

Rapport

Application de l'analytique prédictive dans le secteur canadien des assurances IARD

Rédigé par :

Denise Cheung, FICA, PricewaterhouseCoopers s.r.l.

Megan Kang, AICA, PricewaterhouseCoopers s.r.l.

Adam Goldfarb, PricewaterhouseCoopers s.r.l.

Document 222067



Objet du rapport

L'Institut canadien des actuaires (ICA) a financé le présent rapport dans le but de faire progresser l'analytique prédictive dans le secteur des assurances IARD. Ce rapport vise à stimuler la discussion sur les nouvelles applications de l'analytique prédictive dans le milieu des assurances et à attirer l'attention des actuaires d'autres domaines de pratique pour s'inspirer de certains cas d'utilisation dans les assurances IARD.

L'ICA a retenu les services de PwC s.r.l. pour effectuer le sondage et rédiger le rapport. PwC s.r.l. n'assume aucune obligation ni responsabilité envers les utilisateurs du rapport.

Il est interdit d'utiliser ou d'invoquer une quelconque partie de ce rapport sans référence.



Table des matières

Objet du rapport	2
Sommaire	5
Secteurs d'intérêt stratégique suggérés selon la taille des sociétés	7
Secteurs d'intérêt stratégique suggérés par type d'assureur	7
Introduction	9
Méthodologie du rapport	11
Maturité actuelle des applications d'analytique avancée	12
Direction et soutien interne	12
Données	24
Technologie	31
Utilisation dans les modèles et les activités	37
Mise en œuvre	45
Considérations et possibilités à l'ère de l'analytique	49
Soutien de la direction et soutien interne	51
Changements liés à la COVID-19	52
Environnement tarifaire et souplesse du marché	54
Évolution du profil des talents	57
Assurtechs et fusions	58
Données	61
Utilisation de données non structurées	62
Taille des données et l'Internet des objets	63
Accès aux données, gouvernance et menaces à la vie privée	64
Technologie	65
Changements apportés au matériel	65
Adopter les sources ouvertes	66
Chaîne de blocs	67
Les modèles et leur utilisation dans les entreprises	69
Techniques de modélisation	71
IA responsable	74
IA explicable	77
Segmentation et connaissance du client	79



Optimisation des prix et valeur à vie des clients	80
Constitution de réserves	82
Analyse géospatiale et changements climatiques	84
Fraude	86
Mise en œuvre	89
Interface de programmation d'application (API)	89
Algorithme de tarification	90
Automatisation	91
Service axé sur la clientèle	91
Microassurance à la demande	93
Remarques sommaires	94
Approche réalisable pour l'application de l'analytique avancée	96
Gestion et soutien interne	97
Données	99
Technologie	102
Modélisation	104
Mise en œuvre	106
Conclusion	109
Annexe 1 – Résumé des résultats du sondage	110
Annexe 2 – Liste des questions du sondage	152
Annexe 3 – Glossaire du sondage	180
Annexe 4 – Ouvrages cités	184



Sommaire

L'accessibilité croissante des mégadonnées et le recours à l'analytique prédictive modifient le mode de fonctionnement traditionnel des sociétés d'assurances. Les sociétés canadiennes d'assurances IARD examinent et mettent en œuvre de nouvelles façons d'utiliser ces ressources au quotidien pour optimiser les résultats, et il existe de nombreuses nouvelles approches et possibilités qui peuvent être retenues d'autres secteurs. Cette étude de recherche a pour but de comparer l'utilisation actuelle de l'analytique prédictive, de l'apprentissage automatique et de l'intelligence artificielle (IA) dans le secteur canadien des assurances IARD, d'examiner les pistes d'amélioration et d'accélérer l'utilisation et le développement de l'analytique avancée par le secteur.

Cette étude a été réalisée au moyen d'un sondage auprès de 61 sociétés canadiennes d'assurances IARD. Des réponses ont été reçues de 24 sociétés, dont huit parmi les 10 plus importantes selon leur part de marché, définie en fonction des primes brutes souscrites (PBS) en 2020. Parmi les 24 répondants, les représentants de dix sociétés ont été rencontrés en entrevue et ils ont été invités à préciser leurs réponses.

Le sondage visait à évaluer le niveau de complexité existant des applications d'analytique avancée de chaque assureur. Les cas d'utilisation de la modélisation ont été sélectionnés en fonction de l'expérience, de la recherche et des commentaires du comité de surveillance. Afin de bien comprendre la stratégie d'analytique avancée et l'état de préparation de chaque société, les auteurs ont également évalué le soutien, les ressources et les limites connexes, ce qui a permis de préciser les critères d'évaluation suivants : le soutien de la direction, les pratiques relatives aux données, le processus de modélisation et les cas d'utilisation, et la mise en œuvre et les questions générales. Voici les points saillants des résultats du sondage dégagés de ces critères d'évaluation :

- La direction était au courant de l'utilisation de l'analytique avancée et l'encourageait. Toutefois, il était très difficile de transformer l'enthousiasme manifesté en embauche et maintien en poste des talents.
- Des investissements importants sont faits pour moderniser le stockage des données et mettre à niveau le matériel afin d'améliorer l'utilisation de l'analytique avancée et de mettre l'infrastructure de données à l'épreuve des aléas futurs. De nombreuses grandes sociétés d'assurances ont déjà fait la transition de leurs systèmes ou ont entamé le processus de transition.
- Dans une très grande majorité, les répondants ont indiqué que la tarification était l'élément qui a produit les gains les plus importants grâce à l'analytique prédictive, suivie des sinistres.
- Peu de techniques ont été utilisées outre les modèles linéaires généralisés (MLG) et les méthodes d'apprentissage automatique (AA) à structure arborescente, même si les études universitaires font de plus en plus état d'essais de réseaux neuronaux dans les domaines traditionnels de la tarification et du provisionnement ainsi que dans les utilisations moins traditionnelles comme la classification des images.
- Parmi les cas d'utilisation les plus essentiels de l'analytique, la fraude comptait le plus grand nombre de modèles utilisés en dehors des méthodes traditionnelles habituelles et des MLG.



- Les petites sociétés d'assurance ont mis plus de temps que les grandes à apporter des changements aux modèles essentiels à leurs activités, et l'infrastructure de TI était considérée comme une source de difficultés dans l'ensemble de l'industrie.

Une recherche a été menée sur l'utilisation d'applications d'analytique avancée au sein d'autres secteurs financiers et dans le secteur de l'assurance d'autres pays, afin de mieux évaluer la maturité des pratiques utilisées par les sociétés canadiennes d'assurances IARD. Cette recherche était organisée en fonction de critères d'évaluation connus, notamment le soutien de la direction, les pratiques relatives aux données, le processus de modélisation et les cas d'utilisation, en plus de la mise en œuvre.

Au niveau des cadres des sociétés, la conception novatrice de produits et l'amélioration de l'orientation client ont aidé les sociétés d'assurances à accroître et à conserver leur part de marché. La microassurance – qu'il s'agisse d'assurer les chauffeurs des services Uber pendant leurs trajets ou des biens personnels comme un appareil photo – s'inscrit dans un paradigme économique commun en évolution. Les clients demandent également de meilleures expériences, qu'elles prennent la forme d'assistant virtuel ou de triage automatisé des sinistres, pour accélérer le paiement et réduire au minimum l'intervention humaine. Pour faire face à cette nouvelle réalité, les entreprises se tournent vers les technologies d'assurance pour obtenir de l'aide afin d'amorcer ces processus.

Les données constituent la base des initiatives d'analytique avancée. Outre les données structurées couramment recueillies par les sociétés d'assurances, les données non structurées permettraient de mieux comprendre les risques que courent ces derniers en utilisant des techniques comme l'exploration de texte et la reconnaissance d'images. La disponibilité des mégadonnées et de l'Internet des objets permet aux sociétés d'assurances d'appliquer des algorithmes de modélisation complexes; toutefois, la diversité et la taille accrues des données imposeront un fardeau supplémentaire au matériel, aux logiciels et aux infrastructures de TI de l'assureur, qui sont les moteurs des projets d'analytique avancée. Entre-temps, il est plus important que jamais de maintenir des politiques et procédures plus efficaces pour la gouvernance des données. Des investissements supplémentaires pourraient être nécessaires pour faire la transition aux solutions de mégadonnées et aux plateformes de modélisation infonuagique au moyen de logiciels de source ouverte afin d'utiliser les progiciels les plus récents pour la modélisation et le traitement des données.

Avec l'accroissement de la puissance informatique et de la disponibilité des données, les sociétés d'assurances examinent des algorithmes de modélisation plus complexes, comme l'apprentissage automatique et les réseaux neuronaux, pour saisir les effets non linéaires qui pourraient ne pas être pris en compte dans les MLG. Les sociétés d'assurances doivent également trouver un juste équilibre entre la prédictivité et l'explicabilité lorsqu'elles utilisent les algorithmes de type « boîte noire », plus particulièrement pour les applications de tarification dans les secteurs d'activité réglementés. Les considérations éthiques représentent un autre aspect important de la mise à l'essai d'un modèle. Le corps du rapport présente une analyse d'autres considérations et occasions relatives aux cas d'utilisation commerciale courants de l'analytique avancée, comme la segmentation et la connaissance d'un client, l'optimisation des tarifs et la valeur à vie d'un client, le provisionnement, l'analyse géospatiale, et les changements climatiques et la fraude.

Enfin, la mise en œuvre est la dernière pièce du casse-tête et elle constitue un point critique pour la plupart des sociétés d'assurances en raison de la capacité, de l'infrastructure et de la complexité des



modèles de TI. La mise à profit de nouvelles techniques, comme les interfaces de programmation d'applications (API) et le traitement des données en temps réel, pourrait avoir une incidence sur le processus de mise en œuvre, bien qu'il importe d'examiner l'infrastructure de l'assureur depuis la collecte des données jusqu'à la mise en œuvre du modèle final dans son ensemble. D'autres améliorations possibles sont abordées plus en détail dans le rapport, notamment la tarification, les sinistres, les produits et les interactions avec les clients.

D'après les résultats du sondage et des travaux de recherche, les secteurs d'intérêt des sociétés d'assurances, organisés selon leur taille et leur type, sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Secteurs d'intérêt stratégique suggérés selon la taille des sociétés

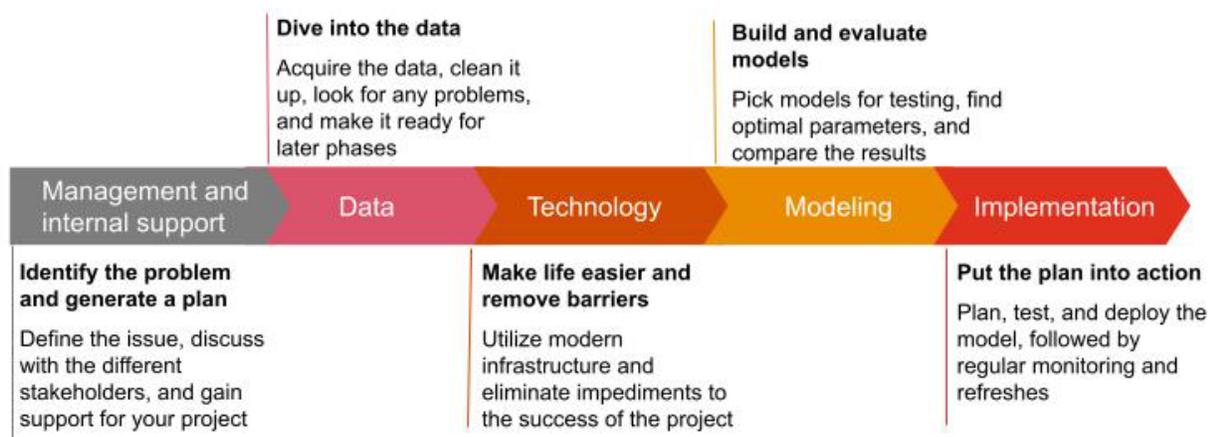
Petite société	<ul style="list-style-type: none">• Intensifier les efforts d'analyse en grossissant lentement une équipe. Automatiser les tâches simples, et identifier et exploiter les gains rapides pour renforcer la confiance de ses équipes avant de s'attaquer aux objectifs à long terme.• Mettre à jour l'infrastructure pour mieux gérer les nouvelles sources de données. Plutôt qu'un ensemble de fichiers couplés, créer un portefeuille lié à votre source faisant autorité pour faciliter le diagnostic des erreurs.• Consulter des sources de données externes pour compléter l'information existante. Le fait d'avoir plus d'information est un facteur clé de la prise de meilleures décisions.
Grande société	<ul style="list-style-type: none">• Renforcer les compétences des employés en poste et tirer parti des talents actuels pour répondre aux exigences en matière d'analytique et combler les pénuries de talents dans la population active.• Assurer la qualité des données et de la documentation. Il est important de faire preuve de souplesse, mais les erreurs sont amplifiées dans les grands portefeuilles de polices.• Bâtir un écosystème d'API. Ce faisant, il sera plus facile de gérer les nombreux services et modèles.

Secteurs d'intérêt stratégique suggérés par type d'assureur

Vie personnelle	<ul style="list-style-type: none">• Élargir votre utilisation de l'analytique avancée et de l'intelligence artificielle responsable pour gérer les risques de type boîte noire. L'adoption de l'intelligence artificielle explicative peut contribuer à rendre les modèles moins opaques et à renforcer la confiance.• Rendez vos expériences davantage axées sur le client en offrant des expériences omnicanales et en développant vos outils d'automatisation pour créer des parcours utilisateur personnalisés et homogènes.
Entreprises	<ul style="list-style-type: none">• Rechercher des partenariats stratégiques comme de nouvelles sources de données pour compléter les données existantes.

	<ul style="list-style-type: none"> Mettre davantage l'accent sur l'utilisation de l'analyse pour stimuler les efforts de détection des fraudes et pour renforcer les capacités de segmentation afin de mieux comprendre vos risques au moyen de mesures objectives.
Réassureur	<ul style="list-style-type: none"> Se tourner vers les nouvelles technologies, comme la chaîne de blocs, pour réduire les ratios de dépenses, simplifier le traitement des données et accroître la transparence du processus. Se tenir au courant des récents changements apportés au logiciel de modélisation des catastrophes et continuer de surveiller les nouveaux participants qui cherchent à détrôner les dirigeants actuels du marché.

De concert avec les résultats de notre sondage et nos conclusions de recherche, le rapport illustre une approche réalisable du processus de mise en œuvre des applications de l'analytique avancée, dans laquelle une méthode générique est élaborée pour passer de l'idée à l'après-mise en œuvre. Des exemples sont fournis pour mettre en contexte les différentes facettes de la mise en place du soutien de la direction, des pratiques relatives aux données, de l'acquisition de la technologie, de la modélisation et de la mise en œuvre.



Ce graphique est disponible en anglais seulement.

Dans l'ensemble, l'industrie continue d'investir massivement dans l'analytique avancée afin de suivre le rythme d'autres secteurs. Les sociétés canadiennes d'assurances IARD sont généralement comparables à leurs pairs étrangers, qui concentrent leurs efforts sur différents secteurs d'activité, l'Asie se concentrant sur le marketing, les États-Unis sur l'expérience client, l'Australie sur la modélisation des catastrophes et l'Europe sur l'optimisation. Les sociétés canadiennes d'assurances IARD utilisent encore les MLG pour la plupart des cas d'utilisation, bien que des investissements importants soient faits pour permettre l'application de nouvelles technologies et doter des équipes d'analyse de personnes possédant les connaissances nécessaires pour utiliser l'infrastructure moderne. Dans les secteurs plus critiques du processus d'assurance, comme la tarification, le provisionnement et la détection de la fraude, on procède à d'importantes expériences pour mieux comprendre les clients et les événements, avec une foule de nouvelles méthodes de recherche d'utilisation, des méthodes fondées sur l'arborescence au traitement du langage. Malgré leur importance croissante, ces nouveaux modèles demeurent difficiles à expliquer et exigent des connaissances supplémentaires du sujet pour en comprendre les résultats.



La combinaison de nouvelles méthodes, l'accent accru sur l'utilisation de la technologie et l'expérience client seront les principaux moteurs de croissance d'un marché canadien des assurances IARD en pleine évolution.

Introduction

En raison de l'essor des mégadonnées et du développement rapide de la puissance informatique, les secteurs d'activité se tournent de plus en plus vers l'analytique avancée pour permettre une plus grande utilisation de leurs données et appuyer la prise de décisions opérationnelles. L'analytique avancée gagne également en importance dans le secteur des assurances IARD. De nouvelles méthodes de modélisation des données sont constamment élaborées et les compétences nécessaires pour composer avec ces techniques et ces technologies sont en évolution. Les sociétés ont également adapté leur infrastructure, leur formation, leur distribution et leurs méthodes de recrutement de talents pour répondre aux directives concernant le télétravail. Pour faire face à ces changements, le secteur canadien des assurances IARD procède à des changements importants pour moderniser son fonctionnement. Des sommes importantes sont consacrées à la mise à niveau de l'infrastructure pour permettre aux sociétés d'assurances de tirer parti des progrès de l'analytique prédictive, de l'apprentissage automatique et de l'intelligence artificielle. À cette fin, l'Institut canadien des actuaires (ICA) a déterminé que l'utilisation et la maturité de la technologie d'analytique avancée constituent un important objet d'étude.

L'étude avait pour but d'examiner et de comparer les pratiques actuelles d'analytique prédictive, d'apprentissage automatique et d'intelligence artificielle dans le secteur canadien des assurances IARD. Cette recherche visait également à examiner les points à améliorer en ce qui concerne l'application de ces nouvelles méthodes fondées sur les pratiques d'assurances IARD à l'étranger et sur la recherche universitaire, ainsi que sur l'étude d'autres secteurs. Pour évaluer l'état de préparation du secteur canadien des assurances IARD à l'analytique avancée, il fallait évaluer le soutien de la direction ainsi que les pratiques en matière de données des diverses sociétés d'assurances IARD.

Dans la présente étude, « l'industrie canadienne des assurances IARD » englobe tous les produits vendus par l'industrie canadienne des assurances IARD, qu'il s'agisse de produits d'assurance personnelle, d'assurance des entreprises ou de réassurance. L'expression « sociétés d'assurances » comprend les sociétés d'assurance personnelle, d'assurance des entreprises et de réassurance. Les produits d'assurance de personnes sont exclus de cette étude.

Dans la présente étude, le terme « analytique prédictive » a trait à la pratique consistant à utiliser des méthodes statistiques pour prédire les résultats, tandis que l'« apprentissage automatique » renvoie à une foule de techniques selon lesquelles la machine « apprend » selon une méthode itérative. L'expression « analytique avancée » englobe toute l'analytique prédictive, l'apprentissage automatique (AA) et l'intelligence artificielle (IA).

Cette étude a été réalisée au moyen d'un sondage auprès de 61 sociétés canadiennes d'assurances IARD; 24 d'entre elles ont répondu, dont huit des dix plus grandes sociétés selon leur part de marché en fonction des primes brutes souscrites (PBS) pour 2020. La répartition selon le type de répondant, l'origine et

l'ampleur des PBS est présentée ci-dessous, respectivement. Les sociétés d'assurances dont les PBS dépassent un milliard de dollars ont été considérées comme de grandes sociétés d'assurances.

Figure 1 – Répartition des répondants selon le type

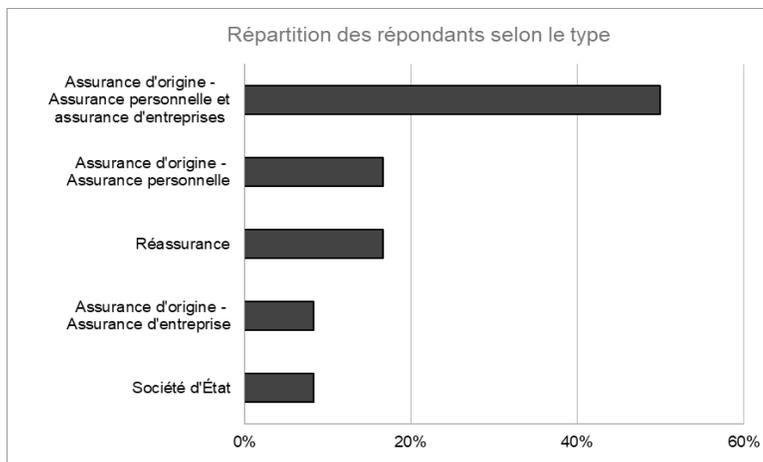


Figure 2 – Répartition des répondants selon leur origine

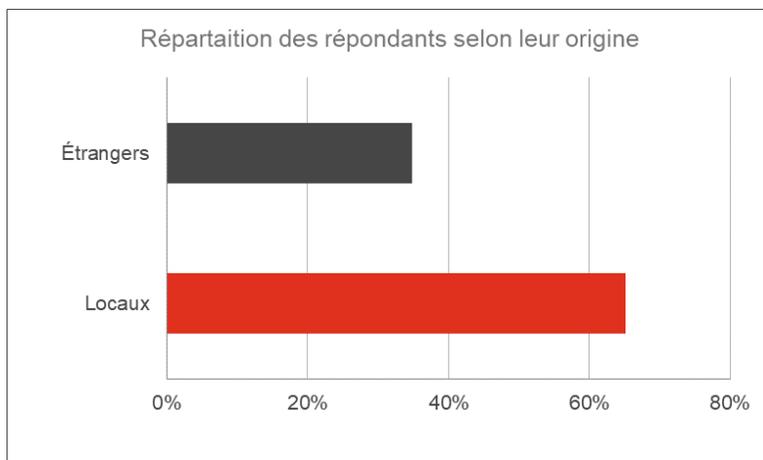
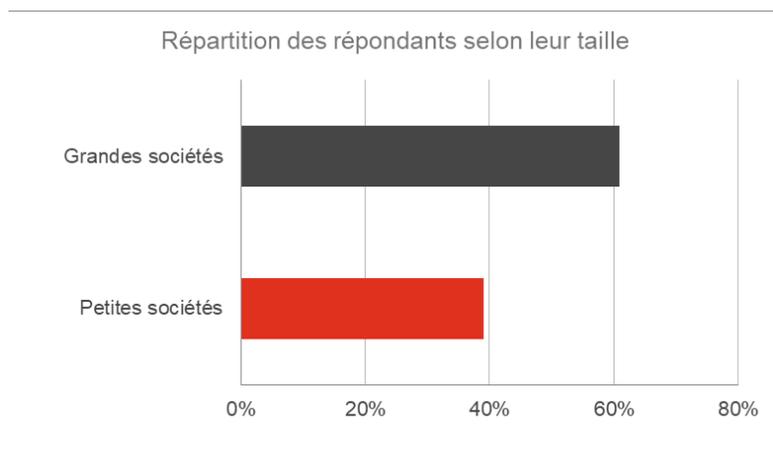


Figure 3 – Répartition des répondants selon leur taille

Outre les 24 sociétés qui ont répondu, dix autres ont été interviewées. Dans le cadre de ces entrevues, on a demandé aux sociétés d'approfondir leurs réponses, et des discussions préliminaires ont eu lieu au sujet de leurs forces et faiblesses par rapport à l'industrie. Dans l'éventualité où les sociétés modifieraient leurs réponses au cours des entrevues, les réponses au sondage ont été modifiées en conséquence et l'analyse comparative finale a été effectuée à la suite de ces modifications.

Méthodologie du rapport

La forme du sondage était largement structurée en fonction du cycle de vie de la modélisation et du cadre pratique de la science des données de l'Institute and Faculty of Actuaries (IFoA). Un aperçu complet de la méthode qui, à notre avis, serait utilisée par les sociétés d'assurances pour élaborer des analyses de rentabilisation de l'analytique avancée est présenté dans la section *Approche réalisable pour l'application de l'analytique avancée*. Les questions ont été élaborées à partir des suggestions de Qualtrics et des commentaires et consultations du groupe de supervision du projet mis sur pied par l'ICA.

Dans le but d'assurer l'uniformité et d'augmenter le taux de réponse, la majorité des questions présentaient des niveaux fixes, bien que des réponses en format libre aient été prévues pour de nombreuses questions. De plus, afin de segmenter davantage les tendances potentielles, les sociétés d'assurance ont été groupées selon leur origine et leur taille.

Des travaux de recherche ont été effectués sur les pratiques des sociétés d'assurances IARD à l'étranger. Une étude des documents de recherche universitaire et des revues actuarielles a été menée, de même qu'un examen des documents de l'industrie provenant de divers cabinets d'actuaire et d'organismes consultatifs indépendants. Enfin, plusieurs discussions ont eu lieu avec des actuaires à l'étranger pour connaître les expériences personnelles des actuaires des États-Unis, de l'Europe et de l'Asie.



Le rapport est divisé en trois sections :

- Les résultats du sondage décrivant l'état actuel de l'industrie
- Les considérations et possibilités pour l'industrie en général
- Une approche réalisable pour la mise en œuvre d'applications de l'analytique avancée

Les annexes à la fin du document contiennent les graphiques sommaires des résultats du sondage, le sondage original, le glossaire du sondage et les ouvrages cités.

Maturité actuelle des applications d'analytique avancée

L'un des principaux objectifs de cette recherche consiste à examiner l'état actuel de l'utilisation de l'analytique avancée dans le secteur canadien des assurances IARD. À cette fin, la discussion de l'industrie se divise en cinq catégories :

- Direction et soutien interne – établissement du soutien de la direction et implantation d'une culture d'analytique générale
- Données – création de données exactes et bien documentées, assorties d'une surveillance rigoureuse et d'une protection des renseignements personnels
- Technologie – utilisation d'infrastructures plus récentes et d'une puissance de traitement accrue pour éliminer les obstacles à la croissance et au développement
- Utilisation du modèle et des opérations – utilisation de nouvelles techniques et application à l'échelle de la société
- Mise en œuvre – accélération du déploiement des modèles pour produire des résultats

Les résultats complets du sondage ont été résumés et figurent à l'annexe 1. Nous abordons ci-dessous des questions précises qui étaient les plus cruciales pour les activités d'analytique d'une société et qui présentaient également un taux de réponse crédible. En outre, nous discutons plus en détail des résultats du sondage lorsque des différences évidentes entre le pays d'origine ou la taille de la société entrent en jeu. Ces analyses de segmentation ne sont pas effectuées pour chaque question en raison de la disponibilité des données et de la nécessité de protéger la confidentialité d'une société.

Direction et soutien interne

Le soutien actif de la direction quant à la nécessité d'une analytique avancée et sa compréhension de l'importance de cette dernière étaient des composantes essentielles du sondage afin de comprendre l'enthousiasme pour l'analytique dans l'ensemble des organisations. Afin d'évaluer le soutien de la direction et de la haute direction quant à leur engagement envers le recours à l'analytique avancée, nous avons posé des questions sur la sensibilisation des hauts dirigeants, sur le soutien des initiatives d'analytique avancée et sur la présence de l'analytique avancée dans le programme de la haute direction. Environ 70 % des répondants ont donné une note de quatre ou plus, sur cinq, pour le soutien de la

direction (figure 4). Cela témoigne d'une grande volonté de la direction de prendre des mesures énergiques et d'investir dans des ressources pour renforcer les capacités analytiques des sociétés d'assurances IARD. Comme le montrent les figures 5 et 6, les sociétés établies au Canada et les grandes sociétés d'assurances disposent d'un soutien accru de la haute direction pour le développement de l'analytique avancée comparativement aux succursales étrangères et aux petites sociétés d'assurances, respectivement.

Figure 4 – Global

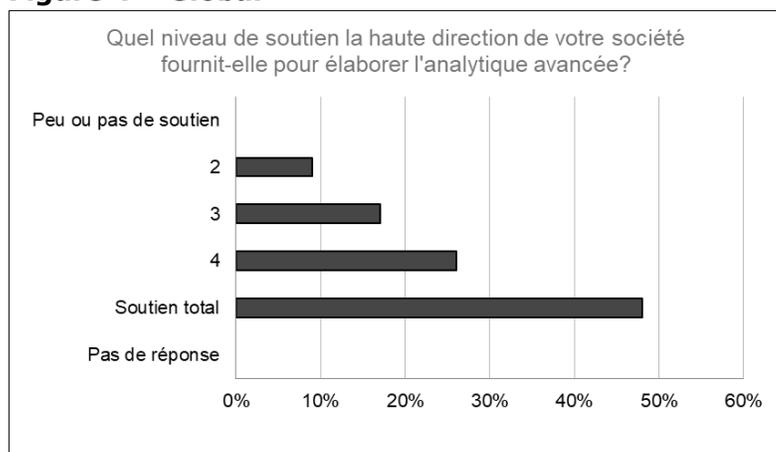


Figure 5 – Selon l'origine

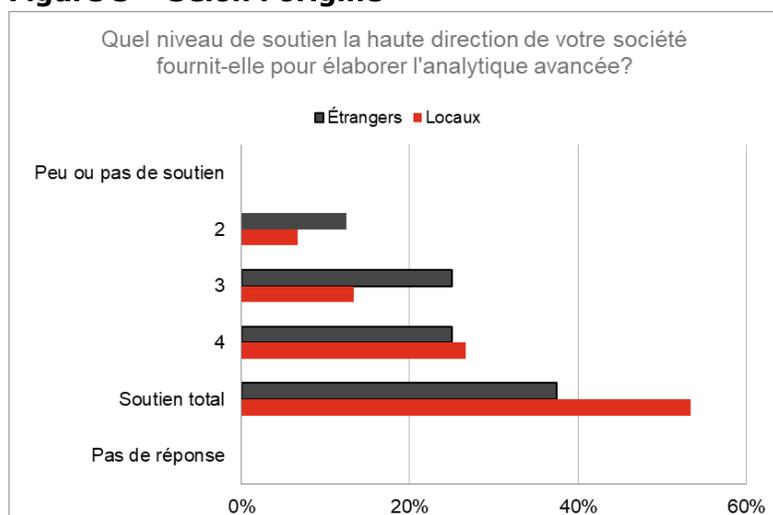
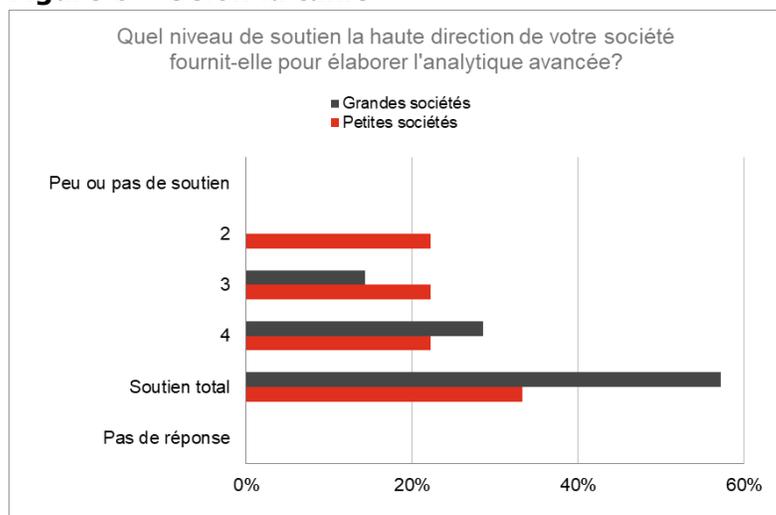


Figure 6 – Selon la taille


L'un des défis que doivent relever les sociétés d'assurances porte sur l'enthousiasme pour l'analytique en action. Cela s'explique en partie par les difficultés d'embauche, puisque 60 % des répondants ont déclaré qu'il était extrêmement ou quelque peu difficile d'acquérir et de maintenir en poste des talents en analytique (figure 7). Cela est particulièrement vrai pour les petites sociétés d'assurances (figure 8). Ce défi en matière d'embauche pourrait expliquer la plus grande partie de la centralisation des talents d'analytique par les sociétés d'assurances, étant donné que peu de sociétés d'assurances disposent de talents en analytique avancée structurés au niveau opérationnel et encore moins au niveau des produits (figure 9); toutefois, il pourrait aussi indiquer un virage de la direction vers les centres d'excellence. Comparativement aux petites sociétés d'assurances, les grandes sociétés organisent leurs capacités d'analytique en structures plus centralisées (figure 11) et les sociétés d'assurances locales sont plus centralisées que les succursales étrangères (figure 10).

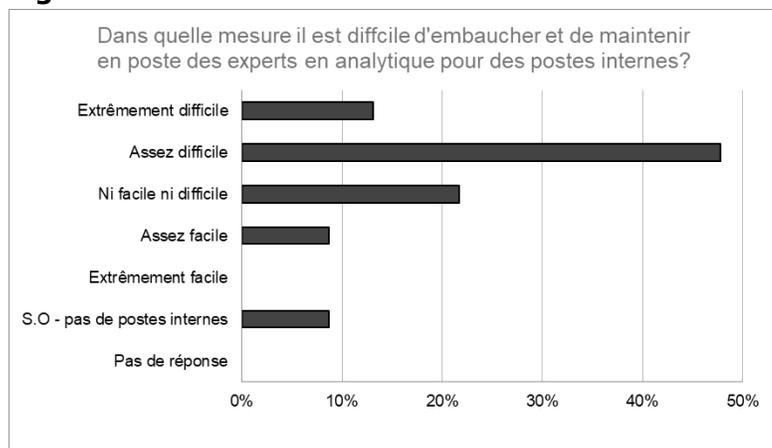
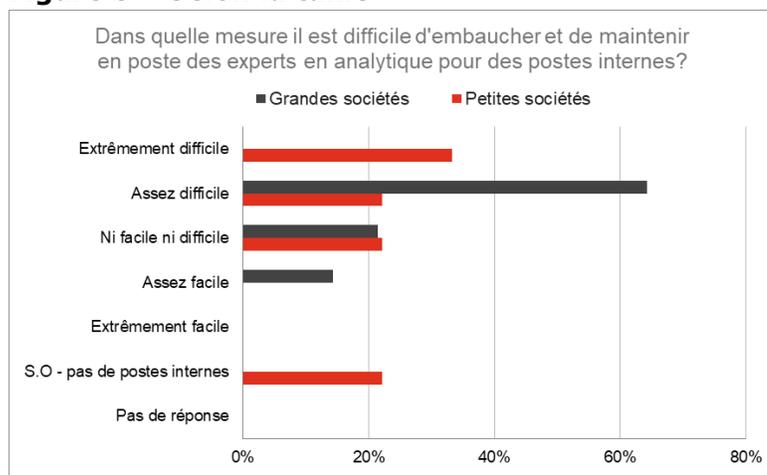
Figure 7 – Global


Figure 8 – Selon la taille


Malgré ces difficultés d'embauche, dans leur analyse des compétences des talents actuels en analytique, les répondants ont indiqué dans une très grande majorité qu'ils comprenaient très bien les connaissances techniques, statistiques et opérationnelles lorsqu'ils leur accordaient la note moyenne élevée ou élevée, de 70 % à 90 % du temps (figure 12). Les connaissances statistiques étaient les plus élevées, tandis que les compétences au chapitre du secteur d'activité avaient tendance à accuser un retard. Encore une fois, cela pourrait être attribuable aux pratiques d'embauche, car les efforts des sociétés d'assurances visent à recruter des talents en analytique dans le but de les sensibiliser au domaine de l'assurance. En outre, nous avons remarqué que par rapport aux petites sociétés d'assurances, les grandes attribuent une note inférieure aux connaissances du secteur d'activité que possèdent les talents en analytique. Cela peut s'expliquer par une structure d'analytique plus centralisée dans les grandes sociétés d'assurances (figure 13), ce qui réduit l'importance du secteur d'activité pour les experts en analytique.

