

UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE :

BUREAU D'ÉTUDE

Rapport d'étude :
Mutualiser la protection des lanceurs d'alerte.
Etude action pour un modèle économique

Étudiants en master :

Louis BRIOUL

Yao Fany Modeste KOUADIO

Responsable en entreprise :

Ismaël SENE

Responsable académique :

Anthony NAHELOU

COMMENT PROTÉGER LES LANCEURS D'ALERTE ?

FIGURE 1

Bureau d'étude

Remerciements

Nous tenons vivement à remercier M. SENE qui nous a permis de comprendre la problématique autour des lanceurs d'alerte et leur impact sur le monde de la sécurité sociale en cas de mutualisation des risques.

Aussi, nous avons été accompagnés par des propositions de méthodes statistiques par notre responsable de formation mr Anthony Nahelou, ce qui nous permettaient de faire des recherches sur certains thèmes non encore abordé en cours tel que la crédibilité et la dépendance.

Et aussi, à nos amis qui ont bien voulu partagé des échanges enrichissants autour de modélisation d'un système de protection pour les lanceurs d'alerte.

Table des matières

Remerciements	2
Introduction	1
1 Les agents en danger dans la société : les lanceurs d’alerte	2
1.1 Introduction	3
1.2 Définition et historique	3
1.2.1 Définition	3
1.2.2 Historique	4
1.3 Classification des lanceurs d’alerte	4
1.3.1 Au niveau des alertes environnementales	4
1.3.2 Au niveau des alertes en santé	5
1.3.3 Au niveau des alertes économiques	5
1.4 Contexte politico-économique	6
1.5 Les théories assurances-protections	6
2 Comment protéger les lanceurs d’alerte ?	7
2.1 Introduction	8
2.2 Protection par la loi	8
2.3 Les actions de protection de victimes	9
2.3.1 Une protection technologique	9
2.4 Les aides aux victimes de type assurance	9
2.4.1 Assurance : la protection juridique	10
2.4.2 Assurance : la responsabilité civile	10
2.5 Protectionnisme d’état et lanceur d’alerte	10
3 Les modèles de protection	11
3.1 Introduction	12
3.2 Différence entre mutuelle santé et assurance santé	12
3.3 Les risques associés aux lanceurs d’alerte	12
3.4 Les multiples facettes du risque	12
3.5 Estimation des coûts associés aux risques	13
3.6 Le rôle de l’état dans ce processus de protection	13
4 Modèle de protection : approche de type responsabilité civile	14
4.1 Introduction	15
4.2 Différentes formes de responsabilités	15
4.2.1 Les conceptions du droit	15
4.2.2 La responsabilité administrative	15
4.2.3 La responsabilité pénale	15
4.2.4 La Responsabilité civile	15
4.3 Focus sur la responsabilité civile	16

4.3.1	Mise en oeuvre	16
4.3.2	Les familles de responsabilités civiles	16
4.3.3	Le contrat d'assurance de responsabilité civile	17
4.3.4	Spécificité de la responsabilité civile	19
4.4	Statistiques sur la responsabilité civile en France	19
5	Modèle de protection : approche de type communauté	22
5.1	Introduction	23
5.2	La prise en compte de nouveau risque	23
5.3	Avantages de la communauté	23
5.4	Limites de l'approche communautaire	23
6	Modèle de protection : approche de type assurance et mutualiste	24
6.1	Introduction	25
6.2	Tarification a priori	25
6.2.1	Hypothèses classiques	25
6.2.2	Lois de sévérité des sinistres	26
6.2.2.1	Méthodes d'estimation	26
6.2.2.2	Loi de gravité de sinistres classiques	26
6.2.2.3	Loi de gravité des sinistres lourds	27
6.2.3	Fréquence des sinistres	27
6.3	Application sur des données simulées	27
6.3.1	Les hypothèses	27
6.3.2	Les simulations	28
6.3.3	Les données	29
6.3.4	Statistiques descriptives	29
6.3.5	Adéquation de la distribution des montants simulés à une loi	29
6.4	Tarification à posteriori	29
	Conclusion	33
	Bibliographie	34
	Table des figures	35
	Table des tableaux	35
	Annexes	36

Introduction

Dans le cadre de notre bureau d'étude, nous traitons d'un sujet portant sur la protection des lanceurs d'alerte. En effet, dans le contexte socio-économique qui prévaut dans tous les pays, le lanceur d'alerte joue un rôle important pour la bonne marche de la société. Par son action, il tire la sonnette d'alarme pour avertir l'opinion publique des dangers et risques courus dans le cadre d'une activité économique.

Cependant, force est de constater que ce bienfaiteur pour la société, malgré le soutien de l'état, reste confronté parfois à de nombreux risques comme la prison, la justice, les amendes, la perte d'emploi, le harcèlement etc. Au regard de son action salutaire, la question se pose de savoir comment protéger un lanceur d'alerte contre les risques encourus.

Ainsi, nous proposerons des moyens de protection de type assurance ou couverture sociale de la mutualité pour la protection des lanceurs d'alerte et une approche communautaire.

Dans notre analyse, d'abord nous présenterons les lanceurs d'alerte par une approche des définitions existantes, l'historique du mot **lanceur d'alerte** et une classification des types d'alertes.

Ensuite, nous présenterons les actions de protections existantes pour les lanceurs d'alerte. En dernier lieu, nous tenterons de fournir les différentes approches de modèle de protection pour les lanceurs d'alerte, en particulier nous développons une simulation de type assurantiel simple.

Chapitre 1

Les agents en danger dans la société : les lanceurs d’alerte

Sommaire

1.1	Introduction	3
1.2	Définition et historique	3
1.2.1	Définition	3
1.2.2	Historique	4
1.3	Classification des lanceurs d’alerte	4
1.3.1	Au niveau des alertes environnementales	4
1.3.2	Au niveau des alertes en santé	5
1.3.3	Au niveau des alertes économiques	5
1.4	Contexte politico-économique	6
1.5	Les théories assurances-protections	6

1.1 Introduction

Le lanceur d'alerte, par son action contribue fortement à la veille des règles préétablies. Il est bon de noter que la notion de lanceur d'alerte est variable, dans sa définition, selon la législation de chaque pays.

Or, il apparaît que les principales divergences jurisprudentielles peuvent s'articuler autour de la manière dont le salarié a lancé l'alerte, et plus spécifiquement si la dénonciation a été faite en interne à l'adresse directe de la hiérarchie ou en externe auprès des autorités publiques compétentes, des associations, voire de la presse ou sur des forums publics.

Ainsi, cela engendre des séparations au niveau des instances internationales. Pour une meilleure visibilité de cette notion, nous tenterons de faire une classification des lanceurs d'alerte.

1.2 Définition et historique

1.2.1 Définition

Un lanceur d'alerte est toute personne, groupe ou institution qui, ayant connaissance d'un danger, un risque ou un scandale, adresse un signal d'alarme et, ce faisant, enclenche un processus de régulation, de controverse ou de mobilisation collective.

Il s'agit généralement d'une personne ou d'un groupe qui estime avoir découvert des éléments qu'il considère comme menaçants pour l'homme, la société, l'économie ou l'environnement et qui, de manière désintéressée, décide de les porter à la connaissance d'instances officielles, d'associations ou de médias, parfois contre l'avis de sa hiérarchie.

Plus simplement, un lanceur d'alerte est une personne ou un groupe de personnes qui détecte un danger potentiel et tire un signal d'alarme, le plus souvent contre l'avis dominant. Cette dernière précision explique pourquoi leur situation est très souvent difficile : l'opinion publique ne les croit pas, ou leurs détracteurs tentent de les décrédibiliser.

On distingue de nombreuses définitions d'organisations de protections des lanceurs d'alerte desquelles nous citerons les plus utilisées.

En France, la loi Sapin avait un but de créer un statut unique du lanceur d'alerte ainsi qu'un socle de droits en conséquence. La définition du lanceur d'alerte adoptée par **l'Assemblée Nationale française** est la suivante :

« Un lanceur d'alerte est une personne physique qui révèle ou signale, de manière désintéressée et de bonne foi, un crime ou un délit, une violation grave et manifeste d'un engagement international régulièrement ratifié ou approuvé par la France, d'un acte unilatéral d'une organisation internationale pris sur le fondement d'un tel engagement, de la loi ou du règlement, ou une menace ou un préjudice graves pour l'intérêt général, dont elle a eu personnellement connaissance. ».

Depuis 2014, le **Conseil de l'Europe** définit comme lanceur d'alerte :

"toute personne qui fait des signalements ou révèle des informations concernant des menaces ou un préjudice pour l'intérêt général dans le contexte de sa relation de travail, qu'elle soit dans le secteur public ou dans le secteur privé".

Enfin, la définition de l'organisation **Transparency France** - largement investie sur le sujet des lanceurs d'alerte, est la suivante :

"le lanceur d'alerte est une personne qui, dans le contexte de sa relation de travail, signale un fait illégal, illicite et dangereux, touchant à l'intérêt général, aux personnes ou aux instances ayant le pouvoir d'y mettre fin. "

Une définition largement reprise par le Conseil de l'Europe

1.2.2 Historique

En langue française, la notion de lanceur d'alerte a, en partie, été popularisée par André Cicoella, chercheur en santé environnementale à l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS). L'émergence d'un droit de critique par les salariés prend place dans la seconde moitié des années 1990.

La notion la plus proche de l'expression « lanceur d'alerte » en langue anglaise est celle de « *whistleblower* ». Cette expression renvoie à l'idée de « délation » qui n'est pas connotée aussi négativement en anglais, et se traduit mieux par « tireur de sonnette d'alarme ».

L'expression « *whistleblower* » désigne à l'origine les policiers soufflant (« *blow* ») dans leur sifflet (« *whistle* ») à la fois pour appeler les forces de l'ordre et pour alerter les citoyens d'un danger.

Le « *whistleblower* » est un employé ou ex-employé d'une entreprise ou d'une agence gouvernementale qui signale une mauvaise conduite à une autorité susceptible de mettre fin à cette mauvaise conduite. Cette dernière recouvre les violations de lois et règlements et/ou une menace directe contre l'intérêt général, telles qu'une fraude, de la corruption ou une menace pour la santé et/ou la sécurité des hommes. Elle s'applique en particulier aux questions liées aux ententes illégales entre producteurs.

1.3 Classification des lanceurs d'alerte

Au regard des dénonciations réalisées par les lanceurs d'alerte, il faudrait connaître les mauvaises pratiques dénoncées qui sont assez récurrentes et connaître les secteurs économiques concernés afin de pouvoir établir une classification suivant les risques qui sont associés à chaque type d'individu. On peut classer les citoyens lanceurs d'alerte suivant l'environnement dans lequel l'alerte est lancée. D'abord, on retrouve les lanceurs d'alerte dans les activités économiques, du commerce au détail en passant par les transports, la santé, l'action sociale, l'éducation, les ONG, les services financiers, les autorités locales. Aussi, les mauvaises pratiques dénoncées par les lanceurs d'alerte couvrent des questions d'éthique, de finance, de sécurité au travail, de santé(sécurité des patients), de sécurité publique(transports, alimentation...) et bien d'autres.

Cette classification est nécessaire mais loin d'être suffisante pour réaliser une estimation des coûts liés aux mauvaises pratiques par secteurs d'activités économiques.

Le tableau 1.1 montre la répartition des pratiques dénoncées et les secteurs d'activités concernés par les alerte.

Le premier constat est que les alertes sur les questions d'éthiques sont fréquentes (soit 19% des mauvaises pratiques).

Nous citons à présent les scandales les plus marquants qui ont touché les différents secteurs d'activités.

