occupy après

avoir vécu de l'intérieur la crise du crédit. On y entend un appel à la conscience des *data scientists* ; leur rappelant que la construction d'un « bon » modèle ne doit pas se faire sur des critères statistiques, mais doit aussi tenir compte d'une notion d'équité. Ce qui rejoint les débats que nous avons au sein de la chaire Actinfo de l'Institut Louis Bachelier, lorsque nous essayons

de réintégrer la notion de mutualisation quand les actuaires font de la segmentation tarifaire. Bref, ce livre est indéniablement le livre qu'il convient de lire en cette fin d'année.

Par Arthur Charpentier
Maître de conférences
Université de Rennes I

■ **François-Xavier Albouy**

Le prix d'un homme. Plaidoyer pour un prix minimum de la vie humaine

Grasset, octobre 2016, 224 pages

Créateur de la revue *Risques*, François-Xavier nous propose un livre qui lui ressemble : un mélange original et détonant de philosophie politique, de bioéthique, d'économie, de sociologie, d'assurance et de science actuarielle. Un ouvrage érudit et imaginaire à la fois. Et, avec l'optimisme et la générosité qui le caractérisent, François-Xavier ne parle pas de lui-même ni de ses expériences, mais de l'avenir et d'une nouvelle utopie qu'il assume et développe avec enthousiasme, avec en corollaire un projet somme toute pragmatique : tout en produisant de la valeur dans un contexte globalisé, réduire les inégalités planétaires et faire sortir des populations de la précarité. Pour cela, il se pose d'emblée la question de savoir, et c'est bien l'objet de l'ouvrage, quel prix allouer à la vie humaine. Maniant abondamment le paradoxe, François-Xavier concède qu'attribuer un prix à la vie peut choquer, mais il insiste sur le fait que ce processus bien mené peut conduire à une amélioration, sinon radicale du moins satisfaisante, des conditions de vie et du bien-être de cette partie de la planète qui bénéficie, peu ou prou, des progrès de la technologie et des bienfaits de la croissance.

La structure de son ouvrage est téléologique. Sa première partie nous éclaire sur un concept ancien comme le monde. En effet, depuis l'abandon de

la loi du talion les sociétés accordent de manière implicite ou explicite un prix ou des prix multiples à la vie, mais ces prix sont « différents parce que les prix de la mort le sont. » Selon lui : « Tous les biens et services que nous consommons intègrent un seuil de sécurité qui est calculé à partir d'un prix statistique de la vie. Des prix de la vie sont ainsi fixés chaque jour par les marchés officiels ou souterrains, publics et mafieux. Dès lors, penser que la vie n'a pas de prix est angélique ou hypocrite. Au contraire, accepter et fixer une norme mondiale d'un prix minimum de la vie humaine serait une amélioration pratique pour beaucoup. Un prix minimum de la vie humaine à un million d'euros, par exemple, ne consisterait pas à donner un million d'euros à chaque être humain, mais cette norme obligerait des politiques économiques et des stratégies d'entreprise cohérentes avec le souci de préserver et de développer la vie. »

La deuxième partie, fort astucieuse, qui adopte la formule de Jean Bodin : « Il n'est de richesses que d'hommes », nous mène directement de l'analyse des prix de la vie vers le cœur de son utopie – l'accès universel aux soins de santé –, vers une solution universelle aux drames des catastrophes naturelles, en passant par le problème des robots et l'avenir de l'humain dans la société... et son rapport à l'économie. Selon François-Xavier, « un prix minimum de la vie humaine est plus que compatible avec le fonctionnement de l'économie et des marchés et, bien entendu, rien n'interdit d'aller au-delà comme le font déjà les opérateurs publics et privés dans le monde développé. »

Les deux dernières parties s'adonnent à une analyse économique-philosophique du sujet traité. Il est proposé pour montrer la viabilité de son projet, entre autres, la mise en place d'un « programme mondial d'assurance décès et de prévention de tous les gisements miniers de la planète dont les coûts seraient supportés par une taxe sur le prix des produits de la mine ». Même s'il propose une solution à un problème dont la résolution est complexe et pas près d'aboutir, la pauvreté et la misère – c'est à cela qu'ont toujours servi les utopies –, ce livre est plein de bon sens. En effet, à une époque où les assurances subissent un rapide processus de démutualisation des risques couverts, au lieu de lutter contre la globalisation François-Xavier propose d'élargir ces mutualités en les globalisant, notamment vers les régions les plus pauvres et les plus soumises aux aléas de la nature.

Après son excellent ouvrage *Le temps des catastrophes* (Descartes & Cie, 2002), dans son nouveau livre, *Le prix d'un homme*, notre ami exprime en substance son rêve de jeunesse ou comment un tel projet devrait jouer positivement dans le sens d'une réduction de la précarité et surtout d'une sauvegarde efficace de la dignité humaine. À lui tout seul, ce livre résume la philosophie de vie et l'engagement humaniste de François-Xavier, que nous soupçonnions depuis longtemps.