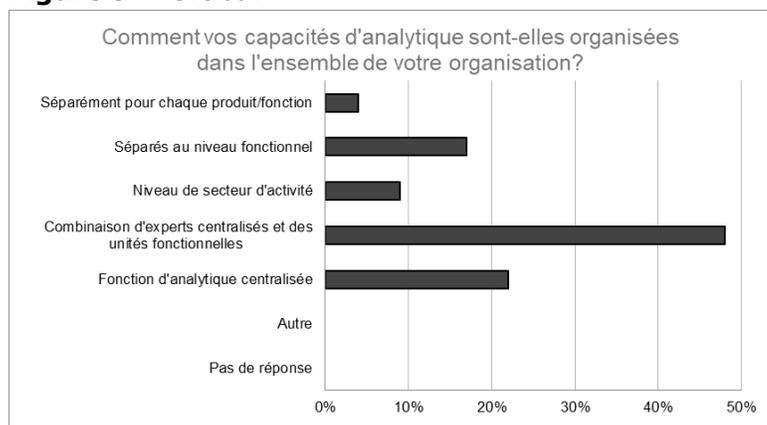
Figure 9 – Global


Figure 10 – Selon l'origine

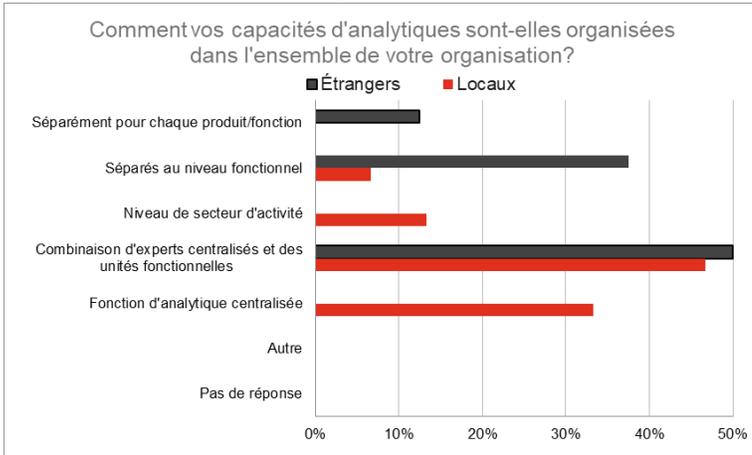


Figure 11 – Selon la taille

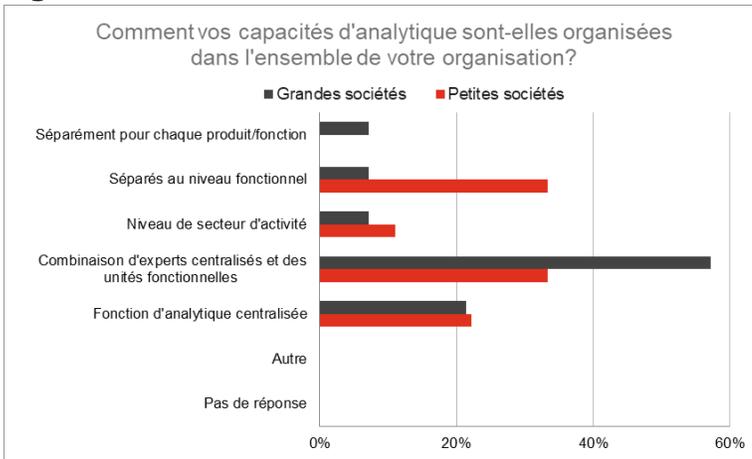


Figure 12 – Global

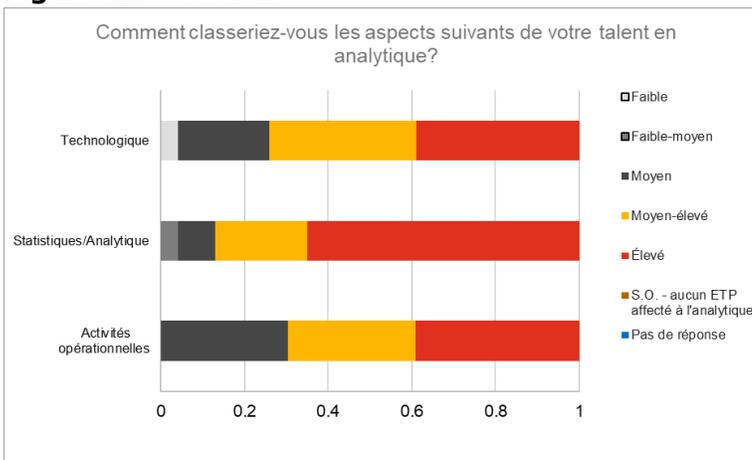
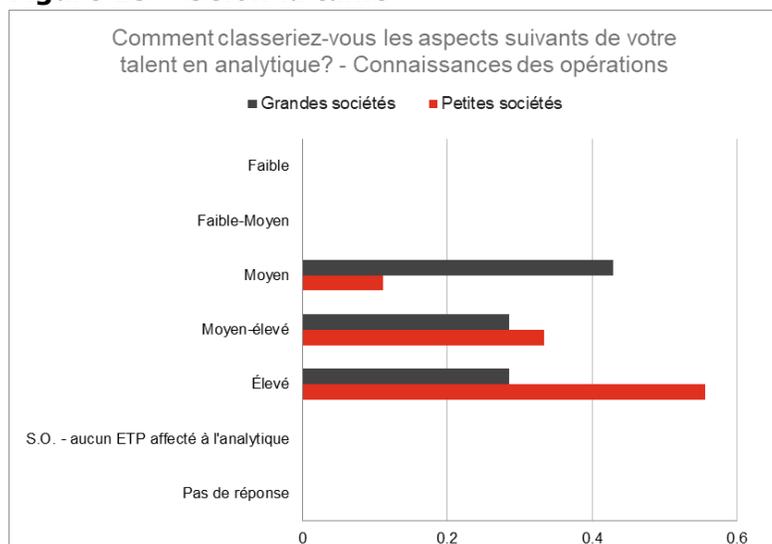


Figure 13 – Selon la taille


Le nombre d'équivalents temps plein (ETP) affectés à l'analytique avancée varie sensiblement selon les répondants. Environ 40 % des répondants ont indiqué avoir utilisé plus de 50 ETP, tandis qu'un peu moins de 50 % ont indiqué compter moins de 24 ETP (figure 14). Comme prévu, les grandes sociétés d'assurances sont en mesure d'affecter davantage d'ETP à l'analytique avancée (figure 15). Les sociétés d'assurances étrangères affectent moins d'ETP à l'analytique avancée que les sociétés d'assurances locales (figure 16). Toutefois, au cours des entrevues, les sociétés d'assurances étrangères ont déclaré que les projets d'analytique font appel à des équipes mondiales et que moins d'ETP sont affectés à l'exécution de travaux d'analytique avancée dans leur succursale canadienne.

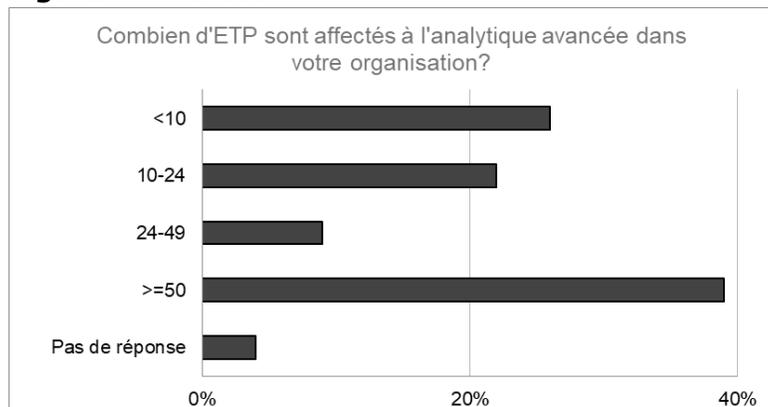
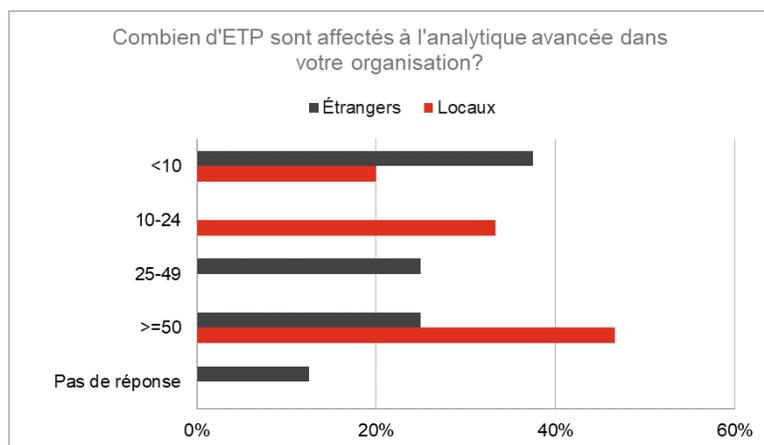
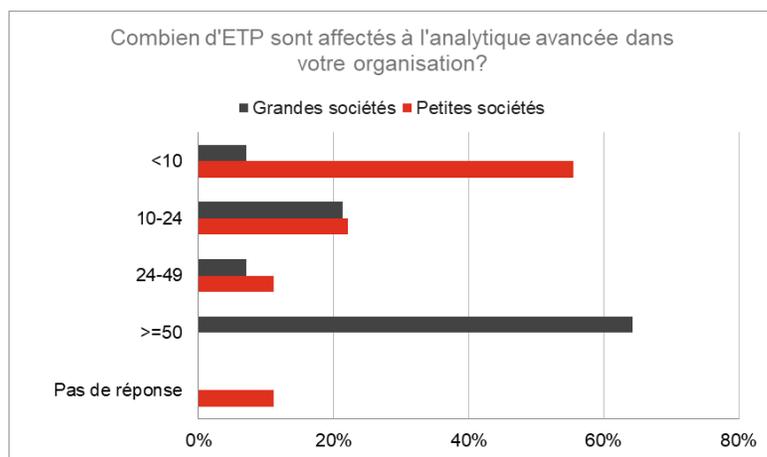
Figure 14 – Global


Figure 15 – Selon l'origine

Figure 16 – Selon la taille


La composition des talents en analytique avancée variait selon l'interprétation et la structure organisationnelle des répondants au sondage. Certains répondants ont défini l'ensemble de l'équipe des opérations et de l'analytique des données comme faisant partie de l'analytique avancée, tandis que d'autres ont indiqué une portée beaucoup plus étroite, limitant leur définition à n'inclure que les employés qui exécutent des techniques de modélisation avancées (principalement des scientifiques des données et des ingénieurs des données). Lors de nos entrevues, nous avons également demandé en quoi un scientifique des données diffère d'un statisticien et nous avons reçu une gamme de réponses. Certaines sociétés d'assurances ont indiqué que les employés devaient participer à un programme interne pour être désignés scientifiques des données, tandis que d'autres exigeaient différents niveaux d'expérience. Les statisticiens étaient considérés comme distincts et davantage axés sur l'inférence statistique que sur l'analytique prédictive. Nous avons examiné les types d'ETP affectés à l'analytique avancée (figure 17) et nous avons demandé aux répondants de distinguer la façon dont les ETP sont affectés à la tenue de bases de données, à l'élaboration de modèles d'analytique avancée et à l'exécution de ces modèles (figures 20, 23 et 26).

Nous avons constaté que, dans les trois dimensions, les grandes sociétés d'assurances mettent habituellement sur pied de plus grandes équipes d'analytique avancée comptant un plus large éventail de talents (figures 22, 25 et 28).

Figure 17 – Global

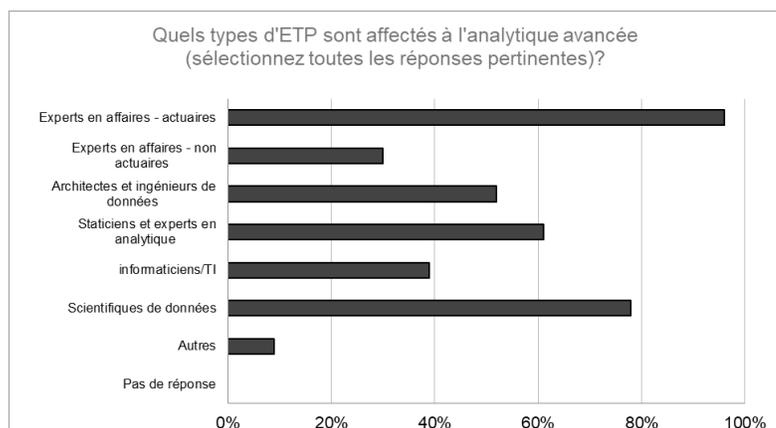


Figure 18 – Selon l'origine

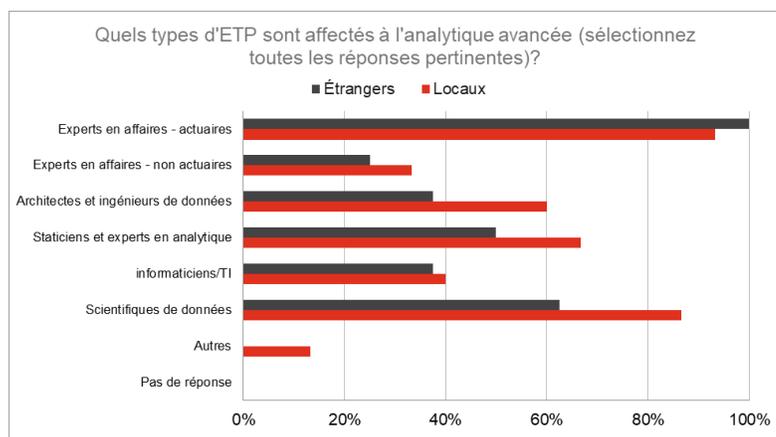


Figure 19 – Selon la taille

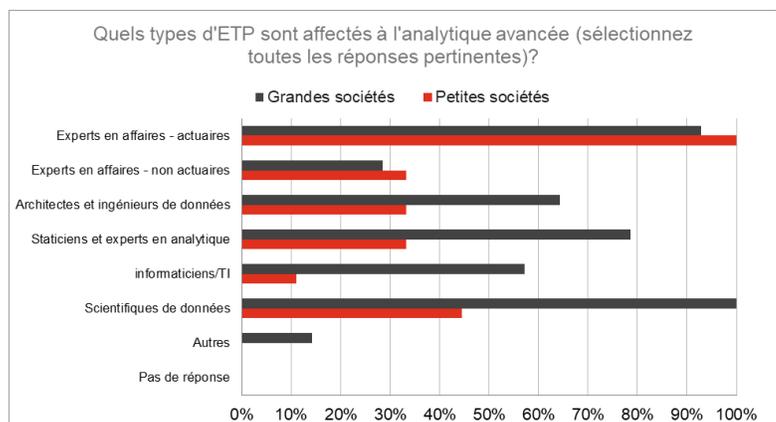


Figure 20 – Global

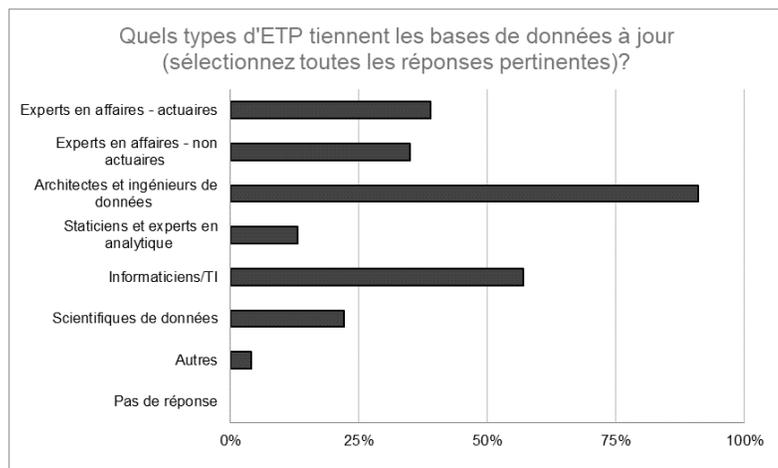


Figure 21 – Selon l'origine

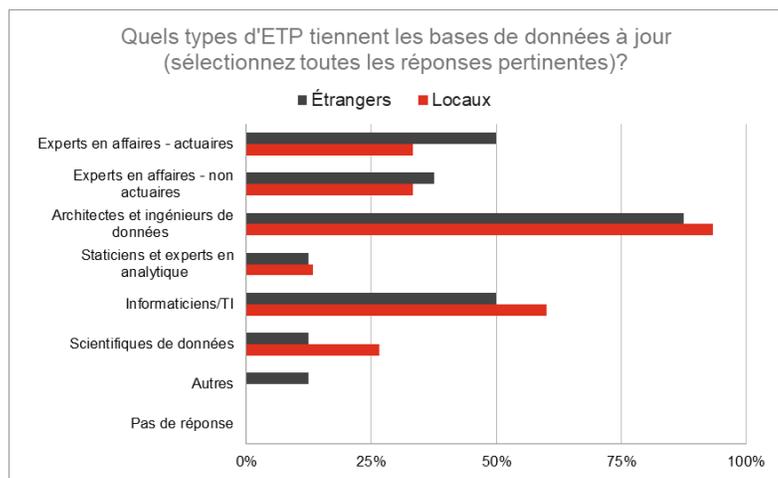


Figure 22 – Selon la taille

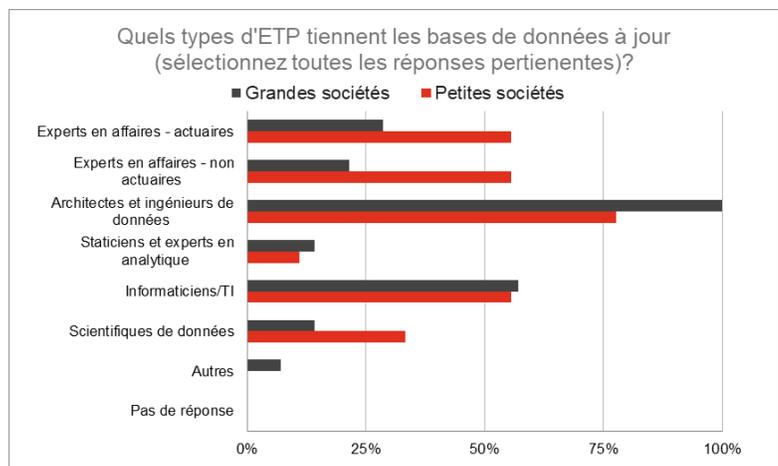


Figure 23 – Global

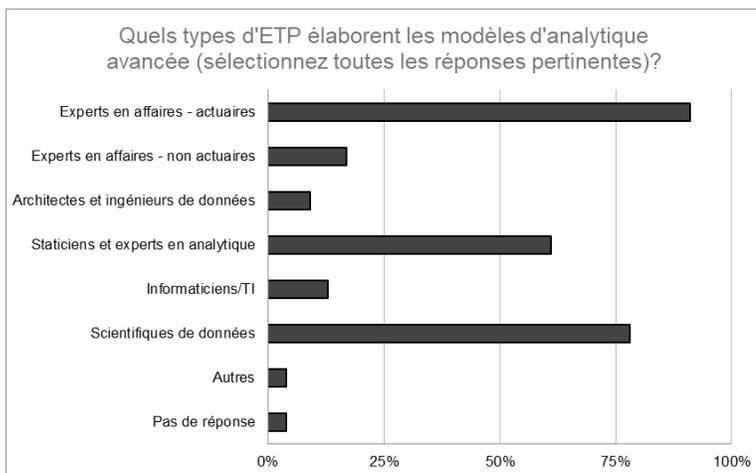


Figure 24 – Selon l'origine

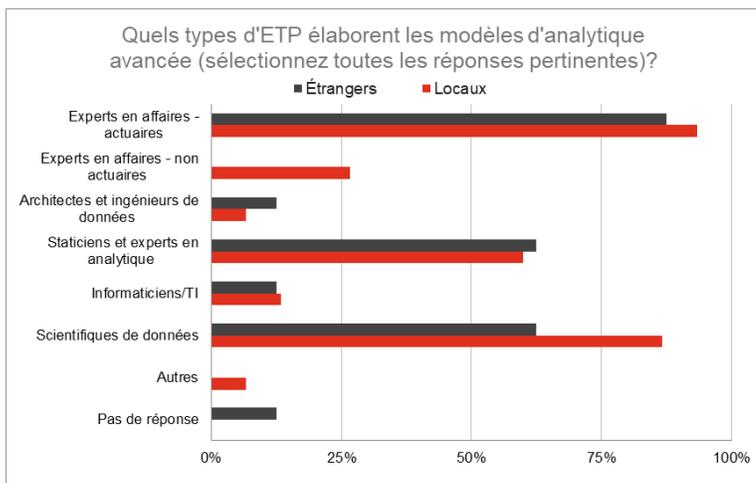


Figure 25 – Selon la taille

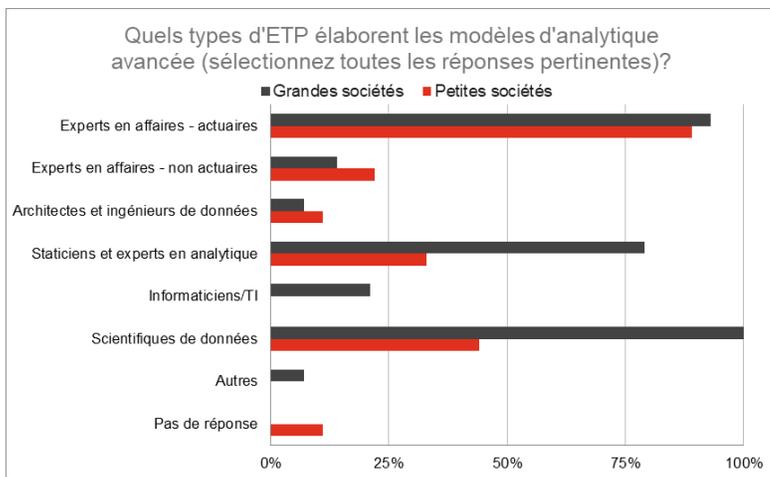


Figure 26 – Global

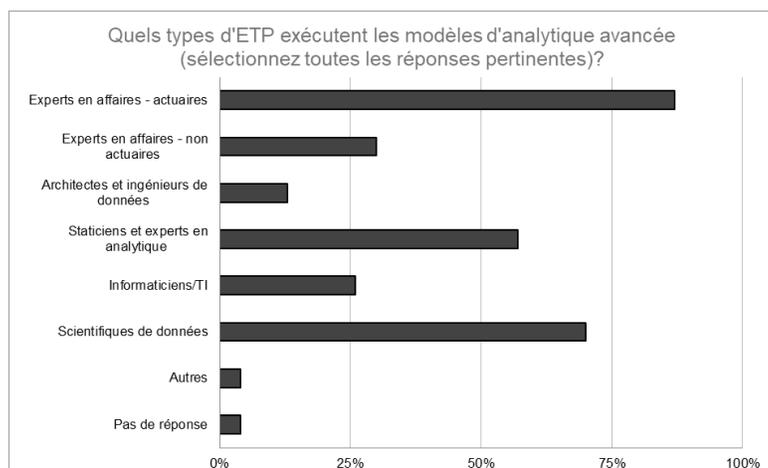


Figure 27 – Selon l'origine

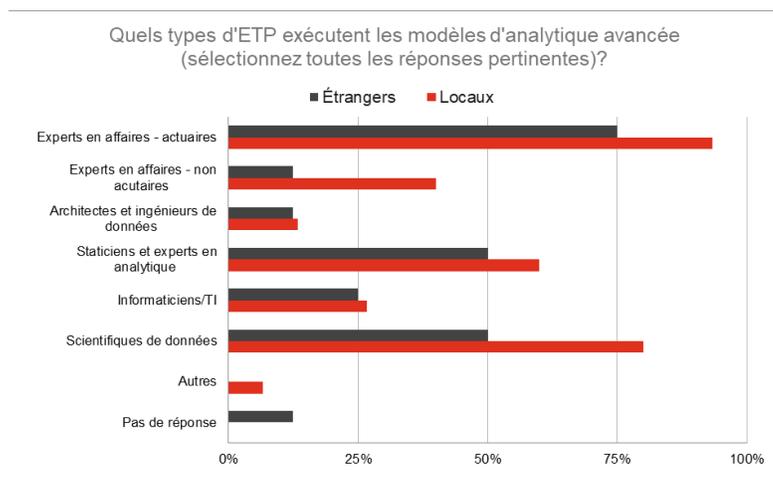
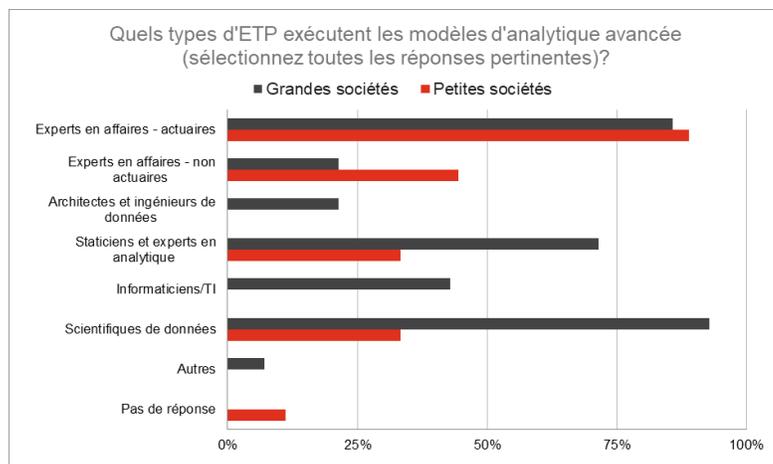


Figure 28 – Selon la taille



De plus, malgré l'incitation des dirigeants à employer l'analytique avancée, la collaboration et le recours à des équipes techniques ne semblent pas exploités à leur plein potentiel. Bien que les équipes techniques et les utilisateurs finaux collaborent la plupart du temps, seulement 30 % des répondants ont déclaré que cela se produit toujours (figure 29) et moins de 5 % ont indiqué que les résultats de l'analytique avancée sont toujours utilisés dans la prise de décisions opérationnelles (figure 30). Comme l'ont indiqué certains participants, cela pourrait être attribuable à un manque de personnel à affecter à l'analytique avancée. Comme l'ont indiqué certains participants, cela pourrait être attribuable à un manque de personnel à affecter à l'analytique avancée, c'est-à-dire que l'analytique avancée peut être appliquée à de nombreuses tâches; toutefois, il existe un goulot d'étranglement en ce qui concerne le personnel compétent, comme il est indiqué ci-dessus.

Figure 29 – Global

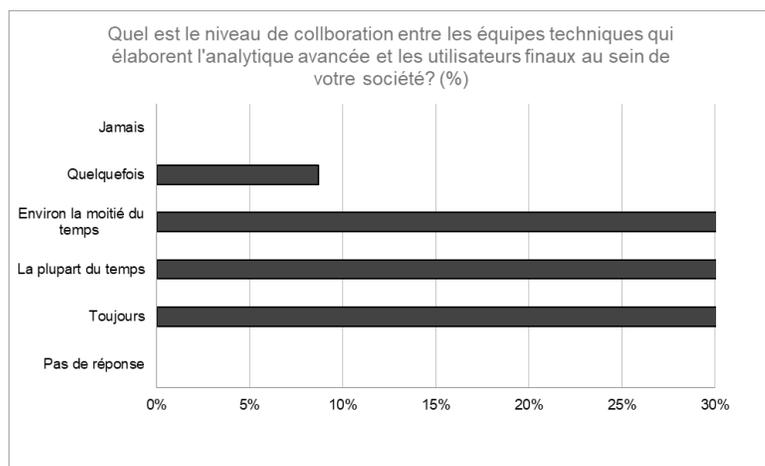
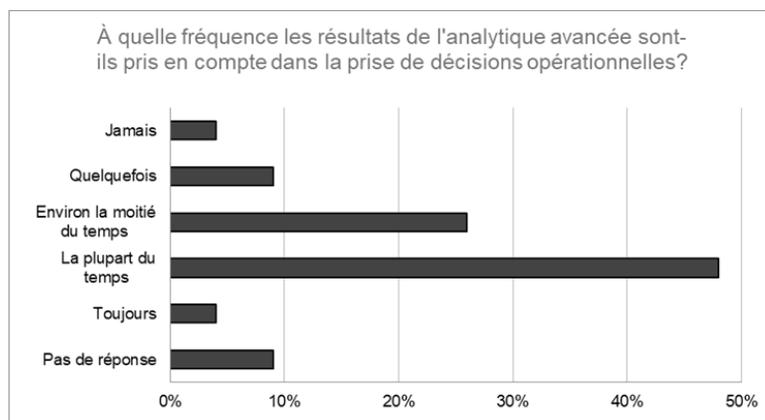


Figure 30 – Global



La mise à contribution du personnel en place pour former les employés d'autres secteurs pourrait être une façon de combler l'écart entre les besoins et la capacité. Cela n'est toutefois pas fait assez fréquemment, puisque près de 60 % des répondants forment leur personnel annuellement ou encore à moindre fréquence (figure 31). Si l'on examine de plus près la distinction selon la taille de la société, il semble que les grandes sociétés d'assurances offrent plus régulièrement de la formation à leur personnel que les

petites sociétés (figure 32). Il pourrait être utile d'appliquer un processus de formation bien défini pour améliorer les compétences des employés actuels.

Figure 31 – Global

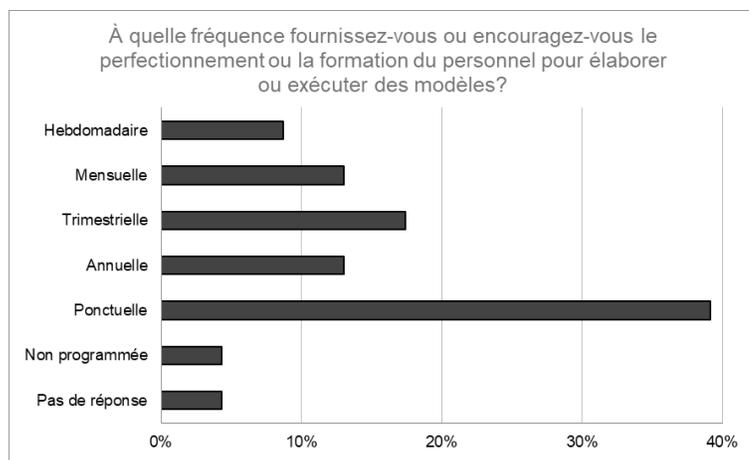
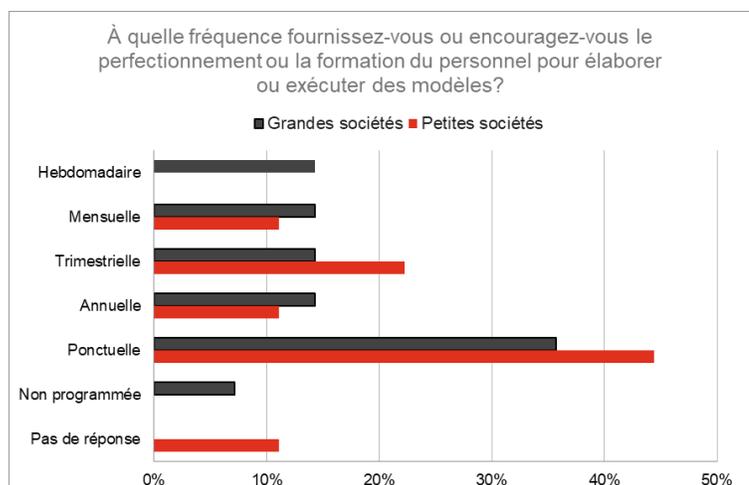


Figure 32 – Selon la taille



Dans l'ensemble, les cadres supérieurs semblent fortement motivés pour faire pression en faveur de l'analytique avancée; toutefois, il est actuellement difficile de traduire cet enthousiasme en dotation de qualité, tant par l'embauche que par la formation directe des employés actuels.

Données

L'efficacité d'un modèle dépend essentiellement des données sur lesquelles il repose, les données constituent donc la base de tout bassin d'analytique avancée. À cette fin, il a fallu établir la qualité des pratiques des sociétés d'assurances en matière de données. En outre, dans le cas des sociétés d'assurances qui traitent des renseignements permettant d'identifier une personne (PII), la gouvernance est un élément clé de la gestion des risques liés à la protection des renseignements personnels.

La qualité des données était toujours bonne, les utilisateurs finaux attribuant des cotes élevées pour l'exhaustivité et l'exactitude des données, recevant la plupart du temps une note de 4 ou plus (figure 33). Les données ont également été déclarées comme étant à tout le moins fréquemment rapprochées, le processus de rapprochement étant qualifié de très complet (figure 35). En ce qui concerne l'exactitude des données, les petites sociétés d'assurances se sont classées à un niveau plus élevé que les grandes (figure 34); en outre, elles ont toutefois indiqué de plus longs décalages entre les processus de rapprochement des données par rapport aux grandes sociétés (figure 36).

Figure 33 – Global

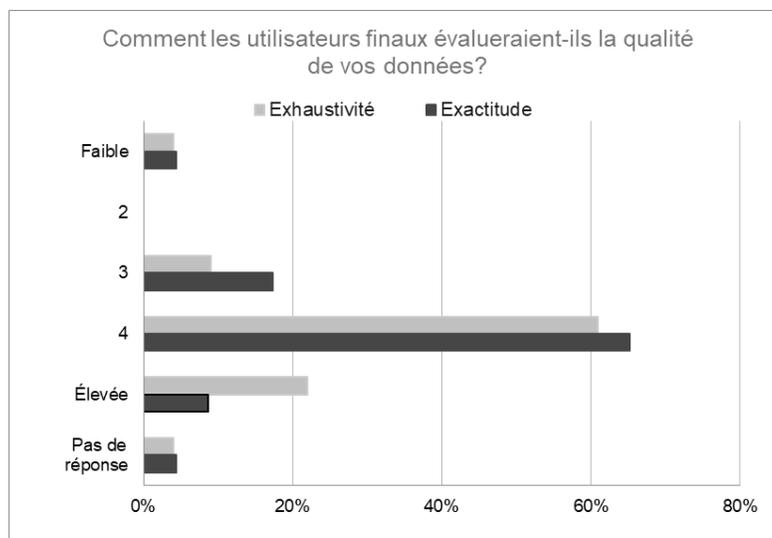


Figure 34 – Selon la taille

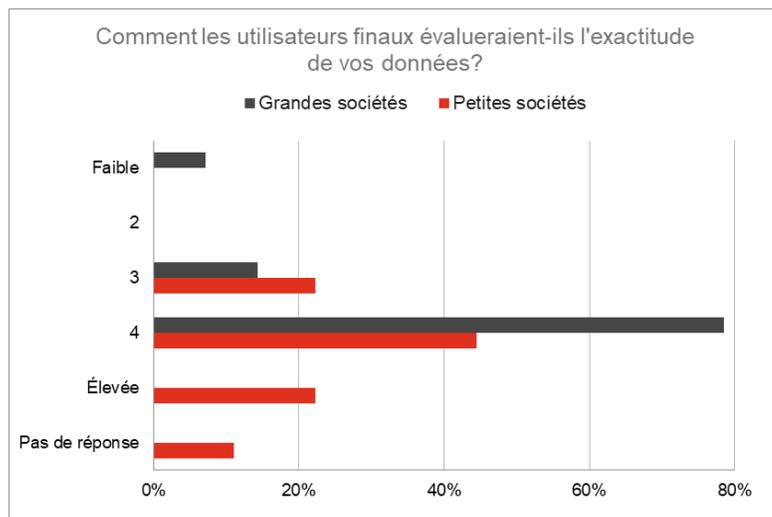
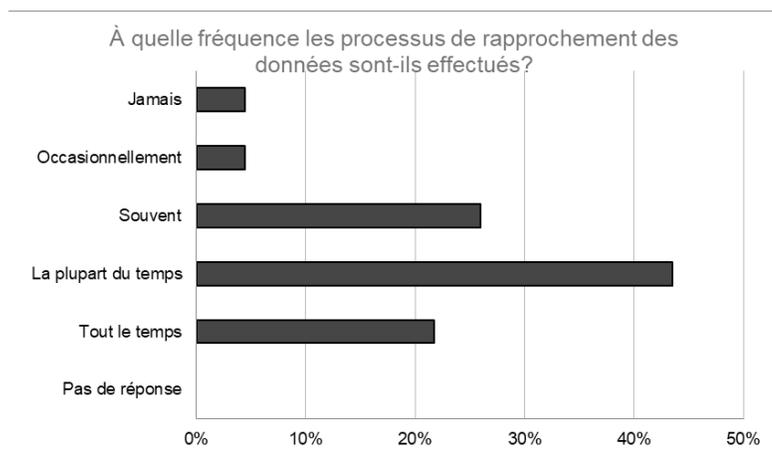
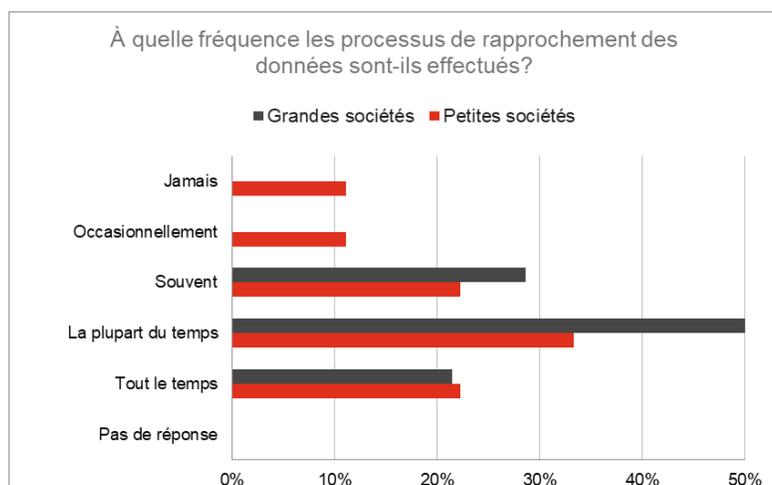


Figure 35 – Global

Figure 36 – Selon la taille


Une documentation bien étoffée diminue sensiblement la confusion lorsque de nouveaux utilisateurs doivent avoir accès à une source de données, et elle rend généralement le travail avec des données moins fastidieux. Comparativement à la qualité des données, l'ampleur de la documentation relative aux dictionnaires de données n'était pas aussi élevée que prévu. Seulement près de 40 % des répondants ont déclaré que 75 % ou plus de leurs données étaient définies dans des dictionnaires (figure 37), l'exactitude et la fréquence de mise à jour s'établissant en moyenne à 3,3 et 3,1 sur 5, respectivement (figures 40 et 43). Il convient de souligner la disparité entre les sociétés d'assurances locales et étrangères en ce qui concerne l'exhaustivité des dictionnaires de données, les sociétés internationales enregistrant constamment des notes plus élevées (figure 41). En outre, les grandes sociétés d'assurances se sont régulièrement accordé des notes plus faibles que les petites pour ce qui est des mesures d'exactitude et de fréquence (figures 42 et 45). Cela semble raisonnable, compte tenu du fait que les plus grandes sociétés d'assurances ont indiqué, en réponse aux questions suivantes, qu'elles utilisent sensiblement plus de sources de données dans leurs décisions d'affaires (figure 48).