1.3.1 Au niveau des alertes environnementales

Au titre de ces risques, nous citerons les pesticides, les risques induits par les OGM, les bactéries entre autres. Aussi, la mise en place de réforme visant à limiter l'action de l'homme sur la nature encourage les individus, les associations, a lancé des alertes environnementales. On arrive parfois à des blocages(manifestations, marches,...) de certains projets économiques devant ces dénonciations qui visent la protection des personnes dans une perspective de développement durable.

A titre d'exemple, on peut citer l'affaire d'**Arcelormittal** : Karim B., transporteur routier depuis l'âge de 19 ans, a filmé le liquide acide qu'il était contraint de déverser dans la nature et a communiqué ces images à la police, au ministère de l'environnement, et à la presse. Depuis, il fait l'objet d'une plainte en diffamation, des plaintes contre X ont été déposées. Le groupe ArcelorMittal conteste toute pollution à l'acide. Depuis, Karim n'a pas retrouvé de travail.

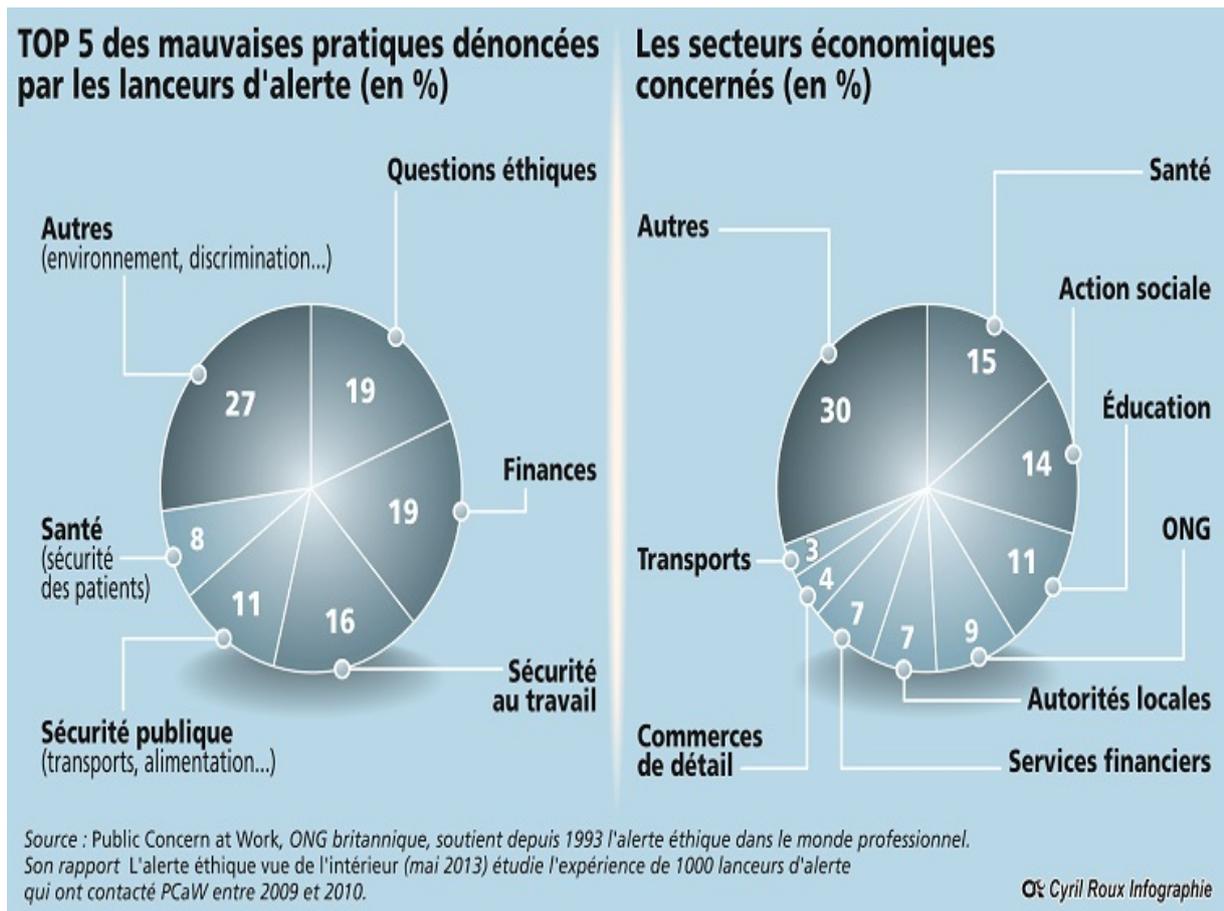


FIGURE 1.1: Répartition des mauvaises pratiques et les secteurs d'activités concernés par les lanceurs d'alerte

1.3.2 Au niveau des alertes en santé

Le risque lié aux médicaments non contrôlés ou mal contrôlés est bien réel, comme le montre l'affaire **Médiator**. Médecin pneumologue français, Irène Frachon a notamment joué un rôle décisif dans l'affaire du Mediator, médicament commercialisé par les laboratoires Servier de 1976 à 2009 et qui aurait provoqué la mort d'au moins 500 malades.

Citons également l'affaire du **chrome hexavalent** : Erin Brockovich a révélé la présence de chrome hexavalent dans l'eau potable de Hinkley, en Californie. Elle découvre elle-même les problèmes de santé publique en travaillant comme adjointe juridique sur différentes demandes d'indemnisation.

1.3.3 Au niveau des alertes économiques

Devant la perte économique induite par l'évasion fiscale, on note la ferme volonté de tous les états à apporter des changements pour réduire cette fuite de ressource. Malgré les moyens mis en place par l'état, seuls les lanceurs d'alerte apportent des renseignements assez importants comme le révèle l'affaire **Luxleaks**.

Pour rappel, deux collaborateurs, Antoine Deltour et Raphaël Halet, employés chez PricewaterhouseCoopers (PwC) révèlent au grand jour les accords fiscaux entre de nombreuses multinationales avec le fisc luxembourgeois. Le tribunal condamne Antoine Deltour et Raphaël Halet de "vol, violation du secret professionnel et du secret des affaires", mais aussi de "fraude informatique et divulgation du secret des affaires".

L'affaire Luxleaks rappelle que les personnes proches d'informations sensibles sont susceptibles de subir des conséquences économiques et juridiques assez importantes.

1.4 Contexte politico-économique

A l'heure actuelle, plusieurs pays ont des lois qui tentent d'établir des mesures de protection pour les lanceurs d'alerte. Notamment en France, avec la loi Sapin 2 qui vient d'entrer en vigueur.

Aux USA, les lois permettant de récompenser les lanceurs d'alerte sont mises en question au regard de la relation de travail entre employé-employeur.

1.5 Les théories assurances-protections

Notre objectif est de montrer que le risque associé aux lanceurs d'alerte est assurable ou mutualisable.

En effet, les différents cas d'alerte recensés font état d'une disparité des profils de lanceurs d'alerte : le lanceur d'alerte peut avoir accès à des informations importantes qu'il soit cadre, fonctionnaire, travailleur intérimaire etc. D'aucun pourrait prétendre qu'il est impossible d'assurer- voire mutualiser sa couverture de protection- les lanceurs d'alerte car ce sont eux qui font le choix de lancer ou non une alerte.

Mais il est préférable de se placer dans un contexte plus général : on peut considérer que le lanceur d'alerte ne choisit pas d'être confronté à une situation où le devoir moral lui imposerait de lancer une alerte. Ainsi, le principe de l'aléa est respecté, et l'on peut considérer le cas d'une alerte comme celui d'un sinistre.

Chapitre 2

Comment protéger les lanceurs d'alerte ?

Sommaire

2.1	Introduction	8
2.2	Protection par la loi	8
2.3	Les actions de protection de victimes	9
2.3.1	Une protection technologique	9
2.4	Les aides aux victimes de type assurance	9
2.4.1	Assurance : la protection juridique	10
2.4.2	Assurance : la responsabilité civile	10
2.5	Protectionnisme d'état et lanceur d'alerte	10

2.1 Introduction

Devant les problèmes auxquels font face les lanceurs d'alerte, plusieurs actions sont prises afin de les protéger. Au nombre de ces actions, l'état accompagne les lanceurs d'alerte par la législation, les textes juridiques, les protections de personne afin de bénéficier de l'asile.

Ces mesures juridiques sont assez variables d'un pays à un autre du fait de la définition et la position des pouvoirs publics sur ces questions.

Dans la suite, nous donnerons les mesures de protection établies afin de protéger les lanceurs d'alerte dans les pays comme la France, le Royaume uni, les États Unis et dans certaines organisations de défense de personnes en situation de danger. Ensuite, nous présenterons les types d'actions réalisés pour la protection des lanceurs d'alerte au niveau de l'État.

2.2 Protection par la loi

D'après Transparency International France, environ 60 pays disposent d'une législation couvrant les lanceurs d'alerte, dont 7 sont équipés de dispositifs solides.

Elle a édité une brochure *Guide pratique* à l'usage des lanceurs d'alerte qui est téléchargeable sur leur site, sur leur page d'accueil, dans la rubrique Publications.

Blueprint for Free Speech, fondation internationale (Allemagne, Australie, Royaume-Uni, Suède), créée pour la défense de la liberté d'expression dans le monde et dont le siège est situé en Australie, a construit une bibliothèque gratuite de ressources en ligne (législations, bonnes pratiques, études). Sur son site, une carte mondiale interactive des législations nationales en faveur des lanceurs d'alerte est présentée.

En France

Tout travailleur qui, de bonne foi, constate dans l'entreprise un risque grave pour la santé publique ou l'environnement, doit en avertir son employeur.

Les représentants du personnel au CHSCT (Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail) disposent également d'un droit d'alerte immédiat auprès de l'employeur.

L'alerte doit être consignée sur un registre spécial et doit être datée et signée. Elle doit indiquer :

- les produits ou procédés de fabrication utilisés ou mis en œuvre par l'entreprise dont le travailleur estime de bonne foi qu'ils présentent un risque grave pour la santé publique ou l'environnement,
- si nécessaire, les conséquences potentielles pour la santé publique ou l'environnement,
- toute autre information utile à l'appréciation de l'alerte consignée.

Face à ces nouvelles exigences qui peuvent paraître lourdes et complexes, des solutions existent et permettent d'aborder méthodiquement et sereinement cette contrainte imposée originellement par les législateurs américains et britanniques : l'indépendance de notre économie se fera désormais, entre autres, grâce à une application raisonnée de ce dispositif.

En France, le dispositif de la loi sapin 2 qui entre en vigueur apporte beaucoup de changements pour un meilleur suivi de la protection du lanceur d'alerte.

Aux états Unis

La *Federal False Claims Act* en mars 1963, souvent appelée la loi Lincoln, a offert aux citoyens une récompense pour poursuivre en justice au nom du gouvernement toute entreprise ou institution menaçant la société par des agissements contraires aux lois.

La personne qui dépose le procès est appelée "*relator*". Les relateurs étaient admissibles à recevoir jusqu'à 50% du montant total versé en dédommagement. Ce pourcentage a été supprimé quand le congrès a amendé la loi en 1943.

En 1985, le Département de la Défense (DOD) a commencé à enquêter sur les plaintes de fraude généralisée par certains des plus grands entrepreneurs de la défense. Dans un effort pour encourager davantage de dénonciateurs à se manifester, le Congrès a révisé la False Claims Act permettant aux justiciables d'obtenir 15% à 30% du montant récupéré par le gouvernement.

Aux États-Unis, la législation, avec l'avènement de la loi de SOX (Sarbanes Oxley en 2002), permet aux lanceurs d'alerte de bénéficier de certaines primes. Ils sont conçus pour dissuader les fraudeurs de riposter contre les dénonciateurs (ou dénonciateurs potentiels) en créant des responsabilités pour les actions de représailles.