Par Carlos Pardo
*Directeur de la stratégie
 Vestathena*

VENTE AU NUMÉRO - BULLETIN D'ABONNEMENT

	Prix	FRANCE		Prix	FRANCE
1 Les horizons du risque.			42 L'image de l'entreprise. Le risque de taux.		
2 Les visages de l'assuré (1 ^{ère} partie).	19,00		Les catastrophes naturelles.	29,00	
3 Les visages de l'assuré (2 ^e partie).	19,00		43 Le nouveau partage des risques dans l'entreprise.		
4 La prévention.			Solvabilité des sociétés d'assurances.		
5 Age et assurance.			La judiciarisation de la société française.	29,00	
6 Le risque thérapeutique.	19,00		44 Science et connaissance des risques. Y a-t-il un nouveau risk management ? L'insécurité routière.	29,00	
7 Assurance crédit/Assurance vie.	19,00		45 Risques économiques des pays émergents. Le fichier clients.		
8 L'heure de l'Europe.			Segmentation, assurance, et solidarité.	29,00	
9 La réassurance.			46 Les nouveaux risques de l'entreprise. Les risques de la gouvernance. L'entreprise confrontée aux nouvelles incertitudes.	29,00	
10 Assurance, droit, responsabilité.			47 Changements climatiques. La dépendance. Risque et démocratie.	30,50	
11 Environnement : le temps de la précaution.	23,00		48 L'impact du 11 septembre 2001. Une ère nouvelle pour l'assurance ? Un nouvel univers de risques.	30,50	
12 Assurances obligatoires : fin de l'exception française ?			49 La protection sociale en questions. Réformer l'assurance santé.		
13 Risk managers-assureurs : nouvelle donne ?	23,00		Les perspectives de la théorie du risque.	30,50	
14 Innovation, assurance, responsabilité.	23,00		50 Risque et développement. Le marketing de l'assurance.		
15 La vie assurée.	23,00		Effet de serre : quels risques économiques ?		
16 Fraude ou risque moral ?	23,00		51 La finance face à la perte de confiance. La criminalité.		
17 Dictionnaire de l'économie de l'assurance.			Organiser la mondialisation.	30,50	
18 Éthique et assurance.	23,00		52 L'évolution de l'assurance vie. La responsabilité civile.		
19 Finance et assurance vie.	23,00		Les normes comptables.		
20 Les risques de la nature.	23,00		53 L'état du monde de l'assurance. Juridique. Économie.	31,50	
21 Assurance et maladie.	29,00		54 Industrie : nouveaux risques ? La solvabilité des sociétés d'assurances. L'assurabilité.	31,50	
22 L'assurance dans le monde (1 ^{re} partie).	29,00		55 Risque systémique et économie mondiale. La cartographie des risques. Quelles solutions vis-à-vis de la dépendance ?	31,50	
23 L'assurance dans le monde (2 ^e partie).	29,00		56 Situation et perspectives. Le gouvernement d'entreprise : a-t-on progressé ? L'impact de la sécurité routière.	31,50	
24 La distribution de l'assurance en France.	29,00		57 L'assurance sortie de crise.		
25 Histoire récente de l'assurance en France.	29,00		Le défi de la responsabilité médicale. Le principe de précaution.	31,50	
26 Longévité et dépendance.	29,00		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	
27 L'assureur et l'impôt.	29,00		59 Risques et cohésion sociale. L'immobilier. Risques géopolitiques et assurance.	31,50	
28 Gestion financière du risque.	29,00		60 FM Global. Private equity. Les spécificités de l'assurance aux USA.	31,50	
29 Assurance sans assurance.	29,00		61 Bancassurance. Les agences de notation financière. L'Europe de l'assurance.	33,00	
30 La frontière public/privé.	29,00		62 La lutte contre le cancer. La réassurance. Risques santé.	33,00	
31 Assurance et sociétés industrielles.	29,00		63 Un grand groupe est né. La vente des produits d'assurance.		
32 La société du risque.	29,00		Une contribution au développement.	33,00	
33 Conjoncture de l'assurance. Risque santé.	29,00		64 Environnement. L'assurance en Asie. Partenariats public/privé.		
34 Le risque catastrophique.	29,00		65 Stimuler l'innovation. Opinion publique. Financement de l'économie.		
35 L'expertise aujourd'hui.	29,00		66 Peut-on arbitrer entre travail et santé ? Réforme Solvabilité II.		
36 Rente. Risques pays. Risques environnemental.			Pandémies.		
37 Sortir de la crise financière. Risque de l'an 2000.			67 L'appréhension du risque. Actuariat. La pensée du risque.		
Les concentrations dans l'assurance.	29,00				
38 Le risque urbain. Révolution de l'information médicale.					
Assurer les OGM.	29,00				
39 Santé. Internet. Perception du risque.					
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				