Figure 37 – Global

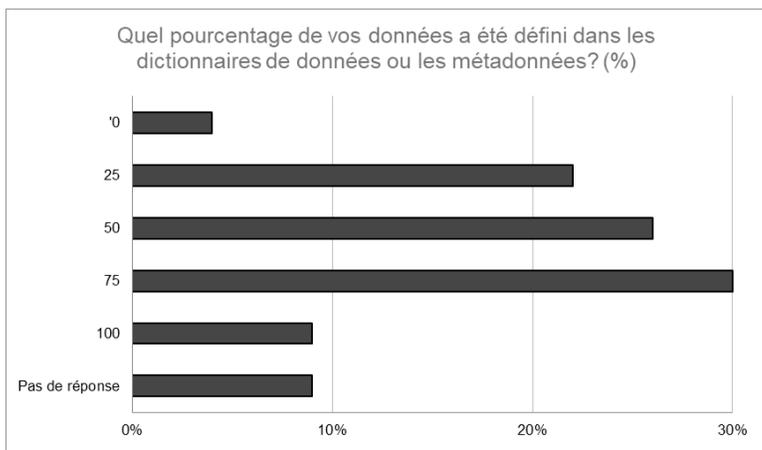


Figure 38 – Selon l'origine

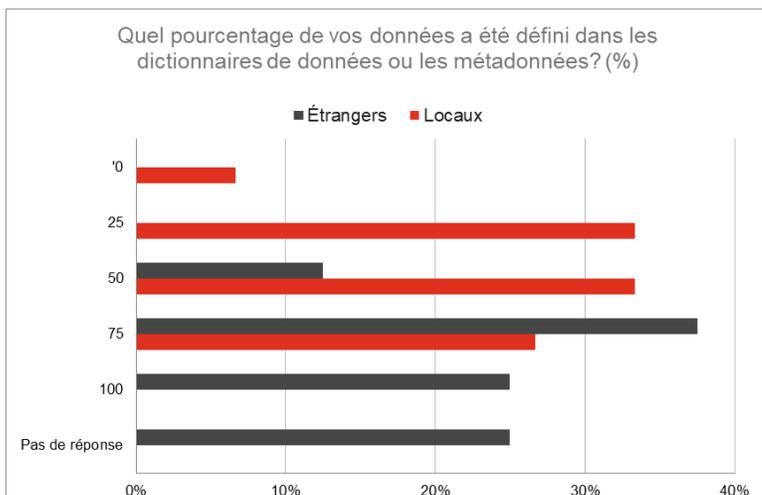


Figure 39 – Selon la taille

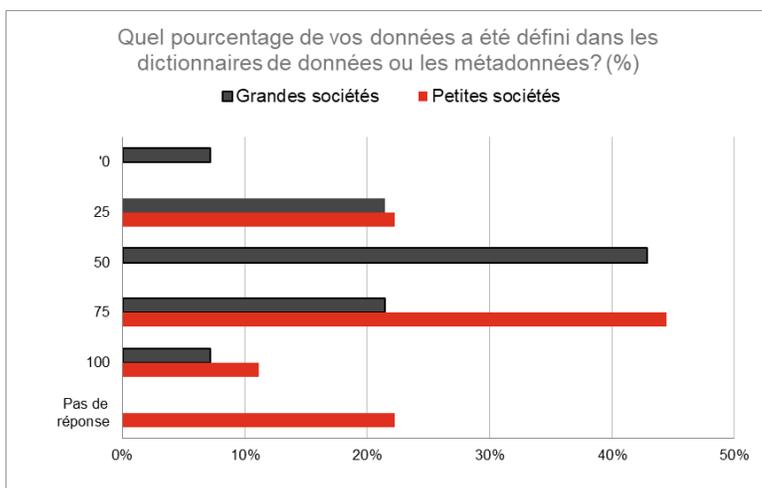


Figure 40 – Global

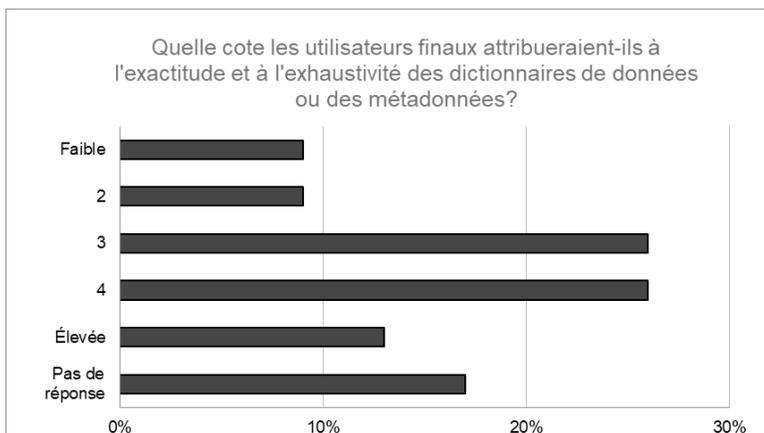


Figure 41 – Selon l'origine

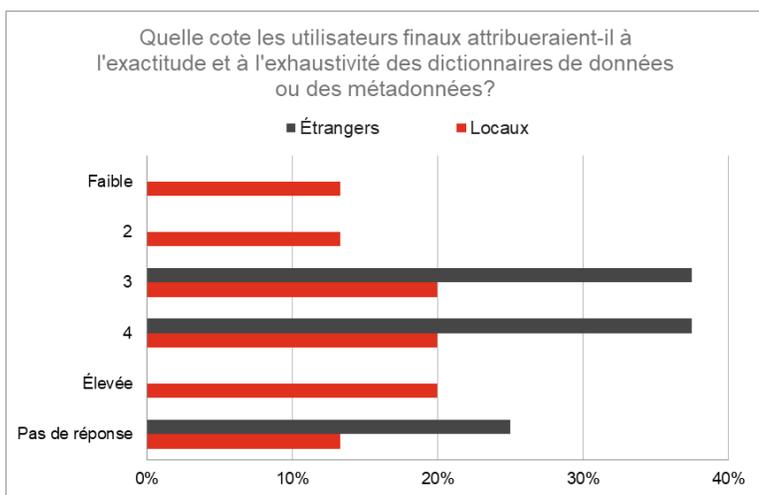


Figure 42 – Selon la taille

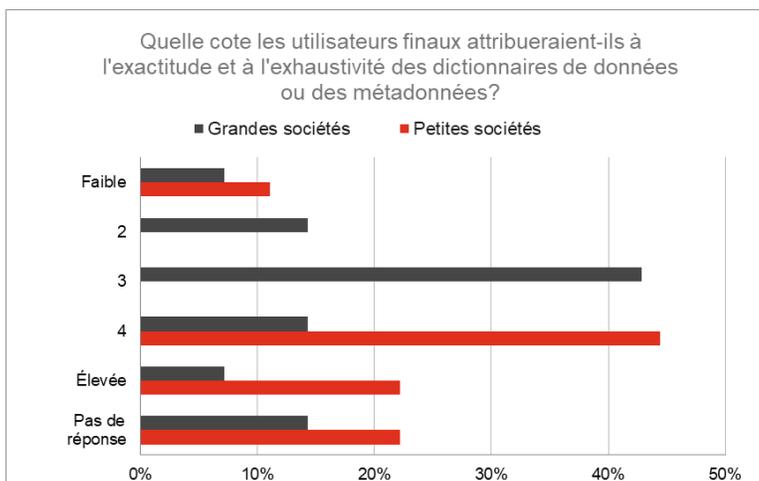


Figure 43 – Global

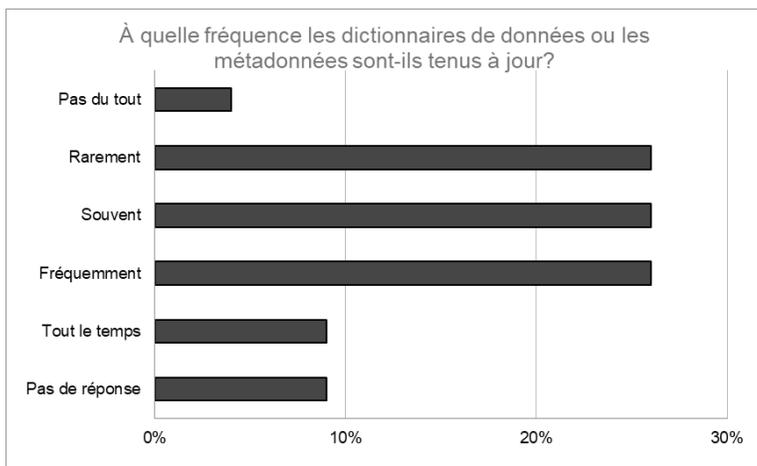


Figure 44 – Selon l'origine

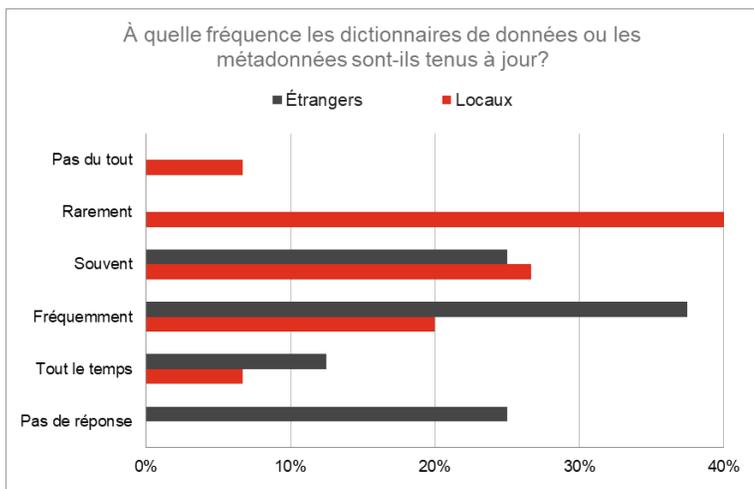
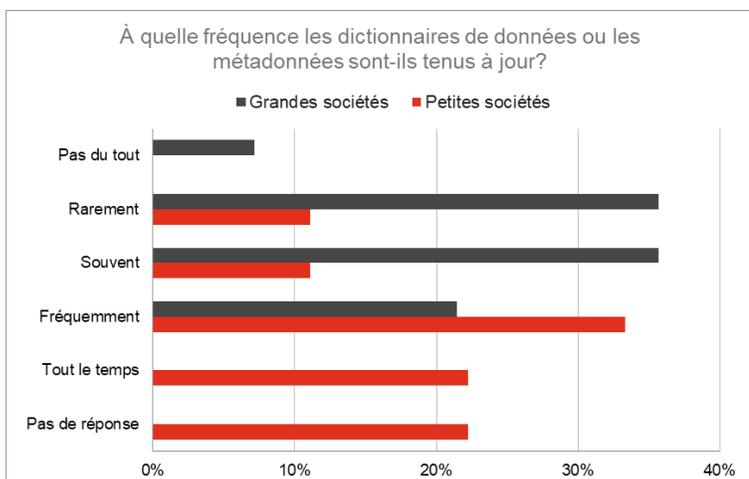
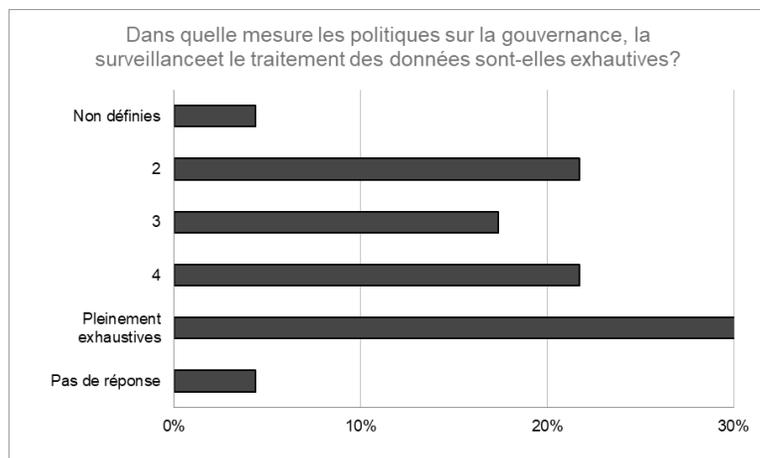


Figure 45 – Selon la taille



Les procédures de gouvernance et de surveillance au sein du secteur des assurances IARD étaient assez solides, les polices ayant obtenu la cote « très exhaustives », surtout celles qui concernent la protection des renseignements personnels et la conservation des données (figure 46). En raison d'une gouvernance rigoureuse des données, l'accès aux données est plus difficile, même si une telle prudence en matière de protection des données est justifiée, compte tenu des renseignements confidentiels nécessaires pour les activités d'assurance.

Figure 46 – Global



Le nombre de sources de données régulièrement utilisées pour effectuer des travaux d'analytique variait grandement d'un assureur à l'autre : près de 50 % des sociétés d'assurances ont déclaré moins de dix sources de données, mais quelques-unes ont déclaré jusqu'à 100 sources de données (figure 47). Les grandes sociétés d'assurances ont déclaré tirer parti d'un plus grand nombre de sources de données en analytique pour faciliter leurs décisions d'affaires (figure 48). La plupart des sources de données qui ont été mentionnées directement dans l'enquête ont trait au système de gestion des polices, bien que certaines sociétés d'assurances commencent à tirer parti d'autres sources externes comme les données météorologiques et les données de localisation spécialisées en démographie au-delà des données du recensement.

Figure 47 – Global

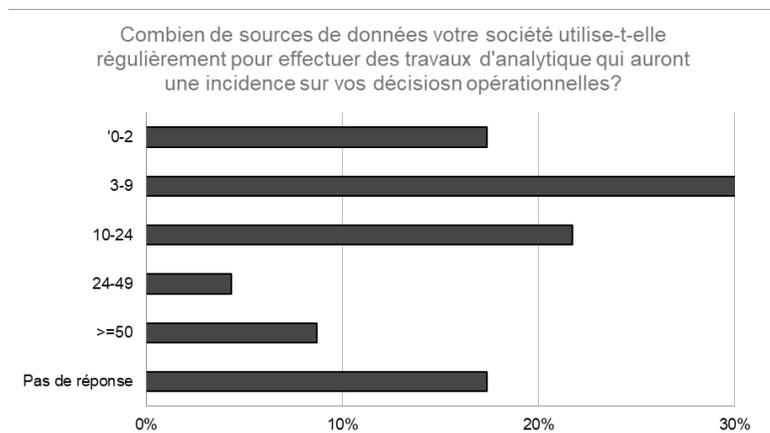
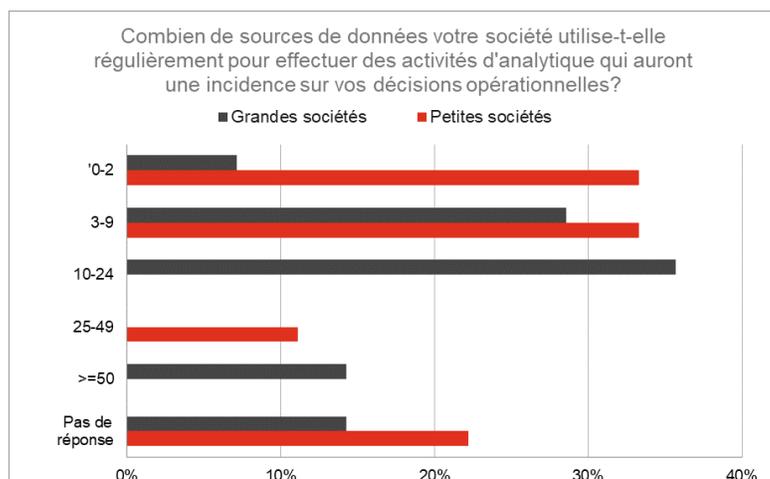


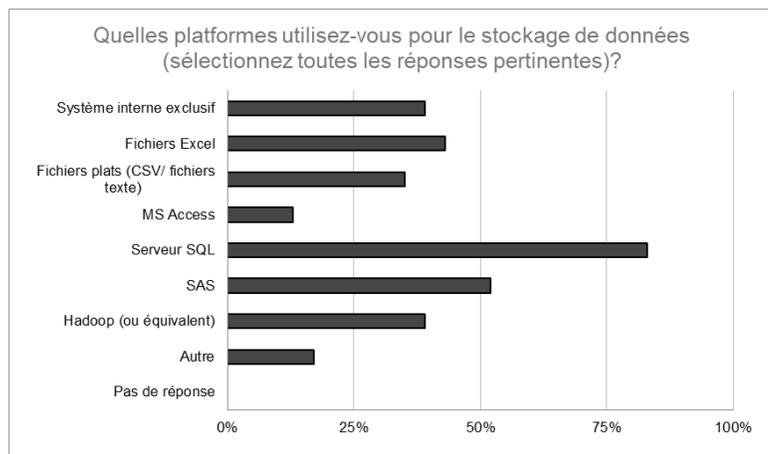
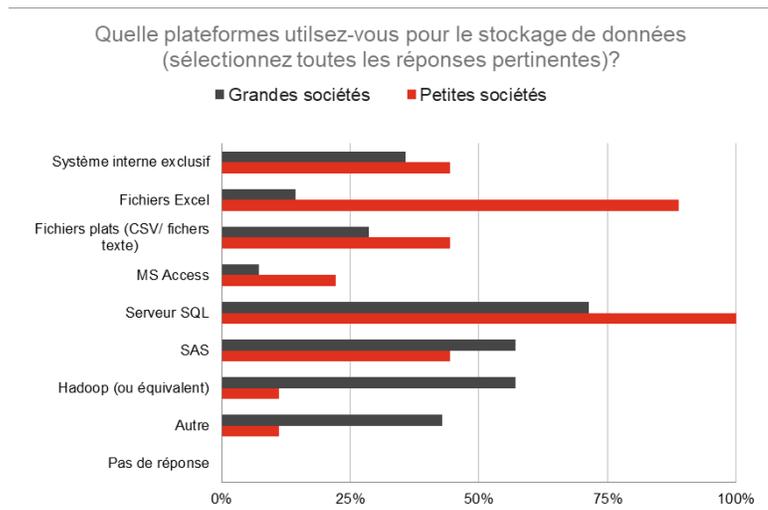
Figure 48 – Selon la taille

De façon générale, les répondants ont déclaré que la qualité des données était très bonne et, malgré quelques difficultés, certaines sociétés ont mentionné lors des entrevues qu'elles avaient attribué des notes plus faibles à leur gouvernance et à leur documentation, non pas en raison de lacunes au chapitre de la gouvernance et de la documentation, mais parce qu'il y a encore beaucoup de possibilités d'amélioration.

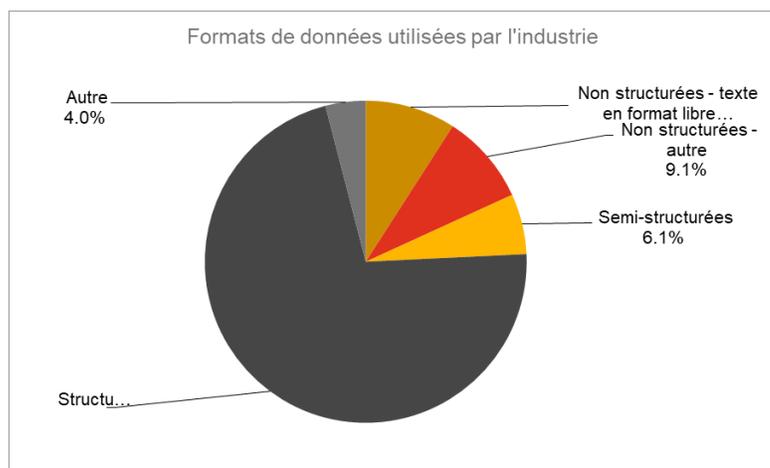
Technologie

L'investissement dans la technologie est un important facteur habilitant, car il assure des délais d'exécution courts pour l'élaboration des analyses, et il permet le recours à de nouveaux algorithmes et l'utilisation efficace des ressources. D'après nos entrevues avec certaines sociétés d'assurances, l'investissement dans la technologie semble jouer un rôle important dans l'esprit des répondants. Cela dit, en réponse à une question ultérieure (figure 78), plus de 60 % des répondants ont indiqué que leur capacité de mettre en œuvre des modèles était affectée par l'âge de leur infrastructure de TI.

Pour composer avec les contraintes opérationnelles, certaines des plus grandes sociétés d'assurances adoptent des solutions infonuagiques et des mises en œuvre de Hadoop, qui peuvent être déployées sur une grappe locale ou dans le nuage. Dans une proportion de plus de 40 %, les répondants ont indiqué avoir eu recours à Hadoop. L'un des principaux facteurs consistait à utiliser Spark et ses outils (figure 49). Durant les entrevues, les répondants ont mentionné qu'il leur a fallu trois à quatre ans pour abandonner les systèmes existants, alors que d'autres répondants étaient encore en pleine transition. Les grandes sociétés d'assurances ont tendance à utiliser des plateformes plus récentes, tandis que les petites sont encore fortement tributaires d'Excel pour le stockage des données.

Figure 49 – Global

Figure 50 – Selon la taille


La structure des données représente également un facteur important dans l'application de l'analytique avancée. Certaines sociétés d'assurances ont souligné précisément comment elles tentent de mieux gérer le texte en format libre. Toutefois, plus de 70 % des données utilisées par les répondants étaient des données structurées, comparativement à un peu moins de 20 % de données non structurées (figure 51).

Figure 51 – Global

Pour le traitement des données, les sociétés d'assurances cherchent de plus en plus à utiliser les langages de programmation libre R et Python. Souvent, les répondants utilisent encore SAS pour certaines parties de leur flux de données, et un peu plus de 50 % des répondants l'utilisent pour le traitement. Toutefois, pour l'analytique et l'analyse exploratoire des données, ce pourcentage chute à un peu moins de 40 % (figures 52 et 54). La figure 53 montre que les grandes sociétés d'assurances sont plus disposées à utiliser des langages de codage pour le traitement des données que des logiciels de tableau de bord comme Power BI et Tableau. À la figure 55, nous constatons que les grandes sociétés d'assurances ont tendance à utiliser une plus grande variété de logiciels.

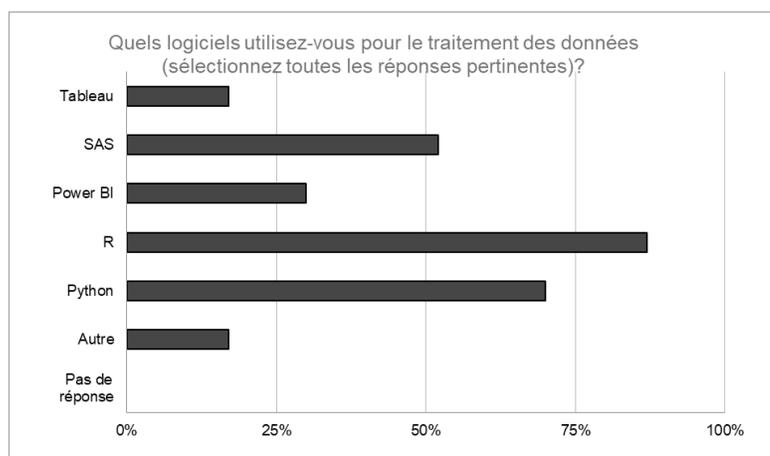
Figure 52 – Global

Figure 53 – Selon la taille

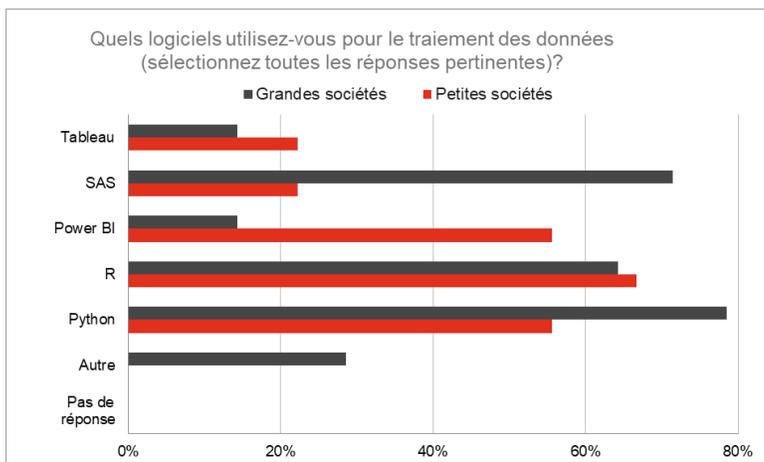


Figure 54 – Global

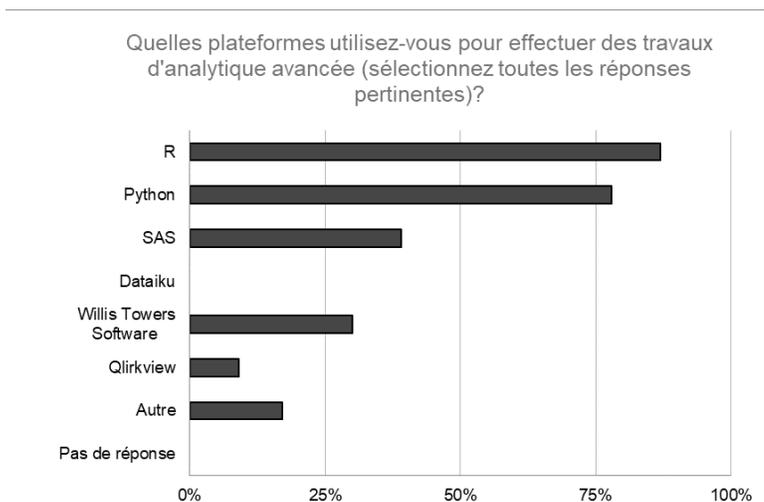
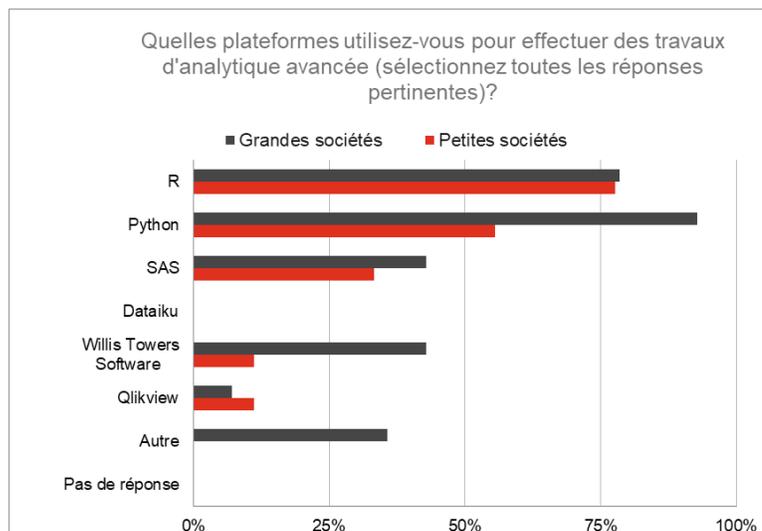


Figure 55 – Selon la taille


Pour l'analyse exploratoire des données (AED), Excel est un outil encore fréquemment utilisé. En effet, il est utilisé près des deux tiers du temps (figure 56). Toutefois, pour la visualisation dans les rapports, d'autres outils comme Power BI et Tableau gagnent en popularité (figure 58). Les plus grandes sociétés d'assurances utilisent de plus en plus Python pour l'EAD, SAS est également utilisé par les grandes sociétés d'assurances à cette fin (figure 57).

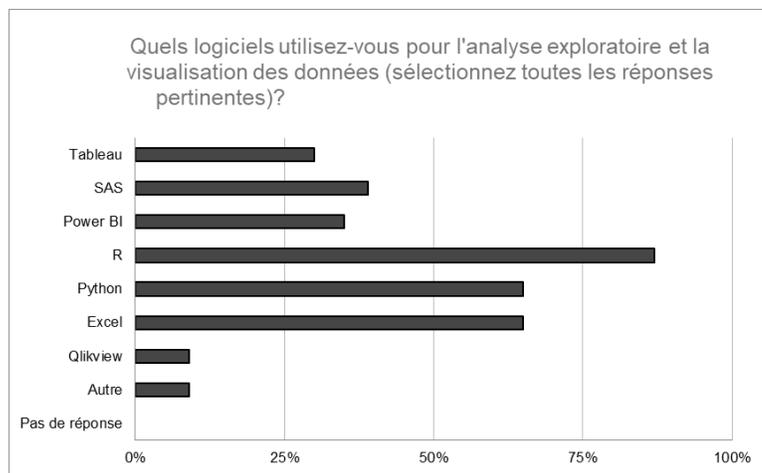
Figure 56 – Global


Figure 57 – Selon la taille

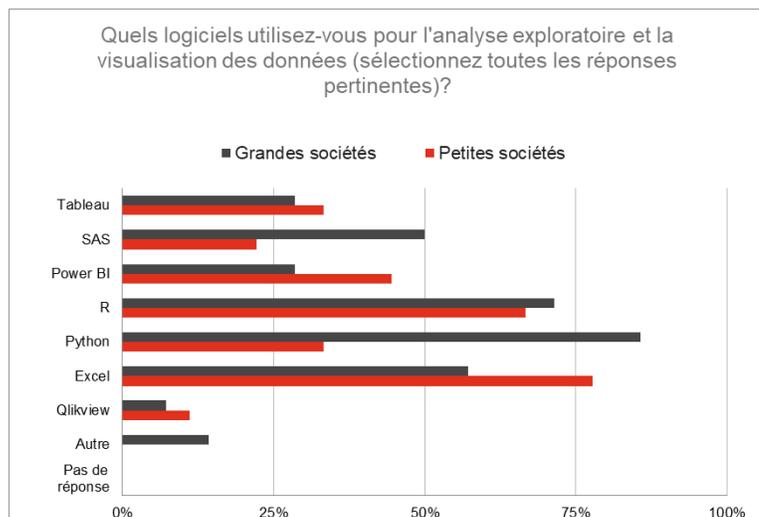
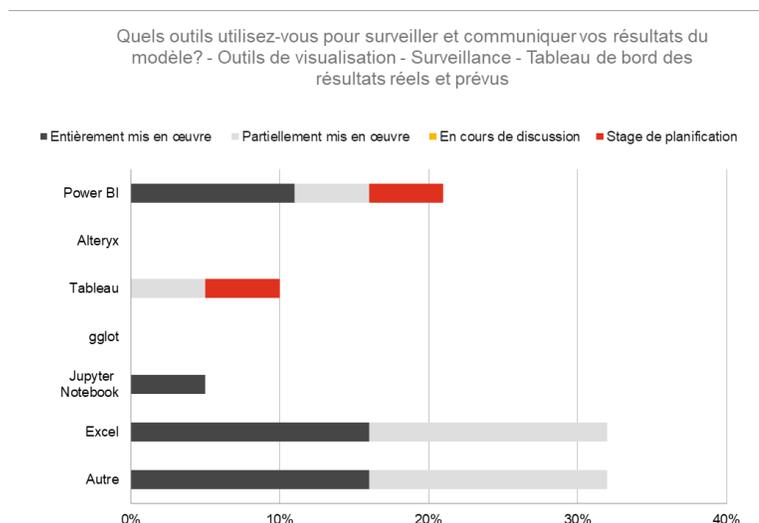
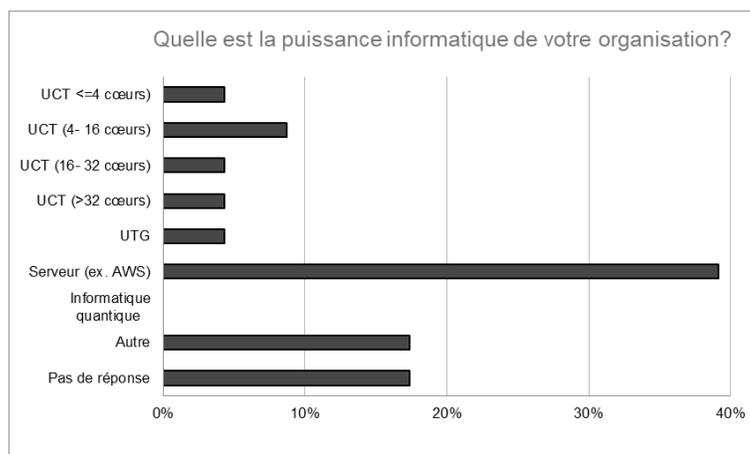


Figure 58 – Global



Enfin, pour les modèles de réglage, les sociétés d'assurances abandonnent les processus exécutés sur leur machines locales, et bon nombre d'entre elles adaptent leurs modèles à distance, soit sur des machines spécialisées comportant de nombreuses bases, soit sur des serveurs spécialisés. Une équipe a mentionné qu'elle tire parti des unités de traitement graphique (UTG) pour accélérer le processus de modélisation, tandis que d'autres utilisent Amazon SageMaker pour exécuter leurs modèles dans le nuage (figure 59).

Figure 59 – Global

De façon générale, les sociétés d'assurances investissent d'importantes ressources dans la mise à jour de leur infrastructure, tant pour leurs architectures de données que pour leur puissance informatique, afin de réduire le temps consacré à la modélisation. Pour tirer profit de ces ressources complexes, les sociétés d'assurances accordent une grande importance aux compétences en codage, la plupart des analyses et des AED étant effectuées à l'aide de R et de Python.

Utilisation dans les modèles et les activités

La modélisation est un élément crucial du secteur des assurances et elle a été une cible importante du sondage. On a demandé aux répondants d'indiquer leur méthodologie et leurs progrès relativement à de nombreux cas potentiels d'utilisation de l'analytique au sein de leur organisation. L'utilisation de techniques plus avancées est de plus en plus répandue dans l'ensemble des sociétés et non seulement pour le développement de produits, la tarification et la souscription. Bien que ces dernières tâches demeurent celles pour lesquelles le nombre de réponses est le plus élevé, ce qui indique une importance évidemment plus grande étant donné que la tarification exacte d'une police est la tâche la plus importante de l'assureur, on met davantage l'accent sur l'utilisation de modèles avancés pour les pratiques de provisionnement. Certaines sociétés d'assurances ont également mentionné la difficulté de tenir à jour le nombre croissant de modèles, ce qui a souvent préséance sur l'élaboration de nouveaux modèles.

Il est important de compter sur des procédures et des politiques de gouvernance au moment d'élaborer un nouveau modèle, car la gouvernance du modèle joue un rôle important dans la gestion des risques et dans le cycle de vie du modèle. Ainsi, on a demandé aux répondants d'indiquer l'exhaustivité de l'examen du modèle et la fréquence de l'examen des lignes directrices (figures 60 et 62). Plus de 50 % des répondants se sont donnés une note d'au moins 4 pour le premier élément, et la plupart des sociétés révisent leurs politiques chaque année ou de façon ponctuelle. Des différences apparaissent lorsque l'on compare les grandes sociétés d'assurances et les petites, les grandes affichant généralement de meilleurs résultats (figures 61 et 63).

