

Chapitre premier

Introduction aux principes de l'assurance

*La structure d'une chose n'est nullement
une chose que nous puissions "inventer".
Nous pouvons seulement la mettre à jour
patiemment, humblement - en faire
connaissance, la "découvrir".*
Alexandre Grothendieck,
Récoltes et semailles

1 Préambule

LES PRINCIPES qui fondent l'assurance seront dégagés dans ce premier chapitre, et le lecteur y découvrira que les mathématiques et les modèles mathématiques sous-tendent les mécanismes constitutifs de l'assurance. Cet aspect capital de l'assurance sera particulièrement mis en évidence. Toutefois, il existe des difficultés de conceptualisation et de systématisation pour traiter d'un tel sujet, elles apparaissent dans la recherche d'une définition de l'assurance et dans la multiplicité des modèles mathématiques intervenant dans ce domaine. Afin de réaliser l'objectif de ce premier chapitre en tenant compte de ces difficultés, les différents concepts présentés seront abordés par étapes dans l'intention d'en dégager et préciser le sens de façon progressive.

En guise de préliminaire, il peut être relevé que le terme de risque est intimement lié à l'assurance lorsqu'il a la signification (*Grand Robert de la Langue Française* ([17])) :

« Eventualité d'un événement futur, incertain ou d'un terme indéterminé, ne dépendant pas exclusivement de la volonté des parties et pouvant causer la perte d'un objet ou tout autre dommage. »

Pour illustrer cette notion, si par exemple une personne ou une entreprise est concernée par les conséquences de la grêle, celle-ci peut survenir ou ne pas survenir pendant une année donnée et, si elle survient, elle peut entraîner ou ne pas entraîner des conséquences dommageables ; l'événement futur est la grêle avec des conséquences dommageables. Historiquement, l'assurance est basée sur un mécanisme spécifique coïncidant avec une mise en commun de primes pour se couvrir mutuellement de la réalisation de risques. Cette mise en mutualité, qui est organisée au sein des sociétés d'assurance et de réassurance pour un type donné de risques, peut s'effectuer entre les assurés, ou géographiquement entre différents territoires, ou temporellement entre plusieurs années. Elle permet de répartir entre les assurés sinistrés les ressources collectées auprès de tous les assurés, et elle repose sur des principes mathématiques en nombre restreint, mais qui prennent de nombreuses déclinaisons en fonction des types de risques et des situations pratiques rencontrés.

C'est donc l'objectif de ce chapitre de dégager ces principes qui fondent l'assurance. En retour, c'est sans aucun doute une telle vision mathématique de l'assurance qui permet de mieux en appréhender l'unité. C'est souvent à une conception élargie de l'assurance en correspondance avec cette vision mathématique qu'il sera fait référence dans la suite de ce livre ; cette conception englobe par exemple les systèmes de retraite ou les assurances sociales.

Comme point de départ, *les deux définitions juridique et technique de l'assurance*, telles qu'elles figurent par exemple dans le précis sur le droit des assurances de Lambert-Faivre ([21]), permettent d'aborder le thème central de ce livre tout en fournissant l'occasion de préciser le vocabulaire.

1. La *définition juridique* fixe le cadre :

« L'assurance est le *contrat* par lequel un souscripteur se fait promettre par un assureur une prestation en cas de réalisation d'un risque, moyennant le paiement d'une prime ou cotisation. »

La notion de risque est celle précédemment introduite : c'est un événement dépendant du hasard ayant pour certaines de ses réalisations des conséquences négatives pour le souscripteur. Ainsi, lorsque les conséquences négatives d'un risque sont réalisées, il est d'usage de dire que le souscripteur subit un sinistre. Par contre, du point de vue de l'assureur, un risque prend un sens légèrement différent : c'est un phénomène aléatoire pouvant générer un sinistre pour un souscripteur, sinistre qui engendre un coût qui correspond à l'indemnisation du souscripteur par l'assureur. Pour donner une première liste de tels aléas, des exemples dans le cas d'un particulier sont les risques de maladie, d'accident automobile, de décès, de non-remboursement d'un crédit, de responsabilité civile, d'incendie et d'aléas climatiques pour son habitation, et dans le cas d'une entreprise, les risques d'incendie industriel, de perte de chiffre d'affaire, de responsabilité civile en cas d'accident. Un autre exemple est l'aléa sous-jacent à l'assurance vie en cas de vie et à la retraite (principale ou complémentaire) où le risque pour l'assuré est dans ce cas de ne pas disposer d'un revenu suffisant pour vivre.