VENTE AU NUMÉRO - BULLETIN D'ABONNEMENT

Prix FRANCE

Prix FRANCE

<p>68 Le risque, c'est la vie. L'assurabilité des professions à risques. L'équité dans la répartition du dommage corporel. ÉPUISÉ</p> <p>69 Gouvernance et développement des mutuelles. Questionnement sur les risques climatiques. La fondation du risque. ÉPUISÉ</p> <p>70 1ère maison commune de l'assurance. Distribution dans la chaîne de valeur. L'assurance en ébullition ? 35,00</p> <p>71 Risque et neurosciences. Flexibilité et emploi. Développement africain. 35,00</p> <p>72 Nouvelle menace ? Dépendance. Principe de précaution ? 35,00</p> <p>73-74 Crise financière : analyse et propositions. 65,00</p> <p>75 Populations et risques. Choc démographique. Délocalisation. 35,00</p> <p>76 Événements extrêmes. Bancassurance et crise. 35,00</p> <p>77 Etre assureur aujourd'hui. Assurance « multicanal ». Vulnérabilité : assurance et solidarité. 36,00</p> <p>78 Dépendance... perte d'autonomie analyses et propositions. 36,00</p> <p>79 Trois grands groupes mutualistes. Le devoir de conseil. Avenir de l'assurance vie ? 36,00</p> <p>80 L'assurance et la crise. La réassurance ? Mouvement de prix. 36,00</p> <p>81-82 L'assurance dans le monde de demain. Les 20 débats sur le risque. 65,00</p> <p>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</p> <p>84 Gras Savoye, une success story. L'assurance, objet de communication. L'assurance, réductrice de l'insécurité ? 36,00</p> <p>85 Solvabilité II. L'aversion au risque. 36,00</p> <p>86 Un monde en risque. Le risque nucléaire. Longévité et vieillissement. 37,00</p> <p>87 Segmentation et non discrimination. Vieillesse : quels scénarios pour la France ? 37,00</p> <p>88 Sport, performances, risques. Des risques pays aux dettes souveraines. 37,00</p> <p>89 Le risque opérationnel, retour au réel. Vieillesse et croissance. 38,00</p>	<p>90 Les risques artistiques, industriels et financiers du cinéma. Les institutions et opérateurs de la gestion des risques au cinéma. 38,00</p> <p>91 Les tempêtes en Europe, un risque en expansion. L'actif sans risque, mythe ou réalité ? 38,00</p> <p>92 L'assurance vie : la fin d'un cycle ? L'assurance européenne dans la crise. 38,00</p> <p>93 Protection sociale, innovation, croissance. Les ressources humaines dans l'assurance, préparer 2020. 39,00</p> <p>94 Risque et immobilier. Mythes et réalités du risque de pandémie. 39,00</p> <p>95 <i>Big data</i> et assurance. Les risques psychosociaux en entreprise. 39,00</p> <p>96 Les risques dans l'agroalimentaire. Et si l'assurance était vraiment mondiale ? 39,00</p> <p>97 Les nouveaux défis du risque transport. Le risque de réputation, le mal du siècle. 39,00</p> <p>98 Quelle assurance pour les risques majeurs ? Les réseaux sociaux bouleversent l'assurance. 39,00</p> <p>99 Le poids de la fiscalité sur l'assurance. Les gaz de schiste, une solution alternative ? 39,00</p> <p>100 101 personnalités répondent à <i>Risques</i> 39,00</p> <p>101 Cybersécurité, <i>terra incognita</i>. Survivre à des taux d'intérêt historiquement bas. 39,00</p> <p>102 Les nouvelles addictions. <i>Compliance</i> : entre raison et déresponsabilisation. 40,00</p> <p>103 Le choc du <i>big data</i> dans l'assurance. L'e-santé est-elle une révolution ? 40,00</p> <p>104 Risques de la croissance urbaine. Les multiples facettes du défi climatique. 40,00</p> <p>105 L'assurance automobile face aux chocs du futur. Terrorisme et assurance. 41,00</p> <p>106 Assurer la culture ? Gérer la multiplicité des risques pays. 41,00</p> <p>107 Matières premières : richesse ou malédiction ? Montée des risques et populisme. 41,00</p>
--	---

Où se procurer la revue ?

Vente au numéro par correspondance et abonnement

Seddit

26, boulevard Haussmann, 75009 Paris
Tél. 01 40 22 06 67 - Fax : 01 40 22 06 69
Courriel : info@sedita.com
www.sedita.com



À découper et à retourner accompagné de votre règlement à

Seddit - 26, boulevard Haussmann, 75009 Paris

Tél. (33) 01 40 22 06 67 - Fax : (33) 01 40 22 06 69 - Courriel : info@sedita.com

- Abonnement annuel (4 numéros) FRANCE 144 € EXPORT 164 €*
 Je commande _____ ex. des numéros _____
Nom et prénom _____
Société : _____
Adresse de livraison _____
Code postal _____ Ville _____
Nom du facturé et Adresse de facturation _____
E.mail _____ Tél. _____
- 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, 26, boulevard Haussmann, 75009 PARIS