Le congrès a adopté à l'unanimité, des moyens anti-représailles pour protéger les dénonciateurs qui exposent la fraude financière et comptable de leurs employeurs. Dans le débat sur SOX et le rôle des lanceurs d'alerte dans la lutte contre les pertes financières due à la fraude d'entreprise, l'instauration de primes de remerciement est importante historiquement. Cette voie de protection fait débat car on rencontre de plus en plus de lanceurs d'alerte dans les entreprises américaines.

Cette parenthèse sur la lutte contre la fraude aux États-Unis n'aura que peu d'incidence sur notre projet, car le fait de récompenser, et donc d'inciter les citoyens à lancer une alerte, sort du cadre des lanceurs d'alerte selon la définition française, et dans une certaine mesure, européenne.

2.3 Les actions de protection de victimes

2.3.1 Une protection technologique

La protection des lanceurs d'alerte relève du domaine légal, juridique mais aussi technologique. *Wikileaks* a ouvert la voie en créant un site permettant de soumettre anonymement des documents confidentiels par la cryptographie et des techniques d'anonymisation en ligne.

De nombreux autres sites ont été ouverts depuis : *Balkan Leaks* par le site d'investigation bulgare en 2010, *Safe House* par le Wall Street Journal en 2011, *Frenchleaks* par Mediapart en 2012, *We fight censorship* par Reporters sans frontières en 2012. Simultanément, des développeurs recherchent des systèmes à installer librement à destination des organisations qui souhaiteraient recevoir des documents.

Par exemple, aux États-Unis, le hacker Aaron Swartz a créé *SecureDrop*, un logiciel de transmission ultra-sécuritaire pour les rédactions, utilisé par The New Yorker, Balkan Leaks, The Intercept, Washington Post ou The Guardian. En Italie, *GlobaLeaks* permet aux médias, aux associations et aux ONG, de mutualiser ce type d'outils. Il est aussi utilisé par le site tunisien Nawaat, Le Monde et des médias belges.

Publeaks est un site partagé par plus de quarante média néerlandais : le lanceur d'alerte peut choisir jusqu'au maximum de 7 médias pour envoyer ses documents. *Afrileaks* rassemble plus de vingt rédactions de l'Afrique anglophone.

2.4 Les aides aux victimes de type assurance

Une fois l'alerte donnée par le lanceur d'alerte, dans le cas où cette personne est confrontée à des difficultés de type juridiques, morales, perte d'emploi, santé, l'existence de protections associées pourrait être utile, voire salvateur pour le lanceur d'alerte.

Dans la suite, nous présenterons l'assurance protection juridique, et un aperçu de l'assurance responsabilité civile, qui sont respectivement une aide existante aux personnes confrontées à la Justice, et un contrat d'assurance couvrant divers accidents de la vie impliquant des sinistres. Ce dernier est une piste prometteuse : il pourrait inclure une garantie concernant les lanceurs d'alerte, dont les conditions et la mise en pratique seraient à spécifier.

2.4.1 Assurance : la protection juridique

On retrouve parfois des contrats d'assurances qui couvrent les démarches juridiques. La protection juridique est une assurance facultative. Souvent appelée «défense recours», cette garantie sert à couvrir les démarches judiciaires.

Ainsi, elle s'applique à deux niveaux :

si vous êtes poursuivi en justice pour un accident causé à un tiers, elle prend en charge votre défense pénale ; si vous poursuivez en justice un tiers pour un préjudice que vous avez subi, elle prend en charge votre recours.

La garantie protection juridique prend en charge les frais de votre défense pénale. En d'autres termes, vous ne paierez pas les honoraires de l'avocat chargé de votre défense.

2.4.2 Assurance : la responsabilité civile

La responsabilité civile définie par la loi, crée l'obligation de réparer le dommage causé. Les assureurs incluent systématiquement une garantie de responsabilité civile vie privée dans les contrats multirisques habitation. Nous reviendrons sur la responsabilité civile dans le chapitre 4 de la page 14 modèle de protection responsabilité civile

2.5 Protectionnisme d'état et lanceur d'alerte

Pour arriver à trouver un moyen efficace pour protéger les lanceurs d'alerte, il faudrait établir une règle de droit efficace même quand les intérêts de l'état sont menacés.

Cette grande étape n'est pas susceptible de voir le jour, car les intérêts du système économique des états comme (le secret d'état, le secret professionnel, les brevets,...) verront une déclaration par les lanceurs d'alerte.

Chapitre 3

Les modèles de protection

Sommaire

3.1	Introduction	12
3.2	Différence entre mutuelle santé et assurance santé	12
3.3	Les risques associés aux lanceurs d'alerte	12
3.4	Les multiples facettes du risque	12
3.5	Estimation des coûts associés aux risques	13
3.6	Le rôle de l'état dans ce processus de protection	13

3.1 Introduction

La recherche scientifique sur les moyens de protection des lanceurs d'alerte est assez théorique et littéraire. Au moment où nous traitons ce sujet, aucun document scientifique actuariel n'a fait état d'une tentative de modélisation de protection de lanceurs d'alerte. Notre approche apporte une perspective dans la quête de moyens de protections des lanceurs d'alerte.

L'inexistence de bases de données freine notre développement d'une approche de protection actuarielle concrète des lanceurs d'alerte.

3.2 Différence entre mutuelle santé et assurance santé

La complémentaire santé est une couverture santé proposée par les organismes complémentaires, assurance santé ou mutuelle santé. Elle vient s'ajouter à la couverture de l'assurance maladie obligatoire (la Sécurité Sociale) pour apporter une couverture plus importante aux assurés.

L'assurance santé est souvent confondue avec la mutuelle santé alors que ces deux termes sont différents. Leur but reste le même, à savoir rembourser tout ou partie des frais de santé non couverts par la Sécurité sociale. La nature et le statut de l'assurance santé et de la mutuelle sont leur différence.

Les assurances santé sont régies par le code des assurances (ce sont des compagnies) qui s'occupent des relations entre les clients et les assurés. Le rôle des assureurs est de garantir les remboursements de frais de santé non pris en charge par la Sécurité sociale. En tant que société privée, les clients d'une assurance ne peuvent participer directement à la prise de décision. De plus, la souscription est payante et prend en compte la consommation médicale individuelle de l'assuré.

Une mutuelle, aussi appelée société mutuelle est une société de personnes, à but non-lucratif, qui organise au sein du groupe la solidarité. Les fonds de ce genre de société proviennent des cotisations des membres. Le fonctionnement des mutuelles est régi par le Code de la Mutualité. L'ensemble des adhérents élisent une assemblée générale et un conseil d'administration, qui auront pour rôle d'assurer la gestion de leur mutuelle.

3.3 Les risques associés aux lanceurs d'alerte

A la suite du déclenchement de l'alerte, plusieurs scénarios sont possibles pour le lanceur d'alerte, il peut être confronté à différents problèmes, selon l'impact éventuel qu'aura le lancement de l'alerte sur les institutions concernées.

Le risque associé au lanceur d'alerte est nouveau et fondamentalement différent des risques existants en assurance. Le lanceur d'alerte s'expose au **risque juridique**, il peut être confronté à la justice et donc à des coups éventuels de tribunaux, des frais d'avocat, des amendes etc.

Le lanceur d'alerte s'expose au **risque de licenciement**, il est en effet très fréquent que le lanceur d'alerte perde son emploi suite à des révélations qui concernent (généralement) son employeur. Le lanceur d'alerte s'expose au **risque psychologique**, la vie des lanceurs d'alerte ressemblant souvent à une descente aux enfers suite au lancement de l'alerte.

3.4 Les multiples facettes du risque

Le défi le plus significatif dans la modélisation sur les lanceurs d'alerte est la caractérisation du risque. À la différence des tremblements de terre ou des ouragans, il n'y a ni de définition précise du phénomène ni des centaines d'années de fréquence de données de sévérité à analyser. Pire, le lanceur d'alerte n'est pas perçu de la même façon partout dans le monde. Il dépend aussi beaucoup des libertés accordées par les lois.

3.5 Estimation des coûts associés aux risques

L'autre problématique que pourraient rencontrer les assureurs est le manque de données, dans un premier temps. En effet le phénomène, même s'il était quantifiable de manière précise, reste assez marginal en terme de fréquence d'occurrence. L'estimation du coût en cas d'occurrence semble possible, bien que difficile car elle dépend fortement du cas considéré (préjudices subis par le lanceur d'alerte, longueur et coût du procès, etc.).

3.6 Le rôle de l'état dans ce processus de protection

Le rôle de l'état est pour l'heure assez limité dans la protection des lanceurs d'alerte. Cependant, dans certains cas, les moyens de pressions mis en œuvre pour faire les lanceurs d'alerte obligent parfois ceux-ci à s'exiler. Les états accueillent généralement ces lanceurs d'alerte dans leurs ambassades à l'étranger, que le lanceur d'alerte soit originaire du pays ou non. Néanmoins, l'absence de loi sur le sujet rend le suivi des lanceurs d'alerte incertain, au niveau international.

Chapitre 4

Modèle de protection : approche de type responsabilité civile

Sommaire

4.1	Introduction	15
4.2	Différentes formes de responsabilités	15
4.2.1	Les conceptions du droit	15
4.2.2	La responsabilité administrative	15
4.2.3	La responsabilité pénale	15
4.2.4	La Responsabilité civile	15
4.3	Focus sur la responsabilité civile	16
4.3.1	Mise en oeuvre	16
4.3.2	Les familles de responsabilités civiles	16
4.3.3	Le contrat d'assurance de responsabilité civile	17
4.3.4	Spécificité de la responsabilité civile	19
4.4	Statistiques sur la responsabilité civile en France	19

4.1 Introduction

L'idée d'une protection de type assurance responsabilité civile vient du constat que toute personne pourrait estimer la probabilité de devenir un lanceur d'alerte comme extrêmement faible.

En effet, les alertes concernent tous les secteurs d'activités de la vie économique. Les individus possédant une assurance devront payer un pourcentage obligatoire afin de se couvrir contre le risque de lanceur d'alerte. Par un mécanisme de mutualisation des risques, on devrait aboutir à une protection pour toutes les personnes qui seront en situation de lanceur d'alerte. Ainsi, nous proposons une assurance obligatoire de type responsabilité civile afin que toute personne déclarée lanceur d'alerte puisse bénéficier de cette garantie. Il va de soi que l'assuré confronté à cette situation ne pourrait nullement être tenu pour responsable des actes qu'il dénonce, et que la mise en place d'une garantie responsabilité civile pour les lanceurs d'alerte est purement pratique.

La responsabilité est le devoir pour une personne d'assumer les conséquences des actes qu'elle a commis, qu'ils soient volontaires ou involontaires, graves ou superficiels. La responsabilité peut se traduire comme une valeur éthique ou morale : chacun perçoit son propre degré de responsabilité dans une affaire. Il en va de la subjectivité de chacun. Cependant, afin de pouvoir règlementer et encadrer les responsabilités de chacun, des familles de responsabilités ont été distinguées.

4.2 Différentes formes de responsabilités

Après avoir distingué les deux grandes conceptions du droit, nous énumérerons les différentes responsabilités existantes et étudierons les différences entre chacune. Ces premières définitions sont fondées sur le droit français.

4.2.1 Les conceptions du droit

Il existe deux grandes inspirations dans le droit. D'un côté nous retrouvons le droit « Romain-Germanique », dans lequel le principe législatif domine ; il est encadré par des codes comme le code civil français. La plupart des pays européens sont régis par ce droit. De l'autre côté, nous avons le droit « *Anglo-Saxon* » qui est essentiellement basé sur les décisions des tribunaux (la jurisprudence), bien qu'encadré par des textes législatifs. Il concerne le Royaume-Uni, les États-Unis ou encore l'Australie.