Dans ce livre on utilisera les acceptions suivantes :

les notions de souscripteur et d'assuré seront confondues, et un risque associé à un assuré sera une variable aléatoire, généralement supposée presque sûrement positive et notée X , qui correspond pour l'assureur à un coût, ou à des coûts agrégés sur une certaine période ; de plus, la prime ou cotisation sera un réel positif généralement noté Π .

2. La *définition technique* de l'assurance de [21], qui vise à préciser les mécanismes permettant son organisation, présente des notions mathématiques énoncées dans un langage courant :

« L'assurance est l'*opération* par laquelle un assureur organise en mutualité une multitude d'assurés exposés à la réalisation de certains risques et indemnise ceux d'entre eux qui subissent un sinistre grâce à la masse commune des primes collectées. »

En substance, dans ce deuxième sens du mot assurance apparaît une ébauche des notions fondamentales de :

- *mutualisation des risques*, ou mise en commun des ressources de la prime pour rembourser d'éventuels sinistres subis, mutualisation qui doit en principe permettre de répartir entre les assurés le caractère variable des montants des sinistres ;
- *multitude d'assurés*, ou grand nombre d'assurés, multitude qui doit en principe permettre à un assuré de faire face à des grands sinistres, par exemple, des sinistres dont le montant dépasse largement ses capacités financières propres ;

– *compensation des risques*, ou équilibre entre le montant cumulé des sinistres et celui des primes d’un ensemble d’assurés sur une période donnée (un an en général). Quelques notations permettent de donner une structure plus mathématique à ces éléments fondamentaux de l’assurance ; elles seront utilisées tout au long de ce livre :

le cardinal d’un ensemble d’assurés sera généralement noté K , où K est un entier naturel strictement positif ; dans ce cas, l’ensemble d’assurés sera identifié à l’ensemble $\{1, \dots, K\}$, les risques associés à chacun des assurés seront notés X_1, \dots, X_K , et les primes payées par chacun des assurés seront notées Π_1, \dots, Π_K .

Ainsi, dans une vision très simplifiée, ignorant le bénéfice et les différents frais et taxes, une mutualisation suffisante des risques s’interprète par l’inégalité :

$$X_1 + \dots + X_K \leq \Pi_1 + \dots + \Pi_K ,$$

une multitude d’assurés correspond à l’hypothèse “ K grand”, et la compensation des risques se traduit par l’identité :

$$X_1 + \dots + X_K = \Pi_1 + \dots + \Pi_K .$$

En outre, les notions introduites par cette définition technique de l’assurance préfigurent des concepts mathématiques plus élaborés, comme celui d’ensemble de risques, ou variables aléatoires X_1, \dots, X_K , en grand nombre, auquel pourraient être appliquées par exemple la loi des grands nombres ou le théorème limite central si ces variables aléatoires étaient indépendantes et identiquement distribuées.