Figure 60 – Global

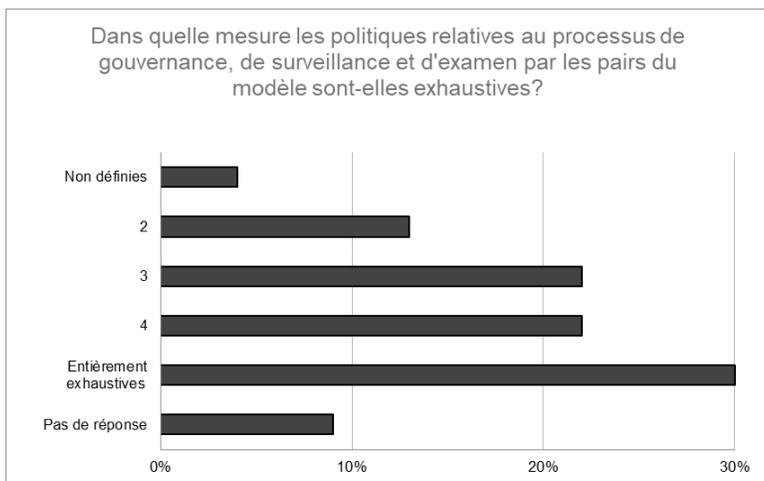


Figure 61 – Selon la taille

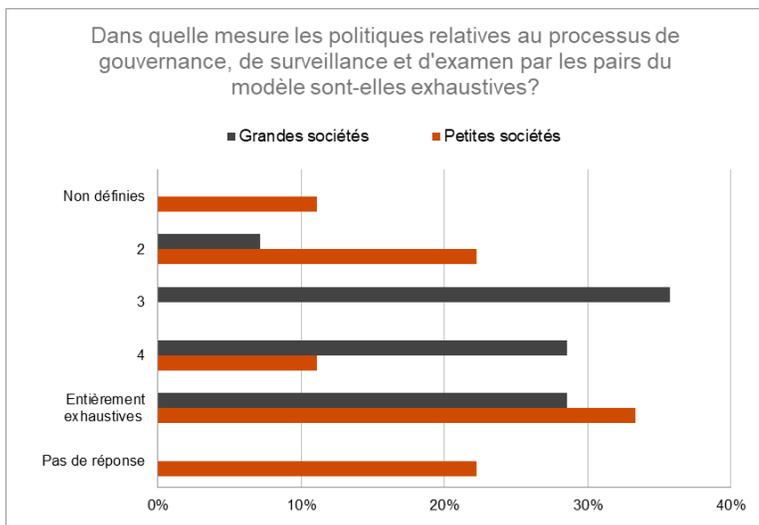
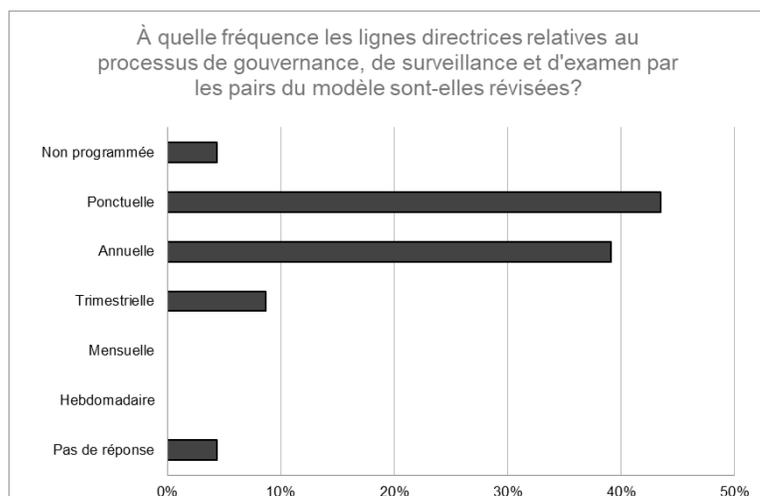
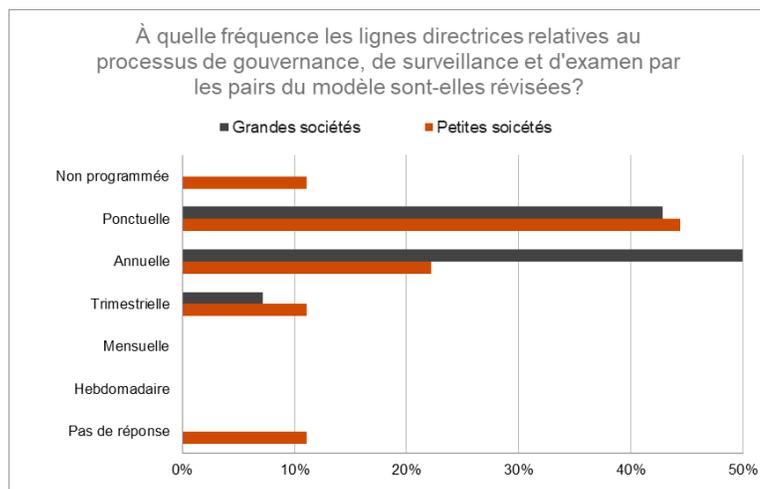
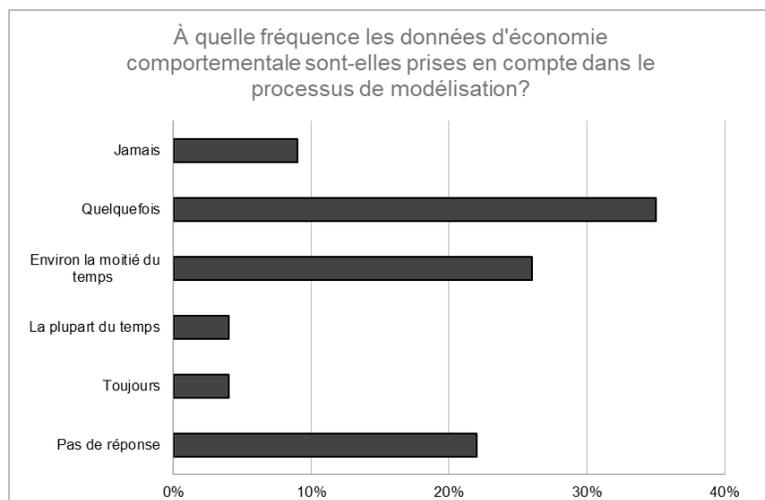
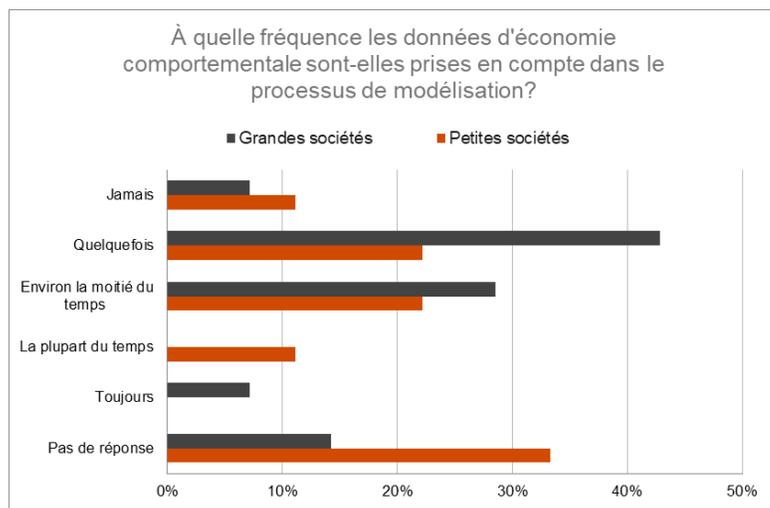
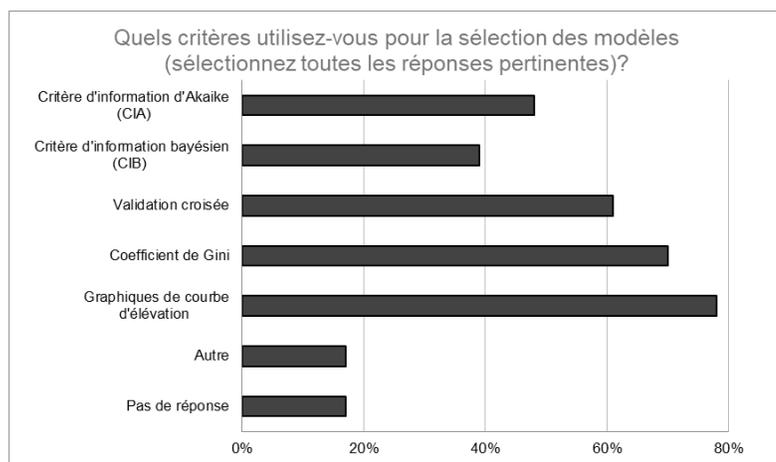
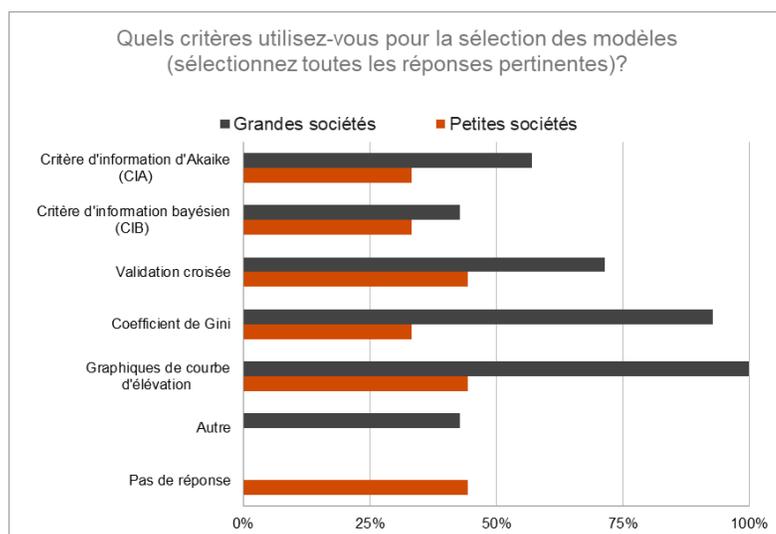


Figure 62 – Global

Figure 63 – Selon la taille


L'économie comportementale, un mélange entre la théorie économique et la psychologie, est un outil envisagé pour optimiser les prix, mais aussi, comme certaines sociétés d'assurances l'ont mentionné, pour aider à maximiser le nombre de prix offerts. Moins de 10 % des répondants ont affirmé recourir à l'économie comportementale la plupart du temps ou toujours (figure 64). Au cours des entrevues, on nous a dit qu'il s'agit moins d'une préoccupation pour les réassureurs et les souscripteurs en assurances des entreprises, leur principale préoccupation étant purement l'aspect risque lié à la garantie ou non plutôt que de maximiser le bénéfice à long terme. Les grandes sociétés d'assurances avaient tendance à recourir plus fréquemment à ces techniques axées sur le comportement (figure 65).

Figure 64 – Global

Figure 65 – Selon la taille


Les mesures liées aux critères de sélection des modèles sont intégrées aux processus de la plupart des sociétés d'assurances (figure 66), bien qu'il existe une grande disparité entre les grandes et les petites sociétés d'assurances, les premières appliquant des mesures supplémentaires pour compléter leurs décisions de modélisation (figure 67). Sans surprise, les grandes sociétés qui avaient tendance à utiliser davantage les techniques dites de la « boîte noire », ont eu besoin d'utiliser d'autres critères, comme le critère d'information d'Akaike (CIA) et le critère d'information bayésien (CIB) qui ne sont pas bien définies pour de tels modèles.

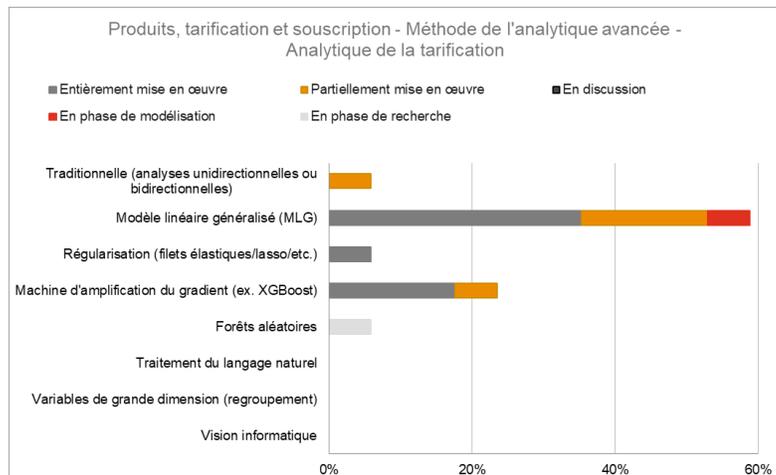
Figure 66 – Global

Figure 67 – Selon la taille


Les questions concernant la mise en œuvre de modèles pour des cas d'utilisation particuliers sont affichées sous forme de graphiques bidirectionnels, et la méthode et le niveau de progression sont affichés. Certains répondants ont mentionné une méthode, mais ont indiqué que l'état d'avancement était « Non commencé ». Ces réponses (« non commencé ») n'ont pas été incluses dans l'analyse, car elles ont été jugées sans conséquence. Ainsi, seuls les répondants au sondage dont le niveau de progression est supérieur à « Recherche » ont été inclus et affichés dans le calcul des pourcentages.

En ce qui concerne la tarification et la souscription, près de 60 % des répondants continuent d'utiliser les MLG, et de nombreuses sociétés d'assurance automobile soulignent qu'elles sont limitées par le fardeau réglementaire des modèles bien expliqués pour justifier leurs décisions en matière de tarification. En outre, certaines sociétés d'assurances ont mentionné que les techniques utilisées pour générer les modèles initiaux diffèrent parfois de la mise à jour du modèle, en ce sens que le modèle initial sera adapté, mais que les versions suivantes seront tout simplement analysées en fonction des contraintes de temps.

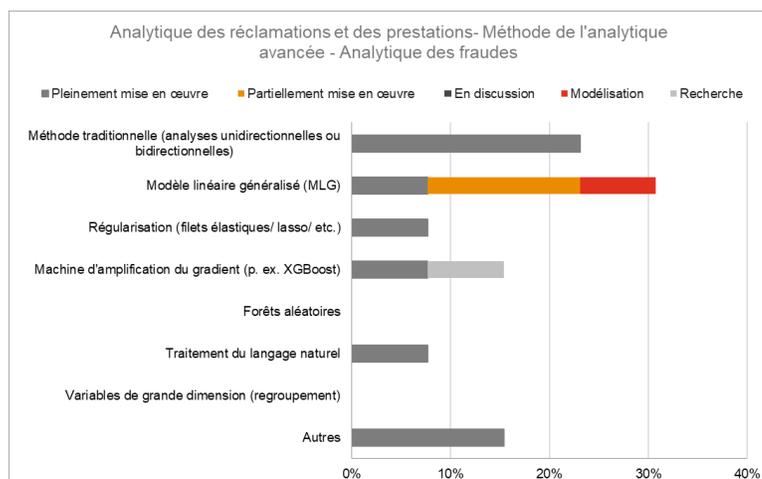
Quelques répondants ont également mentionné qu'ils pourraient utiliser un MLG, par exemple, mais qu'ils produiraient des variables pour saisir des signaux supplémentaires provenant d'un modèle plus avancé pour faire marche arrière sur le résultat (figure 68).

Figure 68 – Global

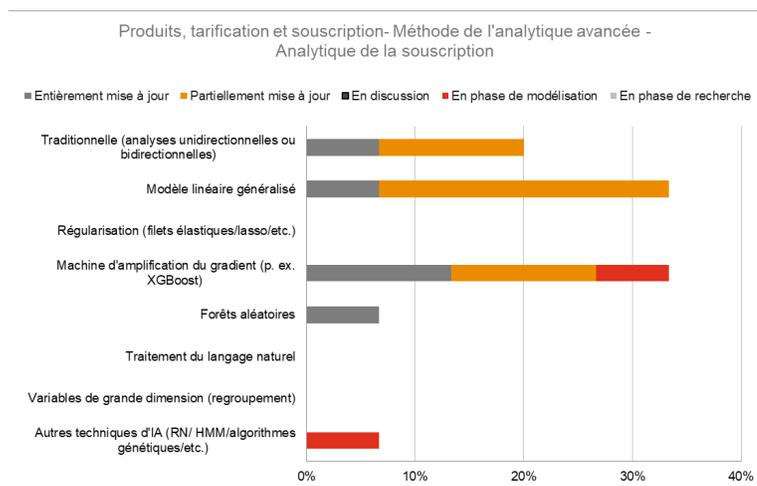


Ces contraintes réglementaires sont moins présentes dans des secteurs autres que l'assurance automobile de particuliers. En l'absence de telles contraintes, comme dans l'analyse des sinistres frauduleux, les sociétés d'assurances ont plus de latitude pour se concentrer sur la prévisibilité plutôt que sur l'explicabilité, puisque la principale préoccupation consiste à savoir si un sinistre est frauduleux ou non plutôt que si la tarification est équitable.

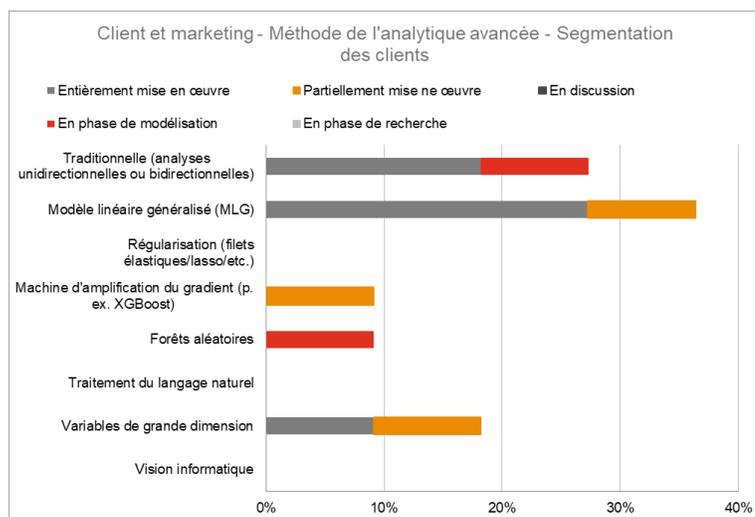
Les domaines où nous voyons le plus grand éventail d'analytique avancée sont l'analytique des fraudes et des pertes attribuables à des sinistres. La nécessité de modéliser la fraude semble plus importante pour les sociétés d'assurances que pour les réassureurs. Près de 30 % des répondants se sont tournés vers la régularisation, les appareils d'amplification du gradient (AAG) et le traitement du langage naturel (TLN) pour repérer les sinistres frauduleux possibles (figure 69). L'un des défis mentionnés par certains participants est l'exploration des données, car les relevés téléphoniques sont souvent longs, ce qui pose des défis aux algorithmes standard de TLN, sans parler du manque de cohérence dans les récits des clients. Néanmoins, les participants ont souvent souligné une meilleure identification de la fraude comme l'une des analyses de rentabilisation ayant connu un succès important.

Figure 69 – Global


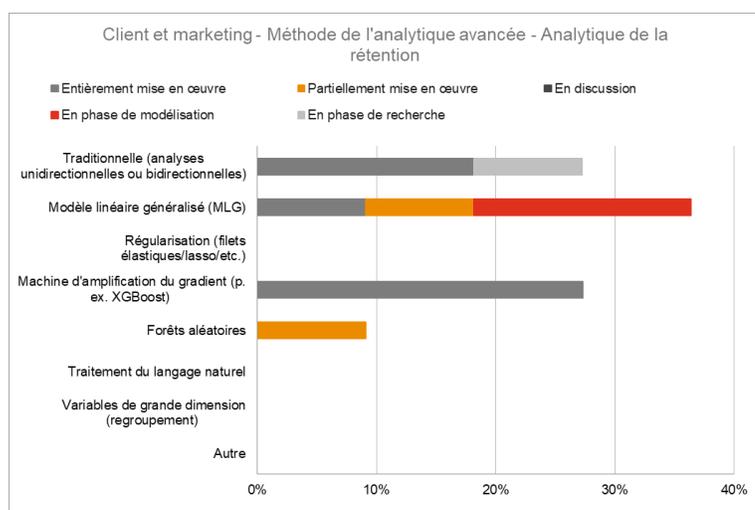
En ce qui concerne les domaines plus traditionnels de l'analytique, y compris la souscription et la segmentation de la clientèle, les répondants tentent également d'accroître leur utilisation de l'analytique avancée. Près de 50 % des répondants n'utilisent ni les méthodes traditionnelles ni les MLG pour analyser leurs pratiques de souscription (figure 70).

Figure 70 – Global


La segmentation de la clientèle est un autre domaine où les sociétés d'assurances accordent beaucoup d'attention à l'utilisation de l'analytique avancée pour mieux comprendre leurs clients, tant du point de vue de la tarification que de l'acquisition (figure 71). Près de 40 % des répondants utilisent des solutions de remplacement des techniques traditionnelles et des MLG pour créer des groupes homogènes de polices afin d'améliorer la modélisation.

Figure 71 – Global


L'analytique de la rétention est un autre domaine où beaucoup de temps a été consacré à la production de meilleurs modèles. Près de 40 % des répondants ont déclaré utiliser une technique non traditionnelle plutôt qu'un modèle non fondé sur un MLG (figure 72). Certains des domaines connexes sont moins développés, c'est-à-dire la valeur à vie du client et l'optimisation des prix, même si lors de nos entrevues, quelques répondants ont mentionné que l'optimisation des prix est une cible de longue date. D'autres, en revanche, ont recours à l'optimisation des prix depuis de nombreuses années.

Figure 72 – Global


Dans l'ensemble, les sociétés d'assurances se tournent de plus en plus vers des solutions de type « boîte noire » pour les tâches actuarielles plus traditionnelles que sont la tarification, la constitution de réserves, la fraude et le roulement. Il y a eu beaucoup moins de réponses concernant l'utilisation de l'analytique dans le marketing, l'acquisition stratégique et les opérations. Nous n'avons donc pas formulé de commentaires en raison d'un manque de données crédibles. Cette absence de réponses pourrait être

attribuable au fait que les répondants particuliers sont principalement liés à ces tâches actuarielles plus traditionnelles et à un manque de connaissance des autres équipes internes.

Mise en œuvre

La capacité de mettre en œuvre un modèle constitue la dernière étape du flux de travail lié au processus. Les deux tiers des répondants sont en mesure d'apporter des changements à leurs modèles essentiels sur le plan opérationnel en un trimestre, bien que plusieurs des grandes sociétés d'assurances aient besoin de six mois (figure 73). Néanmoins, les grandes sociétés d'assurances les mettent généralement en œuvre plus rapidement (figure 74).

Figure 73 – Global

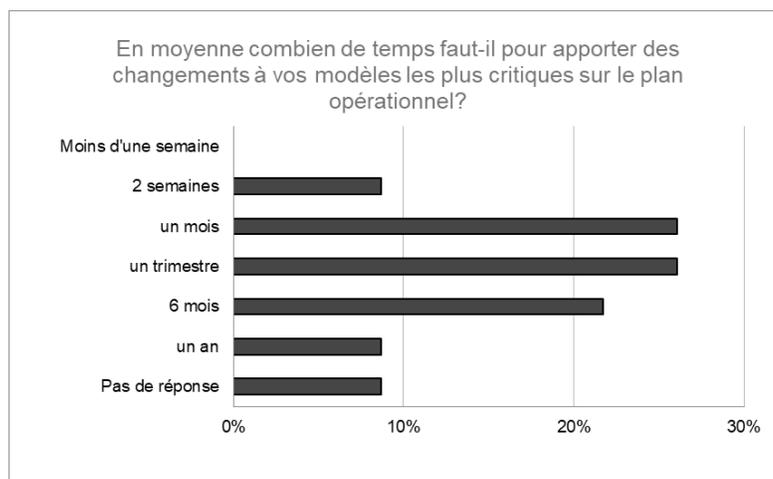
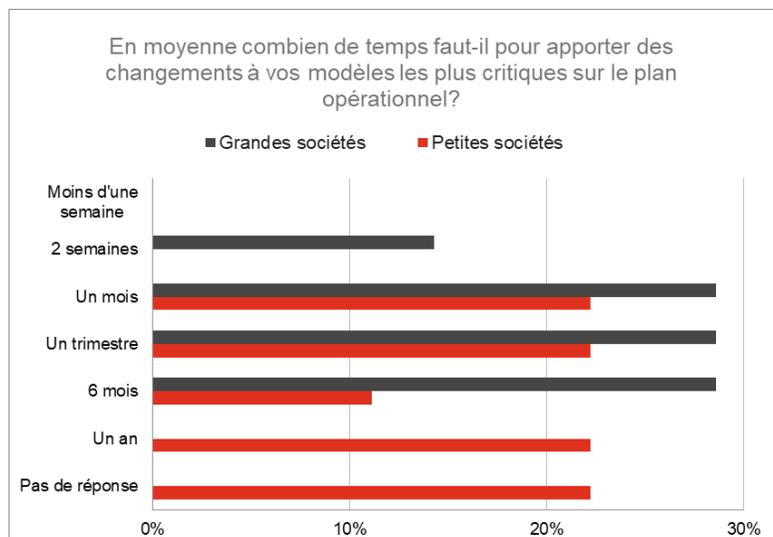


Figure 74 – Selon la taille



En outre, les sociétés d'assurances mettent de plus en plus en œuvre des modèles pour traiter les données en temps réel plutôt que simplement par lots, certaines des sociétés d'assurances les plus

avancées affectant plus de 50 % de leurs modèles au traitement des données en temps réel (figure 75). De même, les sociétés d'assurances créent des interfaces de programmation d'applications (API) pour faciliter la connexion à leurs modèles, les meilleures sociétés ayant plus de 50 % de leurs modèles accessibles au moyen d'API (figure 76).

Figure 75 – Global

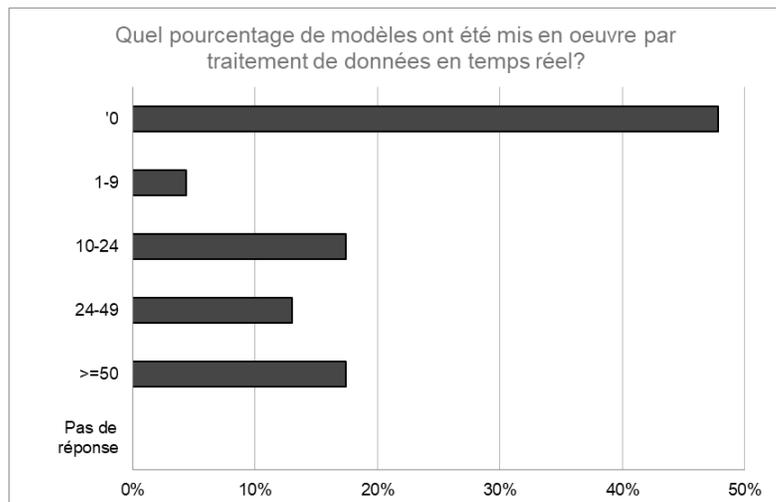
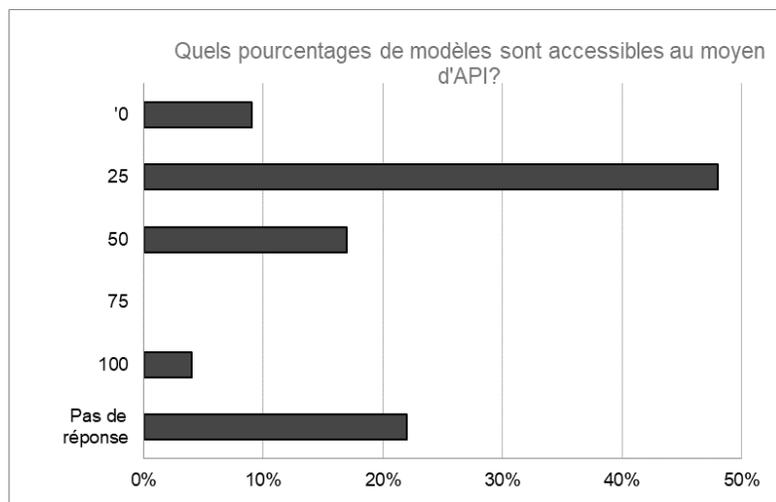


Figure 76 – Global



Il existait une importante distinction entre les grandes et les petites sociétés d'assurances en ce qui concerne la quantité de travail prototypé qui tend à être éliminée en raison de difficultés de mise en œuvre (figure 78). On ne sait toujours pas si ces difficultés découlent du fait que les grandes sociétés d'assurances mettent l'accent sur l'expérimentation grâce à des effectifs supplémentaires ou parce qu'elles ont plus de difficulté à tirer parti de leurs modèles.

Figure 77 – Global

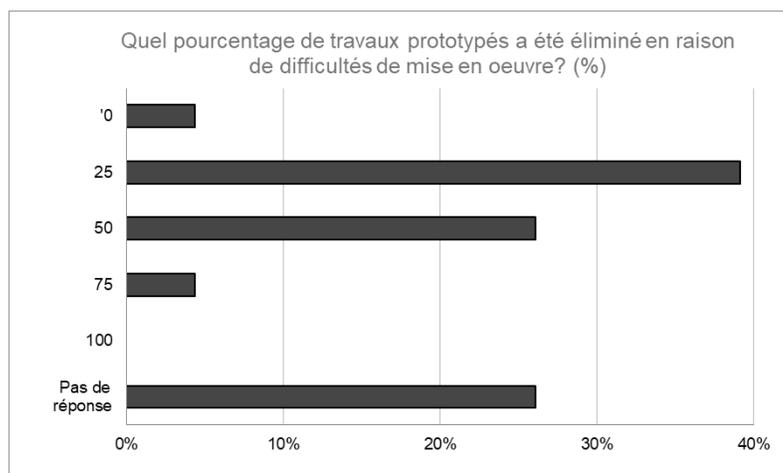
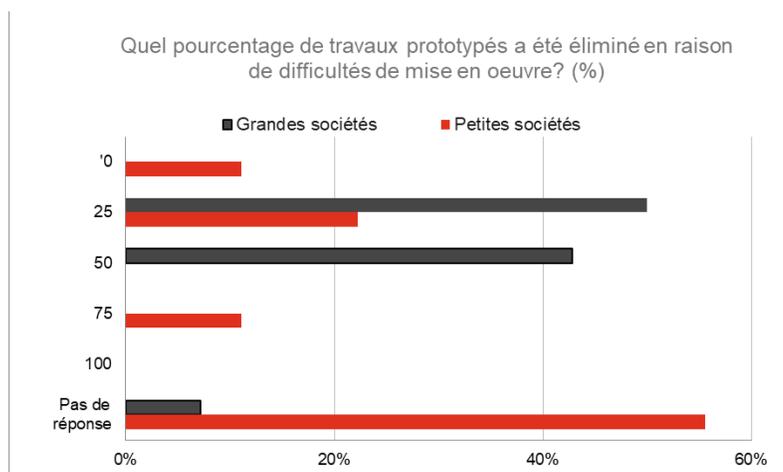
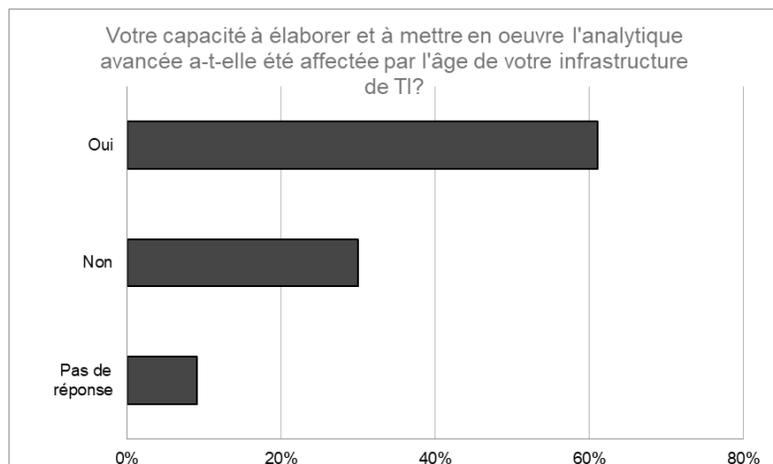
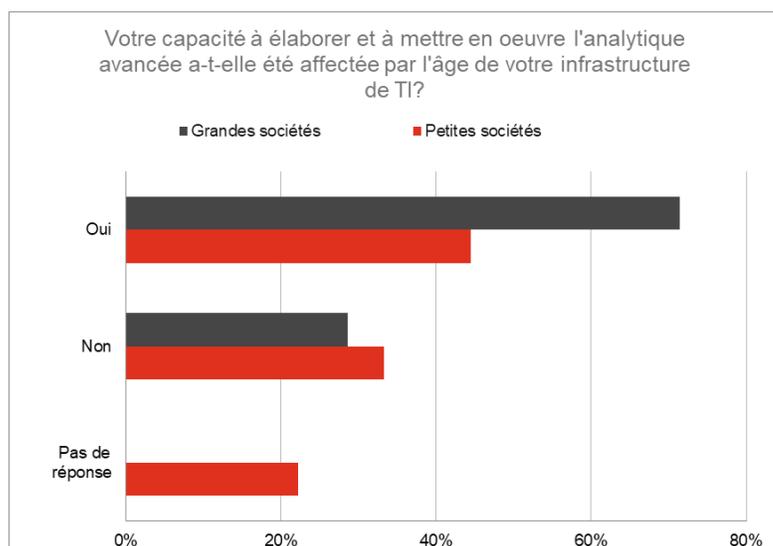


Figure 78 – Selon la taille



La plupart des sociétés d'assurances semblent affectées par le vieillissement de l'infrastructure qui nuit à leur capacité d'utiliser l'analytique avancée (figure 79). L'âge de l'infrastructure des TI semble avoir des répercussions plus importantes pour les sociétés d'assurances locales et les grandes sociétés d'assurances que pour les petites sociétés et les sociétés étrangères, respectivement (figure 80). Les grandes sociétés d'assurances dont l'infrastructure a été entièrement mise à jour ont déclaré qu'elles n'avaient plus de difficulté au chapitre de la mise en œuvre; toutefois, comme il a été mentionné précédemment, cette transformation de l'infrastructure est fastidieuse et prend beaucoup de temps.

Figure 79 – Global**Figure 80 – Selon la taille**

Dans l'ensemble, des défis persistent dans la gestion des infrastructures vieillissantes ou dans la transition vers de nouvelles infrastructures. L'un des défis régulièrement soulignés est la disponibilité des ressources de TI, car les équipes d'analytique éprouvent de la difficulté à déployer des solutions d'analytique avancée. Néanmoins, les sociétés sont de plus en plus en mesure de rationaliser leur processus de mise en œuvre dans le but de réduire le délai entre la création et la mise en œuvre des modèles, et bon nombre d'entre elles utilisent des API pour mettre à jour ces processus.

Considérations et possibilités à l'ère de l'analytique

Dans la présente section, nous cherchons à décrire certains des défis auxquels est confronté le marché des assurances IARD et certains des avantages qui découlent des possibilités offertes par les progrès de l'analytique avancée. Nous traiterons également des exemples d'applications de l'analytique avancée que nous avons observées dans d'autres pays et d'autres secteurs. À l'instar de l'analyse comparative précédente, nous avons organisé de nouveau notre discussion comme suit :

- Soutien de la direction et soutien interne – établissement du soutien de la direction et implantation d'une culture d'analytique générale
- Données – création de données exactes et bien documentées, assorties d'une surveillance rigoureuse et d'une protection des renseignements personnels
- Technologie – utilisation d'infrastructures plus récentes et d'une puissance de traitement accrue pour éliminer les obstacles à la croissance et au développement
- Utilisation dans les modèles et les activités – utilisation de nouvelles techniques et application à l'échelle de la société
- Mise en œuvre – accélération du déploiement de modèles pour produire des résultats

D'après les réponses à notre sondage et à nos entrevues, les sociétés d'assurances ont surtout profité de l'analytique prédictive dans les fonctions de tarification, de règlement des sinistres et de souscription (figure 81). Les réassureurs ont indiqué que la modélisation des catastrophes a été largement utilisée. En outre, les répondants ont indiqué que l'infrastructure des TI et l'adhésion des sociétés avaient constitué d'importants obstacles à la mise en œuvre de l'analytique avancée (figure 82). Les problèmes de données, les retards de mise en œuvre et le processus de mise en œuvre nuisent également aux sociétés d'assurances. En plus d'orienter les politiques de confidentialité et de conservation des données des sociétés d'assurances, l'incidence des organismes de réglementation a été limitée aux secteurs d'activité fortement réglementés, comme l'assurance automobile des particuliers.

Figure 81

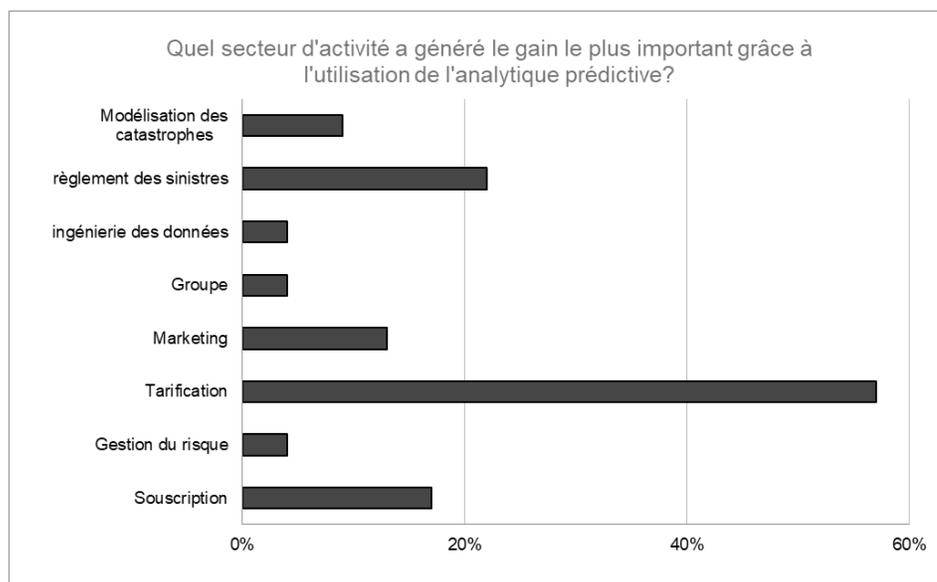


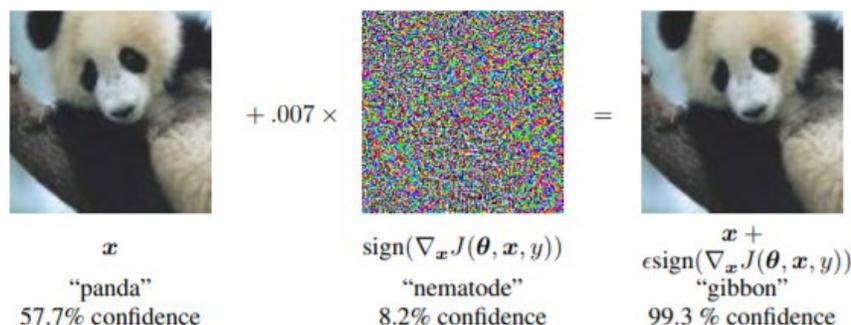
Figure 82



Les sociétés de chaque secteur sont impatientes de réclamer leur part de la manne potentielle de l'IA, qui pourrait se traduire par une injection de 15,7 billions de dollars américains dans l'économie mondiale d'ici 2030.¹ Ces gains financiers nécessiteront des changements dans la façon dont les processus sont traités et ne sont pas sans risques, car les questions sur les biais involontaires et les préoccupations en matière de données sont nombreuses.

¹ Rao, Anand S. et Gerard Verweij. Sizing the prize: What's the real value of AI for your business and how can you capitalise? PwC Global, 2017. www.pwc.com/gx/en/issues/data-and-analytics/publications/artificial-intelligence-study.html.

Un problème majeur est que [traduction] « lorsque l'intelligence artificielle fait une erreur, cette erreur paraît complètement folle pour les humains, ou presque maléfique ».² Vous trouverez ci-dessous un exemple de résultats étranges d'algorithme d'AA découlant de recherches antagonistes.³ Par conséquent, il est souvent difficile de se fier à ces systèmes abstraits. Parallèlement, des questions sont soulevées au sujet des limites de l'intelligence artificielle et des capacités des algorithmes actuels que nous utilisons. Dans un article récent,⁴ l'un des points soulignés était l'incapacité de l'IA d'utiliser le raisonnement fondé sur les connaissances plutôt que la reconnaissance pure des tendances.



Goodfellow et coll. *Explaining and Harnessing Adversarial Examples*⁵. Disponible en anglais seulement.

Cela ne diminue en rien les progrès de la modélisation prédictive et de l'intelligence artificielle, sans parler de la façon dont l'automatisation des activités transforme notre façon de travailler. Ces percées technologiques améliorent les interactions des utilisateurs avec les sociétés, réduisent les coûts et facilitent notre vie.