4.2.2 La responsabilité administrative

La responsabilité administrative est définie comme "celle qui incombe à une personne de droit public". Elle représente la responsabilité des institutions publiques (état, commune, hôpital, . . .) face à leurs actes et aux manquements liés. Les juridictions compétentes pour traduire en justice les affaires de responsabilité administrative sont les tribunaux administratifs, leurs cours d'appel et le conseil d'état.

4.2.3 La responsabilité pénale

La responsabilité pénale a pour rôle de sanctionner toute personne qui commet une infraction. L'individu concerné enfreint une règle interdite par les lois répressives. Il est important de noter que la responsabilité pénale est inassurable puisqu'elle est d'ordre public. Les poursuites pénales (également appelées actions publiques) sont engagées par le ministère public représenté par le parquet.

4.2.4 La Responsabilité civile

La responsabilité civile est l'obligation légale d'une personne de réparer, et non de sanctionner comme la responsabilité pénale, le dommage causé à autrui. Elle est régie par des textes à caractère général pour appréhender le maximum de situations. La responsabilité civile est assurable. Un fait générateur peut engendrer une responsabilité civile et une responsabilité pénale. Dans ce cas, il y aura

primauté du pénal et non deux actions judiciaires distinctes. Enfin, les tribunaux compétents sont les tribunaux civils. Nous allons approfondir le sujet de la responsabilité civile dans la partie suivante, puisque c'est celle qui nous intéresse pour notre sujet.

4.3 Focus sur la responsabilité civile

Ce paragraphe s'intéresse plus précisément à la responsabilité civile en présentant la mise en œuvre, les familles de responsabilités civiles, le contrat de responsabilité civile et ses spécificités.

4.3.1 Mise en oeuvre

La responsabilité civile nécessite la réunion de trois éléments constitutifs.

Les éléments constitutifs

Le premier élément nécessaire est la survenance d'une faute, c'est-à-dire d'un acte contraire au droit. Elle peut se traduire par un acte positif ou un manquement à une obligation préexistante, comme par exemple brûler un feu rouge, ou par une simple abstention, comme laisser une arme à feu à disposition d'un enfant.

Le second élément nécessaire est la survenance d'un dommage qui doit avoir plusieurs caractéristiques précises. Tout d'abord, il doit être direct, c'est-à-dire qu'il résulte de la faute commise au préalable.

Ensuite, il est nécessaire qu'il soit actuel mais aussi futur s'il est inévitable. Il doit également être certain. Enfin, il faut qu'il soit légitime, c'est-à-dire qu'un dommage illicite ou immoral n'est pas réparable.

Le dernier élément constitutif nécessaire est qu'il existe un lien de causalité entre la faute et le dommage ; la victime doit établir que la faute est bien à l'origine du dommage.

Exonérations de responsabilité

Il existe des situations extrêmes dans lesquelles le fautif pourra être exonéré de toute responsabilité. L'une d'elles peut se traduire par des faits justificatifs ; prenons l'exemple de la légitime défense qui ne peut être punie. Une autre situation possible est la cause étrangère, par exemple lors d'une catastrophe naturelle. C'est un cas de force majeure indépendant de la volonté de la personne mise en cause.

4.3.2 Les familles de responsabilités civiles

Il convient de distinguer deux grandes familles de responsabilités civiles. Il existe d'une part la responsabilité civile délictuelle et quasi-délictuelle et d'autre part la responsabilité civile contractuelle.

La responsabilité civile délictuelle et quasi-délictuelle

La responsabilité civile délictuelle se définit comme la faute consciente de l'individu qui peut être qualifiée de délit civil. La faute personnelle délictuelle se distingue de la faute intentionnelle par l'absence de volonté de l'individu de provoquer le dommage. Cette dernière est assurable. Nous parlerons de quasi-délit dans le cas d'une négligence ou d'une imprudence de la personne mise en cause.

La responsabilité civile contractuelle

La responsabilité civile contractuelle se définit comme l'inexécution d'un contrat liant une victime et le responsable. Elle nécessite trois conditions.

Tout d'abord, il faut impérativement un contrat valable, ensuite il est nécessaire qu'il y ait une inexécution du contrat par le non-respect d'une obligation du contrat par exemple. Enfin, il est indispensable qu'un dommage soit le résultat d'une inexécution et qu'il y ait un lien de causalité. La mise en place d'un contrat sous-entend une obligation de résultat, par exemple le fait d'acheminer des voyageurs à destination sans encombre, ou une obligation de moyens, par exemple l'obligation pour un médecin de donner des soins à un patient. La responsabilité civile contractuelle comporte également

des clauses d'exonération.

Pour en terminer avec les aspects strictement juridiques, notons que le droit communautaire prime sur le droit national. Ces définitions sont valables pour la responsabilité civile française, c'est-à-dire issue du droit romain-germanique. Intéressons-nous dès à présent aux différents types de contrats d'assurance de responsabilité civile. Cette étude mettra en regard les conceptions du droit romain-germanique et du droit anglo-saxon existantes.

4.3.3 Le contrat d'assurance de responsabilité civile

Nous distinguons plusieurs familles de garanties de responsabilités civiles que nous allons détaillé par la suite. Ces structures de garantie sont variables selon les pays du fait du droit romain-germanique et du droit *Anglo-saxon*. Les dommages garantis sont de nature corporelle, matérielle ou immatérielle. Nous allons nous intéresser aux différentes structures de garanties qu'offre la responsabilité civile.

Responsabilité civile	Garanties	Exclusions
Assurance auto	Contre les dommages causés par son véhicule, dommages matériels et dommages corporels	Dommages éventuels causés à vous-même, dommages que vous causez intentionnellement à autrui, activités professionnelles
Assurance multirisques habitation	Dommages aux biens, la responsabilité civile « vie privée » au titre de laquelle l'assureur se substitue au responsable pour indemniser la victime ; inclut généralement une assurance de protection juridique et des garanties d'assistance.	Les pièces telles que la cuisine, les toilettes et la salle de bain ne sont pas prises en compte, dommages que vous causez à vos propres biens
Assurance risques industriels	Garantie de base tempête, dommages matériels	Aux matériels informatiques (y compris les micro et mini-ordinateurs) participant aux tâches de gestion (dits "ordinateurs de gestion") ou à celles de production (dits "ordinateurs de <i>process</i> ", "commandes numériques", "robots industriels"), aux matériels électroniques des salles de contrôle, des centraux de commandes aux fusibles, aux résistances chauffantes, aux lampes de toutes natures, aux tubes électroniques,

TABLE 4.1: Les garanties de responsabilité civiles dans les contrats d'assurance obligatoire
 Les familles de garanties, assurance contre les accidents du travail, assurance accident du travail, responsabilité civile des mandataires sociaux et assurance des traitants et des sous-traitants sont des garanties annexes, potentiellement prises en charge par les couvertures de responsabilité civile.

Exclusions et limites

Le contrat d'assurance responsabilité civile comporte différentes sortes d'exclusions. Il existe des exclusions absolues, comme une guerre qui est un cas de force majeure. Nous pouvons également rencontrer des exclusions des couvertures déjà délivrées par d'autres contrats d'assurances, telle la responsabilité civile automobile qui est délivrée lors de l'achat d'un contrat d'assurance automobile. Il existe aussi des exclusions relatives ou techniques, lorsque la couverture ne porte que sur les conséquences pour les tiers d'un produit par exemple.

Ce type de contrat comporte également des limites. Elles peuvent correspondre à des limites de garantie en montant, mais aussi à des limitations dans le temps, ou dans l'espace (à l'exclusion des États-Unis et du Canada généralement).

Nous avons distingué les différents types de contrats d'assurance en responsabilité civile générale (pour la distinguer de la responsabilité civile automobile). Nous allons à présent détailler les spécificités de cette branche.

4.3.4 Spécificité de la responsabilité civile

Nous pouvons distinguer deux notions de développement de sinistralité en assurance.

La première correspond aux sinistres dont les durées de développement sont courtes, généralement une année seulement.

La seconde correspond à ceux dont les durées de développement sont plus longues. Dans ce dernier cas, l'estimation finale du montant des sinistres n'est possible qu'après plusieurs années ce qui implique des contraintes tarifaires supplémentaires. La responsabilité civile fait partie de la famille des sinistres à développement long.

En pratique, une grande partie des sinistres sont à déroulement court (un an) : seulement les plus graves (impactant la réassurance) sont à développement long. Ces derniers sont, chaque année, augmentés de l'inflation économique et de celle des frais de jurisprudence ou, par exemple, des frais des soins paramédicaux nécessaires à des personnes blessées. Le coût des sinistres en développement long est évolutif avec le temps. Cela peut parfois être délicat à estimer dans la pratique.

4.4 Statistiques sur la responsabilité civile en France

Selon la fédération française de l'assurance (FFSA), le principal mode de distribution de l'assurance responsabilité civile en 2015 était détenu à 76,4% par les sociétés avec intermédiaires.

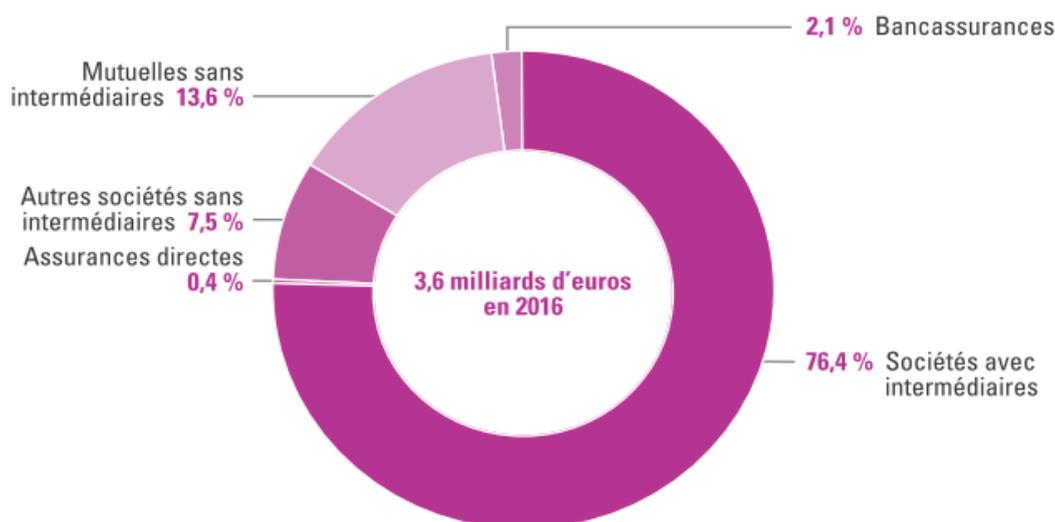


FIGURE 4.1: Cotisation par mode de distribution de responsabilité civile -FFSA

Année	2012	2013	2014	2015	2016
Responsabilité civile	-3,0 %	- 1,0 %	- 2,0 %	- 3,0 %	nd

TABLE 4.2: Variation de la fréquence des cotisations en % pour la responsabilité civile