A ce moment, il devient pertinent de remarquer que les définitions juridique et technique de [21] s’avèrent à l’usage avoir un caractère restrictif. Ce caractère restrictif réside par exemple dans l’utilisation des mots : contrat, qui par son caractère obligatoire dans la définition juridique semble exclure par exemple les assurances sociales et la retraite ; mutualité, dont la définition donnée dans la section suivante implique une certaine égalité des primes entre les assurés ; et multitude, car il arrive qu’en pratique un petit nombre d’assurés soient concernés, c’est le cas par exemple pour l’assurance de certains risques industriels. Plus généralement, il peut être trouvé dans la littérature plusieurs définitions différentes des caractéristiques de l’assurance, et les différentes visions de l’assurance proposées dans l’*Encyclopédie de l’assurance* ([12]) en sont une bonne illustration. Il apparaît dans ces conditions que caractériser l’assurance par rapport à d’autres mécanismes de couverture de risques représente en quelque sorte une gageure, elle ne sera pas relevée dans le cadre de ce livre. Par contre, d’un point de vue historique, la double définition de l’assurance de [21] se retrouve déjà quasiment mot pour mot dans l’article “Assurance” de l’*Encyclopédie Larousse du XX^e siècle*, édition de 1928 ([20]), et la compréhension profonde de plusieurs caractères mathématiques, plus précisément probabilistes et statistiques, fondamentaux de l’assurance est quasiment inchangée depuis au moins le début du siècle dernier, époque où la théorie de l’assurance vie était principalement développée, voir par exemple [28], ouvrage de Richard et Petit publié en 1908.

Ce chapitre se poursuit maintenant de la façon suivante. Sont mis en évidence dans la section 2 quelques arguments généraux montrant l’importance de l’assurance dans le développement des sociétés actuelles et en dévoilant plusieurs caractéristiques constitutives. Est ensuite détaillée dans la section 3 une sélection de contraintes qui régissent le fonctionnement de l’assurance. Sont enfin énumérées dans la quatrième section de ce chapitre les conséquences qui nécessairement résultent de ces contraintes sur le plan de la conception, de la construction, et de l’analyse des modèles mathématiques utilisés en assurance pour établir la prime ou cotisation. Cette quatrième section est donc, de façon

incidente, une présentation du cadre et des objectifs de ce livre ; en effet, l'assurance et son interaction avec les mathématiques ayant ainsi été brossées à grands traits, le lecteur est invité à retrouver ces traits comme fils conducteurs tout au long des chapitres suivants. Une courte conclusion terminera ce premier chapitre. *Ce chapitre s'apparente ainsi à une longue dissertation visant à définir les principales caractéristiques du processus d'assurance, à donner donc une définition de l'assurance. Il se singularise complètement des chapitres suivants qui seront tous de caractère entièrement mathématique.*

2 De l'utilité des assurances, premières caractéristiques

Il n'est sans doute pas superflu d'essayer de développer encore plus l'intérêt du lecteur pour le thème de l'assurance. Son importance est telle dans la société contemporaine que toute incitation à en apprendre davantage sur ce sujet ne peut qu'être encouragée. Quatre sous-sections présentent successivement :

- une histoire succincte de l'assurance dans laquelle est soulignée l'importance pour son développement des mathématiques, et plus précisément celle des théories du calcul des probabilités et de la statistique ;
- des conséquences du déroulement dans le temps de l'assurance ;
- une introduction aux mathématiques présentes dans le domaine de l'assurance ;
- et enfin différents exemples d'assurance et de tarif avec discussion.

2.1 Histoire succincte L'assurance sous sa forme contractuelle semble être une création récente dans l'histoire des sociétés. Cependant, l'utilisation des rentes viagères semblait connue des romains et, ce qui pourrait bien être deux tables de mortalité de cette époque, sont parvenues jusqu'à nous (Kopf ([19])). Plus récemment, une autre forme d'assurance apparaît au XIV^e siècle avec le prêt à la grosse aventure dans le domaine maritime. Cette apparition se fait en parallèle avec d'autres mécanismes de protection contre certains types de risque, mécanismes existant sous la forme de secours mutuels par le biais des guildes, confréries ou autres associations de métiers. L'assurance connaît par la suite une évolution importante au cours du XVII^e siècle : tontine utilisée en France à partir de 1653 ; assurance incendie apparue à Hambourg en 1676, peu après le grand incendie de Londres en 1666 ; fondation de la Lloyd's en Angleterre en 1686, et, la même année en France, monopole concédé à la compagnie générale des assurances et grosses aventures ; assurance sur la vie proposée à Londres en 1698.