Soutien de la direction et soutien interne

L'ensemble du secteur des assurances IARD a récemment connu un changement important dans la façon dont les sociétés interagissent avec leurs employés et leurs clients. À la suite de la pandémie, de vastes pans de la population ont fait la transition vers le télétravail, ce qui a radicalement modifié notre façon d'interagir entre nous et avec notre travail. Pour les employés, il y a maintenant plus de courriels et de vérifications qu'avant,⁶ plus de distractions liées aux interactions avec le reste de la famille à la maison,⁷ et une tendance vers une flexibilité accrue. Ces conditions de travail flexibles peuvent avoir des effets durables sur la façon dont les gens interagissent entre eux en milieu de travail. Les clients se questionnent

² Adam, Tim. Daniel Kahneman: "Clearly AI is going to win. How people are going to adjust is a fascinating problem." *The Guardian*, 2021. www.theguardian.com/books/2021/may/16/daniel-kahneman-clearly-ai-is-going-to-win-how-people-are-going-to-adjust-is-a-fascinating-problem-thinking-fast-and-slow.

³ Goodfellow, Ian J., Shlens, Jonathon et Christian Szegedy. *Explaining and Harnessing Adversarial Examples*. Google, 2015. <https://arxiv.org/pdf/1412.6572.pdf>.

⁴ Mims, Christopher. Self-driving cars could be decades away, no matter what Elon Musk said. *Wall Street Journal*, 2021. www.wsj.com/articles/self-driving-cars-could-be-decades-away-no-matter-what-elon-musk-said-11622865615.

⁵ Goodfellow et coll., *Explaining and Harnessing Adversarial Examples*.

⁶ Danielle Kost. You're right! You are working longer and attending more meetings. Harvard Business School Working Knowledge, 2020. <https://hbswk.hbs.edu/item/you-re-right-you-are-working-longer-and-attending-more-meetings>. <https://hbswk.hbs.edu/item/you-re-right-you-are-working-longer-and-attending-more-meetings>.

⁷ Leroy, Sophie et Theresa M. Glomb. A plan for managing (constant) interruptions at work. *Harvard Business Review*, 2020. <https://hbr.org/2020/06/a-plan-for-managing-constant-interruptions-at-work>.

également sur la façon dont leur comportement changera en ce qui concerne la façon dont ils interagissent avec la technologie, leurs préférences d'achat et les risques associés. Il est important que la haute direction soit au courant des nouvelles technologies et qu'elle les intègre ensuite aux décisions de l'entreprise, aux activités courantes, à la conception des produits et aux interactions avec les clients afin de s'adapter au marché dynamique et aux nouvelles normes suivant la pandémie selon les circonstances uniques de la société d'assurances. Dans les sections qui suivent, nous présentons à la haute direction certaines considérations et possibilités concernant les plus récents changements macroéconomiques qui peuvent avoir une incidence sur les sociétés d'assurances.

Changements liés à la COVID-19

[traduction] *La pandémie a entraîné des changements dans les préférences et les comportements des consommateurs, ce qui a fait en sorte que les clients sont plus ouverts à la télématique et aux autres nouvelles offres de produits. Ces changements se sont également manifestés comme des modifications apportées aux niveaux d'exposition à différents risques.*

La pandémie a posé un défi direct à la façon dont les sociétés d'assurances se comportaient auparavant. Avant la pandémie, les dirigeants de l'industrie utilisaient une stratégie plus délibérée et prudente qui permettait l'évolution des capacités technologiques au moyen d'innovations progressives plutôt que de percées soudaines. L'émergence de la COVID-19 a forcé l'industrie à prendre le temps, en l'espace de quelques semaines, d'adopter le changement pour trouver de nouvelles façons de travailler, en apportant des changements majeurs dans le déploiement et l'utilisation de la technologie, la résolution agile de problèmes, et plus encore.⁸

Ce déplacement des personnes qui passent au télétravail, et des situations de travail hybrides pourrait avoir des effets durables sur les risques liés aux biens personnels. Neos, un fournisseur d'assurance habitation connecté du Royaume-Uni, a révélé à la Casualty Actuarial Society (CAS) que lors des confinements en Angleterre en 2020, les ratios de pertes globaux ont chuté de plus de 30 %.⁹ Il a soutenu que cette baisse des sinistres était une fonction du fait que les gens étaient chez eux et pouvaient faire face aux catastrophes, ce qui a entraîné une réduction de la criminalité. Les études de marché semblent indiquer que les propriétaires sont également de plus en plus ouverts à l'application de la télématique des propriétés connectées par les sociétés d'assurances.¹⁰ Des préoccupations subsistent en matière de protection des renseignements personnels. Toutefois, compte tenu du succès de Ring and Nest, les avantages de ces appareils pourraient aider les gens à se sentir plus à l'aise avec les maisons connectées. Bien qu'une question concernant la modélisation des maisons connectées ait fait l'objet de peu de réponses dans le cadre de notre sondage, il pourrait y avoir une grande occasion d'obtenir des renseignements supplémentaires, d'informer plus rapidement les propriétaires des problèmes et de réduire la fréquence des demandes de règlement. En d'autres termes, la direction pourrait soutenir davantage les efforts déployés par son assureur en matière d'analytique en cherchant à modifier ses produits et services, la télématique à domicile étant de plus en plus populaire. Pour approfondir ce point,

⁸ PwC United States. Moment of truth: Why insurance carriers should rethink their customer service models now. 2020. www.pwc.com/us/en/industries/insurance/library/carriers-customer-service-models-covid-19.html.

⁹ Geddes Baribeau, Annmarie. Domestic perils: 2020 – a pivotal year for homeowners insurance. *Actuarial Review*, 2021. <https://ar.casact.org/domestic-perils-2020-a-pivotal-year-for-homeowners-insurance/>.

¹⁰ Geddes Baribeau, Annmarie. Getting personal: Can IoT do for homeowners insurance what telematics did for auto coverage? *Actuarial Review*, 2021. <https://ar.casact.org/getting-personal-can-iot-do-for-homeowners-insurance-what-telematics-did-for-auto-coverage/>.



un récent sondage a révélé que les sociétés d'assurances canadiennes et américaines accordent de plus en plus d'attention à la télématicque à domicile, car elle est utilisée par plus de 9 % des sociétés d'assurances.¹¹

Un autre effet de contact est la conception du produit. Par exemple, en raison de l'augmentation du nombre de clients qui restent à la maison, on a constaté un intérêt accru pour les polices qui utilisent le kilométrage comme base d'exposition pour faire croître leurs affaires. Pour un émetteur canadien, la croissance d'une année à l'autre de ses polices PAYD s'élevait à 300 % en 2020.¹² Les sociétés existantes qui utilisent le dossier de conduite (PHYD) auraient également pu surveiller avec plus de compréhension les comportements de conduite des automobilistes pendant la pandémie. On ne sait pas encore si les changements dans les comportements de conduite des automobilistes et les préférences des consommateurs persisteront au cours des prochaines années. Toutefois, les sociétés qui sont en mesure d'apporter plus rapidement des changements à leurs modèles devraient bénéficier d'un avantage distinct.

Ces exemples illustrent l'évolution du paysage de l'assurance causée ou accélérée par la pandémie et la transition vers de nouveaux produits qui modifient la façon dont les sociétés d'assurances tentent d'attirer de nouveaux clients et de fidéliser les clients existants. Toutefois, ces changements ne se limitent pas aux types de produits offerts, mais ils ont également une incidence directe sur la capacité de la société d'assurances d'utiliser les données antérieures pour prédire les événements futurs. Si, par exemple, il s'agit de changements structurels menant à une « nouvelle normalité » en matière de fréquence des sinistres immobiliers, les sociétés qui ajustent rapidement leurs taux pour mieux tenir compte de ce changement pourraient avoir l'occasion de faire croître considérablement leurs activités dans un court laps de temps, avec moins de préoccupations au sujet de l'antisélection. Par ailleurs, les sociétés pourraient s'exposer par inadvertance à des risques imprévus, certains comportements de conduite risqués ayant dépassé les niveaux d'avant la pandémie.¹³ Ces changements auraient une incidence à la fois sur la tarification et sur le provisionnement et ils porteront davantage sur la surveillance. Une façon de vérifier les variations des réserves consiste à utiliser leur validation.¹⁴

Pour les sociétés d'assurances des entreprises et les réassureurs, l'un des changements porterait sur la façon dont les sociétés d'assurances sont obligées d'indemniser en cas de pandémie. Les clauses de *force majeure* pourraient devenir encore plus importantes à la lumière des événements récents, l'assurance interruption des activités étant un exemple¹⁵ et l'annulation d'événements, étant un autre. Ce dernier a

¹¹ Willis Towers Watson. 2019/2020 P&C Insurance Advanced Analytics Survey Report (North America): Fields of dreams – three areas dominate the field of insurers' aspirations for advanced analytics. 2020. www.willistowerswatson.com/en-CA/Insights/2020/01/fields-of-dreams-three-areas-dominate-the-field-of-insurers-aspirations-for-advanced-analytics.

¹² Light, Donald. *Building a First-to-Market Pay as You Drive Offering*. Guidewire, 2021. <https://explore.guidewire.com/c/report-celent-buildi?x=-QNqMK>.

¹³ Calvert, Scott. Rise in car crash deaths prompts new seat-belt push. *Wall Street Journal*, 2021. www.wsj.com/articles/rise-in-car-crash-deaths-prompts-new-seat-belt-push-11627637400.

¹⁴ Diffey, William, Cleugh, Malcolm, Hobern, Laura et Ed Harrison on behalf of members of the TORP Working Party. *Can You Trust Your Reserving? Reserving Validation Under Covid-19*. Institute and Faculty of Actuaries, 2020. www.actuaries.org.uk/system/files/field/document/Can%20you%20trust%20your%20reserving%20-%20Reserving%20validation%20under%20Covid-19%20-%20v1.3.pdf.

¹⁵ Ang, Ponora, Richement, Sébastien et Xin Jia Wang. Insurance coverage during a pandemic and force majeure. 2020. www.fasken.com/en/knowledge/2020/03/27-covid19-assurance-pandemie-et-force-majeure.

pris la vedette dans l'actualité, à la lumière des polices d'assurance souscrites contre la possibilité que les Jeux olympiques de Tokyo n'aient pas lieu.¹⁶

Parmi les autres répercussions figurent l'assurance responsabilité civile générale sous forme de réduction de la circulation à pied, et les clients exposés à un risque accru d'exposition au coronavirus.¹⁷ En ce qui concerne la cyberassurance, le risque est accru lorsque les employés travaillent de la maison plutôt que dans des espaces clos au bureau. Ainsi, on mettra davantage l'accent sur la sécurisation des connexions Internet et l'évitement des cyberrisques comme les attaques par interception. Les attaques par rançongiciel, où l'accès est bloqué ou des données menacées d'être diffusées, ont bondi de 148 % en mars 2020 par rapport au mois précédent.¹⁸

Les réassureurs pourraient mettre davantage l'accent sur les accords de contrepartie au moment où ils cherchent à ajuster leur profil de risque à la lumière des risques extrêmes récents. Il pourrait également être utile d'envisager des partenariats public-privé dans le cadre de la pandémie afin de mettre en place un mécanisme d'intervention plus proactif et agile.¹⁹ De tels partenariats ont été organisés par le passé, en particulier dans le contexte du terrorisme, comme le montre la loi américaine intitulée Terrorism Risk Insurance Act.²⁰

Environnement tarifaire et souplesse du marché

Les changements macroéconomiques ont influé sur les bilans, ce qui a entraîné une réduction accrue des coûts grâce à l'automatisation. Entre-temps, les sociétés d'assurances à l'étranger ciblent de nouvelles offres et utilisent des interfaces de plateformes intuitives pour mieux communiquer avec les consommateurs.

Le bénéfice technique des sociétés d'assurances a été volatil, quoique largement positif au cours des dix dernières années.²¹ Selon le rapport trimestriel de la Société d'indemnisation en matière d'assurances IARD, le rendement de l'industrie canadienne des assurances IARD au premier trimestre de 2021 a été plus élevé par rapport à la même période en 2020, en raison d'une baisse de 27,8 % des sinistres nets subis et une baisse spectaculaire du ratio des pertes nettes, qui est passé de 72 % à 50 %.²² Le rendement de l'économie canadienne dans son ensemble a également reculé, de 5,4 % en 2020,²³ et on

¹⁶ Grzadkowska, Alicza. Cancellation of Tokyo Olympics could cripple the insurance industry. *Insurance Business Canada*, 2021. www.insurancebusinessmag.com/ca/news/columns/cancellation-of-tokyo-olympics-could-cripple-the-insurance-industry-246029.aspx.

¹⁷ Fannin, Brian A. *COVID-19 : The Property-Casualty Perspective*. Casualty Actuarial Society, 2020. www.casact.org/sites/default/files/2021-03/COVID-19_The_PC_Perspective_3-27-2020.pdf.

¹⁸ VMware Security and Compliance Blog. Amid Covid-19, global orgs see a 148% spike in ransomware attacks; finance industry heavily targeted. 2020. <https://blogs.vmware.com/security/2020/04/amid-covid-19-global-orgs-see-a-148-spike-in-ransomware-attacks-finance-industry-heavily-targeted.html>.

¹⁹ Sandhu, Angat, Chen, Steven, Rochlani, Ajit, Tay, Jun Hao et Bella Thamrin. *Insurance Redefined: A Roadmap for Insurers and Insurtechs*. Oliver Wyman and Singapore Fintech Association, 2020. www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/v2/publications/2020/dec/insurance-redefined.pdf.

²⁰ Lyons, Carol. Does Canada need a terrorism risk insurance scheme? McMillan, 2015. <https://mcmillan.ca/insights/does-canada-need-a-terrorism-risk-insurance-scheme-2/>.

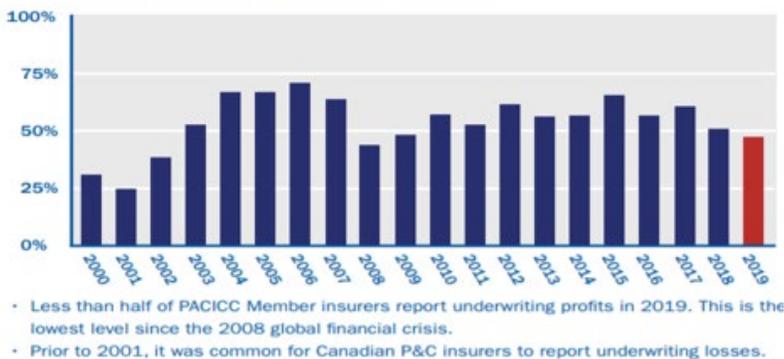
²¹ Société d'indemnisation en matière d'assurances IARD *Insolvency Protection for Home, Automobile and Business Insurance Customers, Annual Report 2019*. 2020. www.pacicc.ca/wp-content/uploads/2020/04/PACICC-2019-Annual-Report-ENG.pdf.

²² Société d'indemnisation en matière d'assurances IARD. *Parlons solvabilité : Bulletin trimestriel sur les questions de solvabilité qui touchent les assureurs IARD au Canada*. 2021. www.pacicc.ca/wp-content/uploads/2021/06/Solvency_Matters_14_June.pdf.

²³ *Financial Post*. Canadian economy suffers biggest contraction since the Great Depression. 2021. <https://financialpost.com/news/economy/canadian-press-newsalert-canadian-economy-contracted-5-4-per-cent-in-2020>.

ne sait pas exactement quelle incidence cela aura sur les primes d'assurance à long terme. Le tiers des restaurants, par exemple, devraient fermer leurs portes en raison de la pandémie,²⁴ bien que nombre d'entre eux soient demeurés ouverts en raison des changements apportés au modèle d'exploitation du prêt-à-emporter.

PACICC Members with underwriting profits



Source : SIMA, d'après les données de MSA Research²⁵. Disponible en anglais seulement.

D'importants changements sont en cours en ce qui concerne les habitudes des consommateurs, le magasinage en ligne étant de plus en plus présent et les consommateurs de plus en plus soucieux de l'environnement,²⁶ les deux étant susceptibles de persister après la pandémie. Les préférences changeantes des consommateurs sont également observées dans le secteur des assurances, les sites Web des sociétés battant pour la première fois les courtiers dans une étude sur la satisfaction de la clientèle aux États-Unis.²⁷ Les consommateurs canadiens se disent également très préoccupés par les dépenses²⁸, ce qui pourrait amener les clients à être plus disposés à magasiner en fonction des prix. Par conséquent, il est important que la direction examine comment l'acquisition de clients évolue au fil de ces tendances changeantes. L'économie à la demande et les nouvelles sources de revenus modifient également le marché, deux plus grandes sociétés d'assurances^{29, 30} ciblant l'industrie du covoiturage. De plus, des changements sont apportés aux types de produits et de services offerts, comme l'ont souligné la tarification PAYD et l'Asie, qui montre un modèle différent de ce qu'il faut offrir comme produits de

²⁴ Brockbank, Nicole. Fewer Toronto restaurants cancelled business licences in first year of Covid-19 than normal. CBCnews, CBC/Radio Canada, 2021. www.cbc.ca/news/canada/toronto/toronto-business-licences-covid-1.5965568.

²⁵ *Parlons solvabilité : Bulletin trimestriel sur les questions de solvabilité qui touchent les sociétés d'assurances IARD au Canada*. 2020.

²⁶ PwC Canada. The retail landscape of the future: Canadian Consumer Insights 2021, Pulse 1. 2021. www.pwc.com/ca/en/industries/consumer-markets/consumer-insights-2021.html.

²⁷ Gambrill, David. How insurance company websites just beat out brokers in a U.S. consumer satisfaction study. *Canadian Underwriter*, 2020. www.canadianunderwriter.ca/insurance/why-insurance-company-websites-just-beat-out-brokers-in-a-u-s-consumer-satisfaction-study-1004179552/.

²⁸ PwC Canada. Understanding the Canadian consumer of the moment: Canadian Consumer Insights 2021, Pulse 2. 2021. www.pwc.com/ca/en/industries/consumer-markets/consumer-insights-2021-pulse-2.html.

²⁹ Aviva Canada. Ride sharing insurance quotes. Consulté le 9 septembre 2021. www.aviva.ca/en/find-insurance/add-ons/ride-sharing/.

³⁰ Meckbach, Greg. Why Uber Canada dropped Intact as its insurance provider. *Canadian Underwriter*, 2020. www.canadianunderwriter.ca/insurance/why-uber-canada-dropped-intact-as-its-insurance-provider-1004196996/.

moins envergure et plus spécialisés.³¹ Le marché asiatique semble axé sur l'accélération de l'innovation en mettant rapidement sur le marché des produits numériques et en étant ouvert à la prise de risques.³²

De l'autre côté, il y a les composantes du bilan, les sociétés d'assurances devant composer avec des changements macroéconomiques touchant les placements. La détresse financière causée par la faiblesse des taux d'intérêt pose un défi aux sociétés d'assurances IARD.³³ Cette situation incite à mettre davantage l'accent sur les mesures de réduction des coûts, notamment grâce à l'automatisation sous forme d'automatisation robotique des processus (ARP).

L'innovation numérique prenant la forme d'une expérience omnicanale et d'interfaces de plateformes intuitives est une autre possibilité qu'envisagent les sociétés. L'intégration des systèmes dans tous les canaux pour offrir une expérience omnicanale où un client peut amorcer un processus en ligne et conclure l'opération avec un agent lui procure une expérience cohérente d'achat et de service. Les sociétés d'assurances établies investissent massivement dans la numérisation du parcours de leurs clients en augmentant la disponibilité et en facilitant la navigation pour les achats en ligne, en plus de rendre plus facile l'intégration du soutien aux ventes.³⁴ Communiquer avec les clients par des moyens familiers est également une autre occasion d'innover, l'application WeChat étant utilisée pour commercialiser des produits d'assurance en Asie³⁵, et les sociétés d'assurances des États-Unis- utilisent des fenêtres de clavardage par l'entremise de Facebook Messenger pour joindre les petites sociétés.³⁶

Certes, le marché asiatique est très différent, tant dans la manière dont les données circulent entre les banques, les sociétés technologiques et les sociétés d'assurances que dans la manière dont les clients interagissent avec la technologie, WeChat étant « l'application chinoise pour tout ».³⁷ Le modèle de Bancassurance n'a pas connu autant de succès au Canada qu'en Europe, en Asie et en Australie en raison des restrictions réglementaires³⁸, bien que les sociétés d'assurances s'associent de plus en plus à des sociétés du secteur de la technologie. Quoi qu'il en soit, il y a de nombreuses leçons à tirer de la façon dont la numérisation et les données touchent d'autres pays.

³¹ Krizsan, Erika. Insuretech boosts China's online insurance market. *Insurance Factory*, 2020. <https://insurance-factory.eu/insuretech-boosts-chinas-online-insurance-market/>.

³² PwC United States. How can US insurers become more innovative? Look to Asia. 2020. www.pwc.com/us/en/industries/insurance/library/insights-from-asia.html.

³³ Maarssen Mei. *Insurance 2020 & Beyond: The Current Agenda of the CEO*. PwC Netherlands, 2017. www.ag-ai.nl/view/34908-JH+Lobregt+Insurance+2020+%26+beyond.pdf.

³⁴ Binder, Stephan, Deetjen, Ulrike, Kaesler, Simon, Mußhoff, Jörg et Felix Schollmeier. Moving to a user-first, omnichannel approach. McKinsey and Company, 2021. www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/moving-to-a-user-first-omnichannel-approach.

³⁵ Huang, Wanwan. *The Development of WeChat Marketing and Distribution of Insurance Products in China*. Society of Actuaries, 2018. www.soa.org/globalassets/assets/files/resources/research-report/2018/wechat-marketing-distribution.pdf.

³⁶ Brown, Eileen. Next Insurance launches Facebook Messenger chatbot to replace the insurance agent. *Social Business*, 2017. www.zdnet.com/article/next-insurance-launches-facebook-messenger-chatbot-to-replace-the-insurance-agent/.

³⁷ Tang, Tjun, Hu, Michelle et Angelo Candraia. Why Chinese insurers lead the way in digital innovation. Boston Consulting Group, 2018. www.bcg.com/en-ca/publications/2018/chinese-insurers-digital-innovation.

³⁸ Adriano, Lyle. DBRS : "Bancassurance" model fails to take off in North America. *Insurance Business Canada*, 2019. www.insurancebusinessmag.com/ca/news/breaking-news/dbrs-bancassurance-model-fails-to-take-off-in-north-america-166980.aspx.

Évolution du profil des talents

Les sociétés d'assurances font maintenant concurrence à un marché plus vaste pour les scientifiques des données et les spécialistes des TI. Les organisations actuarielles tentent de combler les lacunes en matière de compétences en offrant des cours supplémentaires aux actuaires en science des données.

Malgré l'incidence de la pandémie et le contexte actuel du marché, le recrutement et le maintien en poste de talents qualifiés demeurent un défi pour les sociétés d'assurances. De plus, le profil de talent des sociétés d'assurances devra être modifié et diversifié pour s'adapter au marché dynamique de l'assurance et favoriser d'autres innovations. Dans un sondage mené en 2019 sur la productivité du secteur des services financiers, 80 % des répondants du secteur mondial des assurances se sont dits quelque peu ou très préoccupés par la disponibilité des compétences clés, « ce qui exerce une pression sur les coûts et nuit à la capacité des organisations d'innover et de donner suite aux attentes des clients ». ³⁹ Comme le montrent les résultats de ce sondage, les sociétés d'assurances ciblent de plus en plus les scientifiques des données, les ingénieurs des données et les spécialistes des TI. L'évolution des effectifs gagnera en importance compte tenu des changements apportés à la collecte des données et des volumes de données plus imposants qui en découleront. Par exemple, les techniques de visualisation des données d'un ensemble de données contenant un million de points de données sont nettement différentes de celles d'un ensemble de données en contenant 20, car un diagramme de dispersion ne serait plus aussi révélateur avec des points superposés les uns aux autres. De même, des architectes de mégadonnées seront nécessaires pour aider à construire, à tenir à jour et à optimiser le rendement des architectures informatiques distribuées.

Certes, ces changements ne sont pas universels dans le secteur des assurances : les réassureurs et les sociétés d'assurances des entreprises ont naturellement des problèmes différents de ceux des sociétés d'assurances personnelles. Néanmoins, toutes les sociétés d'assurances tentent d'obtenir des avantages technologiques supplémentaires. Par exemple, les sociétés de camionnage tentent de surveiller la fatigue de leurs conducteurs au moyen d'appareils portables, ⁴⁰ ce qui favoriserait une meilleure évaluation des risques. Malheureusement, la concurrence pour les postes techniques est féroce, les sociétés ayant du mal à attirer et à remplacer les talents. Le défi de la numérisation réside dans le fait que les sociétés d'assurances ne se contentent plus de livrer bataille au sein du secteur des assurances pour recruter des talents, mais dans l'ensemble des sociétés qui ont besoin de ressources technologiques.

Pour la science des données en particulier, les différentes sociétés actuarielles tentent de combler l'écart de compétences entre les actuaires et les scientifiques des données. La CAS a commencé à offrir le titre de spécialiste agréé en analytique prédictive (SAAP), l'IFoA offre un certificat en science des données et l'Australian Actuaries Institute a ajouté un module sur l'analyse des données. Durant les entrevues, l'un des répondants a déclaré qu'il encourageait ses employés à s'inscrire au programme iCAS. Il n'existait pas de pratique uniforme chez les sociétés canadiennes d'assurances IARD, bon nombre ayant leurs propres programmes internes de perfectionnement. À l'heure actuelle, les sociétés d'assurances préfèrent perfectionner leurs employés plutôt que d'essayer d'attirer des employés compétents sur le plan

³⁹ *Insurance Trends 2019: Digital Transformation Shifts from Threat to Opportunity*. PwC Global, 2020. www.pwc.com/mu/en/pwc-2019-ceo-survey-insurance-report.pdf.

⁴⁰ Weed, Julie. Wearable tech that tells drowsy truckers it's time to pull over. *New York Times*, 2020. www.nytimes.com/2020/02/06/business/drowsy-driving-truckers.html.

technologique qui comprennent les subtilités de l'industrie.⁴¹ Il faudra composer avec ces défis d'embauche, car il sera essentiel de régler les problèmes structurels à long terme pour combler les pénuries de main-d'œuvre- qualifiée.

Assurtechs et fusions

Les partenariats stratégiques entre les sociétés d'assurances et les assurtechs améliorent l'offre de produits. Les sociétés d'assurances envisagent également des fusions pour accroître la capacité de modélisation et augmenter les investissements dans la technologie.

En plus de transformer le profil des talents internes, les partenariats avec les assurtechs, et les fusions et les acquisitions offrent aux sociétés d'assurances des occasions rentables de suivre l'évolution rapide de la technologie. Contrairement aux entreprises de technologies financières, qui ont eu une incidence importante sur la façon dont les banques interagissent avec la technologie, la plupart des assurtechs ne sont pas directement en concurrence avec les sociétés d'assurances titulaires, mais plutôt en partenariat avec elles ou avec plusieurs d'entre elles.⁴² Bon nombre d'assurtechs tentent de régler des problèmes particuliers dans le domaine de l'assurance ou d'aider les titulaires à s'installer dans de nouveaux domaines. Comme il est décrit ci-dessous, les assurtechs- tentent de corriger un certain nombre de domaines, allant des sinistres aux nouvelles sources de données en passant par le service à la clientèle et les fournisseurs de services télématiques, plutôt que de fournir la solution complète.

Dans ce contexte, les sociétés d'assurances établies doivent déterminer comment l'écosystème étendu des assurtechs cadre avec leurs stratégies. Pour ce faire, elles doivent surveiller les développements et peaufiner les produits en conséquence, établir des partenariats avec des sociétés pour relever des défis particuliers et envisager de jouer un rôle actif dans la croissance de ces sociétés grâce à des incubateurs, comme certains l'ont déjà fait.⁴³

Voici quelques exemples récents de partenariats stratégiques :

- Une assurtech et un important réassureur s'associent pour fournir une assurance contre les intempéries en utilisant l'analytique fondée sur la science et l'intelligence artificielle⁴⁴

⁴¹ PwC United States. Top insurance industry issues in 2021: Talent strategies for today's insurers. 2021. www.pwc.com/us/en/industries/insurance/library/top-issues/talent-strategies.html.

⁴² Clague, Chris. The perfect time for tech in insurance. The Economist Intelligence Unit, 2020. <https://eiuperspectives.economist.com/financial-services/perfect-time-tech-insurance>.

⁴³ DMZ. Aviva and DMZ are working to make Toronto the insurtech capital of Canada. 2019. https://dmz.ryerson.ca/partner_profiles/aviva/.

⁴⁴ Lorenz, Jinjer. Farmers Edge and Munich Re announce strategic partnership to implement large-scale parametric weather insurance solutions. Farmers Edge, 2020. www.farmersedge.ca/farmers-edge-and-munich-re-announce-strategic-partnership-to-implement-large-scale-parametric-weather-insurance-solutions/.

- Un courtier de premier plan établit un partenariat avec deux assureurs^{45, 46} afin de produire des intégrations novatrices en temps réel pour l'assurance de petits parcs automobiles et mettre en œuvre des solutions numériques pour les clients.
- Une société de premier plan en assurance des entreprises aux États-Unis s'associe à un assureur⁴⁷ pour obtenir de nouvelles sources de données pour la souscription de petites polices d'assurance des entreprises.
- Une société d'assurances de premier plan au Japon s'associe à un assureur pour accélérer le traitement des sinistres automobiles⁴⁸

Ces exemples visent à souligner certaines des façons dont un assureur contribue à combler les lacunes dans les stratégies actuelles des sociétés d'assurances, sur le plan du développement de produits, de la numérisation des interactions des sociétés d'assurances, de la recherche de nouvelles sources de données ou des moyens stratégiques de réduire les dépenses. Cela ne signifie que ce sont les seules façons dont un assureur change l'industrie. On accorde beaucoup d'attention à la façon dont un assureur américain axé sur l'IA progresse à mesure qu'il évolue et étend son réseau à d'autres segments et marchés. D'autres sociétés font également appel à l'épargne publique, comme une société américaine d'assurance habitation en ligne par l'entremise d'une société d'acquisition à vocation spéciale dont le capital est de 5 milliards de dollars⁴⁹ et un assureur de titres dont le capital est de 3 milliards de dollars⁵⁰.

Au Canada, il y a eu un certain nombre de partenariats ou d'investissements stratégiques, notamment :

- Une société d'assurance locale de premier plan investit dans deux assureurs afin d'automatiser le processus de règlement des sinistres⁵¹ et d'offrir des services de règlement des sinistres avec photo⁵²
- Une société d'assurances des entreprises s'associe à une société néerlandaise pour créer sa propre proposition d'assurance entièrement numérique⁵³

⁴⁵ CarrierHQ. Aon: CarrierHQ's Small Fleet Advantage adjustable rate insurance for trucking wins 2021 Celent Model Insurer Award for data, analytics, and AI. Cision PR Newswire, 2021. www.prnewswire.com/news-releases/aon---carrierhqs-small-fleet-advantage-adjustable-rate-insurance-for-trucking-wins-2021-celent-model-insurer-award-for-data-analytics-and-ai-301250532.html.

⁴⁶ Aon. Aon completes acquisition of CoverWallet, the leading digital insurance platform for small and medium-sized businesses. 2020. <https://aon.mediaroom.com/2019-01-07-Aon-completes-acquisition-of-CoverWallet-the-leading-digital-insurance-platform-for-small-and-medium-sized-businesses>.

⁴⁷ Carpe Data. The Hartford taps new data sources for small business underwriting. 2020. <https://carpe.io/the-hartford-taps-carpe-data-for-small-business-data/>.

⁴⁸ Tractable. MS&AD to use Tractable's AI across Japan to accelerate recovery from auto accidents. Cision PR Newswire, 2020. www.prnewswire.com/news-releases/msad-to-use-tractables-ai-across-japan-to-accelerate-recovery-from-auto-accidents-301162486.html.

⁴⁹ Podder, Sohini. Home insurance agency Hippo to go public in \$5b SPAC, *Insurance Journal*, 2021. www.insurancejournal.com/news/national/2021/03/04/603732.htm.

⁵⁰ Mary Ann Azevedo and Alex Wilhelm. Proptech startup States Title, now Doma, qui devient public via SPAC en offre de 3 milliards de dollars, *TechCrunch*, 2021. <https://techcrunch.com/2021/03/02/proptech-startup-states-title-now-doma-going-public-via-spac-in-3b-deal/>.

⁵¹ Sawers, Paul. Sawers, Paul. Pay-per-mile car insurance company Metromile raises \$90 million to automate the claims process. *VentureBeat*, 2018. <https://venturebeat.com/2018/07/24/pay-per-mile-car-insurance-company-metromile-raises-90-million-to-automate-the-claims-process/>.

⁵² Insurance-Canada.ca. Intact partners with Snapsheet to offer photo claims estimating service. 2019. www.insurance-canada.ca/2019/06/21/intact-snapsheet-photo-claims-estimating/.

⁵³ Zeist. Achmea launches Canadian online insurance proposition in partnership with Fairfax. Achmea, 2018. <https://news.achmea.nl/achmea-launches-canadian-online-insurance-proposition-in-partnership-with-fairfax/>.

- Une succursale d'une société d'assurances de calibre mondial qui finance une assurtech qui offre la plus grande sélection d'assurance en ligne au Canada⁵⁴.

Comme on peut le constater, les sociétés d'assurances s'efforcent de suivre l'évolution des préférences des consommateurs, comme l'augmentation des interactions numériques et l'évolution de l'économie, à l'aide de nouvelles solutions, comme le covoiturage, qui modifient la demande quant au type de protection à offrir. Avec autant de choix au détail, les fournisseurs d'assurance qui ne répondent pas aux changements que crée le modèle du retour à l'avenir vont disparaître au fil du temps.⁵⁵ Ayant constaté des investissements astronomiques au premier trimestre de 2021, le même groupe d'experts-conseils a déclaré qu'il s'attend à ce que des investissements record se poursuivent au deuxième trimestre.

Lors d'une table ronde de 2020, le chef de la direction d'une société d'assurances de premier plan au Québec a parlé d'une récente fusion : « Dans nos plans stratégiques, nous sommes arrivés à la conclusion que la taille serait de plus en plus importante à l'avenir, car nous devons investir dans la technologie et la numérisation. »⁵⁶ En examinant les résultats du sondage, nous avons également constaté des différences entre les petites et les grandes sociétés d'assurances, particulièrement en ce qui concerne la façon dont les grandes ont été en mesure de consacrer des ressources à l'analytique avancée. Bien que le fait que plus de ressources soient affectées à une équipe en fonction de la taille de la société indique un investissement dans l'analytique, la taille pure semble également être un facteur déterminant plus important. La raison devrait être claire, car le fait d'avoir 100 personnes affectées à l'analytique avancée devrait quand même générer davantage de recherches et de renseignements sur vos données que dix personnes. Un sondage récent mené aux États-Unis a révélé des résultats semblables⁵⁷, les 20 principales sociétés d'assurances affichant des taux d'adoption de l'AA et de l'IA de 20 % supérieurs à ceux des 21 à 50 premières.

Un article récent traitait de certaines des tendances concernant les avantages de l'échelle dans le secteur des assurances IARD.⁵⁸ Bien que ce ne soit pas aussi évident que dans le secteur de l'assurance-vie, on y notait que dans le secteur de l'assurance au détail hors de l'assurance automobile, les grands acteurs ont atteint des ratios de coûts moyens inférieurs à 40 % pour le traitement des sinistres, et que les sociétés d'assurances de personnes et d'assurance des entreprises affichent de meilleurs résultats. On soulignait que les coûts de TI et d'innovation numérique sont des points où l'échelle joue un rôle important dans la réduction des coûts.

⁵⁴ Apollo Insurance Solutions. Canadian insurtech Apollo closes \$13.5 million Series A financing round. Cision Newswire, 2021. www.newswire.ca/news-releases/canadian-insurtech-apollo-closes-13-5-million-series-a-financing-round-855112967.html.

⁵⁵ Willis Towers Watson. Quarterly Insurtech Briefing Q2 2021. 2021. <https://www.datocms-assets.com/24091/1627554491-wtw-quarterly-insurtech-briefing-q2-20212.pdf>.

⁵⁶ Meckbach, Greg. Who is funding many of these insurance mergers. *Canadian Underwriter*, 2020. www.canadianunderwriter.ca/mergers-and-acquisitions/who-is-funding-many-of-these-insurance-mergers-1004200880/.

⁵⁷ LexisNexis Risk Solutions. 2019 study results: How U.S. insurance carriers are using artificial intelligence and machine learning. 2021. <https://risk.lexisnexis.com/insights-resources/research/state-of-ai-ml-in-the-insurance-industry>.

⁵⁸ Bommadevara, Nagendra, Münstermann Björn, Nagpal, Sanaya et Ulrike Vogelgesang. Scale matters ... to an extent: Playing the scale game in insurance. McKinsey & Company, 2021. www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/scale-matters-to-an-extent-playing-the-scale-game-in-insurance.

Données

Historiquement, il y a eu peu de points de contact entre la société d'assurances et le client, la plupart de ces interactions ayant eu lieu pendant l'acquisition, le renouvellement ou les demandes de règlement des clients. Récemment, il y a eu une explosion des données mises à la disposition des sociétés d'assurances en raison de la prolifération des données de télématique et d'autres capteurs, images satellites, données météorologiques et autres. Comme l'indiquent les résultats du sondage, les sociétés d'assurances mettent à niveau leurs fonds de données afin de composer avec ces nouveaux flux de données et de participer à la consolidation de leurs systèmes existants tentaculaires. Malheureusement, cette transformation est à la fois difficile et fastidieuse, comme nous l'avons mentionné lors de nos entrevues. Elle exige soit l'exploitation parallèle des nouveaux et des anciens systèmes, soit l'utilisation d'une approche de mise en œuvre progressive. Les sociétés d'assurances qui ont déjà traité la migration des données de leurs systèmes existants ou qui sont en voie de faire la transition de leur système comptable à la Norme internationale d'information financière (IFRS) 17 connaîtront très bien les défis du processus de transformation. Le passage à la nouvelle norme d'information financière donnera aux sociétés d'assurances l'occasion rêvée de mettre à niveau leurs systèmes existants.