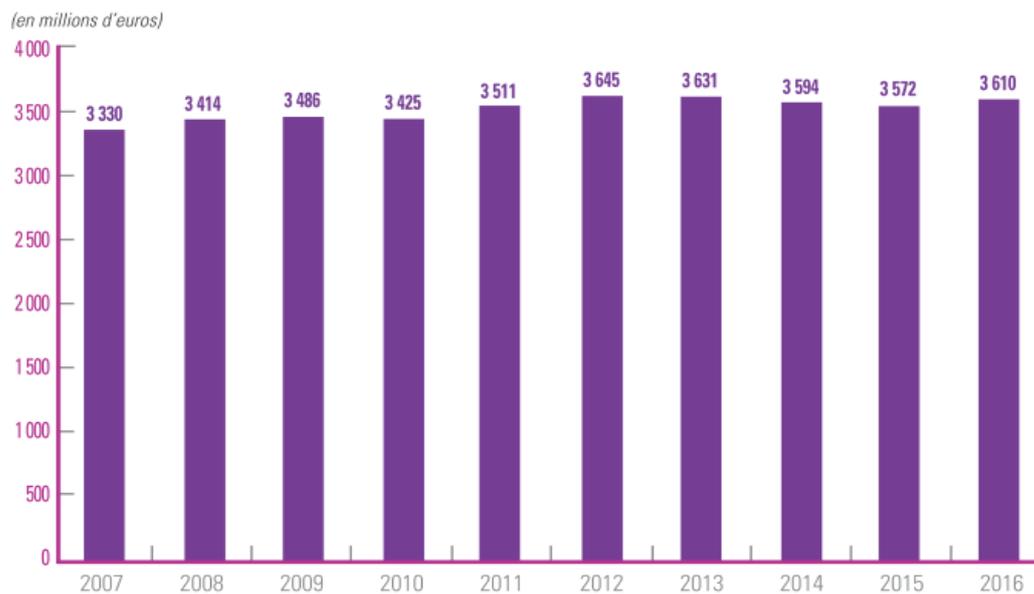


FIGURE 4.2: Évolution des cotisations de responsabilité civile

Source : Fédération française de l'assurance

	Matériel	Corporel	Ensemble
2007	- 2,2	- 2,3	- 2,2
2008	- 4,9	- 5,0	- 4,9
2009	+ 2,0	- 1,0	+ 1,6
2010	+ 0,5	- 2,0	+ 0,1
2011	- 7,2	- 3,8	- 6,7
2012	- 1,6	- 2,3	- 1,7
2013	- 1,9	- 2,4	- 2,0
2014	- 2,1	+ 2,8	- 1,7
2015	+ 0,7	- 0,6	+ 0,6
2016	- 0,6	+ 2,7	- 0,3
Niveau fréquence moyenne en 2016	33,9 ‰	3,7 ‰	37,6 ‰

FIGURE 4.3: Variation (en %) des fréquences moyennes annuelles des sinistres en responsabilité civile en France

Source : Fédération française de l'assurance

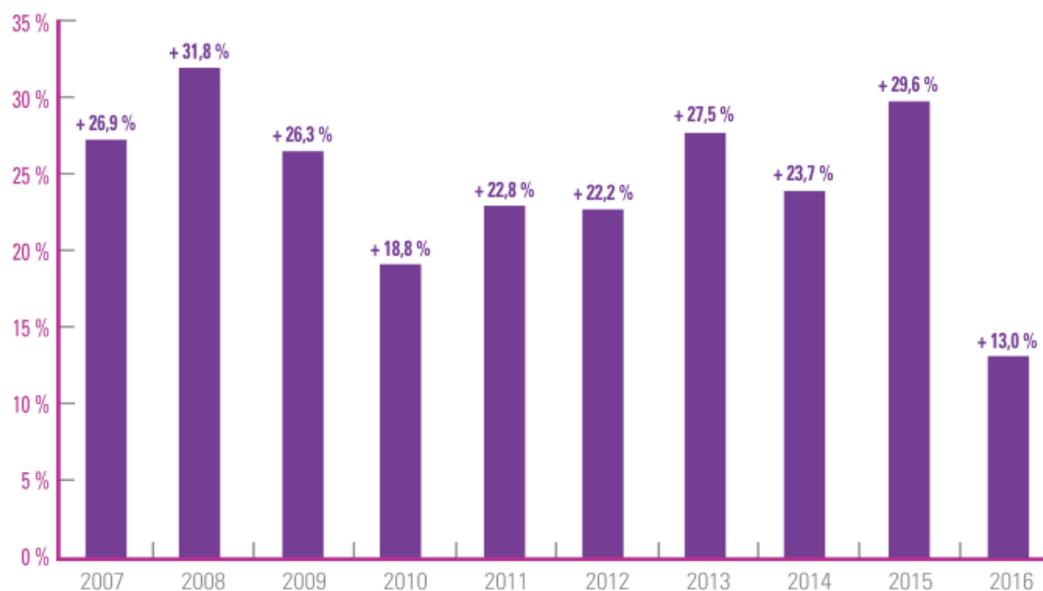


FIGURE 4.4: Évolution du solde technique en responsabilité civile en France
Source : Fédération française de l'assurance

(en % des primes nettes)	2012	2013	2014	2015	2016
Dotation des PPNA	- 0,2	0,2	0,0	0,0	nd
Produits financiers nets	15,2	17,3	17,0	16,6	nd
Prestations	43,5	47,1	48,1	48,6	
Frais de gestion des sinistres	6,7	6,2	6,8	7,2	79,0
Dotation provisions	13,7	9,3	11,0	5,8	
Frais acquisition	14,1	14,1	14,1	14,2	20,8
Frais administration	7,3	7,2	7,7	8,1	
Charge réassurance	7,4	6,0	5,7	3,2	2,3
Résultat technique	22,2	27,5	23,7	29,6	13,0
Total des provisions	545,2	554,1	569,7	590,1	nd

FIGURE 4.5: Ratio en responsabilité civile en France
Source : Fédération française de l'assurance

Chapitre 5

Modèle de protection : approche de type communauté

Sommaire

5.1	Introduction	23
5.2	La prise en compte de nouveau risque	23
5.3	Avantages de la communauté	23
5.4	Limites de l'approche communautaire	23

5.1 Introduction

La communauté est un groupe social constitué de personnes partageant en les mêmes caractéristiques, le même mode de vie, et bien d'autres caractéristiques communes. Ainsi une communauté de personnes peuvent décider de mettre en commun des moyens afin de protéger les lanceurs d'alerte par un mécanisme de solidarité des uns envers les autres.

L'inter-financement est un phénomène que l'on observe lorsqu'un ou plusieurs groupes d'individus se trouvent à payer en partie pour les actions néfastes de certains autres groupes d'individus.

En France, le site *P2P protect* tente de mettre en place cette approche de mutualisation basée sur le volontariat, en proposant des protections pour des risques non pris en charge actuellement : pension alimentaire en cas de défaut de paiement, assurance en cas d'attentat terroriste etc. Ce système communautaire présente bien des avantages pour la protection des lanceurs d'alerte mais aussi des inconvénients liés au financement dudit projet.

5.2 La prise en compte de nouveau risque

Dans une société en constante mutation, il faut anticiper sur l'avenir afin de se protéger contre les risques nouveaux. En cela cette perspective de protection par la communauté serait la bienvenue car elle permettra de trouver une solution contre :

- le risque de terrorisme
- le risque de divorce
- le risque de lanceur d'alerte

Il n'y a pas de solution pour protéger beaucoup de ces risques simplement parce qu'ils n'ont jamais été considérés comme des risques assurables. Certains de ces risques sont considérés comme des décisions humaines qui paraissaient autrefois intolérables, le divorce en est un exemple, alors qu'il est devenu un fait-commun depuis des décennies.

5.3 Avantages de la communauté

Devant l'accroissement de ses adhérents, il semble avoir des intérêts à ce mode de financement. Celui ci comporte bien des avantages que nous énumérons :

- On sépare le coût du risque sans la prise en compte de la charge commerciale ;
- Vous ne payez le coût du sinistre lorsque celui ci affecte votre communauté ;
- On paye uniquement le coût du risque réel et avéré ;
- Lorsque vous mettez de côté un dépôt pour couvrir le coût du risque, il reste votre propriété, sur les comptes d'un établissement de paiement agréé par l'autorité de contrôle prudentiel de la banque et de l'assurance en France.

5.4 Limites de l'approche communautaire

Au delà des avantages de la communauté, le système communautaire a des limites :

- Lorsque le nombre de sinistres se trouve être assez important, il y'a saturation au niveau du système de paiement ;
- La possibilité de payer les premiers venus peut entraîner des conflits, un favoritisme.

Chapitre 6

Modèle de protection : approche de type assurance et mutualiste

Sommaire

6.1	Introduction	25
6.2	Tarification a priori	25
6.2.1	Hypothèses classiques	25
6.2.2	Lois de sévérité des sinistres	26
6.2.2.1	Méthodes d'estimation	26
6.2.2.2	Loi de gravité de sinistres classiques	26
6.2.2.3	Loi de gravité des sinistres lourds	27
6.2.3	Fréquence des sinistres	27
6.3	Application sur des données simulées	27
6.3.1	Les hypothèses	27
6.3.2	Les simulations	28
6.3.3	Les données	29
6.3.4	Statistiques descriptives	29
6.3.5	Adéquation de la distribution des montants simulés à une loi	29
6.4	Tarification à posteriori	29

6.1 Introduction

Dans cette partie, nous expliquons un modèle d'assurance de groupe pour les lanceurs d'alerte. Dans tout modèle de tarification en assurance, on utilise deux approches, l'une dite tarification a priori et l'autre est la tarification a posteriori.

Dans la tarification d'un produit d'assurance de type protection de lanceur d'alerte, l'assureur utilisera des lois dans la modélisation de la sévérité(ou montant) des sinistres et de la fréquence(ou nombre) des sinistres qui seront susceptibles de se réaliser durant toute la durée de cette police d'assurance.

Dans cette section, nous présenterons la théorie sous-jacente au calcul des primes d'assurances ainsi que les lois des distributions. Cependant faute de données, nous avons été amenés à en simuler, au détriment de la précision du modèle et de l'efficacité de l'application de notre projet.

6.2 Tarification a priori

Dans le cadre de la tarification a priori, pour chaque police d'assurance, la prime est fonction de variables dites de tarification permettant d'actualiser la prime selon le risque et le dommage. Généralement on considère :

- les informations sur l'assuré, comme l'âge, le sexe, son niveau de responsabilité en entreprise, la profession pour un particulier ou un secteur d'activité et le nombre de salariés d'une entreprise ;
- des informations sur les biens de l'assuré, comme sa situation familiale, le coût de ces procédures judiciaires, ses dépenses de santé ;
- des informations géographiques comme le revenu moyen dans la commune ou le département, la densité de population, etc.

Cette prévision des sinistres possibles faite à priori est nécessaire afin d'actualiser la prime au bon niveau et ainsi refléter le risque que la compagnie prend en assurant le client tout en restant compétitif face aux autres compagnies. La fréquence est le nombre de sinistres divisé par l'exposition(correspondant au nombre d'années) pour une police d'assurance, ou un groupe de polices d'assurance. La plupart des contrats étant annuels, on ramènera toujours le nombre de sinistre à une exposition annuelle lors du calcul de la prime, et on notera N la variable aléatoire associée. Durant la période d'exposition, on notera Y_i les coûts du sinistre individuelle (gravité,sévérité), c'est à dire les indemnités versées par l'assureur à l'assuré(ou une tierce personne). La charge totale par police est alors $S = 0$ s'il n'y a pas eu de sinistres, ou si

$$S = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_N = \sum_{i=1}^N Y_i$$

Dans l'absolu, on souhaite remplacer cette variable aléatoire par une constante. Si l'on choisit la minimisation de l'erreur quadratique entre S et une constante, alors celle ci est égale à l'espérance $\mathbb{E}[S]$: c'est la prime pure.

Dans l'approche fréquence-sévérité, nous avons recours à un modèle qui considère le nombre et le montant individuel de chaque sinistre pour un contrat donné.

6.2.1 Hypothèses classiques

- les Y_i sont indépendantes et identiquement distribuées(i.i.d.)
- les Y_i sont indépendants de N

On notera Y la variable parente à Y_i .

On peut montrer (cf. annexe A) que :

$$\mathbb{E}[S] = \mathbb{E}[N].\mathbb{E}[Y]$$

$$Var[S] = \mathbb{E}[N].V[Y] + Var[N].\mathbb{E}[Y^2]$$

La prime pure est définie comme étant la perte moyenne attendue, en l'occurrence $\mathbb{E}[S]$. On remarque qu'elle est égale au produit entre la fréquence moyenne $\mathbb{E}[N]$ et le coût moyen $\mathbb{E}[Y]$.