Cette importante évolution de l'assurance est contemporaine de l'apparition du calcul des probabilités, impulsée au milieu du XVII^e siècle par Pierre de Fermat et Blaise Pascal pour résoudre des problèmes posés par des jeux de hasard. Immédiatement, l'assurance se retrouve liée au développement du calcul des probabilités et de la statistique, en premier lieu dans le cadre de l'assurance vie avec l'établissement de tables de mortalité et le déploiement des calculs viagers : travail fondateur sur les bulletins de naissances et de décès par John Graunt au milieu du XVII^e siècle ; études sur l'espérance de vie humaine par Louis et Christiaan Huygens, ce dernier publiant en 1657 le premier écrit sur le calcul du hasard, *De ratiociniis in ludo aleae* (huit ans avant la parution posthume du *Traité du triangle arithmétique*, rédigé en 1654 par Pascal et qui traite de problèmes de probabilités combinatoires), et introduisant la notion d'espérance de vie conditionnelle ; estimation du prix de rachat d'une rente par Jan de Witt en 1671 ; première "véritable" table de mortalité établie par Edmund Halley en 1696.

Le développement de l'assurance s'est ensuite poursuivi en assurance vie et avec le

déploiement des assurances terrestres ; par exemple, en France, la première table de mortalité a été établie en 1746 par Antoine Deparcieux à partir de résultats de diverses tontines et utilisée jusqu'en 1860 pour l'assurance en cas de vie, la problématique des rentes viagères a été examinée par Léonard Euler dans plusieurs publications à partir de 1767, et le risque de faillite d'une compagnie d'assurance a été étudié au tournant des années 1780 en utilisant des outils mathématiques par Nicolas de Condorcet et Pierre Simon Laplace. L'acquisition par l'assurance au sens large, c'est-à-dire englobant les assurances sociales, de toute la place qu'elle occupe dans la société contemporaine, s'est ensuite traduite par un essor considérable au cours du siècle dernier. Dans la première partie de ce siècle, cet essor s'est manifesté par le développement des sociétés de secours mutuels, contre la maladie, les accidents du travail, le chômage, la retraite, et, dans la seconde partie de ce siècle, par le développement des assurances obligatoires, essentiellement en assurance non-vie. Ces assurances obligatoires reprennent les assurances de personnes : maladie, accident du travail, chômage, retraite, et en ajoutent d'autres, parmi lesquelles différentes responsabilités civiles et catastrophes naturelles. Les responsabilités civiles concernent les particuliers, l'exercice de certaines professions, et les entreprises. Cet essor de l'assurance s'est naturellement appuyé sur le considérable développement adjacent des théories du calcul des probabilités et de la statistique, stimulant régulièrement en retour l'étude de ces théories. Par exemple, l'introduction au tout début du XX^e siècle du modèle collectif de risque en temps continu par Filip Lundberg (1903), presque en même temps que l'introduction du mouvement brownien par Louis Bachelier (1900), a contribué à l'étude de la théorie des processus en fournissant l'exemple du processus de Poisson composé après celui du mouvement brownien. Les travaux de Filip Lundberg ont été repris et développés près de trente ans après par Harald Cramér et William Feller notamment.

L'essor récent de l'assurance a pu être mis en relation (voir, par exemple, Lambert-Faivre ([21])) avec le basculement lors des siècles précédents d'une société de type agricole vers une société de type industriel. En effet, d'une part, ce basculement s'accompagne de la disparition dans l'environnement plus individualiste des villes de la protection due à la famille étendue. D'autre part, il s'accompagne de la mécanisation, avec un effet néfaste reconnu correspondant à des risques d'accidents aux conséquences pécuniaires importantes voire considérables, et de toute manière hors des capacités financières des personnes responsables en ce qui concerne leur indemnisation. Actuellement, l'assurance apparaît comme une réponse à une demande croissante de protection dans une société contemporaine de plus en plus technique et complexe. Par exemple, la loi en France impose une centaine d'obligations d'assurance. Ces obligations d'assurance peuvent être classées en quatre rubriques (pour plus de détails, voir le chapitre 22 de l'*Encyclopédie de l'assurance* ([12])) : assurances de responsabilité civile pour les risques de dommages corporels (dont l'automobile) ; assurances de responsabilité civile pour les risques de dommages matériels ou financiers (dont l'exercice de nombreuses professions et la garantie décennale construction) ; assurances de personnes (maladie, accident du travail, chômage, retraite) ; et assurances de choses (dont la dommage ouvrage et les catastrophes naturelles).