Des défis découlent également de l'évolution du milieu de travail. Dans le cas de grandes quantités de données, les transferts sur les connexions Internet même les plus rapides sont longs. Bien que les sociétés d'assurances ne disposent pas encore de données trop importantes par rapport à d'autres secteurs, notamment les banques, les vitesses de transfert par Internet sont limitées. Au lieu de téléverser les données directement dans le nuage, Amazon a aidé ses clients à gagner du temps en déplaçant physiquement les centres de données à l'aide de camions.⁵⁹ Pour éviter de devoir transférer des données, de nombreuses sociétés mettent en place des machines virtuelles ou cherchent à profiter du stockage dans le nuage et de l'informatique pour répondre à leurs besoins en données. Les questions de confidentialité se posent naturellement, les sociétés ayant besoin de sécuriser leur connexion et de restreindre les privilèges d'accès aux données. Ces processus font partie des saines pratiques de gouvernance et sont abordés plus en détail ci-après.

En outre, pour traiter les mégadonnées, il faut utiliser des structures de données de plus en plus perfectionnées. Comme nous l'avons mentionné dans nos entrevues, certaines sociétés abandonnent les entrepôts de données plus traditionnels et font la transition vers les lacs de données.

Il faudra répondre à plusieurs questions concernant la technologie de base de données à utiliser et la transition à NoSQL à partir d'une base de données relationnelle traditionnelle. Voici une liste non exhaustive de ces questions :

- Quel type de données doit être stocké?
- À quelle fréquence les exigences opérationnelles changent-elles?
- Y a-t-il des magasins à valeur ajoutée qui pourraient comprendre ceux conçus pour gérer l'information axée sur les documents?
- Les données devront-elles être compatibles avec les applications SQL?
- Les données seront-elles plus nombreuses en mode LECTURE ou y aura-t-il plus d'opérations en mode ÉCRITURE sous forme d'encarts ou de mises à jour?

⁵⁹ *Wired*. Amazon's Snowmobile is actually a truck hauling a huge hard drive. 2016. www.wired.com/2016/12/amazons-snowmobile-actually-truck-hauling-huge-hard-drive/.

- De quelle granularité la base de données aurait-elle besoin pour assurer la sécurité fondée sur l'utilisateur (p. ex., au niveau de l'attribut, de la ligne ou du tableau)?
- Avez-vous besoin de la technologie pour permettre l'intégration d'outils d'analytique et de visualisation en « réel », comme Tableau ou Qlik?
- Prévoit-on utiliser des techniques d'architecture émergentes comme les microservices?

Les réponses à ces questions aideront à déterminer s'il est nécessaire d'avoir une base de données NoSQL et le type de base à prendre en considération. Par exemple, les magasins à valeur clé comme Apache Cassandra sont efficaces pour les opérations de lecture et d'écriture rapide lorsqu'ils sont capables d'effectuer des recherches à l'aide d'une clé. Toutefois, il serait moins optimal pour les données très comprimées, où Apache HBase ou BigTable serait préférable. Certaines offres, comme Snowflake, Amazon Redshift et Google BigQuery, sont des offres hybrides qui présentent les avantages d'être compatibles avec de nombreuses applications SQL tout en offrant l'extensibilité de NoSQL. Cela dit, de nombreux facteurs doivent être pris en considération au moment de choisir une solution de mégadonnées adaptée à ses besoins particuliers.

La migration vers le nuage est une décision prise par certaines grandes sociétés canadiennes d'assurances IARD, comme l'indiquent les entrevues et les réponses au sondage. Les systèmes sur place peuvent être mis à l'échelle pour produire de tels résultats, bien qu'ils nécessitent normalement des dépenses en capital et opérationnelles élevées.⁶⁰ Il faudrait aussi que la société d'assurances déploie des efforts considérables pour mettre en œuvre la plateforme analytique et en tirer une valeur. Si un fournisseur d'assurance choisit d'utiliser une solution infonuagique, la formation et la certification en infonuagique seront importantes pour son équipe des ressources opérationnelles et techniques.⁶¹ La plupart des fournisseurs de solutions infonuagiques insistent pour que les clients soient formés et certifiés avant la phase de mise en œuvre et créent un centre d'excellence au sein de l'organisation. Il faut aussi veiller à ne pas trop concentrer l'infrastructure, à moins que l'on ne se fie trop à un seul fournisseur, ce qui entraînerait une perte de contrôle dans ses dépenses en nuage, et à ne pas se retrouver obligé d'immobiliser un fournisseur.

Utilisation de données non structurées

Il sera important de disposer de bases de données permettant de recueillir des données non structurées pour prendre de meilleures décisions. Les sociétés d'assurances utilisent déjà ce type de données en combinaison avec l'AA pour analyser les images.

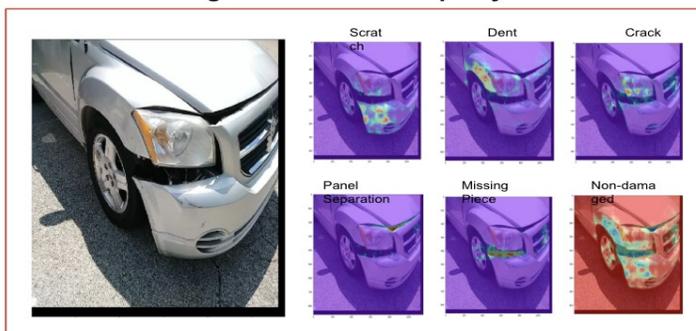
Traditionnellement, les données recueillies par les sociétés d'assurances étaient facilement stockées dans des entrepôts de données et nettoyées pour être utilisées en souscription et en règlement des sinistres. Les changements apportés à la nature des données que les sociétés d'assurances veulent analyser dictent les changements à la structure des données. Par exemple, l'évolution des algorithmes de vision informatique, où un ordinateur tente d'extraire de l'information de vidéos et d'images, change la façon dont les sociétés d'assurances traitent les sinistres et gèrent les demandes de règlement. En ayant une fonction photo dans l'application de la société d'assurances, un client pourrait prendre une photo des dommages causés à une voiture et faire évaluer les dommages sur le champ. En d'autres termes, un

⁶⁰ Plumber, Sloan et Scott Busse. How insurance carriers are modernizing to cloud based analytics. LinkedIn (article), PwC Advisory United States, 2020. www.linkedin.com/pulse/how-insurance-carriers-modernizing-cloud-based-analytics-sloan-plumber/.

⁶¹ Plumber, Sloan, Ilyas, Imran, Knipp, Josh, Safdar, Yasir et Tirath Desai. Eight considerations for insurance carriers migrating to the cloud. LinkedIn (article), PwC Advisory United States, 2020. www.linkedin.com/pulse/eight-considerations-insurance-carriers-migrating-cloud-sloan-plumber/?trackingId=4ER%2BMP1wTuyXxfsyNcIq5Q%3D%3D.

l'algorithme pourrait évaluer si la voiture est effectivement endommagée et tenter d'estimer le montant dû en fonction du coût des pièces et de la main d'œuvre.

Segmentation heatmaps by class



Detected Damaged Parts

```

Parts Identified:*****
Grille      : 89.51%
Headlight  : 88.13%
Bumper     : 73.44%
LicensePlate : 66.83%
Tire       : 62.02%
RearWindshield : 32.78%
FrontWindshield : 32.51%
-----
Detected Damaged Parts:*****
Grille      : scratch_scrape_scuff
Bumper     : scratch_scrape_scuff
LicensePlate : scratch_scrape_scuff, panel_separation
Tire       : scratch_scrape_scuff
    
```

Similar Image Retrieval



Étude de cas sur l'accélérateur d'intelligence artificielle de PwC. Disponible en anglais seulement.

La technologie a considérablement évolué comme l'a démontré une société d'intelligence artificielle dont les services ont déjà été retenus en Europe et en Asie pour régler des sinistres totalisant plus d'un milliard de dollars.⁶² Cette technologie permet de produire des estimations de réparations rapides et exactes au premier avis de sinistre (PAS) et de signaler toute réparation inutile, ce qui prévient les fuites de sinistres.

Pour traiter les données d'images aux fins de l'AA, les sociétés d'assurances pourraient éprouver de la difficulté à mettre à niveau leur infrastructure de données pour pouvoir stocker des images. Pour ce faire, la base de données doit prendre en charge les images stockées comme un gros objet binaire (BLOB).⁶³ Toutefois, la sauvegarde de la base de données d'images prendrait beaucoup de temps. Une solution de remplacement consisterait à enregistrer l'emplacement du fichier de toutes les images, quoiqu'il faudrait être prudent, car le déplacement des images vers un emplacement différent pourrait engendrer le bris des liens pour les utilisateurs finaux. Une autre possibilité consisterait à utiliser un service de stockage infonuagique comme Amazon S3 ou le référentiel Hadoop, où les images sont stockées comme objets.⁶⁴ Les sociétés d'assurances seront exposées aux mêmes problèmes de stockage des données que toute autre forme de données non structurées. Par conséquent, les sociétés d'assurances pourraient devoir modifier leur infrastructure de données pour tenir compte des nouveaux flux de données.

Taille des données et l'Internet des objets

Les nouveaux flux d'information présentent des difficultés de stockage des données qui augmentent à un rythme plus rapide que les sources existantes. Il est nécessaire d'être sélectif quant à la façon de stocker

⁶² Gardiner, Mark. A car insurance claim estimate before the tow truck is called. *New York Times*, 2020. www.nytimes.com/2020/09/17/business/car-insurance-claim-estimate-artificial-intelligence.html.

⁶³ Pearson. Storing and retrieving images in JDBC. InformIT, 2002. www.informit.com/articles/article.aspx?p=25280.

⁶⁴ AWS Amazon. Amazon S3 : Object storage built to store and retrieve any amount of data from anywhere. Consulté le 10 septembre 2021. <https://aws.amazon.com/s3/>.



les données, car la taille supplémentaire risque également d'alourdir excessivement la TI avec de l'information qui ne sera pas utilisée.

L'une des nouveautés de l'ère de la technologie a été l'utilisation d'objets physiques intégrés à des capteurs et à des logiciels connectés à Internet : l'Internet des objets (IdO). Ces appareils offrent de nouvelles possibilités de prévenir les pertes et de détecter la fraude plus tôt en déterminant si la maison est vide à l'aide de serrures intelligentes, en repérant les tuyaux qui fuient,⁶⁵ et la fatigue au volant à l'aide de la télématique et en utilisant des caméras de sécurité intelligentes. Pour traiter les flux de données provenant de ces appareils, les sociétés d'assurances doivent modifier leur façon de traiter les données, car les dossiers des événements dignes de mention devront être stockés avant d'être analysés. Pour les systèmes de TI des sociétés d'assurances, cela représente un défi qui entraîne des coûts financiers importants.

Par exemple, si les caméras de tableau de bord installées par des entreprises possédant des parcs de véhicules deviennent un moyen de plus en plus important pour réduire les franchises en prouvant la faute pour les accidents,⁶⁶ ou si les maisons connectées continuent de gagner en popularité pour alerter les propriétaires des fuites plus tôt, le fournisseur du produit ou l'assureur devra stocker les données.

Outre les difficultés liées à la gestion des différents types de données, les données non structurées nécessitent beaucoup plus d'espace de stockage. Par exemple, pour stocker du texte sur Microsoft SQL Server, on peut utiliser des caractères variables (varchar) pour stocker le texte, chaque caractère utilisant un seul octet, jusqu'à un maximum de 8 000 octets.⁶⁷ Par comparaison, prenons une image provenant d'un téléphone qui pourrait représenter deux mégaoctets (2 000 000 octets), ce qui est beaucoup plus gros. Certes, nous serons en mesure de comprimer l'image, mais ce sont quand même de plus gros ordres de grandeur.

Il y a un risque que les données deviennent noires,⁶⁸ c'est-à-dire des données qui sont recueillies par les sociétés d'assurances, mais qui ne sont jamais utilisées. Par exemple, toutes les photos que prennent les gens sur leur téléphone et qui ne sont plus regardées. Il pourrait s'agir simplement d'un boulet pour votre TI plutôt qu'un avantage pour la stratégie de données d'une société d'assurances. Il est important de veiller à ce que les données soient utilisées et d'avoir une stratégie sur le moment propice pour éliminer les données afin de contenir les coûts.

Accès aux données, gouvernance et menaces à la vie privée

Toutes ces données supplémentaires comportent leurs propres risques, les risques liés à la cybersécurité étant de plus en plus préoccupants en raison des quantités accrues de données. Comme les réseaux privés virtuels (RPV) doivent être sécurisés pour empêcher les opérateurs mal intentionnés d'accéder à

⁶⁵ Evans, Nadine. IoT and the reduction of claims – *Canadian Underwriter*. Eddy Solutions, 2019. <https://eddysolutions.com/iot-and-the-reduction-of-claim-canadian-underwriter/>.

⁶⁶ Daninhirsch, Hilary. Some fleets turn to cameras to help mitigate rising insurance costs. *Transport Topics*, 2020. www.ttnews.com/articles/some-fleets-turn-cameras-help-mitigate-rising-insurance-costs.

⁶⁷ MikeRayMSFT, julieMSFT, cawrite, icoric, mindlessroman, markingmyname, CarlRabeler, pmasl, PRMerger16, MashaMSFT, WilliamAntonRohm, craigg-msft et edmacauley. Char and varchar (Transact-SQL). SQL Server/Microsoft Docs, 2019. <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/t-sql/data-types/char-and-varchar-transact-sql?view=sql-server-ver15>.

⁶⁸ Taulli, Tom. What you need to know about dark data. *Forbes*, 2019. www.forbes.com/sites/tomtaulli/2019/10/27/what-you-need-to-know-about-dark-data/?sh=770d4bdf2c79.

vos données, il est également important de s'assurer que les données sont bien cloisonnées à la lumière des dossiers très médiatisés d'atteinte à la protection des données.

Les capteurs eux-mêmes comportent également des risques. Bien que certains de ces exploits aient été plutôt anodins, comme le piratage de certaines ampoules intelligentes,⁶⁹ le piratage du verrou intelligent d'une maison serait beaucoup plus inquiétant.⁷⁰ La pondération des avantages de l'IdO doit être équilibrée par rapport aux risques possibles, tant pour les sociétés d'assurances personnelles que pour les sociétés d'assurances des entreprises.⁷¹

Technologie

Une fois peaufinées la composante des données et la stratégie de stockage des données, il convient de se concentrer sur la façon dont les sociétés d'assurances manipulent leurs données. Il s'agit à la fois des outils qu'une société utilise pour modéliser ses processus et de la façon dont elle exerce ses activités.

Changements apportés au matériel

Le matériel est spécialement conçu pour accélérer des algorithmes particuliers. Il convient de déterminer le matériel à adopter de concert avec les choix de logiciels et d'algorithmes lorsque l'on cherche à accroître la vitesse.

Les sociétés expérimentent différents types de matériel pour accélérer les processus, car certains algorithmes fonctionnent plus efficacement lorsqu'ils sont rattachés à du matériel particulier. Par exemple, Google a fabriqué des puces pour ses centres de données spécifiquement pour exécuter ses algorithmes d'AA.⁷² Lors de nos entrevues, nous avons appris que les sociétés essaient de tirer parti de différentes technologies, de la parallélisation du traitement groupé des données sur Hadoop jusqu'aux UTG utilisées pour favoriser l'apprentissage profond. La bande passante est l'une des principales raisons pour lesquelles les UTG sont plus rapides que les UCT à cette fin, car les UTG disposent d'une mémoire vive vidéo (VRAM), ce qui permet d'utiliser la mémoire de l'UCT pour d'autres tâches.⁷³ En passant d'une UCT à une UTG, vous pourriez réduire de 100 fois le temps de formation,⁷⁴ ce qui libérerait des ressources pour accélérer votre capacité à modéliser.

Bien entendu, pour profiter de ces avantages matériels, vous devrez utiliser les logiciels appropriés qui s'exécutent sur ce matériel. Par exemple, pour profiter d'une UTG, vous pourriez utiliser PyTorch pour accéder à l'architecture CUDA pour les cartes graphiques Nvidia.

⁶⁹ Ricker, Thomas. Watch a drone hack a room full of smart lightbulbs from outside the window. *The Verge*, 2016. www.theverge.com/2016/11/3/13507126/iot-drone-hack.

⁷⁰ Whittaker, Zack. Security flaws in a popular smart home hub let hackers unlock front doors. *TechCrunch*, 2019. <https://techcrunch.com/2019/07/02/smart-home-hub-flaws-unlock-doors/>.

⁷¹ *Insurance Journal*. Internet of Things devices increase risk of cyber attacks on industrial sector: Lloyd's. 2021. www.insurancejournal.com/news/international/2021/02/17/601582.htm.

⁷² Google Cloud. Cloud Tensor Processing Units (TPUs). Consulté le 10 septembre 2021. <https://cloud.google.com/tpu/docs/tpus>.

⁷³ Dsouza, Jason. What is a GPU and do you need one in deep learning? *Towards Data Science*, 2020. <https://towardsdatascience.com/what-is-a-gpu-and-do-you-need-one-in-deep-learning-718b9597aa0d>.

⁷⁴ Radečić, Dario. PyTorch: Switching to the GPU. *Towards Data Science*, 2020. <https://towardsdatascience.com/pytorch-switching-to-the-gpu-a7c0b21e8a99>.



Il existe maintes formes différentes de stockage de mégadonnées. Toutefois, compte tenu des nombreuses sociétés qui adoptent le cadre Hadoop, nous en décrivons brièvement les différentes composantes ci-dessous-. Hadoop est un projet ouvert géré par l'Apache Fondation de concert avec des sociétés aussi imposantes que Twitter, qui l'utilise comme plateforme de données de base.⁷⁵ Ce projet comporte quatre modules principaux :

- Hadoop Common, qui contient les bibliothèques et les utilitaires dont ont besoin d'autres modules Hadoop
- Hadoop Distributed File System (HDFS), où les données sont stockées sur plusieurs machines
- Hadoop MapReduce pour le traitement des données afin de tirer profit de la parallélisation
- Hadoop YARN comme gestionnaire de ressources pour orchestrer la gestion des processus parallèles

Outre HDFS, YARN et MapReduce, il existe un certain nombre d'autres modules communs et projets connexes, comme Oozie et Apache Pig.⁷⁶

Les utilisateurs finaux peuvent interroger les tableaux à l'aide d'Apache Hive ou d'Apache Impala avant d'introduire le plus petit ensemble de données dans un nœud aux fins d'analyse et de visualisation. Les tâches techniques liées au traitement de MapReduce sont retirées, les utilisateurs n'ayant qu'à faire des recherches au moyen de SQL, ce que connaissent bien des actuaires et analystes. De concert avec HDFS, certaines sociétés se tournent vers Apache Spark pour accélérer leurs analyses. De telles mises en œuvre peuvent être effectuées sur des machines locales ou dans le nuage, et de nombreux fournisseurs de services infonuagiques peuvent utiliser Hadoop sur leurs serveurs.

Adopter les sources ouvertes

L'utilisation d'un logiciel ouvert favorisera l'expérimentation des progiciels les plus récents pour la modélisation et la recherche de données. Les plateformes existantes permettent aux utilisateurs de compléter les méthodes préétablies par des codes Python et R personnalisés.

L'un des principaux changements que nous avons observés à partir des résultats du sondage a trait à la façon dont les sociétés passent de plus en plus de logiciels d'analyse privés à l'exécution de tâches à l'aide de R et de Python, deux langages de programmation ouverts. Ces deux langages sont les plus utilisés⁷⁷ en raison du nombre d'excellents forfaits offerts. D'autres langages de programmation utilisés pour l'analytique avancée, comme Julia et Scala, ont été mentionnés dans les entrevues et dans les réponses du sondage, bien qu'ils aient été utilisés beaucoup moins fréquemment dans le secteur des assurances.

Les logiciels privés permettent même le codage direct en Python et en R, comme on peut le voir dans Power BI, SAS, Alteryx et Amazon SageMaker. Les logiciels à code bas ou sans code permettent aux

⁷⁵ Galov, Gerashe. Hadoop filesystem at Twitter. Twitter (blog), 2015. https://blog.twitter.com/engineering/en_us/a/2015/hadoop-filesystem-at-twitter.

⁷⁶ Bappalige, Sachin P. An introduction to Apache Hadoop for big data. Opensource.com, 2014. <https://opensource.com/life/14/8/intro-apache-hadoop-big-data>.

⁷⁷ EdX team. 9 top programming languages for data science. EdX Blog, 2021. <https://blog.edx.org/9-top-programming-languages-for-data-science>.



sociétés d'assurances aux prises avec des pénuries de talents en programmation d'effectuer des travaux de manipulation et d'analyse des données.

Le succès de ces langages ouverts s'explique en partie par le fait qu'il existe des bibliothèques qui aident à démarrer facilement les projets d'analytique,⁷⁸ et par l'accès aux plus récents algorithmes, ce qui permet aux chercheurs d'afficher de plus en plus de codes avec leurs documents.⁷⁹ Chacun a ses avantages, R étant plus connu pour ses capacités de visualisation, avec les progiciels ggplot et Shiny, et Python étant meilleur pour le développement de logiciels, ayant été créé à l'origine comme langage de programmation à part entière. Des mesures ont néanmoins été prises par les deux langages pour résoudre ces problèmes, R ayant également la capacité d'utiliser le paradigme de programmation orientée objet et Python étant capable d'interagir avec D3.js pour créer des visualisations esthétiquement agréables. Des progiciels populaires sont également élaborés pour être utilisés avec ces deux langages de programmation, comme Plotly pour la visualisation, XGBoost pour la modélisation et Spark pour le travail sur des grappes. Le fait que ces langages soient populaires à l'extérieur du secteur des assurances, comme on peut le constater dans le sondage annuel Stack Overflow⁸⁰, facilite l'embauche de talents provenant d'autres secteurs qui possèdent de solides capacités en modélisation, mais qui saisissent moins les subtilités du secteur des assurances.

De nombreuses sociétés utilisent encore SAS pour stocker et transformer leurs données au moyen de SAS SQL, l'analyse étant effectuée dans l'un des langages de programmation susmentionnés. De plus, comme nous l'avons mentionné dans la section sur les données, Hadoop permet le codage au moyen de requêtes de type SQL dans Apache Hive ou Apache Impala. Par conséquent, peu importe l'outil utilisé pour les processus d'analytique et de visualisation, les compétences SQL demeureront probablement importantes pour la plupart des analyses.

L'un des problèmes liés à l'utilisation de ces outils logiciels est la licence de droit d'auteur. Selon qu'il s'agit d'un droit d'auteur ou d'une licence, la licence peut avoir des répercussions considérables, car elle pourrait faire en sorte que le logiciel devienne ouvert. De plus, il faut porter attention au code provenant d'Internet qui pourrait infecter votre infrastructure. Enfin, les versions des bibliothèques et du langage de programmation changent, ce qui pourrait faire en sorte que le code ne fonctionne pas sur les machines des collègues en cas de changement de fonctionnalité. Pour traiter cette dernière question, il sera très utile de choisir une stratégie pour permettre le transfert du projet et d'utiliser le contrôle des versions.⁸¹

Chaîne de blocs

Des sociétés à l'étranger mettent à l'essai la chaîne de blocs pour faciliter le stockage de l'information pertinente sur les polices de leurs clients et réduire au minimum les dépenses. L'utilisation de contrats intelligents pourrait modifier la façon dont les sociétés d'assurances interagissent avec leurs clients et les réassureurs.

⁷⁸ Karakan, Burak. Python vs R for data science. *Towards Data Science*, 2020. <https://towardsdatascience.com/python-vs-r-for-data-science-6a83e4541000>.

⁷⁹ Papers with Code. The latest in machine learning. Consulté le 10 septembre 2021. <https://paperswithcode.com/>.

⁸⁰ Stack Overflow. Stack Overflow. Stack Overflow Developer Survey 2021. 2021. <https://insights.stackoverflow.com/survey/2021#technology>.

⁸¹ Environments. Reproducible environments. Consulté le 10 septembre 2021. <https://environments.rstudio.com/>.



La chaîne de blocs est un sous-ensemble- de technologies de grand livre distribuées (TGLD) qui utilise des « blocs » d'information pour faire le suivi des opérations sur les données dans un réseau distribué de multiples nœuds ou ordinateurs.⁸² Le recours à la chaîne de blocs dans le secteur des assurances commence à prendre de la vigueur. Les réassureurs sont susceptibles de tirer des avantages importants de l'utilisation de contrats intelligents, en vertu desquels les risques sont cédés ou rétrocédés au moyen d'une application de chaîne de blocs spécialement conçue pour gérer les traités. Les réassureurs pourraient envisager les chaînes de blocs, entre autres parce que les ratios des frais de réassurance représentent habituellement de 5 à 10 % des primes.⁸³ Le potentiel des contrats intelligents réside dans leur capacité de simplifier le traitement des données, de permettre l'accès à de nouveaux marchés ou produits et de garantir une transparence importante du processus avec tous les documents stockés dans une chaîne de blocs de réassurance. L'utilisation de la chaîne de blocs a déjà commencé, Allianz ayant piloté l'utilisation de la technologie de contrats intelligents par chaîne de blocs pour effectuer un swap de catastrophes naturelles.⁸⁴

L'utilisation de la chaîne de blocs ne se limite toutefois pas aux réassureurs. Les sociétés à l'étranger songent à ajouter à leurs bilans le bitcoin, l'application la plus médiatisée de la chaîne de blocs. Récemment, plusieurs sociétés d'assurances IARD ont investi dans une société de gestion de placements en bitcoins, un fournisseur de technologies et de solutions de placement de bitcoins des États-Unis⁸⁵ qui a pour ambition de fournir à des sociétés d'assurances des produits libellés en bitcoins. La chaîne de blocs pourrait également être utilisée pour stocker des documents contractuels auxiliaires, partagés entre le courtier et le souscripteur; la chaîne de blocs pourrait également être consultée par les organismes de réglementation, le fisc et d'autres participants pour simplifier les processus de déclaration et de vérification.⁸⁶ On trouve déjà des exemples concrets de l'utilisation de la chaîne de blocs, les médias chinois ayant récemment rapporté que la branche informatique de l'assurance de l'une des quatre plus grandes banques commerciales de Chine a lancé une chaîne de blocs d'assurance. Après s'être associés à une société technologique de calibre mondial, plusieurs partenaires partagent déjà le stockage de leurs polices électroniques sur la chaîne de blocs et d'autres mettent actuellement la plateforme à l'essai.⁸⁷

⁸² Delcea, Ramona. Discussion paper on blockchain and smart contracts in insurance: EIOPA invites comments. European Insurance and Occupational Pensions Authority, 2021. www.eiopa.europa.eu/content/discussion-paper-blockchain-and-smart-contracts-insurance-eiopa-invites-comments-0_en.

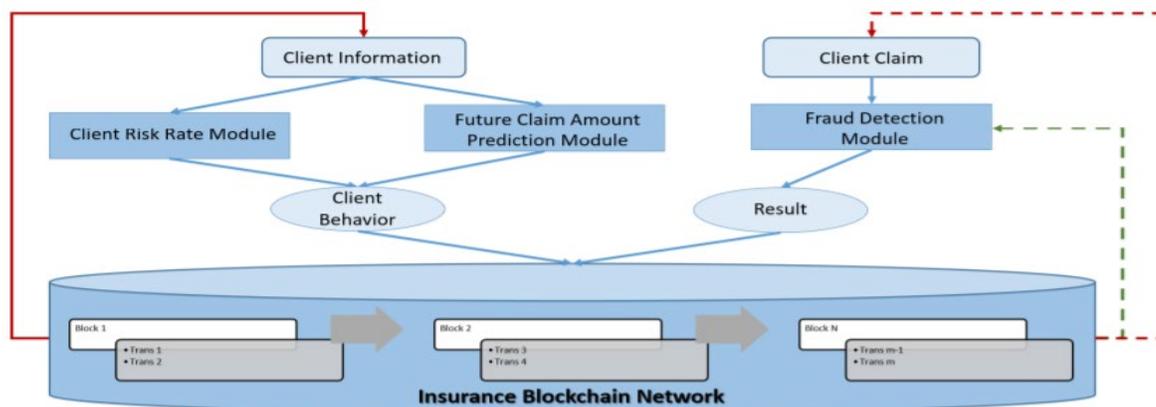
⁸³ PwC Legal Estonia. *Blockchain: The \$5 Billion Opportunity for Reinsurers*. 2016. www.pwc.com/ee/et/publications/pub/blockchain-for-reinsurers.pdf.

⁸⁴ Allianz. Allianz: Blockchain technology successfully piloted by Allianz Risk Transfer and Nephila for catastrophe swap. 2016. www.allianz.com/en/press/news/commitment/sponsorship/160615-blockchain-technology-successfully-piloted.html.

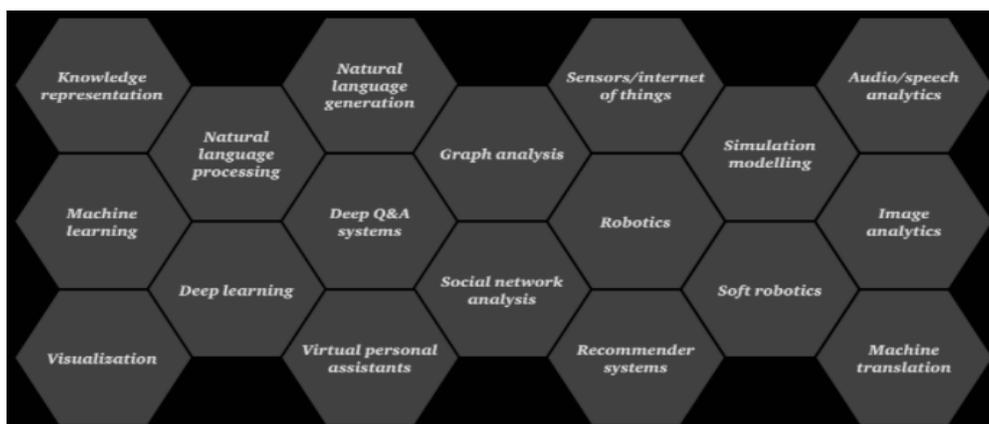
⁸⁵ Ben-Hutta, Gabriella. NYDIG raises \$100 million. *CoverageR*, 2021. <https://coverager.com/nydig-raises-100-million/>.

⁸⁶ Mainelli, Michael et Bernard Manson. *Chain Reaction: How Blockchain Technology Might Transform Wholesale Insurance*. PwC Global, 2016. www.pwc.com/gx/en/financial-services/pdf/how-blockchain-technology-might-transform-insurance.pdf.

⁸⁷ Wood, Miranda. Bank of China officially launches insurance blockchain. *Ledger Insights Enterprise Blockchain News*, 2019. www.ledgerinsights.com/bank-of-china-insurance-blockchain/.



Najmeddine, Dhieb et al. A secure AI-driven architecture for automated insurance systems: Fraud detection and risk measurement. *IEEE Access*, 2020. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9046765>. Disponible en anglais seulement.



Anand Rao, Yoder, Jamie et Scott Busse. *AI in Insurance: Hype or Reality? The Digital Insurer*. PwC, 2016. <https://www.the-digital-insurer.com/wp-content/uploads/2016/06/716-pwc-top-issues-artificial-intelligence.pdf> Disponible en anglais seulement.

Les modèles et leur utilisation dans les entreprises

Les sociétés tentent de plus en plus de tirer parti de la quantité croissante d'information à leur disposition et à la multitude de nouvelles techniques élaborées pour composer avec cette nouvelle abondance de données.

Ces sociétés utilisent l'IA pour automatiser des tâches, comme la détection de la fraude, le contrôle des curriculums vitæ et les demandes de prêt, ce qui fournit des ressources supplémentaires pour effectuer des travaux de haut niveau. Les médecins se tournent vers l'IA pour la lecture de l'imagerie médicale et pour l'analyse des impulsions électriques du cœur. Les assistants virtuels remplacent les représentants du service à la clientèle pour répondre à des questions simples des clients.

Comme l'a déclaré George Box : [traduction] « Tous les modèles sont faux, mais certains sont utiles ». En ce qui concerne d'autres secteurs, l'évolution des algorithmes a eu de profondes répercussions. Il y a eu



des réussites évidentes dans les jeux. AlphaGo et AlphaZero ont connu un important succès contre les humains dans Go, et les ordinateurs d'échecs ont été considérablement transformés par les nouveaux modèles.⁸⁸

Dans « Statistical modeling: The two cultures », Leo Breiman⁸⁹ établit la distinction entre les deux objectifs concurrents d'explicabilité et de prévisibilité, et les spécialistes qui recherchent ces deux objectifs différents :

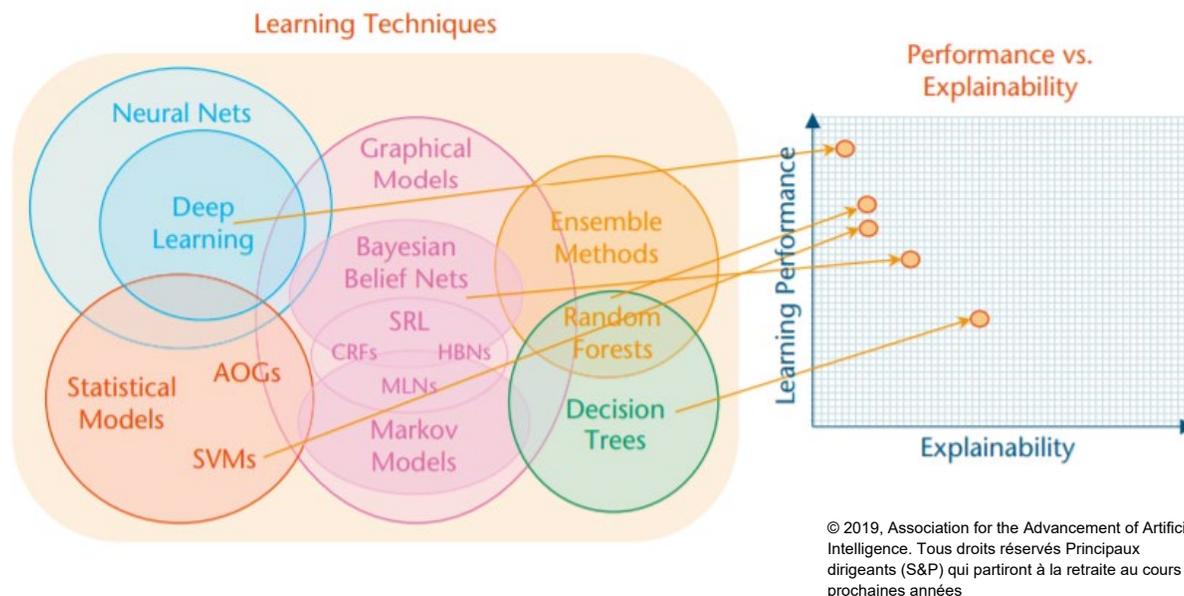
L'un suppose que les données sont générées par un certain modèle de données stochastiques. L'autre utilise des modèles d'algorithmes et considère le mécanisme de données comme inconnu. La communauté statistique s'est engagée à utiliser presque exclusivement des modèles de données... Si notre objectif en tant que domaine consiste à utiliser les données pour résoudre des problèmes, nous devons donc nous éloigner de la dépendance exclusive aux modèles de données et adopter un ensemble d'outils plus diversifié.

Ces deux objectifs concurrents existent encore 20 ans plus tard, les sociétés d'assurances devant établir un prix convenable et segmenter correctement leurs données, ce qui contredit leur capacité d'expliquer aux organismes de réglementation et aux clients les raisons pour lesquelles leurs données sont tarifées comme telles. Nous reviendrons plus loin sur ces idées concernant l'IA responsable et explicable.

⁸⁸ Silver, David, Hubert, Thomas, Schrittwieser, Julian, Antonoglou, Ioannis, Lai, Matthew, Guez, Arthur, Lanctot, Marc, Sifre, Laurent et Dharshan Kumaran. A general reinforcement learning algorithm that masters chess, shogi, and Go through self-play. *Science*, 2018. <https://science.sciencemag.org/content/362/6419/1140>.

⁸⁹ Leo Breiman. Statistical modeling: The two cultures (assorti des commentaires et d'une réplique de l'auteur). *Statist. Sci.*, 2001. <https://projecteuclid.org/journals/statistical-science/volume-16/issue-3/Statistical-Modeling--The-Two-Cultures-with-comments-and-a/10.1214/ss/1009213726.full>.

Une vaste gamme de techniques est actuellement appliquée pour modéliser les problèmes d'assurance, chacune prévoyant des compromis différents entre l'explicabilité et l'exactitude prédictive.



Programme d'intelligence artificielle explicable (XAI) de la Defense Advanced Research Projects Agency⁹⁰. Disponible en anglais seulement.

Lors de nos entrevues, nous avons constaté que les équipes utilisaient la gamme complète des méthodes allant des techniques d'arborescence aux réseaux neuronaux (RN), selon le cas d'utilisation. D'après le cas d'utilisation particulier, les techniques utilisées peuvent varier considérablement d'une société d'assurances à l'autre.

Techniques de modélisation

Reconnaître que même si les MLG sont encore courants, l'AA et les RN ont un avantage distinct en ce sens qu'ils peuvent être utilisés pour saisir des effets non linéaires. De nombreuses recherches universitaires actives portent sur ces nouvelles techniques appliquées aux assurances.