6.2.2 Lois de sévérité des sinistres

À partir des données sur la gravité des sinistres portant sur les lanceurs d'alerte, un assureur pourrait modéliser le montant d'un sinistre avec une loi normale ou une loi Gamma lorsque les coûts sont homogènes. Ainsi à partir des observations sur les coûts engagés après le lancement de l'alerte, on estime les paramètres par différentes méthodes :

6.2.2.1 Méthodes d'estimation

la méthode du maximum de vraisemblance Nous rappelons que le choix de l'estimateur se fait de manière à maximiser la vraisemblance. Plus précisément, pour une loi admettant une densité f_θ dépendant d'un paramètre $\theta \in \Theta$, l'estimateur du maximum de vraisemblance $\widehat{\theta}_{EMV}$ vérifie

$$\theta_{EMV} \in \underset{\theta \in \Theta}{argmax} \prod_{i=1}^n f_\theta(x_i)$$

avec x_1, \dots, x_n la réalisation d'un n-échantillon i.i.d. de même loi que X.

la méthode des moments Pour déterminer l'estimateur des moments, soit X_1, \dots, X_n la réalisation d'un échantillon. Soit $f = (f_1, \dots, f_k)$ une application de \mathcal{X} dans \mathbb{R}^k

$$\begin{aligned} \phi : \Theta &\rightarrow \mathbb{R}^k \\ \theta &\mapsto \mathbb{E}_\theta(f(X_1)) \end{aligned} \quad \text{telle que l'application soit injective.}$$

On définit l'estimateur des moments $\widehat{\theta}_{MM}$ comme la solution dans Θ (quand elle existe) de l'équation

$$\phi(\theta) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_\theta(X_i)$$

,d'où le choix du nom estimateur des moments.

6.2.2.2 Loi de gravité de sinistres classiques

En pratique, on utilise les lois normales et les lois Gamma pour estimer le montant d'un sinistre. Cependant, l'expérience montre que l'assureur doit prendre en compte les cas extrêmes.

Loi de gravité	Densité de probabilité	Espérance	Variance
Loi normale	$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2} \frac{(x-m)^2}{\sigma^2}}, x \in \mathbb{R}$	m	σ^2
Loi Gamma	$f(x) = \frac{\lambda^n}{\Gamma(n)} x^{n-1} e^{-\lambda x} \mathbb{1}_{x \geq 0}$	$\frac{n}{\lambda}$	$\frac{n}{\lambda^2}$

TABLE 6.1: Loi de gravité des sinistres classiques

6.2.2.3 Loi de gravité des sinistres lourds

En assurance, il est important pour l'assureur d'avoir une mesure de l'occurrence de sinistres lourds demandant une indemnisation importante. D'un point de vue probabiliste, cela se traduit par la mesure des queues de distribution. En d'autres termes, étant donnée une loi de probabilité, pouvons nous dire si elle charge beaucoup les grandes valeurs. Dans le cas où la réponse est positive, on parle alors de queues épaisses. Ainsi, il est courant d'utiliser les loi lognormal, la loi loggamma et la loi de Pareto pour apprécier la distribution des sinistres lourdes.

Il est courant d'utiliser la distribution de Pareto en assurance car elle correspond à des observations individuelles dont la distribution possède des queues épaisses.

On reprend les caractéristiques principales de ces lois dans le tableau.

Loi de gravité	Densité de probabilité	Espérance	Variance
loi lognormale	$f(x) = \frac{1}{x\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2}\frac{(\ln(x)-m)^2}{\sigma^2}} \mathbb{1}_{x>0}$	$e^{m+\frac{\sigma^2}{2}}$	$e^{m+\frac{\sigma^2}{2}} (e^{\sigma^2} - 1)$
loi loggamma	$f(x) = \frac{\lambda^n}{x^{b+1}\Gamma(n)} \ln(x)^{n-1} \mathbb{1}_{x>1}, x > 0$	$(\frac{\lambda}{\lambda-1})^n, \text{si } \lambda > 1$	$(\frac{\lambda}{\lambda-2})^n - (\frac{\lambda}{\lambda-1})^{2n}, \text{si } \lambda > 2$
loi Pareto	$\alpha \frac{n^\alpha}{x^{\alpha+1}} \mathbb{1}_{x \geq n}$	$\frac{n\alpha}{\alpha-1}, \text{si } \alpha > 1$	$\frac{n^2\alpha}{(\alpha-1)^2(\alpha-2)}, \text{si } \alpha > 2$

TABLE 6.2: Loi de gravité des sinistres lourds

6.2.3 Fréquence des sinistres

Pour mieux apprécier les fréquences, il est primordial d'effectuer une classification des risques de lanceurs d'alerte. On pourrait par la suite déterminer les fréquences de chaque type de risque. Par souci de données, nous utiliserons une approche des plus théoriques en fixant la loi de fréquence des sinistres pour les simulations par des lois classiques. Il existe plusieurs façons de trouver la loi de S , les plus connues sont l'algorithme de Panjer et la Fast Fourier Transform. L'algorithme de Panjer est le plus couramment utilisé, il présuppose notamment que les probabilités de la loi de comptage satisfassent au critère de récurrence suivant :

$$p_k = (a + \frac{b}{k})p_{k-1}$$

, où $p_k = P(N = k)$ et $k \in \mathbb{N}^*$ et $p_0 > 0$

avec des sinistres qui sont supposés discrets. On peut montrer que ce choix se restreint aux lois suivantes :

- Binomiale : $Var[N] < \mathbb{E}[N]$, on parle de sous-dispersion ;
- Poisson : $Var[N] = \mathbb{E}[N]$, il y a équi-dispersion ;
- Binomiale négative : $Var[N] > \mathbb{E}[N]$, c'est le cas le plus fréquent de la sur-dispersion.

6.3 Application sur des données simulées

Dans le cas de notre étude, nous utilisons des montants simulés à partir de certaines hypothèses bien définies pour notre approche.

6.3.1 Les hypothèses

Un certain nombre d'hypothèses sont faites pour modéliser les sinistres de lanceurs d'alerte. Les hypothèses sont les suivantes :

Loi de gravité	Masse de probabilité	Espérance	Variance
loi binomiale	$\binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$	np	$np(1-p)$
loi Poisson	$\frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$	λ	λ
loi binomiale négative	$\binom{n+k-1}{n-1} p^n (1-p)^k$	$\frac{n(1-p)}{p}$	$\frac{n(1-p)}{p^2}$

TABLE 6.3: Les critères économiques recherchés par les industriels.

- la loi de comptage des sinistres est fixé dans nos simulations, c'est-à-dire on choisit une loi de Poisson, ou une loi binomiale ;
- les revenus dont le lanceur d'alerte a besoin, les coûts de justice et de santé sont supposés indépendantes, ainsi notre lanceur d'alerte utilisera les besoins en revenus pour d'autres fin mais pas pour les dépenses de justice, de soins de santé ;
- un lanceur d'alerte peut être confronté à au moins un sinistre, cela s'explique par des montants de sinistres égaux à 0 par endroit dans une base de données ;
- par souci de simplification, les sinistres dans la simulation représentent les montants au cours d'un mois pour le lanceur d'alerte. Ainsi, on a retenu la période dans l'année au cours de laquelle le lanceur d'alerte avait assez de besoin.

6.3.2 Les simulations

Pour avoir une base de données, nous effectuons des simulations à partir des lois classiques.

Simulation des identifiants et des nombres de sinistres Nous avons jugés bon de simuler cette variable afin d'avoir au sein de base par endroit des montants de certaines variables dont la valeur est égale à zéro. On simule à partir d'un taux de lanceur d'alerte-le rapport du nombre de lanceur d'alerte par la population totale des actives.- Le taux de lanceur d'alerte est fixé à 0.01 % pour la simulation des différentes tailles d'échantillons des montants de sinistres. Ensuite, nous supposons que le nombre suit une loi de poisson suivant l'approche de l'algorithme de Panjer.

Le nombre d'individu lanceurs d'alerte suit une loi de poisson.

Simulation des salaires Afin de réaliser une simulation prenant en compte les disparités salariales, on scinde en trois niveaux de salaire.

- On simule un loi gamma sur une première partie de paramètre de moyenne 1500 et de variance 500.
- Ensuite une loi gamma sur la deuxième partie de paramètre de moyenne 2000 et de variance 700.
- Et enfin une loi gamma sur la deuxième partie de paramètre de moyenne 3000 et de variance 500.

Dans cette simulation, on essaie d'établir les disparités salariales au sein de la société française.

Simulation des frais des justice Nous limitons notre simulation à une loi normale de moyenne 500 et de variance 100.

Simulation des frais de santé Pour les montants des frais de santé, on simule une loi normale de moyenne 200 et de variance 100.

Simulation des autres dépenses On suppose ici que certaines dépenses sont peut être absentes, alors cette variable vient pour compléter notre base de montant de sinistre. On simule une loi normale de paramètre de moyenne 150 et de variance 50.

6.3.3 Les données

	SSalaire	SAutres	Ssante	Sjustice	Cout_total
1	1496.29	148.82	139.74	616.06	2400.91
2	3031.16	193.19	0.00	419.00	3643.35
3	2015.20	82.37	300.70	418.68	2816.95
4	1514.16	212.16	226.52	463.75	2416.59
5	1518.66	162.20	147.69	557.10	2385.65
6	3003.69	208.67	174.30	0.00	3386.66
7	2035.06	227.22	188.57	609.66	3060.51
8	1973.15	110.38	0.00	501.94	2585.47
9	3021.38	0.00	224.54	432.19	3678.11
10	1482.78	108.38	0.00	821.37	2412.53
11	2994.58	92.21	211.83	366.21	3664.83
12	1519.92	147.81	214.66	565.57	2447.96
13	2024.18	132.19	123.81	584.34	2864.52
14	1501.62	136.32	73.91	525.35	2237.20
15	1967.20	154.76	135.52	471.13	2728.61
16	0.00	86.52	178.41	507.12	772.05
17	2059.64	173.18	129.61	512.59	2875.02
18	2983.04	147.42	81.05	338.66	3550.17
19	2946.74	192.09	232.24	318.31	3689.38
20	1510.32	170.91	242.49	494.00	2417.72

TABLE 6.4: Extrait des données simulées

6.3.4 Statistiques descriptives

A la suite du lancement de l'alerte, il est important d'apprécier les montants des salaires afin de prévoir un un taux de paiement en cas de sinistre sur le salaire.

Par ailleurs, les lanceurs d'alerte victime de troubles psychiques et psychologiques ont des besoins spécifiques en santé doivent avoir un remboursement des frais de santé.

Les frais de justice constituent une part importante dans les affaires les plus coûteuses pour les lanceurs d'alerte, une meilleure visibilité des variations des différents dépenses de justice avec les amendes permettent d'assurer un taux de remboursement des charges de justice.

6.3.5 Adéquation de la distribution des montants simulés à une loi

Pour mieux apprécier l'approche fréquence-coûts, nous déterminerons la loi de probabilité la plus proche de notre distribution de montants simulés.

6.4 Tarification à posteriori

Dans cette section, nous partons de l'hypothèse que nous connaissons les données qui ont été collectées suite à un sinistre en se référant aux variables issues des données. Avec le montant total des sinistres à la période T , nous cherchons à déterminer le montant des sinistres de la période $T+1$ dû au lancement d'alerte sur la population française sur la base d'historique.