Il faut enfin remarquer que l'importance du développement de l'assurance à l'intérieur d'une société contemporaine est fortement corrélée à l'importance de son développement économique (voir, par exemple, le chapitre 1 de [12]). Cette importance prise par l'assurance peut se mesurer à l'étendue des débats qu'elle suscite, comme par exemple celui concernant l'assurance crédit des risques aggravés de santé (concernant des assurés ayant subi une maladie grave), question en partie réglée récemment en France par la mise en place d'une convention entre les pouvoirs publics, les assureurs, et les consommateurs

(convention AREAS), ou celui ayant trait à l'assurance des crédits immobiliers à risque qui étaient censés devenir des risques diversifiables (donc acceptables) pour l'assureur par le biais d'un choix judicieux de la mesure de ces risques (avec les conséquences que l'on sait depuis 2008), ou encore celui récurrent autour des retraites et de leur financement pour prendre en compte dans les sociétés actuelles l'allongement de la durée de vie. Sur un autre plan, le poids non négligeable en quantité des placements financiers de l'assurance non-vie d'une part, et en pourcentage de l'assurance vie dans l'épargne financière des ménages d'autre part, doit être mentionné (voir la *Présentation de l'assurance française* ([14])), et l'assurance est donc un acteur majeur de l'économie et de la société.

Cette section se termine maintenant par trois citations commentées ayant pour objectif de préciser un point de vocabulaire et de poser deux interrogations très actuelles ayant pour objets l'assurabilité des risques et les changements dans l'environnement comptable de l'assurance, changements liés à la mise en place de nouvelles normes européennes.

La première citation est tirée de l'article "Mutualité" du *Grand Robert de la Langue Française* ([17]); ce mot est utilisé dans la définition de l'opération d'assurance donnée au début de cette section et apparaît dans [17] avec une acception principale qui est propre aux techniques assurantielles :

« Forme de prévoyance volontaire fondée sur un système d'engagements synallagmatiques par lequel les membres d'un groupe, moyennant le seul paiement d'une cotisation, s'assurent réciproquement contre certains risques (maladies, blessures, infirmités, chômage) ou se promettent certaines prestations (frais funéraires, secours aux ascendants, veuves, orphelins), en se garantissant les mêmes avantages sans autres distinctions que celle qui résulte des cotisations fournies et en excluant toute idée de bénéfice. »

Dans cette définition, le mot risque est utilisé avec le sens de catégorie d'événements aléatoires générant un sinistre. En revenant à l'acception utilisée dans ce livre pour le mot risque, le mot mutualisation est lui construit à partir du verbe mutualiser qui signifie répartir (des risques, des frais) à égalité parmi les membres d'un groupe ([17]). Il prendra dans ce livre un sens légèrement différent, en partie hérité du mot mutualité mais s'appliquant plus largement, dans le sens où il correspondra au regroupement non obligatoirement égalitaire dans un ensemble, qui peut être associé à un portefeuille d'assurance, de plusieurs risques, qui peuvent être associés à des assurés, afin que la masse des primes collectées soit utilisée pour indemniser les entités sinistrées, en incluant la possibilité d'un bénéfice.