Comme le montre le diagramme ci-dessus-, de nombreux modèles différents peuvent servir à résoudre des problèmes. La discussion qui suit ne sera nullement exhaustive; elle offrira plutôt un bref aperçu de certaines techniques actuelles. Pour un sondage et une discussion technique plus complets au sujet des

⁹⁰ Gunning, David et David Aha. DARPA's explainable artificial intelligence (XAI) program. *AI Magazine*, 2019. <https://doi.org/10.1609/aimag.v40i2.2850>.

techniques, consultez *The Elements of Statistical Learning*.⁹¹ Pour un sondage sur les méthodes d'IA en actuariat, consultez l'article primé de Hachemeister 2020.⁹²

Nous commençons par une distinction entre l'apprentissage surveillé et non surveillé. Dans l'apprentissage surveillé, chaque intrant est associé à une réponse et l'objectif consiste à déterminer la fonction qui modélisera le mieux cette paire d'intrant/réponse d'après une certaine fonction de perte et une certaine restriction quant à la complexité du modèle. Souvent, la fonction de perte est choisie à titre d'erreur quadratique comme fonction de perte, ou la norme L^2 , et la qualité du prédicteur est estimée en la comparant aux résultats observés, sous réserve de cette fonction de perte. En revanche, l'apprentissage non surveillé n'a pas de réponse, de sorte que ces problèmes sont de la variété des regroupements. Autrement dit, la tâche de l'apprentissage non surveillé consiste à trouver dans les observations des tendances significatives, qui peuvent ensuite être utilisées pour mieux comprendre les données ou, dans certains cas, les modéliser.⁹³

Dans la régression classique ordinaire des moindres carrés, nous avons n observations, et des prédicteurs correspondants. L'objectif consiste à trouver des relations linéaires entre les observations et les prédicteurs, sous réserve de certaines hypothèses sur le bruit. Il s'avère que cette solution est élégante selon la norme L^2 .

Pour les MLG, l'équation est similaire mais il existe une fonction de lien. Cette fonction de lien modifie légèrement l'équation de sorte qu'une fonction de l'attente est liée linéairement aux observations, dans la mesure où cette fonction de lien est assujettie à des critères précis et les observations sont présumées provenir de la famille exponentielle des distributions. Le soi-disant « lien canonique » sera souvent choisi en raison de certaines propriétés souhaitables, mais pour les distributions gamma et exponentielles, il est rarement utilisé en raison des restrictions concernant l'étendue des réponses attendues. Souvent, dans le cas de l'assurance automobile, on suppose que la fréquence des accidents suit une loi de Poisson et que la gravité suit une loi gamma. Lorsqu'on essaie de modéliser le coût des sinistres sans séparer les deux, on choisit une loi de Tweedie.⁹⁴ Le lien canonique pour le modèle de Poisson est le lien log, et l'estimateur du maximum de vraisemblance est résolu au moyen d'une procédure itérative des moindres carrés pondérés. Une loi de Poisson surdispersée sera utilisée pour tenir compte de la variance différente de la moyenne. Le recours au lien logarithmique est intéressant parce qu'il mène à une structure de tarification multiplicative. Pour les problèmes de classification impliquant des variables binaires, la régression logistique sera choisie, les observations étant binomiales et la fonction de lien étant la fonction logit. Des termes d'interaction peuvent être ajoutés comme produits de deux variables, tout comme des valeurs polynomiales d'ordre plus élevé pour tenter de saisir les effets non linéaires. D'autres extensions existent sous forme de modèles mixtes, de modèles additifs généralisés (MAG) et de splines. Pour les données à queue large, il

⁹¹ Hastie, Trevor, Tibshirani, Robert et Jerome Friedman. *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*, 2nd edition. Stanford Web Spring, 2017. https://web.stanford.edu/~hastie/ElemStatLearn/printings/ESLII_print12_toc.pdf.

⁹² Casualty Actuarial Society. Charles A. Hachemeister Prize. Consulté le 10 septembre 2021. www.casact.org/about/awards-prizes-scholarships/charles-hachemeister-prize.

⁹³ Richman, Ronald. *AI in Actuarial Science*. Présenté au Congrès 2018 de l'Actuarial Society of South Africa, les 24 et 25 octobre, au Cap. www.actuarialsociety.org.za/wp-content/uploads/2018/10/2018-Richman-FIN.pdf.

⁹⁴ Goldburd, Mark, Khare, Anand, Tevet, Dan et Dmitriy Guller. *Generalized Linear Models for Insurance Rating*, 2nd edition. Casualty Actuarial Society, 2020. www.casact.org/sites/default/files/2021-03/8_GLM.pdf.

faudra retirer la restriction appliquée aux familles exponentielles afin d'utiliser des éléments comme la loi de Pareto.

Nous en sommes maintenant à des événements plus récents. La régularisation est un autre terme ajouté au problème de régression, c'est-à-dire que l'on ajoute un terme pour pénaliser la fonction de prédiction choisie, avec un paramètre sélectionné avant de résoudre l'équation qui contrôle le montant de la pénalité à imposer.⁹⁵ Toutefois, contrairement aux deux méthodes précédentes, ces méthodes ne sont pas *invariantes à l'échelle*,⁹⁶ ce qui signifie qu'il y aura des résultats différents d'après les unités d'une variable (p. ex. les mois par rapport aux années). Par conséquent, vous devrez probablement normaliser les prédicteurs avant d'exécuter la procédure d'optimisation. Pour la régression linéaire, il s'agit de pénaliser en utilisant l'une des normes L^1 donnant lieu à LASSO, la norme L^2 donnant lieu à la régression de Ridge ou une combinaison des deux débouchant sur des filets élastiques. L'un des avantages de la régularisation découle du fait qu'elle aide à réduire le nombre de prédicteurs pour un problème donné à un nombre plus facile à gérer.⁹⁷ Dans LASSO en particulier, certains des prédicteurs deviennent inutilisés en raison de la géométrie du problème d'optimisation et cette méthode comporte donc une sélection de variables.

Les méthodes d'arborescence ont également gagné en importance, les forêts aléatoires et les arbres boosted étant particulièrement populaires. Les arbres de décision visent à créer une partition sur l'espace des caractéristiques. De tels arbres peuvent être développés à la main, mais le processus de création d'arborescence peut être automatisé à l'aide d'algorithmes « gloutons », comme les arbres de classification et de régression (CART) qui est l'approche principale. Plusieurs arborescences seront créées puis combinées de manière à améliorer la précision des prévisions. Les forêts aléatoires utilisent l'agrégation bootstrap, ou bagging, pour générer des prédictions, avec une modification de la décorrélation des arborescences. La procédure dite bagging prend des échantillons bootstrap de l'ensemble de formation, génère des arborescences et fait la moyenne des prédictions. La performance dépend du nombre d'arborescences utilisées et de la profondeur de l'arborescence. Les AAG fonctionnent de façon similaire, mais séquentielle avec chaque arborescence établie à partir de renseignements provenant d'arborescences établies plus tôt. Le modèle est mis à jour en utilisant une version rétrécie de la nouvelle arborescence. Le gradient de la fonction de perte est utilisé pour l'algorithme de descente par gradient afin de résoudre le problème d'optimisation. Il existe d'autres algorithmes de suralimentation, comme XGBoost et AdaBoost.

Dans le cas de problèmes de classification, les machines à support de vecteur (MSV) officialisent l'idée de tracer une ligne entre les points de données de chaque catégorie. Des variantes plus récentes ont été créées pour traiter les problèmes de régression. Le problème réside dans le fait qu'il n'est pas souvent facile de séparer les choses de façon linéaire. La magie des MSV se situe dans l'utilisation du soi-disant « astuce du noyau » pour effectuer toute cette analyse de manière relativement efficace, pour une gamme de fonctions en cours (« noyaux »).

⁹⁵ Hastie et coll. *The Elements of Statistical Learning*, page 168.

⁹⁶ James, Gareth, Witten, Daniela, Hastie, Trevor et Robert Tibshirani. *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*, 2nd edition. Stanford Web, 2021. www.statlearning.com/.

⁹⁷ Labram, Alex. The machine learning landscape. Institute and Faculty of Actuaries, 2020. www.actuaries.org.uk/news-and-insights/news/machine-learning-landscape.

L'apprentissage profond est une façon d'utiliser les RN sur de grands ensembles de données à l'aide d'UGT.⁹⁸ L'idée cruciale était d'utiliser la rétropropagation pour former les RN. Les résultats ont été impressionnants, notamment en ce qui concerne l'identification de chiffres à partir d'un ensemble de chiffres écrits à la main. Un RN est un modèle de régression ou de classification à plusieurs degrés habituellement représenté par un diagramme de réseau. Chaque neurone prend des intrants, qui peuvent être des extraits des couches précédentes de neurones, et elle produit une somme pondérée de celles-ci qui est mise à l'échelle au moyen d'une fonction d'activation. L'algorithme de rétropropagation sert à calculer les facteurs de pondération appropriés afin de minimiser l'erreur. Les fonctions d'activation seront non linéaires – sinon le modèle s'effondrerait en un modèle linéaire simple – ce qui permet au modèle de saisir les non-linéarités complexes et les effets d'interaction. Voici quelques exemples de fonctions d'activation : l'unité linéaire sigmoïde rectifiée (ReLU) et la tangente hyperbolique. Il existe de nombreuses variétés de RN, y compris les réseaux neuronaux convolutionnels (RNC) et les réseaux neuronaux récurrents (RNR).

Ces nouveaux algorithmes sont de plus en plus utilisés dans le secteur des assurances. Dans le sondage, les AAG représentaient une technique particulièrement populaire et ont été très efficaces dans les compétitions depuis leur création.⁹⁹

Les sociétés d'assurances doivent savoir qu'une meilleure segmentation des prix pourrait ne pas entraîner une augmentation des bénéficiaires ou de la part de marché en raison de facteurs concrets complexes, comme le cycle de souscription, qui sont difficiles à modéliser et à prévoir. Il y a eu quelques versions d'un jeu de tarification de l'assurance,¹⁰⁰ créé par certains chercheurs universitaires en collaboration avec les sociétés actuarielles, pour essayer de tester le fonctionnement de différents algorithmes dans un marché simulé. Dans les faits, on exécute un jeu itératif pour voir les variations de la part de marché et des ratios de perte en fonction des soumissions ouvertes des participants. Les versions précédentes du jeu ont débouché sur un résultat intéressant, à savoir que les MLG plus simples pourraient produire des ratios de perte plus élevés, mais représenter une part de marché plus élevée que les AAG¹⁰¹, et des participants de la dernière version ont fait remarquer que certains modèles avaient tendance à mieux performer dans différents segments.¹⁰²

IA responsable

Il est essentiel de s'assurer que les nouvelles méthodes sont fiables, équitables, impartiales et stables. L'utilisation de l'analytique avancée exige que l'on mette de nouveau l'accent sur les considérations éthiques dont un modélisateur doit tenir compte lorsqu'il teste un modèle.

En ce qui concerne la mise en œuvre de l'IA, les premières réflexions qui nous viennent à l'esprit sont habituellement les suivantes : quelles sont les données, quels algorithmes utiliserons-nous et les résultats peuvent-ils être prédictifs? Il existe toutefois d'autres éléments à prendre en compte à la lumière de

⁹⁸ Richman, *AI in Actuarial Science*.

⁹⁹ Synced. Tree boosting with XGBoost: Why does XGBoost win "every" machine learning competition? 2017. <https://syncedreview.com/2017/10/22/tree-boosting-with-xgboost-why-does-xgboost-win-every-machine-learning-competition/>.

¹⁰⁰ AICrowd. Insurance pricing game: Challenges. Consulté le 10 septembre 2021. www.aicrowd.com/challenges/insurance-pricing-game.

¹⁰¹ Charpentier, Arthur. *Insurance: Risk Pooling And Price Segmentation*. ESSEC Paris, 2017. <http://freakonometrics.free.fr/slides-essec-2017.pdf>.

¹⁰² AICrowd. *Insurance Pricing Game Townhall*. YouTube video, 2:14:41. 2021. www.youtube.com/watch?v=GkU2IqZu1gA.

questions très médiatisées. Par exemple, il y a eu des cas très médiatisés d'IA dans le monde réel qui se terminent terriblement mal, comme l'assistant virtuel expérimental d'une société de technologie qui tweete du matériel très offensant.¹⁰³

Il est aussi possible, comme l'explique le livre de Cathy O'Neil, intitulé *Weapons of Math Destruction*, que certaines variables puissent mener à des prophéties qui se concrétiseront par elles-mêmes- en créant des « boucles de rétroaction négative ». ¹⁰⁴ Autrement dit, au lieu de modéliser la réalité, elles la créent. Par exemple, le remboursement de prêts. Dans le cas des prêts sur salaire, si les compétences linguistiques sont médiocres pour prédire un défaut de remboursement des prêts, des frais d'intérêt élevés sont prélevés à ces personnes à risque élevé, ce qui accroît le risque de défaut. Autrement dit, si une telle personne a invariablement de la difficulté à rembourser ces prêts, le modèle est validé même si la difficulté de remboursement a pu être attribuable aux frais élevés. De tels processus mènent à une boucle de rétroaction vicieuse.

Avant d'aller plus loin, il serait utile de tenir compte à la fois du biais et de l'équité, même si les deux seront abordés plus en détail dans les publications subséquentes de l'ICA. À titre d'exemple de biais, une grande société technologique voulait automatiser sa capacité d'examen des CV en attribuant une note pour faciliter le filtrage de toutes les demandes.¹⁰⁵ Elle a construit un algorithme d'AA pour faciliter l'exécution de ces tâches en fonction des personnes qu'elle avait embauchées dans le passé, mais elle a par la suite réalisé que l'algorithme ne notait pas sans égard au sexe, car elle fondait son algorithme sur des expériences d'embauche antérieures où les femmes étaient sous représentées-.

Par ailleurs, l'équité est un concept social en vertu duquel de multiples constructions mathématiques ont été établies pour évaluer l'équité. Toutefois, ces constructions mathématiques donnent lieu à des résultats contradictoires et aucune décision n'est équitable pour toutes les parties. Il est donc important que l'équité soit bien définie par les dirigeants des sociétés afin que les scientifiques des données fassent de leur mieux pour tenter d'évaluer efficacement les modèles qu'ils utilisent. Pour une discussion plus générale, consulter l'article de Rao et Golbin sur l'équité en IA.¹⁰⁶

Les sociétés d'assurances ne sont pas à l'abri des problèmes liés à l'IA responsable. Les questions à savoir si la cote de crédit, par exemple, devrait être utilisée comme variable de notation constituent un exemple important. Bien qu'elle soit souvent utilisée pour sa prévisibilité, des questions surgissent quant à la possibilité que le calcul de la cote de crédit affecte de façon disproportionnée les personnes de couleur et les moins bien nantis.¹⁰⁷ Par exemple, [traduction] « en Floride, les adultes ayant un dossier de conduite impeccable et une mauvaise cote de crédit payaient en moyenne 1 552 \$ de plus que les mêmes conducteurs ayant un excellent dossier de crédit et une condamnation pour conduite en état d'ébriété.¹⁰⁸ Il

¹⁰³ Schwartz, Oscar. In 2016, Microsoft's racist chatbot revealed the dangers of online conversation: The bot learned language from people on Twitter – but it also learned values. *IEEE Spectrum*, 2019. <https://spectrum.ieee.org/in-2016-microsofts-racist-chatbot-revealed-the-dangers-of-online-conversation>.

¹⁰⁴ Lamb, Evelyn. Review: *Weapons of Math Destruction*. *Scientific American*, 2016. <https://blogs.scientificamerican.com/roots-of-unity/review-weapons-of-math-destruction/>.

¹⁰⁵ Dastin, Jeffrey. Amazon scraps Secret AI recruiting tool that showed bias against women. Reuters, 2018. www.reuters.com/article/us-amazon-com-jobs-automation-insight-idUSKCN1MK08G.

¹⁰⁶ Rao, Anand et Ilana Golbin. What is fair when it comes to AI bias? *Strategy + Business*, 2019. www.strategy-business.com/article/What-is-fair-when-it-comes-to-AI-bias.

¹⁰⁷ Ludwig, Sarah. Credit scores in America perpetuate racial injustice. *The Guardian*, 2015. www.theguardian.com/commentisfree/2015/oct/13/your-credit-score-is-racist-heres-why.

¹⁰⁸ Lamb, Review: *Weapons of Math Destruction*.

est possible que le modèle justifie cette tarification, mais il est difficile de concevoir que de tels résultats sont justes, car les condamnations pour conduite en état d'ébriété devraient, en théorie, davantage relever de la conduite automobile que de la cote de crédit.

Parmi les autres exemples récents, mentionnons l'Union européenne qui interdit l'utilisation du genre dans les algorithmes et la création par le Royaume-Uni d'une loi sur la variation des prix, dont il est question ci-dessous.

À la lumière de ces exemples, notons certains points importants :¹⁰⁹

1. Équité : Minimisez-vous les biais dans vos données et vos modèles d'IA? Examinez-vous les biais lorsque vous utilisez l'IA?
2. Intelligibilité : Pouvez-vous expliquer comment un modèle d'IA prend des décisions? Pouvez-vous garantir que ces décisions sont exactes?
3. Robustesse et sécurité : Pouvez-vous vous fier au rendement d'un système d'IA? Vos systèmes d'IA sont-ils vulnérables aux attaques?
4. Gouvernance : Qui est responsable des systèmes d'IA? Avez-vous mis en place les contrôles appropriés?
5. Éthique des systèmes : Vos systèmes d'IA sont-ils conformes à la réglementation? Quelle sera leur incidence sur vos employés et vos clients?

Tenter de composer avec toutes ces facettes d'une IA responsable pour gagner la confiance de vos clients et atténuer les risques potentiels, comme indiqué ci-dessous :



Five reasons to build ethics into AI initiatives:

- 1 To **engender** trust with end consumers, business sponsors, regulators, and other stakeholders
- 2 To **mitigate** against the potential of severe reputational damage caused by unintended AI consequences
- 3 To **ensure** the ethical viability of new technologies prior to adoption, ensuring ethics keep pace with the rapid rate of innovation in AI
- 4 To **promote** early identification and mitigation of unethical AI risks
- 5 To **minimise** any impact (risk) to the organisation's bottom line

Source : IA responsable de PwC¹¹⁰. Disponible en anglais seulement.

¹⁰⁹ PwC United States. 2019 AI predictions: Six AI priorities you can't afford to ignore. 2019. <https://web.archive.org/web/20211109223336/www.pwc.com/us/en/services/consulting/library/artificial-intelligence-predictions-2019.html>.

¹¹⁰ PwC United States.

Le gouvernement britannique a publié un cadre éthique pour tenir compte de l'évolution du contexte technique.¹¹¹ Le cadre a été établi pour les scientifiques des données du gouvernement, bien que la liste de contrôle et les outils d'évaluation qu'elle contient s'appliquent autant à une personne travaillant pour une société d'assurances qu'à une personne œuvrant dans le secteur public. Par conséquent, la liste de contrôle rapide pourrait constituer un outil utile pour préparer le travail dans le cadre d'un projet.

Des initiatives semblables sont en cours, et les différents organes de gouvernance de l'actuariat étudient davantage les défis. L'ICA prépare actuellement une étude pour analyser les défis éthiques auxquels sont confrontées les sociétés d'assurances canadiennes et il continue de publier des articles sur la position des actuaires en matière d'éthique de l'IA.¹¹² Pendant ce temps, l'IFoA a publié un guide sur la science des données éthiques, qui présente une discussion approfondie des types de questions qui doivent être posées en plus de déterminer si les décisions sont justifiées sur le plan actuariel.¹¹³ La Society of Actuaries (SOA) a également mis au point un programme de certificat sur l'utilisation éthique des modèles prédictifs.¹¹⁴ Il est donc clair que les normes d'éthique applicables aux actuaires seront décrites plus en détail dans les années à venir.

IA explicable

Parallèlement à l'IA responsable, il faut s'efforcer de comprendre ces nouveaux algorithmes de boîte noire en tirant parti des méthodes indépendantes des modèles. L'utilisation de l'IA explicable peut faciliter les conversations avec les organismes de réglementation et accélérer l'élaboration du modèle par rapport aux MLG traditionnels.

Comme nous l'avons brièvement mentionné ci-dessus, les sociétés font face à des pressions pour expliquer leurs modèles à leurs clients, employés et organismes de réglementation. L'une des principales nouveautés des dernières années est l'IA explicable (IAE), elle a pour but d'essayer de donner un aperçu du fonctionnement des algorithmes de type boîte noire, car les algorithmes de l'AA souffrent souvent d'opacité au chapitre de leurs mécanismes internes.

Les universitaires spécialisés en ERT* (c'est-à-dire « équité, responsabilisation et transparence » dans les applications multiples d'IA, d'AA, d'informatique, de droit, de sciences sociales et de politiques) se concentrent principalement sur la production de principes de pratiques exemplaires pour la mise en œuvre d'algorithmes en aidant les modélisateurs à prendre des décisions éclairées et à recourir à des algorithmes publiquement responsables qui évitent des répercussions sociales dangereuses.¹¹⁵ Les chercheurs financés par la Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) semblent principalement intéressés par la création des systèmes d'IA plus compréhensibles pour l'humain grâce à des explications efficaces, en

¹¹¹ Hancock, Matt. *Data Science Ethical Framework*. Cabinet Office du Royaume-Uni, 2016. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/524298/Data_science_ethics_framework_v1.0_for_publication_1.pdf.

¹¹² Li, Joel, Molisho, Rolly et Harrison Jones. An introduction to AI ethics and regulation. *Seeing Beyond Risk*, 2021. www.seeingbeyonrisk.ca/2021/09/ai-ethics-and-regulation-in-insurance-actuaries-uniquely-positioned-for-success/.

¹¹³ Institute and Faculty of Actuaries and Royal Statistical Society. *A Guide for Ethical Data Science*. 2019. www.actuaries.org.uk/system/files/field/document/An%20Ethical%20Charter%20for%20Date%20Science%20WEB%20FINAL.PDF.

¹¹⁴ Society of Actuaries. Ethical & Responsible Use of Data & Predictive Models Certificate Program. Consulté le 5 octobre 2021. www.soa.org/programs/ethical-responsible-data-certificate/?utm_medium=Email&utm_source=SNWArticle&utm_campaign=ERUCert_2021&utm_content=2021-08-25.

¹¹⁵ ERT/AA Équité, responsabilisation et transparence dans l'apprentissage automatique. Consulté le 12 octobre 2021. www.fatml.org/.

s'appuyant sur la psychologie humaine pour aider l'évaluateur de l'IAE à définir un cadre d'évaluation convenable. Fair Isaac Corporation (FICO) a lancé un concours pour tenter de pousser plus loin l'IAE en établissant des partenariats avec des établissements d'enseignement universitaire pour faciliter l'explication des algorithmes.¹¹⁶ Un vaste sondage sur les différentes méthodes figure dans un article de l'IEEE.¹¹⁷

En plus d'aider à composer avec les pressions comme la réglementation et l'adoption de pratiques exemplaires en matière de responsabilisation et d'éthique, il existe d'importants avantages à être à l'avant-garde de l'investissement dans l'explicabilité.¹¹⁸ Une plus grande confiance en l'IA signifie que vous pouvez la déployer plus rapidement et à plus grande échelle, sans craindre qu'elle se brise ou fonctionne de manière inattendue.

Optimise	Retain	Maintain	Comply
Model performance	Control	Trust	Accountability
Decision making	Safety	Ethics	Regulation

PwC. *Explainable AI*¹¹⁹. Disponible en anglais seulement.

À titre d'exemple concret pour les sociétés d'assurances, les contraintes réglementaires constituent un obstacle majeur pour toute variation des taux applicables aux produits d'assurance automobile. Les enjeux liés aux catégories protégées et à l'équité des prix deviennent plus faciles si l'on peut mieux comprendre la relation entre les variables, même lorsque ces relations sont non linéaires. Un exemple de technique que l'on peut utiliser est le diagramme de dépendance partielle (DP) pour donner une représentation graphique de l'importance d'une seule caractéristique. Pour une discussion plus approfondie des différents outils disponibles, consulter un article de PwC contenant des descriptions en langage simple¹²⁰ ou un recueil électronique de Christoph Molnar pour une perspective plus technique.¹²¹ L'intégration de l'IAE au processus permet de renforcer la confiance et de mieux comprendre les processus autrefois opaques.¹²² L'IAE peut également améliorer les situations où il n'y a pas de fardeau réglementaire. Être en mesure de justifier les décisions de tarification auprès des clients et des dirigeants, de contrôler les vulnérabilités et de découvrir les tendances antérieures imprévues sont autant d'éléments importants du processus de modélisation.

¹¹⁶ Communauté FICO. Le défi de l'apprentissage automatique explicable. Consulté le 10 septembre 2021. <https://community.fico.com/s/explainable-machine-learning-challenge>.

¹¹⁷ Karlo Došilović, Filip, Brčić, Mario et Nikica Hlupić. *Explainable Artificial Intelligence: A Survey*. IEEE, 2018. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8400040>.

¹¹⁸ PwC United Kingdom. *Explainable AI: Driving Business Value Through Greater Understanding*. Consulté le 10 septembre 2021. www.pwc.co.uk/audit-assurance/assets/explainable-ai.pdf.

¹¹⁹ PwC. *Explainable AI*.

¹²⁰ PwC. *Explainable AI*.

¹²¹ Molnar, Christopher. *Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable*. GitHub, 2021. <https://christophm.github.io/interpretable-ml-book/>.

¹²² PwC United States. Insurance claims estimator uses AI for efficiency, 2017. www.pwc.com/us/en/library/case-studies/auto-insurance-ai-analytics.html.

En plus d'utiliser la DP pour mieux comprendre le comportement sous-jacent du modèle, d'autres contraintes peuvent être ajoutées à certains de ces modèles de type boîte noire pour les aider à se comporter davantage comme les MLG classiques. Par exemple, l'ajout de contraintes de monotonie dans votre machine d'amplification du gradient (MAG) peut leur donner la même intelligibilité que les MLG, avec peu d'impact sur l'exactitude du modèle.¹²³ Pour obtenir un exemple pratique sur l'IA responsable au moyen de modèles interprétables, nous vous conseillons de consulter certains ouvrages universitaires récents. Plusieurs mesures discriminatoires sont incluses pour évaluer les mesures d'équité.¹²⁴

L'un des principaux avantages de l'utilisation de ces modèles automatisés de concert avec des marqueurs d'interprétabilité est que l'on peut accélérer le cycle de vie des modèles. Une fois le processus initial en place, on devrait être en mesure de simplement modifier l'ensemble initial d'hypothèses et de réexécuter le modèle. Les marqueurs prédésignés peuvent ensuite être analysés pour déterminer s'il y a eu une différence dans la prévisibilité ou l'importance relative des variables. En éliminant le réglage manuel, on doit s'attendre à accélérer le cycle de vie du modèle.

Segmentation et connaissance du client

Les sociétés tirent parti de sources additionnelles d'information pour mieux comprendre les besoins et le profil de risque de leurs clients. Ce surplus d'informations sur les clients devrait se traduire par une tarification plus équitable, mais on assistera à une hausse des préoccupations en matière de protection de la vie privée.

La segmentation est l'un des domaines où nous avons constaté que les sociétés d'assurances mettaient beaucoup l'accent sur l'analyse, que ce soit pour améliorer les capacités de marketing des sociétés, créer une tarification davantage axée sur les risques ou mieux évaluer le risque de souscription. À cette fin, une meilleure segmentation est utile pour mieux comprendre le client, en ce qui concerne son profil de risque et ses préférences. Comme l'a fait remarquer une société d'assurances américaine axée sur l'IA, la promesse d'une segmentation accrue pourrait mener à des prix non biaisés et plus équitables,¹²⁵ bien que, comme il a été mentionné précédemment concernant l'IA responsable, d'autres personnes aient des doutes. L'argument repose sur le fait qu'une catégorie protégée d'assurés pourrait devoir payer davantage, mais ce n'est pas parce qu'elle est protégée, mais simplement parce que cette catégorie présente en moyenne des caractéristiques particulières. Il est certain qu'avec une meilleure segmentation, les questions de protection de la vie privée et l'intrusion des sociétés d'assurances dans la vie privée de leurs clients posent un problème tant pour la protection des données que pour la façon dont cette information façonnera la société.

Historiquement, l'un des problèmes qui touchent les sociétés d'assurances est l'asymétrie de l'information, c'est-à-dire que les clients en savent beaucoup plus sur eux-mêmes que la société d'assurances. Celle-ci s'efforce d'obtenir plus d'informations sur les clients afin de ne pas faire l'objet d'antisélection. Ce manque d'information s'explique notamment par le fait que les sociétés d'assurances ont peu de points de contact avec les clients, comme il est indiqué ci-dessus. Grâce aux progrès de la technologie et à la numérisation, les sociétés d'assurances sont en mesure de recueillir des données sur les clients au moyen de canaux non

¹²³ Molnar. *Interpretable Machine Learning*.

¹²⁴ Gill, Navdeep, Hall, Patrick, Montgomery, Kim et Nicholas Schmidt. A responsible machine learning workflow with focus on interpretable models, post-hoc explanation, and discrimination testing. *Information*, 2020. <https://doi.org/10.3390/info11030137>.

¹²⁵ Schreiber, Daniel. AI can vanquish bias: Algorithms we can't understand can make insurance fairer. Lemonade (blog). Consulté le 10 septembre 2021. www.lemonade.com/blog/ai-can-vanquish-bias/.

traditionnels, comme l'Internet des objets et les médias sociaux, pour compléter les quelques points de contact traditionnels. Toutefois, le paradigme des mégadonnées, qui promet de personnaliser le risque, entre directement en conflit avec certains des grands principes de l'assurance concernant la mutualisation des risques et l'homogénéité des risques au sein d'une catégorie.¹²⁶ Autrement dit, les mégadonnées promettent de lever l'opacité de l'individu et, ce faisant, de démolir le processus de mise en commun.

Dans le cadre de discussions avec des partenaires-conseils à l'étranger, les MLG demeurent le principal outil de modélisation en Asie, aux États-Unis, au Royaume-Uni et en Europe. Le Royaume-Uni l'a spécifiquement déclaré dans une publication officielle datant de 2016.¹²⁷

Hors du secteur des assurances, une banque américaine utilise l'AA pour déterminer si les rabais accordés aux clients par les banquiers visaient en fait des clients à valeur élevée.¹²⁸ Une société d'assurances pourrait effectuer une analyse similaire des rabais offerts aux clients par les courtiers et agents. De plus, il pourrait être utile d'analyser les tendances du provisionnement établi par les experts en sinistres ou les tendances du règlement des sinistres.

Optimisation des prix et valeur à vie des clients

Le traitement des prix à l'aide de courbes de la demande plutôt que d'estimations ponctuelles et l'actualisation des flux de trésorerie futurs fondée sur la modélisation de la rétention sont omniprésents à l'étranger. En utilisant conjointement des modèles, on peut maximiser le rendement des acquisitions.

Bien entendu, les clients ne magasinent pas leurs produits d'assurance chaque année et le prix n'est pas le seul facteur dans le choix d'un fournisseur d'assurance. Les sociétés peuvent utiliser l'optimisation des prix pour leurs portefeuilles, en particulier pour l'assurance automobile personnelle et l'assurance habitation, pour profiter de la réticence d'un client à changer de fournisseur d'assurance. L'idée repose sur le fait que les calculs sont purement liés aux caractéristiques de risque, mais que le prix demandé est une estimation ponctuelle d'une distribution des prix possibles qu'un consommateur est disposé à payer.¹²⁹ En tenant compte de l'élasticité-prix de la demande et des prix des concurrents, on pourrait estimer le gain ou la perte du nombre de polices en fonction de la variation du volume des bénéficiaires pour un segment donné. Certains chercheurs ont comparé la performance de différents algorithmes pour l'optimisation des prix, les auteurs notant que cette pratique est déjà facilement appliquée dans un logiciel de tarification actuarielle.¹³⁰ Pour une méthodologie proposée sur la façon de mettre en œuvre un modèle d'optimisation, on peut se référer à un document récent du colloque ASTIN/AFIR-ERM (Actuarial Studies in Non-Life Insurance/Actuarial Approach for Financial Risks-Enterprise Risk Management) qui utilisait une

¹²⁶ Barry, Laurence et Arthur Charpentier. *Personalization as a Promise: Can Big Data Change the Practice of Insurance?* 2019. www.chaire-pari.fr/wp-content/uploads/2019/12/WP-17-Telematics.pdf.

¹²⁷ Financial Conduct Authority. *Call for Inputs on Big Data in Retail General Insurance*. 2016. www.fca.org.uk/publication/feedback/fs16-05.pdf.

¹²⁸ Garg, Amit, Grande, Davide, Macías-Lizaso, Gloria et Christoph Sporleder. *Analytics in banking: Time to realize the value*. McKinsey and Company, 2017. www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/analytics-in-banking-time-to-realize-the-value.

¹²⁹ Schwartz, Arthur J. *Price Optimization and Insurance Regulation with Examples and Calculations*. Spring Meeting of the Casualty Actuarial Society in Colorado Springs, CO, May 2015. www.casact.org/sites/default/files/presentation/spring_2015_handouts_c-21.pdf.

¹³⁰ Spedicato, Giorgio, Dutang, Christophe et Leonardo Petrini. *Machine learning methods to perform pricing optimization: A comparison with standard generalized linear models*. Casualty Actuarial Society, 2018. www.casact.org/abstract/machine-learning-methods-perform-pricing-optimization-comparison-standard-generalized.

combinaison de MLG et de MAG pour calculer l'augmentation optimale des primes pour différents groupes.¹³¹

Cette pratique consistant à modifier les prix en fonction d'autres facteurs est déjà répandue dans d'autres secteurs, notamment le transport aérien et l'hôtellerie, qui recourent à la soi-disant « tarification dynamique ». ¹³² Certes, la comparaison n'est pas complètement la même que dans ces situations, car la tarification dynamique permet d'optimiser le prix pour remplir des sièges en fonction du temps restant jusqu'au décollage et peut-être de l'historique du navigateur. En revanche, le problème d'optimisation d'une société d'assurances s'étendrait sur un horizon beaucoup plus long.

Un concept connexe est celui de la valeur à vie du client (VVC), en vertu duquel on tente de modéliser le bénéfice attendu d'un client potentiel sur l'horizon attendu pendant lequel il est votre client. Pour ce faire, les sociétés d'assurances modélisent leur capacité de convertir des prix en nouveaux contrats, la rétention des clients d'une année à l'autre et le coût des sinistres attendus du client.

Dans le cadre de discussions avec une équipe d'actuaire-conseils du Royaume-Uni, l'optimisation des prix et la VVC ont été largement utilisées, ayant mené à une réglementation récente du recours à l'optimisation des marges. Pour l'assurance automobile et habitation, le marché de l'assurance au Royaume-Uni est moins réglementé que celui du Canada. Avant d'apporter des modifications réglementaires, les sociétés adoptaient des prix différents pour les nouvelles polices et le renouvellement des polices. Certaines fixaient des prix inférieurs pour ces polices, dans le but de récupérer ce coût en haussant considérablement les prix à la date de renouvellement et en vendant des produits accessoires.¹³³ Le résultat a été appelé « pénalité de loyauté », expression qui désigne l'augmentation continue des marges au renouvellement, même après compensation de la réduction initiale.

Dans le cas de l'assurance et de la réassurance des grandes entreprises, ces considérations sont de moindre importance en raison du volume des données et de la nature de l'activité. Tout en veillant à ce qu'il n'y ait pas de baisse substantielle des primes brutes, les répondants ont indiqué que la classification des profils de risque constituait un problème plus important que l'optimisation des prix.

L'utilisation de l'économie comportementale ne se limite toutefois pas à la tarification des contrats. Elle peut également servir à gérer le règlement des sinistres,¹³⁴ à augmenter les ventes et à inciter les conducteurs fatigués à prendre une pause de la conduite automobile.¹³⁵

¹³¹ Mayorga, Wilson et Diego Torres. *A Practical Model for Pricing Optimization in Car Insurance*. ASTIN/AFIR-ERM Colloquium, Panama, 2017. www.actuaries.org/panama2017/docs/papers/3b_ASTIN_Paper_Mayorga.pdf.

¹³² Alderighi, Marco, Gaggero, Alberto A. et Claudio A. Piga. *The Hidden Side of Dynamic Pricing in Airline Markets*. Munich Personal RePEc Archive, 2016. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/71674/1/MPRA_paper_71674.pdf.

¹³³ Financial Conduct Authority. *General Insurance Pricing Practices*, 2020. www.fca.org.uk/publication/market-studies/ms18-1-3.pdf.

¹³⁴ Becker, Gregor, Dreier, Anne, Güntner, Anna et Johannes-Tobias Lorenz. Behavioral science in insurance: Nudges improve decision making. McKinsey and Company, 2020. www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/insurance-blog/behavioral-science-in-insurance-nudges-improve-decision-making.

¹³⁵ Huzinga, Neil. Nudge theory and Insurtech: Happy bedfellows? Insurance-Canada.ca (blogue), 2018. www.insurance-canada.ca/2018/01/11/nudge-theory-insurtech-happy-bedfellows/.

Constitution de réserves

Les sociétés d'assurances peuvent consulter les fonds documentaires universitaires pour trouver des idées sur la façon de mettre à l'essai et de compléter les pratiques actuelles en matière de constitution de réserves. D'importantes recherches sont menées sur l'utilisation de méthodes automatisées avancées.

L'analytique avancée a trouvé certaines applications dans les réserves pour sinistres d'assurances IARD, particulièrement pour les secteurs d'activité riches en données. L'intérêt pour l'application de l'analytique avancée pour la constitution de réserves s'est accru, comme en témoignent certaines des nouvelles méthodes de recherche utilisées pour l'établissement de réserves. Plus précisément, les RN ont été appliqués de différentes façons. Un exemple récent¹³⁶ a commencé par la méthode dite Chain Ladder de Mack, mais a remplacé l'hypothèse de régression simplifiée par un modèle de régression (non linéaire) des RN qui tient compte des différences individuelles entre les sinistres. Une autre approche utilisant les RN¹³⁷ a permis de modéliser conjointement les sinistres réglés et les sinistres en cours, et d'y intégrer des intrants hétérogènes. Le calcul des réserves pour sinistres individuels a aussi suscité un regain d'intérêt pour tenter de prédire directement la valeur ultime du règlement des sinistres.¹³⁸ Depuis fort longtemps, la modélisation des sinistres individuels sous-entend l'application d'un modèle statistique aux paiements des sinistres, puis la modélisation du nombre de sinistres. Comme le souligne Mario Wüthrich¹³⁹, ces approches ne sont pas souples et ne tiennent pas compte des données sur les sinistres disponibles dans les dossiers.