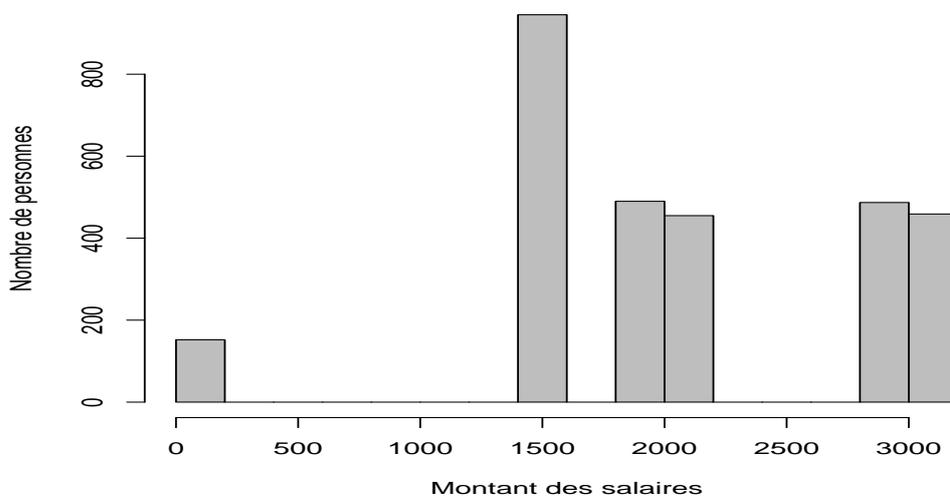


FIGURE 6.1: Histogramme des montants des salaires simulés

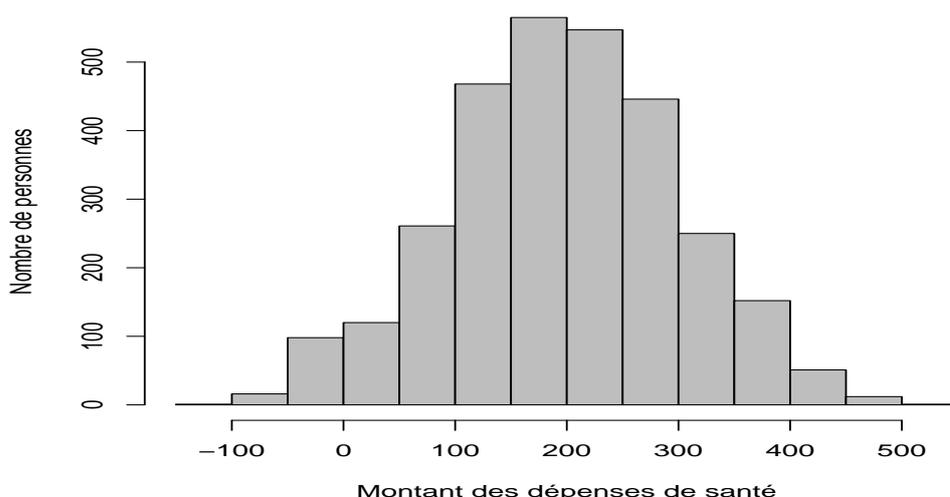


FIGURE 6.2: Histogramme des montants des dépenses en santé simulés

Dans le cas de notre étude, nous utilisons des montants simulés à partir de certaines hypothèses bien définies pour notre approche.

Nous tenons particulièrement à rappeler que ces résultats sont liés à une simulation de données et donc ils pourraient ne pas être significatifs, ni représentatifs de la réalité, et ne sauraient être utilisés à toute fin.

Les résultats montrent que le montant total des sinistres d'une année est en moyenne proche de 23.000.000€ avec un minimum de 22.630.617€ pour un nombre total de sinistres de 7059 alertes, toutefois ce nombre assez élevé se justifie uniquement sur la taille de notre échantillon de simulation. Notre approche a consisté à fournir un exemple de modèle et de résolution suivant une méthodologie propre à notre problématique, éventuellement applicable à des données réelles, toutefois toute approche similaire devra prendre en amont de l'usage de données réelles.

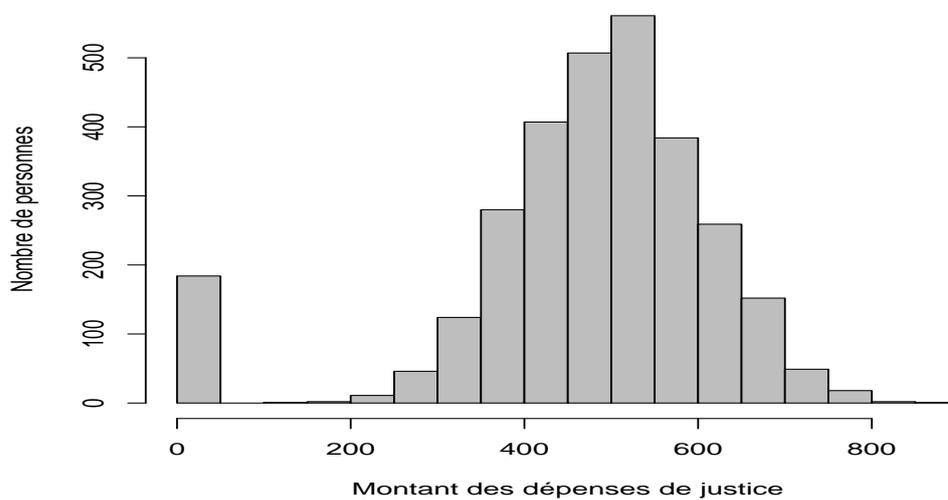


FIGURE 6.3: Histogramme des montants des dépenses en justice simulées

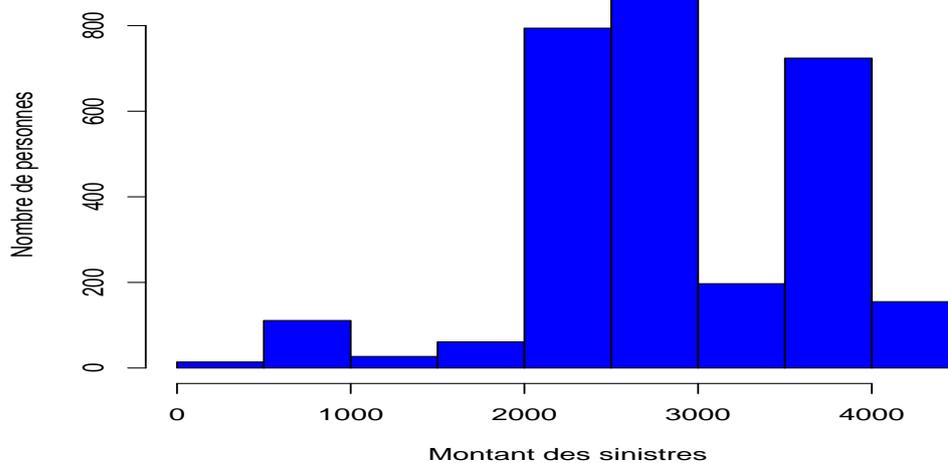


FIGURE 6.4: Histogramme des charges de sinistre mensuel simulées

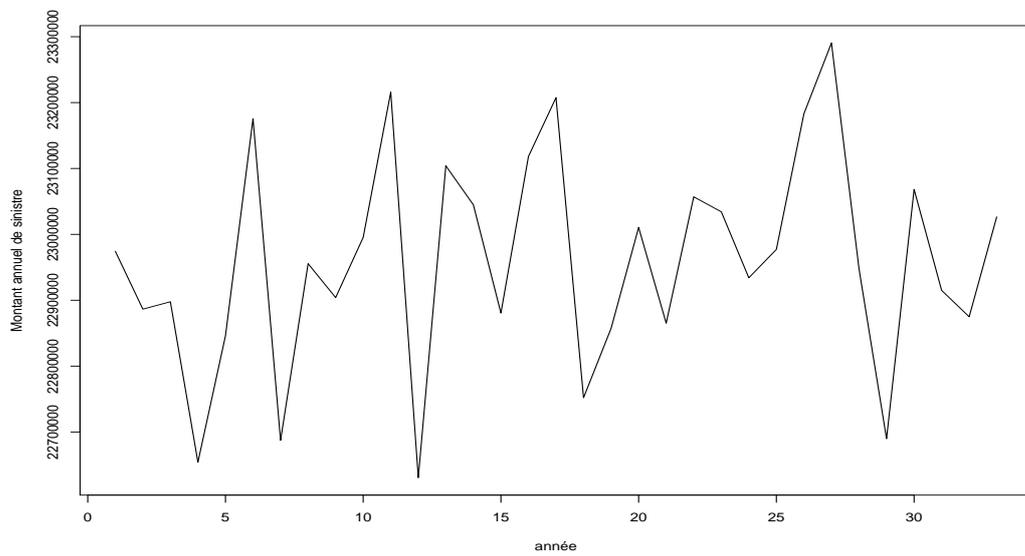


FIGURE 6.5: montants simulés sur plusieurs périodes

Conclusion

A la lumière de cette première étude sur les lanceurs d’alerte, ce rapport est consacré à l’étude et à la modélisation d’un système de protection pour les lanceurs d’alerte. Nous avons dans un premier temps, réalisé une approche contextuelle du terme lanceurs d’alerte, ensuite classifié les lanceurs d’alerte en sous groupe.

Dans un second temps, une étude à la fois théorique mettant en évidence les principales méthodes de tarification d’un contrat de risque de personnes.

Notre objectif a été de proposer un modèle de protection des lanceurs d’alerte dans une démarche de responsabilité : en accord avec notre tuteur, juriste, nous avons conclu qu’il était plus plausible de s’orienter vers un contrat de type responsabilité civile.

La problématique liée au financement d’un système de protection de lanceurs d’alerte trouve une solution par une assurance participative de responsabilité civile.

Nous avons mis en exergue la place de la loi pour la protection des lanceurs d’alerte.

les modèles de tarification dite à priori et à posteriori sont exposés, aussi, la simulation de données a révélé la nécessité de l’utilisation d’autres sources de données.

Alternativement, l’inter-financement se développe à l’international, ce qui montre l’intérêt croissant pour les populations sinistrées envers ce mode de financement, cela paraît être une solution pour la protection des lanceurs d’alerte, cependant force est de constater que ce mode de financement comporte des limites(volontaires) qui risquerait de réduire la participation de toute la population.

Pour l’instant, cette étude étant une ébauche, elle devra être mieux appréciée à travers des données réelles afin d’établir un coût de sinistre en accord avec les données.

Bibliographie

- [1] Jean-Philippe FOEGLE. Les lanceurs d’alerte Etude comparée France-Etats-Unis, La Revue des droits de l’homme, 2014.
- [2] Fédération française de l’assurance(FFA). Les assurances de biens et de responsabilité, données 2016, "Responsabilité civile", page 37-39.
- [3] ONG Transparency international ,A BEST PRACTICE GUIDE FOR WHISTLEBLOWING LEGISLATION
- [4] ONG Transparency international ,NEW EU PROPOSALS FOR WHISTLEBLOWER PROTECTION IS A BOLD STEP IN THE RIGHT DIRECTION
- [5] LECLERC , La protection du salarié lanceur d’alerte. Au cœur des combats juridiques, Pensées et témoignages de juristes engagés ,page 287-298.
- [6] SCIENCES CITOYENNES, projet de loi pour la déontologie de l’expertise et la protection des lanceurs d’alerte.
- [7] Entreprise de service de lancement d’alerte whistleB fondée en 2016
- [8] Article du nouvel économiste : "whistleblowing" la dénonciation des fraudes dans l’entreprise ne fait pas recette, 03 novembre 2010
- [9] Poadcast de France Inter sur les lanceurs d’alerte du 5 août 2017
- [10] Analyse de la loi Sapin II par transparency france après validation (et guide pratique à l’usage du lanceur d’alerte français). Site de Transparency France, 2017
- [11] Base de données sur rapports transmis et enquêtes entrainées, 11 juillet 2017, site Europeandataportal
- [12] Extrait de loi sur la procédure de recueil des signalements, editions-legislatives.fr, 24 avril 2017.
- [13] Un article sur la protection des lanceurs d’alerte dans le cadre de la loi: "Lanceurs d’alerte, qui peut alerter, comment et quelle protection ?", l’Humanité, 6 mars 2018.