La seconde citation est issue du début du chapitre 75 de l'*Encyclopédie de l'assurance* ([12]), l'auteur veut y donner une définition pratique de la notion de type de risques assurable, c'est-à-dire, d'ensembles de risques qui peuvent être couverts par un mécanisme du ressort de l'assurance :

« La question de l'assurabilité des risques a été étudiée depuis longtemps par les assureurs. Une référence classique est le livre d'Aruch et Berliner [*sic*] (1982), qui propose notamment quatre critères d'assurabilité :

- l'existence d'un aléa véritable (autrement dit, on ne peut pas assurer un risque qui s'est déjà matérialisé) ;
- la possibilité d'estimer la perte potentielle maximale (sans laquelle aucun assureur privé ne peut garantir qu'il a une capacité suffisante pour couvrir le sinistre) ;
- l'applicabilité de la loi des grands nombres (c'est-à-dire la possibilité pour l'assureur de diversifier son portefeuille en prenant en charge des risques suffisamment indépendants) ;

– et enfin l'existence d'une demande solvable, à un niveau de prime suffisant pour couvrir les coûts de l'assureur. »

Cette définition à caractère économique d'un type de risques assurable, qui veut synthétiser les travaux de Baruch Berliner ([3]), est sur plusieurs points restrictive. D'abord, en ce qui concerne les "grands sinistres", ceux ayant une portée éventuellement infinie, qui n'existeraient pas dans le domaine de l'assurance puisqu'il doit exister une perte potentielle maximale. Dans la suite de ce livre, utilisant la notion de mesure de risque, correspondant à une évaluation quantitative du niveau d'assurabilité d'un ensemble de risques, comme le sont la probabilité de ruine ou la proportion de coût en excès lors de la ruine, une définition mathématique d'un ensemble de risques assurable plus large que la précédente sera utilisée. Cette définition permettra de considérer des pertes potentielles maximales infinies pour les grands sinistres. Ensuite, l'applicabilité de la loi des grands nombres impose que d'un point de vue mathématique les risques soient indépendants et identiquement distribués, d'espérance finie. Et la loi des grands nombres agit en impliquant que la probabilité de ruine tend vers 0 lorsque le nombre de risques tend vers l'infini (voir, par exemple, la section suivante), ce qui conduit implicitement à considérer une multitude de risques. Les modèles couramment utilisés en assurance, par exemple ceux présentés dans ce livre, montreront qu'il est important de pouvoir s'affranchir des hypothèses d'indépendance et d'identique distribution des risques, et que cette situation est la norme en assurance. De plus, en s'intéressant directement à un bon contrôle d'une mesure de risque comme la probabilité de ruine, il deviendra alors évident que la loi des grands nombres est une condition suffisante mais qui n'est pas nécessaire pour rendre un ensemble de risques assurable. *C'est l'envie de préciser ces points fondamentaux qui dans ce livre a motivé la nécessité de fournir une base mathématique approfondie et resserrée autour de l'assurance.*

La dernière citation, issue de l'avant-propos du Président de la FFSA dans la *Présentation de l'assurance française* ([14]), illustre la possibilité d'un profond changement de l'assurance induit par la mise en place (en cours à la date de publication de ce livre) d'un nouveau cadre prudentiel résultant de la nouvelle réglementation européenne dite "Solvabilité II" :

« A la veille de l'adoption d'un nouveau cadre prudentiel, Solvabilité II, les assureurs devront veiller à ce que les exigences de marge de solvabilité ne les poussent pas, comme ce fut le cas pour les banques avec Bâle II, à extérioriser les risques de leur bilan. C'est un enjeu décisif pour les assureurs de prendre le temps de tirer tous les enseignements de la crise des *subprimes* dans le secteur bancaire et de vérifier, par des études d'impact, si les prescriptions que ces nouvelles normes visent à mettre en place restent cohérentes avec leurs conditions d'exploitation et la nature de leurs engagements. »

Bien que cet extrait de l'avant-propos du Président de la FFSA soit très précis, une explication plus détaillée n'en est peut-être pas inutile. Une compagnie d'assurance utilise le capital apporté par les actionnaires comme une marge de solvabilité permettant d'amortir dans le temps les fluctuations du résultat de l'assureur à chaque exercice comptable, résultat qui est égal en première approximation au montant total des primes (de l'exercice comptable) diminué du montant total des sinistres (de l'exercice comptable), les fluctuations étant principalement dues à la variabilité du montant total des sinistres. Cependant l'évaluation de cette variabilité est techniquement complexe (si il en faut une, ce livre sera une preuve supplémentaire de cette complexité) et l'évaluation par un agent extérieur au domaine de l'assurance de la rentabilité d'une compagnie d'assurance en est

rendue difficile. Afin de rendre plus transparente l'information financière sur les compagnies d'assurance, Solvabilité II met en place de nouvelles normes d'évaluation du risque financier porté par une telle compagnie à travers l'utilisation d'une mesure à définir de ce risque financier (comme la Value-at-Risk ou VAR, et la Tail-Value-at-Risk ou TVAR). La connaissance de cette mesure permettra à une compagnie "d'extérioriser" ce risque du bilan. Ainsi, si cette mesure du risque financier représente correctement l'activité d'une compagnie d'assurance, cela doit améliorer l'information sur la santé financière de cette compagnie. Toutefois, l'expérience des gestionnaires de l'assurance et celle des actuaires montrent que la prise en compte de la variabilité du montant total des sinistres est en général une opération complexe qui peut difficilement se résumer en un seul chiffre. Dans la section 4.3 de ce chapitre, la discussion montrera qu'il peut être nécessaire de résumer par deux chiffres cette variabilité dans le cadre d'un portefeuille d'assurance, et des exemples développés dans le chapitre II montreront le bien fondé de ce point de vue. Finalement, il est important de relever que la citation retenue met aussi en évidence les excès auxquels une telle pratique mal encadrée peut conduire.

2.2 Déroulement dans le temps de l'assurance D'un point de vue économique, l'élément essentiel qui différencie le fonctionnement de l'assurance de celui d'une production industrielle est *l'inversion du cycle de production* ; ce qui se traduit par le paiement de la prime d'assurance par un assuré avant que l'assureur ne connaisse le montant réel du ou des sinistres que l'assuré est susceptible de subir. De plus, le temps de déroulement d'un sinistre, depuis l'année de paiement de la prime en passant par la date de survenue (parfois plusieurs années après pour certains types d'assurance comme la garantie décennale construction), puis par les dates des premiers versements, jusqu'à la date de consolidation ou dernier versement, ce temps de déroulement est très long et peut nécessiter plusieurs mois et souvent plusieurs années.

Cette particularité génère deux conséquences importantes. La première conditionne le fonctionnement de l'assurance à l'utilisation d'outils mathématiques sophistiqués pour évaluer le montant de la prime que doit verser l'assuré pour être protégé contre la réalisation d'un risque ; ces outils dépendent et s'appuient sur des statistiques de montants de sinistres déjà connus, et sont essentiellement statistiques et probabilistes par nature. Ils visent principalement à cerner la variabilité des risques. La seconde rend l'assurance extrêmement dépendante des informations connues tant par l'assureur que par l'assuré sur le risque concerné par un contrat ; des asymétries d'information entre les deux partenaires sont constamment constatées et peuvent expliquer une part importante des règles qui encadrent l'opération d'assurance en France, où l'assurance apparaît ainsi comme un système économique régulé (pour la notion de système économique régulé et son importance dans le monde économique, voir par exemple Stiglitz ([32])). A un niveau individuel, une asymétrie d'information en faveur de l'assuré est souvent appelée par l'assureur *un risque d'antisélection*, ce terme étant repris avec son acception du domaine économique.

En ce qui concerne la variabilité d'un risque en assurance, elle résulte de sa réalisation aléatoire par essence, mais son importance particulière en assurance doit être soulignée. L'exemple d'une classe de risques comme l'assurance automobile, qui correspond souvent à des portefeuilles de masse contenant plusieurs centaines de milliers d'assurés, le montre bien car le montant cumulé pendant une année des sinistres d'un tel portefeuille peut être très variable d'une année sur l'autre. Non seulement il est observé des sinistres de très grands coûts, qui par exemple représentent une fraction non négligeable du montant cumulé des sinistres du portefeuille (un seul sinistre peut générer 20% ou plus de ce montant cumulé pour fixer un ordre de grandeur). Mais, pour des sinistres de petits coûts,