Table des figures

1	1
1.1	Répartition des mauvaises pratiques et les secteurs d'activités concernés par les lanceurs d'alerte	5
4.1	Cotisation par mode de distribution de responsabilité civile -FFSA	19
4.2	Évolution des cotisations de responsabilité civile Source : Fédération française de l'assurance	20
4.3	Variation (en %) des fréquences moyennes annuelles des sinistre en responsabilité civile en France Source : Fédération française de l'assurance	20
4.4	Évolution du solde technique en responsabilité civile en France Source : Fédération française de l'assurance	21
4.5	Ratio en responsabilité civile en France Source : Fédération française de l'assurance ..	21
6.1	Histogramme des montants des salaires simulées	30
6.2	Histogramme des montants des dépenses en santé simulées	30
6.3	Histogramme des montants des dépenses en justice simulées	31
6.4	Histogramme des charges de sinistre mensuel simulées	31
6.5	montants simulés sur plusieurs périodes	32

Liste des tableaux

4.1	Les garanties de responsabilité civiles dans les contrats d'assurance obligatoire	18
4.2	Variation de la fréquence des cotisations en % pour la responsabilité civile	19
6.1	Loi de gravité des sinistres classiques	26
6.2	Loi de gravité des sinistres lourds	27
6.3	Les critères économiques recherchés par les industriels.	28
6.4	Extrait des données simulées	29

Annexes

A) Loi mélange

Pour le calcul de la prime pure, nous n'avons eu besoin que du premier moment de la sinistralité . En revanche, un chargement de sécurité basé sur une mesure de risque peut nécessiter des moments d'ordre supérieurs ou bien des quantiles de la distribution de la loi

Avant de supposer une loi de comptage, intéressons-nous au deux premiers moments de S . Tout d'abord remarquons que :

$$\begin{aligned}\mathbb{E}[S|N = n] &= \mathbb{E}\left[\sum_{i=1}^n Y_i\right] \\ &= \sum_{i=1}^n \mathbb{E}[Y_i] \\ &= n\mathbb{E}[Y] \\ &\Rightarrow \mathbb{E}[S|N] = N\mathbb{E}[Y]\end{aligned}\tag{6.1}$$

Les variables Y_i sont i.i.d.

$$\begin{aligned}\text{Var}[S|N = n] &= \text{Var}\left[\sum_{i=1}^n Y_i\right] \\ &= \sum_{i=1}^n \text{Var}[Y_i] \\ &= n\text{Var}[Y] \\ &\Rightarrow \text{Var}[S|N] = N\text{Var}[Y]\end{aligned}\tag{6.2}$$

On peut alors facilement en déduire :

$$\begin{aligned}\mathbb{E}[S] &= \mathbb{E}[\mathbb{E}[S|N = n]] = \mathbb{E}[N\mathbb{E}[Y]] \\ &= \mathbb{E}[N]\mathbb{E}[Y]\end{aligned}\tag{6.3}$$

Ensuite , nous avons :

$$\begin{aligned}\text{Var}[S] &= \mathbb{E}[\text{Var}[[S|N]] + \text{Var}[\mathbb{E}[S|N]]] \\ &= \mathbb{E}[N\text{Var}[Y]] + \text{Var}[N\mathbb{E}[Y]] \\ &= \text{Var}[Y]\mathbb{E}[N] + \mathbb{E}[Y]^2\text{Var}[N]\end{aligned}\tag{6.4}$$

Finalement

$$\mathbb{E}[S] = \mathbb{E}[N].\mathbb{E}[Y]$$

$$\text{Var}[S] = \mathbb{E}[N].V[Y] + \text{Var}[N].\mathbb{E}[Y^2]$$

les codes de la simulation

```

10 ### R code from vignette source 'CodeR.Rnw'
11 ### Encoding: ISO8859-1
12
13 #####
14 ### code chunk number 1: portefeuilledesinistre
15 #####
16 #####@@@@@@@@@ Fixation de l'environnement de travail@@@
17 #setwd("C:/Users/YAOFANYMODESTE/Desktop/persoBE")
18
19 Simulateur=function(nbpopulation=29000000,Txalerte=0.0001){
20 #simule les echantillons
21 (N1=rpois(1,nbpopulation*Txalerte))
22 (N2=rpois(1,nbpopulation*Txalerte))
23 (N3=rpois(1,nbpopulation*Txalerte))
24 (N4=rpois(1,nbpopulation*Txalerte))
25 Maxi=max(N1,N2,N3,N4)+50
26 Iden=data.frame(Id=1:Maxi)#on cree un Id
27 #montant estime en sante
28 Id=sample.int(Maxi,N1)
29 MoyenneSante=200
30 VarSante=100
31 Ssante=rnorm(N1,MoyenneSante,VarSante)
32 Sante=data.frame(Id,Ssante)
33 #montant estime pour le salaire sur 1 mois
34 Id=sample.int(Maxi,N2)
35 MoyenneSalaire1=1500
36 VarSalaire1=500
37
38 MoyenneSalaire2=2000
39 VarSalaire2=700
40
41 MoyenneSalaire3=3000
42 VarSalaire3=500
43 S1=rgamma(floor((N2)/3),shape=(MoyenneSalaire1^2)/VarSalaire1, scale=VarSalaire1/
44 MoyenneSalaire1)
45 S2=rgamma(floor((N2+1)/3),shape=(MoyenneSalaire2^2)/VarSalaire2, scale=VarSalaire2/
46 MoyenneSalaire2)
47 S3=rgamma(floor((N2+2)/3),shape=(MoyenneSalaire3^2)/VarSalaire3, scale=VarSalaire3/
48 MoyenneSalaire3)
49
50 SSalaire=c(S1,S2,S3)
51 Salaire=data.frame(Id,SSalaire)
52 #montant estime en procedure judiciaire
53 Id=sample.int(Maxi,N3)
54 MoyenneJustice=500
55 VarJustice=100
56 Sjustice=rnorm(N3,MoyenneJustice,VarJustice)
57 Justice=data.frame(Id,Sjustice)
58
59 #montant estime en autres
60 Id=sample.int(Maxi,N4)
61 MoyenneAutres=150
62 VarAutres=50
63 SAutres=rnorm(N4,MoyenneAutres,VarAutres)
64 Autres=data.frame(Id,SAutres)
65 return(list(echan=c(N1,N2,N3,N4,Maxi),Iden=Iden,SinistreSante=Sante,SinistreSalaire=
66 Salaire,SinistreJustice=Justice,SinistreAutres=Autres))
67 }
68
69 t=Simulateur()
70
71 sinistreSalaire=t$SinistreSalaire

```

```

68 SinistreSante=t$SinistreSante
69 SinistreJustice=t$SinistreJustice
70 SinistreAutres=t$SinistreAutres
71
72 Iden=t$Iden
73
74 u0=merge(Iden, sinistreSalaire, by="Id", all.x=TRUE, all.y =TRUE)
75 u1=merge(SinistreAutres, SinistreSante, by="Id", all.x=TRUE, all.y =TRUE)
76 u2=merge(u1, SinistreJustice, by="Id", all.x=TRUE, all.y =TRUE)
77 Base_sinistre=merge(u0,u2, by="Id", all.x=TRUE, all.y =TRUE)
78 Base_sinistre=round(Base_sinistre[, -1],2)
79 Base_sinistre[is.na(Base_sinistre)]=0
80 View(Base_sinistre)
81 Cout_total=Base_sinistre$SSalaire+Base_sinistre$SSalaire+Base_sinistre$SSalaire
82 #sauvegarde du fichier
83 write.csv(Base_sinistre, "base_sinistre.csv")
84
85
86 #####
87 ### code chunk number 2: visualisation des graphiques histogramme
88 #####
89
90 hist(Base_sinistre$SSalaire, freq=T, ylab="Nombre de personnes", xlab = "Montant des
    salaires", main = "", col = 40)
91
92 #####
93 ### code chunk number 3: histogramme
94 #####
95
96 hist(Base_sinistre$Ssante, freq=T, ylab="Nombre de personnes", xlab = "Montant des
    depenses de sante", main = " ", col = 40)
97
98 #####
99 ### code chunk number 4: histogramme
100 #####
101 hist(Base_sinistre$Sjustice, freq=T, ylab="Nombre de personnes", xlab = "Montant des
    depenses de justice", main = "", col = 40)
102
103
104 #####
105 ### code chunk number 5: histogramme
106 #####
107 hist(Base_sinistre$SAutres, freq=T, ylab="Nombre de personnes", xlab = "Montant des
    autres depenses", main = "", col = 40)
108
109 #####
110 ### code chunk number 6: histogramme
111 #####
112 Base_sinistre$Cout_total=Base_sinistre$SSalaire+Base_sinistre$SAutres+Base_sinistre$
    Sjustice+Base_sinistre$Ssante
113 hist(Base_sinistre$Cout_total, freq=T, ylab="Nombre de personnes", xlab = "Montant des
    sinistres", main = "", col = 60)
114 library(xtable)
115 xtable(head(Base_sinistre, 20))
116
117 #####
118 ### code chunk number 7: testdeuxmoyennes
119 #####
120 #Test de comparaison de deux moyennes d'echantillons differents
121 #Contruction d'un test asymptotique et variance inegale
122 Compare_IC=function(x, y, z)
123 {
124   Moy_echan_x=mean(x)
125   Var_echan_x=var(x)

```

```

126 Moy_echan_y=mean(y)
127 Var_echan_y=var(y)
128 precision=z
129 tail_echan_x=length(x)
130 tail_echan_y=length(y)
131 #test
132 t=qt(1-precision/2,tail_echan_x+tail_echan_y-2) #erreur v de welch
133 statistique=(Moy_echan_x-Moy_echan_y)/sqrt((Var_echan_x/tail_echan_x)+(Var_echan_y/
    /tail_echan_y))
134 # IC
135 Born_Inf=(Moy_echan_x-Moy_echan_y)-t*sqrt((Var_echan_x/tail_echan_x)+(Var_echan_y/
    tail_echan_y))
136 Born_Sup=(Moy_echan_x-Moy_echan_y)+t*sqrt((Var_echan_x/tail_echan_x)+(Var_echan_y/
    tail_echan_y))
137 data.frame(Moy=c(Moy_echan_x,Moy_echan_y),ecartype=sqrt(c(Var_echan_x,Var_echan_y)
    ),Tail=c(tail_echan_x,tail_echan_y),precision,Quantile=t,statistique,Born_Inf,
    Born_Sup)
138 }
139 #####
140 ### code chunk number 8: visualisation des donnees simulee
141 #####
142 Base_sinistre$Cout_total=Base_sinistre$SSalaire+Base_sinistre$SAutres+Base_sinistre$
    Sjustice+Base_sinistre$Ssante
143 hist(Base_sinistre$Cout_total,freq=T,ylab="Nombre de personnes",xlab = "Montant des
    sinistres",main = "", col = 60)
144 library(xtable)
145 xtable(head(Base_sinistre,20))
146
147 #####
148 ### code chunk number 8: statistiques sur les donnees
149 #####
150 a1=Base_sinistre$Cout_total
151 Montanttotal=sum(a1)
152 Montanttotal
153 #intervalle de econfiance
154 library(prettyR)
155 confint(a1,level=0.95)
156 t.test(a1)$conf.int
157
158 describe(a1)
159 #ecart type
160 sd(a1)
161 #####
162 ### code chunk number 9: graphique de la serie
163 #####
164
165 #A=NULL
166 #B=sum(Base_sinistre$Cout_total)
167 #A=cbind(A,B)
168 plot(1:33,A,"l",ylab="Montant annuel de sinistre",xlab = "annee")

```

Listing 6.1: Une partie des codes R