Une mise en garde concernant l'application des techniques d'AA aux données sur les sinistres indique que ces techniques ne sont possibles que pour les sinistres déjà déclarés. Par conséquent, d'autres modèles doivent être élaborés pour prédire les données sur les sinistres survenus mais non déclarés (SSND). De plus, il est difficile d'obtenir l'adhésion des principaux intervenants au sein de la société, des auditeurs et des organismes de réglementation en raison des difficultés à expliquer les résultats des modèles de type « boîte noire » par rapport aux estimations de la période précédente. Ces défis ont été repris dans un récent sondage auprès des sociétés canadiennes d'assurances IARD pour le compte de l'IFoA.¹⁴⁰ Il est également difficile d'énoncer les coûts et les avantages liés à la mise en œuvre de ces changements, sans parler des problèmes techniques liés à la familiarisation du personnel avec les méthodes.

En 2016, l'ASTIN,¹⁴¹ la section des assurances hors assurance-vie de l'Association Actuarielle Internationale, a mené une enquête sur les pratiques de constitution de réserves à l'échelle internationale et elle a constaté que les méthodes Chain Ladder et Bornhuetter-Ferguson étaient les plus couramment utilisées. Les participants ont également mentionné un intérêt accru pour les méthodes stochastiques

¹³⁶ Wuthrich, Mario V. *Neural Networks Applied to Chain-Ladder Reserving*. 2018. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2966126.

¹³⁷ Kuo, Kevin. *DeepTriangle: A Deep Learning Approach to Loss Reserving*. Cornell University (arXiv.org), 2019. <https://arxiv.org/pdf/1804.09253.pdf>.

¹³⁸ Wuthrich, Mario V. *Machine Learning in Individual Claims Reserving*. Swiss Finance Institute, document de recherche n° 16-67, SSRN, 2016. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2867897.

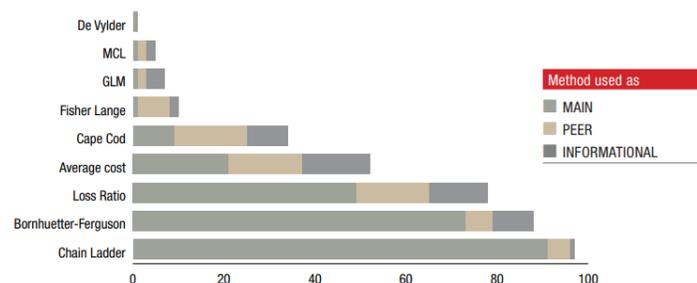
¹³⁹ Wuthrich. *Neural Networks Applied to Chain-Ladder Reserving*.

¹⁴⁰ Friedland, Jacqueline. *Survey of Canadian Actuaries on ML in Reserving*. Institute and Faculty of Actuaries, 2020. www.actuaries.org.uk/system/files/field/document/MLR_CanadaSurvey.pdf.

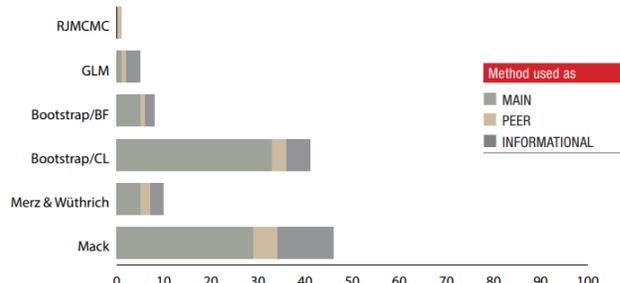
¹⁴¹ Miehe, Pierre, Lutz, Judith, Accroche-com et Fabrice Taillieu. *Non-Life Reserving Practices*. ASTIN Working Party on Non-life Reserving Practices, 2016. www.actuaries.org/ASTIN/Documents/ASTIN_WP_NL_Reserving_Report1.0_2016-06-15.pdf.

(bootstrap-, Mack) ainsi qu'un besoin d'établir des réserves pour le règlement des sinistres individuels et de mieux relier le processus de réserve au processus de tarification.

Main deterministic methods used



Main stochastic methods used



ASTIN. *Non-Life Reserving Practices*¹⁴². Disponible en anglais seulement.

Les résultats canadiens ont également été présentés, ventilés selon la méthode suivante :

1. Standard claims: triangle-based technologies

	Main method	Peer method	Informational	Unused	
DETERMINISTIC	Percentage	4%	4%	21%	71%
	Loss ratio	58%	8%	17%	17%
	Chain ladder	79%	17%	0%	4%
	Bornhuetter-Ferguson	88%	8%	0%	4%
	Cape Cod	8%	4%	13%	75%
	Average cost	21%	8%	29%	42%
	De Vylder	0%	0%	0%	100%
	Fisher-Lange	4%	0%	0%	96%
	GLM	0%	0%	4%	96%
	Munich Chain Ladder	0%	0%	0%	100%
STOCHASTIC	Market-based std dev	4%	0%	4%	91%
	Internal calibration	5%	0%	5%	91%
	Mack	0%	9%	13%	78%
	Merz & Wüthrich	0%	0%	0%	100%
	GLM	0%	0%	4%	96%
	Bootstrap / CL	17%	0%	9%	74%
	Bootstrap / BF	13%	0%	4%	83%
	RJMCMC	0%	0%	0%	100%

ASTIN. *Non-Life Reserving Practices*¹⁴³. Disponible en anglais seulement.

À l'étranger, l'IFoA a organisé plusieurs groupes de travail pour effectuer des recherches sur les méthodes de constitution des réserves, dont l'une sur les méthodes d'AA,¹⁴⁴ une autre sur la gouvernance comme indiqué ci-dessus,¹⁴⁵ et une autre sur la constitution des réserves stochastiques pragmatiques.¹⁴⁶ Vous trouverez sur son site Web un exemple pratique de l'AA appliquée aux réserves par le groupe de travail sur les méthodologies de réserve susmentionné.¹⁴⁷ ASTIN a également analysé différents types d'AA et

¹⁴² Miehe et coll., *Non-Life Reserving Practices*.

¹⁴³ Miehe et coll., *Non-Life Reserving Practices*.

¹⁴⁴ Institute and Faculty of Actuaries (R.-U) General insurance machine learning in reserving. 2020. www.actuaries.org.uk/practice-areas/general-insurance/research-working-parties/general-insurance-machine-learning-reserving.

¹⁴⁵ Diffey et coll. *Can You Trust Your Reserving?*

¹⁴⁶ Institute and Faculty of Actuaries (R.-U) Pragmatic stochastic reserving. Consulté le 26 janvier 2022. www.actuaries.org.uk/practice-areas/general-insurance/disbanded-research-working-parties/pragmatic-stochastic-reserving.

¹⁴⁷ McGuire, Grainne et Jacky Poon. ML modelling on triangles: A worked example. Institute and Faculty of Actuaries, 2021. <https://institute-and-faculty-of-actuaries.github.io/mlr-blog/post/f-mlr3example/>.

méthodes traditionnelles,¹⁴⁸ les AAG ayant obtenu le meilleur résultat dans les essais. Elle note également que même si les méthodes traditionnelles n'étaient pas les plus exactes, elles étaient rarement les « pires » modèles.

D'après nos discussions avec certaines sociétés d'assurances, nous avons observé une augmentation du nombre de sociétés d'assurances qui mettent à l'essai les techniques d'AA pour la pratique des réserves et les méthodes stochastiques de réserves. En outre, les sociétés canadiennes d'assurances IARD qui ont commencé à envisager l'utilisation de ces modèles ont signalé un succès avec des séries de produits à queue plus longue. Ces discussions ont mis en évidence la nécessité de mettre à jour fréquemment les tableaux de bord et les discussions avec d'autres intervenants pour mieux comprendre les résultats du modèle. Certaines sociétés calculent les réserves en parallèle en appliquant des approches traditionnelles comme la méthode chain ladder et en effectuant des analyses supplémentaires au moyen de modèles stochastiques et d'AA. Autrement dit, au lieu d'utiliser des modèles d'AA pour remplacer les modèles existants, ces nouvelles méthodes pourraient être utilisées pour compléter les modèles actuels en fournissant des renseignements supplémentaires.

Analyse géospatiale et changements climatiques

L'accent accru sur les variables spatiales, l'interdépendance entre les risques et le rôle de la société d'assurances dans les changements climatiques sont au premier plan des efforts de la direction et des modélisateurs pour réduire les risques présents et futurs. Pendant ce temps, les progrès des techniques de modélisation obligent les modélisateurs de catastrophes établis à mettre à jour leurs modèles pour rivaliser avec les assuretechs.

Les changements climatiques ont une incidence importante sur la façon dont les sociétés d'assurances gèrent le risque. On peut le constater en examinant la façon dont elles modélisent les catastrophes, à partir du risque de feux de forêt en Alberta jusqu'à la grêle dans les Prairies, en passant par la nécessité de mettre à jour les risques liés aux plaines inondables. Ces modèles ne tiennent pas compte des autres risques de catastrophe qui ne sont pas associés aux changements climatiques ou, par exemple, un grand tremblement de terre sur la côte du Pacifique.¹⁴⁹ Les répercussions d'une analyse plus granulaire des risques ont été soulignées sur le marché immobilier de la Nouvelle Zélande-, ce qui illustre bien la nécessité d'une meilleure classification territoriale en ce qui concerne les changements climatiques.¹⁵⁰ L'emprunt de certains modèles utilisés pour la manipulation des limites électorales à des fins partisans pourrait s'avérer utile pour mieux définir les territoires au-delà des codes de la région de tri d'acheminement (RTA) qui désignent le code postal d'une personne. Une fois les territoires établis, une consultation supplémentaire des documents sur le lissage spatial pourrait s'avérer utile. Un récent forum électronique de la CAS a présenté un sondage des résultats sur l'optimisation convexe appliquée aux fins de l'assurance, les techniques de graduation de Whittaker étant reformulées en programmes linéaires.¹⁵¹

¹⁴⁸ Jamal, Salma, Canto, Stefano, Fernwood, Ross, Giancaterino, Claudio, Hiabu, Munir, Invernizzi, Lorenzo, Korzhynska, Tetiana, Martin, Zachary et Hong Shen. *Machine Learning and Traditional Methods Synergy in Non-Life Reserving*. ASTIN, 2018. www.actuaries.org/IAA/Documents/ASTIN/ASTIN_MLTMS%20Report_SJAMAL.pdf.

¹⁴⁹ Dangerfield, Katie. "Inevitable" 9.0 earthquake, tsunami will hit Canada's West Coast: Expert. *Global News*, 2020. <https://globalnews.ca/news/3981536/tsunami-earthquake-canada-the-big-one/>.

¹⁵⁰ Yokoi-Ara, Mamiko. *The Impact of Big Data and Artificial Intelligence (AI) in the Insurance Sector*. Organisation for Economic Co-operation and Development, 2020. www.oecd.org/finance/The-Impact-Big-Data-AI-Insurance-Sector.pdf.

¹⁵¹ Dimitri Semenovich. *Applications of Convex Optimization in Premium Rating*. Casualty Actuarial Society, 2013. www.casact.org/sites/default/files/database/forum_13spforum_semenovich.pdf.

L'examen de la documentation sur l'analyse spatiale effectuée dans d'autres secteurs, comme le krigeage dans la littérature géostatistique, pourrait également se révéler utile. Pour un exemple pratique décrivant les étapes à suivre pour effectuer le lissage spatial, se reporter à une présentation du séminaire de 2012 sur la tarification territoriale.¹⁵²

Pour composer avec les risques climatiques, les sociétés d'assurances utilisaient déjà un logiciel de modélisation des catastrophes, bien que certaines des sociétés sondées se tournent maintenant vers les assuretechs¹⁵³ pour les aider à prévoir le risque de feux de forêt dans leur processus de souscription. Une autre société d'assurances fera appel à un cabinet de données sur les biens immobiliers pour mieux comprendre les risques grâce à l'analytique géospatiale et pour formuler des recommandations aux clients, comme le nettoyage des broussailles environnantes.¹⁵⁴ Certains risques deviennent inassurables en raison du climat changeant, notamment des événements extrêmes comme les feux de brousse en Australie,¹⁵⁵ la sécheresse et les feux de forêt dans la région vinicole de la Californie,¹⁵⁶ et les inondations sur les côtes.¹⁵⁷ Pour les sociétés d'assurances canadiennes, la prise en compte de ces risques nécessitera des mises à jour plus fréquentes des cartes des plaines inondables et des tests du risque de feux de forêt pour étudier ces variables dans les algorithmes de notation du risque individuel.

Comme il a été mentionné dans nos entrevues, les sociétés cherchent des données sur les marées et les conditions météorologiques pour les aider à évaluer ces risques. À cet égard, les objectifs des réassureurs et des sociétés d'assurances en première ligne ne sont pas différents dans la gestion du risque d'accumulation et du risque extrême pour leur société, car les pertes liées aux catastrophes pourraient dépasser les limites de leurs traités.

Enfin, nous nous en voudrions de ne pas inclure de détails sur les facteurs environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG) dans le secteur des assurances et l'analyse financière. L'un des facteurs à prendre en considération pour investir consiste à ne pas avoir de risques trop concentrés. Lors de l'incident de Fort McMurray en 2016, la production des sables bitumineux a chuté, alors que les sociétés d'assurances étaient responsables des coûts de réparation des maisons des résidents. Les sociétés d'assurances tentent d'utiliser les principes ESG pour faciliter les prévisions de leurs modèles, bien que ces progrès en soient encore à leurs débuts.¹⁵⁸ De plus, les sociétés d'assurances sont incitées à tenter d'éviter les pires impacts climatiques avec certaines sociétés, comme une société d'assurances des entreprises qui affirme qu'elle n'investira plus dans des sociétés qui tirent plus de 30 % de leurs revenus de l'exploitation du charbon.¹⁵⁹

¹⁵² Micu, Eliade. *Territorial Ratemaking*. Casualty Actuarial Society et Eagle Eye Analytics, 2012.

<https://cas.confex.com/cas/rpms12/webprogram/Presentation/Session4723/Terr%20Ratemaking%20EEA%20v2.pdf>.

¹⁵³ Insurance-Canada.ca. Aon and Zesty.ai revolutionize underwriting with property data solution powered by artificial intelligence. 2019. www.insurance-canada.ca/2019/03/13/aon-zesty-ai-property-data-solution/.

¹⁵⁴ Scism, Leslie. Some California homeowners can get coverage again after wildfires. *Wall Street Journal*, 2021. www.wsj.com/articles/some-california-homeowners-can-get-coverage-again-after-wildfires-11623589200.

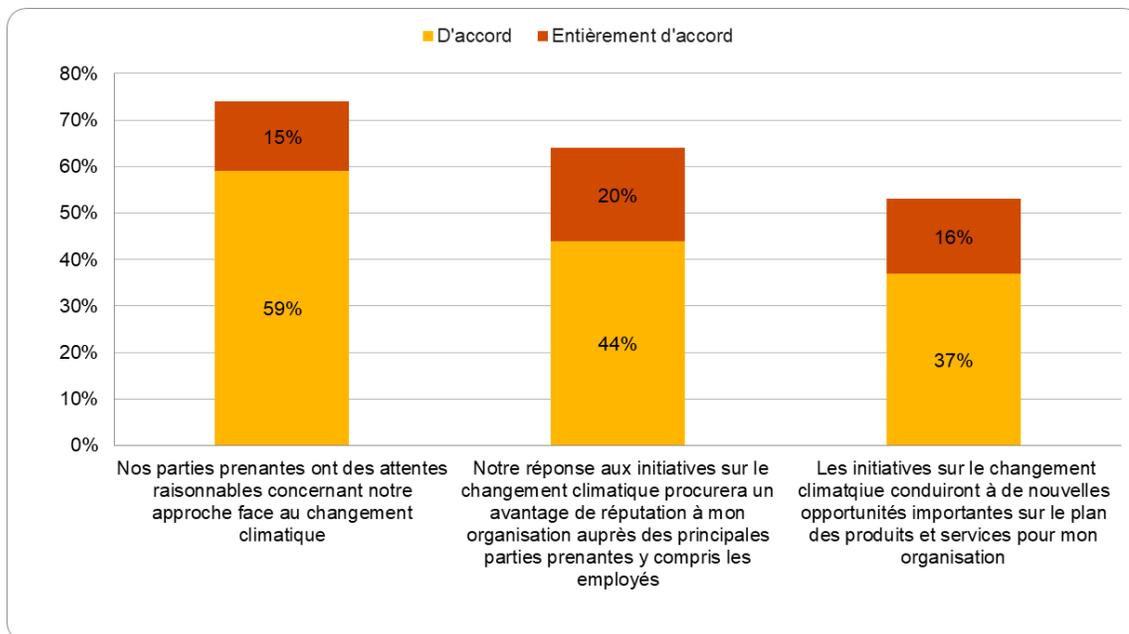
¹⁵⁵ Kurmelovs, Royce. Climate change could put insurance out of reach for many Australians. *The Guardian*, 2021. www.theguardian.com/australia-news/2021/mar/02/climate-change-could-put-insurance-out-of-reach-for-many-australians.

¹⁵⁶ Flavelle, Christopher. Scorched, parched and now uninsurable: Climate change hits wine country. *New York Times*, 2021. www.nytimes.com/2021/07/18/climate/napa-wine-heat-hot-weather.html.

¹⁵⁷ Hope, Bradley et Nicole Friedman. Climate change is forcing the insurance industry to recalculate. *Wall Street Journal*, 2018. <https://web.archive.org/web/20181207130059/www.wsj.com/graphics/climate-change-forcing-insurance-industry-recalculate/>.

¹⁵⁸ Allianz Global Corporate & Specialty et The Value Group. The predictive power of ESG for insurance. 2018. www.agcs.allianz.com/news-and-insights/expert-risk-articles/the-predictive-power-of-esg-for-insurance.html.

¹⁵⁹ Meckbach, Greg. The tough question for insurers withdrawing coverage from coal. *Canadian Underwriter*, 2020. www.canadianunderwriter.ca/climate-change/the-tough-question-for-insurers-withdrawing-coverage-from-coal-1004198475/.



PwC. 23^e sondage annuel des chefs de la direction à l'échelle mondiale¹⁶⁰

Un sondage récent auprès des chefs de la direction à l'échelle mondiale révèle une prise de conscience croissante des principes ESG, qui jouent un rôle de plus en plus important dans les stratégies des sociétés d'assurances.

Fraude

La fraude a été un domaine de succès pour l'analytique avancée, avec des gains importants sur le plan de l'exactitude des prédictions et une vaste gamme de techniques mises à l'essai. Des techniques atypiques comme l'analyse des réseaux sociaux et l'économie comportementale sont également mises à l'essai pour atténuer la fraude.

La fraude est un problème qui touche tous les éléments du secteur des services financiers, avec plusieurs exemples notoires, dont les pratiques comptables d'Enron et le stratagème de Ponzi de Bernard Madoff. Le secteur des assurances n'y échappe pas. Selon une estimation, le montant des fraudes d'assurances IARD aux États-Unis s'est élevé à 38 milliards de dollars en 2020.¹⁶¹ D'après les estimations de 2018 du secteur canadien des assurances, l'Institut d'assurance du Canada (IIC) a révélé qu'environ 5 à 15 % des primes d'assurance automobile personnelle ont servi à couvrir les sinistres de fraude non détectés.¹⁶² Dans une enquête menée aux États-Unis en 2018 auprès des sociétés d'assurances IARD, près des trois quarts ont déclaré que la fraude avait augmenté sensiblement ou légèrement au cours des trois années précédentes.¹⁶³ Toujours selon les données américaines, le coût des polices d'assurance habitation

¹⁶⁰ PwC Global. Insurance trends 2020: Moving from resilience to reinvention will help insurers succeed in uncertain times. 2020. www.pwc.com/gx/en/ceo-agenda/ceosurvey/2020/trends/insurance.html.

¹⁶¹ Insurance Information Institute. Background on: Insurance fraud. 2021. www.iii.org/article/background-on-insurance-fraud.

¹⁶² Nadarajah, Indrani. Auto insurance fraud. Insurance Institute of Canada, 2018. www.insuranceinstitute.ca/en/cipsociety/information-services/advantage-monthly/0718-insurance-fraud.

¹⁶³ Insurance Information Institute. Background on: Insurance fraud.



personnelle au chapitre des chutes et des glissades a connu une augmentation de 39 % entre 2017 et 2019.¹⁶⁴

Pour contrer la fraude, Équité Association a récemment été créée à titre de nouvel organisme canadien sans but lucratif intégrant la société d'analytique de données intersociétés d'assurances CANATICS et la Division des services d'enquête (DSE) du Bureau d'assurance du Canada (BAC).¹⁶⁵ Équité Association fonctionnera de la même façon que l'Insurance Fraud Bureau (IFB) du Royaume-Uni et le National Insurance Crime Bureau (NICB) des États-Unis. La mise en commun des données et l'utilisation de l'analytique aideront Équité Association à repérer les fraudes potentielles perpétrées entre les assureurs.

Les sociétés d'assurances utilisent l'analytique avancée pour maximiser la détection de la fraude et les sociétés d'assurances très performantes ont accéléré l'identification des fraudes.¹⁶⁶ Un analyste bien formé de l'unité des enquêtes spéciales (UES) qui utilise la puissance de l'analytique peut filtrer et acheminer des centaines (voire des milliers) de demandes qui seraient normalement examinées à la main. Comme nous le mentionnons ci-dessous-, les sociétés d'assurances tentent d'accélérer le processus de triage en automatisant davantage cette opération. Lorsque de nombreuses sociétés d'assurances américaines ont amorcé leurs premiers investissements majeurs dans la technologie de lutte contre la fraude, il y a dix ans, on croyait que l'automatisation deviendrait une source importante de transmission de cas.¹⁶⁷ Toutefois, le nombre de renvois acceptés n'a pas sensiblement changé, même si les enquêteurs traitaient moins de cas plus importants et plus complexes. Quoi qu'il en soit, les sociétés d'assurances auront encore besoin d'enquêteurs sur le terrain dans le cadre de leurs enquêtes spéciales pour trouver des éléments probants importants pouvant prouver la fraude.

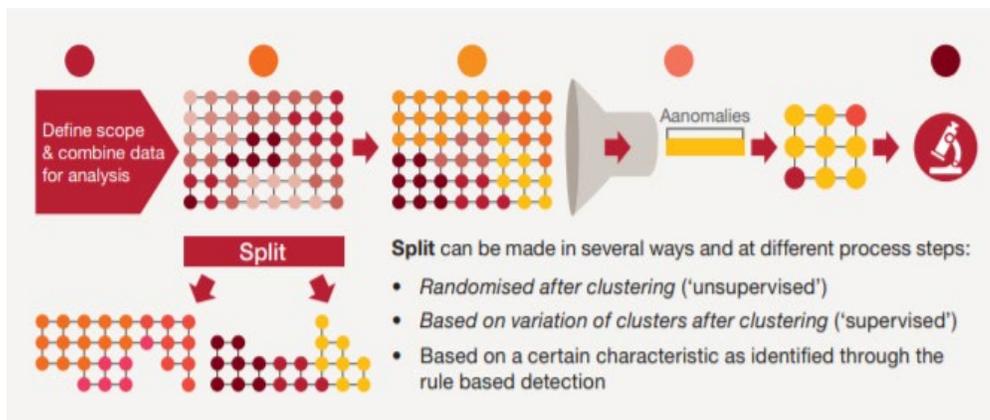
Une méthode d'analytique de la fraude est présentée dans le fichier du diagramme lié ci-dessous :

¹⁶⁴ National Insurance Crime Bureau. Les incidents de glissade et de chute augmentent selon le National Insurance Crime Bureau. 2021. www.nicb.org/news/news-releases/slip-fall-incidents-rise-according-national-insurance-crime-bureau.

¹⁶⁵ Meckbach, Greg. New industry anti-fraud group gets its first CEO. *Canadian Underwriter*, 2021. www.canadianunderwriter.ca/associations/new-industry-anti-fraud-group-gets-its-first-ceo-1004210351/.

¹⁶⁶ Skiba, Michael, Rapattoni, Jeffrey G. et Chris McKibbin. *Secrets to Combating Insurance Fraud with Data Analytics: Three Insurance Executives Offer a Global Perspective*. Casualty Actuarial Society, 2018. www.casact.org/sites/default/files/presentation/spring_2019_presentations_g-2_rapattoni_1.pdf.

¹⁶⁷ Coalition Against Insurance Fraud. *2020 Insurer SIU Benchmarking Study: Insurers Finding Stability in Their Anti-Fraud Units*. 2020. <https://insurancefraud.org/wp-content/uploads/Benchmarking-Study-Summary.pdf>.



PwC. *Insurance Fraud Analytics*¹⁶⁸. Disponible en anglais seulement.

Comme nous l'avons mentionné lors de la discussion sur l'analyse comparative, la fraude a souvent été perçue comme un domaine ayant des résultats importants pour les sociétés. L'utilisation de nombreux types de techniques a également été soulignée. Les répondants ont mentionné l'utilisation du TAL pour lire les notes sur les sinistres, tandis que d'autres ont utilisé des modèles logistiques régularisés. Un des répondants a déclaré que son UES a procuré le plus grand avantage à sa société grâce à un modèle de lutte contre la fraude.

Il existe également plusieurs sociétés de logiciels qui collaborent avec des sociétés d'assurances pour les aider dans leurs processus de détection des fraudes. De nombreuses sociétés à qui nous avons parlé semblaient toutefois effectuer l'analyse à l'interne. À Singapour, une société d'assurances a été en mesure d'élaborer un produit minimal viable en sept mois et a atteint une précision de plus de 92 % pour ses branches d'assurance voyage et accident des particuliers.¹⁶⁹ La société a toutefois mentionné que la fraude portant sur les véhicules automobiles n'est pas aussi simple.

Quelle que soit la méthode utilisée pour analyser les données sur les sinistres, il faudra franchir un seuil pour déterminer si la demande de règlement doit être envoyée à l'UES. À cette fin, des recherches ont également été effectuées sur l'audit optimal,¹⁷⁰ en vertu duquel un nombre optimal d'audits sont effectués afin de décourager les activités frauduleuses.

L'analyse des réseaux sociaux est aussi une autre piste d'investigation, une société technologique chinoise ayant réussi à utiliser une telle méthode.¹⁷¹ Conformément aux discussions antérieures sur l'incitation, des tactiques d'incitation comportementale peuvent également être utilisées pour tenter de réduire la fraude.¹⁷²

¹⁶⁸ PwC Hong Kong. *Insurance Fraud Analytics*. 2017. www.pwccn.com/en/risk-assurance/publications/insurance-fraud-analytics.pdf.

¹⁶⁹ Han, Basil. Improving fraudulent claims detection with AI. AI Singapore, 2021. <https://aisingapore.org/2021/07/improving-fraudulent-claims-detection-with-ai/>.

¹⁷⁰ Müller, Katja, Schmeiser, Hato et Joël Wagner. Insurance claims fraud: Optimal auditing strategies in insurance companies. *Variance Journal*, 2016. <https://www.casact.org/sites/default/files/2021-07/Insurance-Claims-Fraud-Muller-Schmeiser-Wagner.pdf>

¹⁷¹ Liang, Chen, Liu, Ziqi, Liu, Bin, Zhou, Jun, Li, Xiaolong, Yang, Shuang et Yuan Qi. *Uncovering Insurance Fraud Conspiracy with Network Learning*. Cornell University (arXiv.org), 2020. <https://arxiv.org/pdf/2002.12789v1.pdf>.

¹⁷² Guszczka, Jim. The last-mile problem: How data science and behavioral science can work together. Deloitte Insights, 2015. www2.deloitte.com/us/en/insights/deloitte-review/issue-16/behavioral-economics-predictive-analytics.html.

Mise en œuvre

Il est nécessaire d'éliminer les sources de friction qui nuisent à la capacité de mettre en œuvre de nouveaux modèles et d'apporter des changements aux modèles existants. La mise à jour des processus et l'affectation de ressources supplémentaires pour automatiser les procédures existantes promettent de réduire le nombre d'erreurs imputables à la saisie manuelle, de raccourcir les délais de mise à jour des modèles, d'améliorer l'expérience client et de permettre un déploiement plus rapide des produits afin de tirer parti des nouvelles tendances et d'obtenir l'avantage du pionnier.

Interface de programmation d'application (API)

Les API constituent un moyen efficace qui permet aux systèmes de communiquer entre eux. Les sociétés d'assurances commencent à construire des écosystèmes d'API pour accélérer les processus opérationnels et faciliter la gestion des liens entre les différents partenaires commerciaux.

Les écosystèmes commerciaux modernes doivent repenser leur approche en matière d'innovation et d'intégration.¹⁷³ Les API sont des intermédiaires logiciels qui permettent à deux applications de se parler.¹⁷⁴ L'application se connecte à un serveur pour effectuer certaines tâches, puis transmet l'information à l'autre application de façon lisible. Pour les sociétés d'assurances, il s'agit d'interfaces de service avec les agrégateurs, les consommateurs et les tiers, assorties d'interfaces de programmation d'applications (API) comme solution tactique.

Prenons un exemple concret : un modèle pourrait être élaboré à l'aide d'un script et d'une API que demanderaient d'autres secteurs de la société. Chaque fois que vous voulez établir un devis, des renseignements sont envoyés à l'API et une notation d'objet JavaScript (JSON) est produite avec le devis. Un processus de vérification est exécuté, et la personne qui interagit avec l'API doit être autorisée à l'utiliser; suit un processus d'authentification. Les assurtechs ont de plus en plus accès aux API ouvertes des sociétés d'assurances, épurées des données des titulaires de polices, afin d'élaborer des applications novatrices qui peuvent aider à différencier les titulaires sur le marché.¹⁷⁵ Les sociétés d'assurances voudront également tirer parti des API ouvertes à l'avenir, comme utiliser Google Maps pour établir la tarification de l'assurance habitation¹⁷⁶ ou Twitter pour évaluer l'opinion des consommateurs envers leur produit. L'analyse des données de Twitter pour comprendre le degré de méfiance a déjà été testée dans le secteur bancaire pour remettre en question les prédictions du modèle de financement de détail d'une banque et pour saisir les menaces possibles à la stabilité financière découlant d'une méfiance croissante du public envers le système bancaire.¹⁷⁷ L'analyse des appels des clients au moyen de nuages

¹⁷³ Ashby, Dennis et Claus T. Jensen. *APIs for Dummies*. John Wiley & Sons and IBM, 2018. www.ibm.com/downloads/cas/GJ5QVQ7X.

¹⁷⁴ MuleSoft. What is an API? (Application Programming Interface). Consulté le 14 septembre 2021. www.mulesoft.com/resources/api/what-is-an-api.

¹⁷⁵ Picozzi, Jeff. What APIs mean for an open and connected insurance industry. Red Hat Blog, 2020. www.redhat.com/en/blog/what-apis-mean-open-and-connected-insurance-industry.

¹⁷⁶ Google Cloud. Allstate: Helping agents build better relationships with customers. Consulté le 14 septembre 2021. <https://cloud.google.com/customers/allstate>.

¹⁷⁷ Conseil de stabilité financière *Artificial Intelligence and Machine Learning in Financial Services: Market Developments and Financial Stability Implications*. 2017. www.fsb.org/wp-content/uploads/P011117.pdf.

linguistiques et d'analyses des opinions pourrait servir à déterminer la satisfaction des clients et les points sensibles.¹⁷⁸

Les REST APIs sont des APIs comportant des verbes API anglais désignés, comme GET, POST et DELETE.¹⁷⁹ On peut imaginer qu'ils représentent la façon dont on utiliserait SQL pour interagir avec une base de données.

À mesure que les sociétés d'assurances passeront au nuage, elles voudront créer un écosystème d'API pour les aider à atteindre une plus grande vitesse d'affaires.¹⁸⁰ Cela permet aux sociétés d'assurances d'élaborer une architecture de services qui leur permet de gérer les liens avec les partenaires, les organismes de réglementation et différents secteurs de leurs propres activités au moyen d'API et de fournir des services et des modèles d'affaires novateurs.

Algorithme de tarification

Il est essentiel pour les activités d'une société d'acquiescer davantage de souplesse en repérant les points sensibles dans la mise en œuvre des changements apportés à l'algorithme de tarification.

L'adaptabilité d'une société d'assurance repose essentiellement sur sa capacité d'actualiser rapidement son algorithme de tarification afin de mettre en marché ses produits dans les plus brefs délais de manière à adapter ses offres aux goûts changeants des consommateurs. Comme l'indiquent les résultats récents d'un cabinet de recherche, la rapidité de mise en marché est un élément clé pour les sociétés d'assurances multirisques, la durée moyenne d'atteinte du marché étant de sept à neuf mois selon le secteur d'activité et la taille de la société.¹⁸¹ Contrairement à nos constatations, les petites sociétés d'assurances étaient plus souples que les grandes. Une autre constatation intéressante portait sur la corrélation des nouvelles technologies à des modifications plus rapides des produits. La technologie n'est pas le seul facteur, mais la mise à jour de l'infrastructure vieillissante et la mise en place d'une stratégie et d'une infrastructure réfléchies pour le système d'administration des polices (SAP) et le moteur de tarification connexe, qu'ils soient externes ou intégrés au SAP,¹⁸² devraient être utiles. Les sociétés d'assurances doivent également mettre l'accent sur l'accélération de l'analyse au moyen d'analyses rationalisées et de l'intégration plus rapide des TI pour accélérer la gestion du changement.¹⁸³ En ce qui concerne l'analyse, un modèle complet de tarification, qui intègre plusieurs lignes dans un seul outil, plutôt que des dizaines de modèles de tarification individuels fondés sur Excel, devrait aider à peaufiner et à accélérer l'analyse.¹⁸⁴ D'autres défis concernent l'intégration des unités opérationnelles, particulièrement après les fusions et acquisitions,

¹⁷⁸ Liao, Xiyue, Chen, Guoqiang, Ku, Ben, Narula, Rahul et Janet Duncan. Text mining methods applied to insurance company customer calls: Étude de cas. *North American Actuarial Journal*, 2020. www.semanticscholar.org/paper/Text-Mining-Methods-Applied-to-Insurance-Company-A-Liao-Chen/9bc53ae539fa6a96ea974f77768544b545aabb9a.

¹⁷⁹ Tutoriel REST API. HTTP methods. Consulté le 14 septembre 2021. <https://restfulapi.net/http-methods/>.

¹⁸⁰ Capgemini. Capgemini perspectives: Le nuage natif prend de l'âge en assurance. 2018. www.capgemini.com/article/cloud-native-comes-of-age-in-insurance/.

¹⁸¹ Josefowicz, Matthew et Harry Huberty. Speed to market for property/casualty insurers. AiteNovarica, 2021. <https://novarica.com/speed-to-market-for-property-casualty-insurers/>.

¹⁸² PwC Hong Kong. *Adding It All Up: Modern Rating Systems for P&C Carriers*. 2015. [PDFfiller - Adding it all up Modern rating systems for P amp;C.pdf](#).

¹⁸³ Novarica. Insurer speed to market depends on process as much as technology. Insurance-Canada.ca, 2019. www.insurance-canada.ca/2019/03/26/novarica-speed-to-market-process.

¹⁸⁴ Deloitte. *Speed to Market: Part of the insurance series – Benefits of a New Policy Administration System: Why Going Live Is Not Enough*. 2015. www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/financial-services/us-cons-policy-admin-systems-speed-to-market-042415.pdf.

car celles-ci- peuvent entraîner une fragmentation des systèmes, ce qui rend difficile la gestion¹⁸⁵ et l'exécution des processus d'analytique.

Automatisation

Les sociétés d'assurances à l'étranger trouvent des moyens d'accroître leur efficacité en automatisant des processus comme le traitement efficace des sinistres en améliorant le processus de triage.

Comme il a été mentionné précédemment, le triage des sinistres est un domaine où les sociétés parviennent bien à utiliser l'analytique prédictive. Comme nous l'avons déjà indiqué, la stratégie consiste à utiliser l'analytique pour aider à régler les sinistres plus simples et à confier aux experts en sinistres le traitement des sinistres plus complexes. Une société d'assurances automobile et habitation des États-Unis- s'est fixé comme objectif d'automatiser jusqu'à 75 % des sinistres à régler.¹⁸⁶

Le traitement des sinistres est un exemple particulier d'automatisation qui a permis d'accélérer le processus. Aux États-Unis-, une société d'assurances de premier plan a eu recours à l'AA, dont le modèle prévoit avec un certain niveau de confiance si un véhicule est une perte totale ou s'il est réparable. Dans certains cas, le modèle permet à la société de contourner le processus d'inspection physique tout en assurant une enquête approfondie sur le sinistre.¹⁸⁷ Cette démarche a permis de ramener le processus total d'examen de la perte de 15 jours à aussi peu que 30 minutes. En plus d'accélérer le processus de règlement des sinistres et de réduire l'ampleur des travaux manuels, l'AA permet une bien meilleure expérience client.

Au Canada, une société d'assurances de premier plan tente également d'accélérer le processus de déclaration de sinistres en obtenant des images des centres de carrosserie.¹⁸⁸ Les détails du client et de l'accident sont envoyés directement à la société d'assurances, sans appel de la part du client. Une société d'assurances de l'Inde a réduit le temps de réponse de 30 % et les clients ont pu être remboursés en aussi peu que 15 minutes.¹⁸⁹

Service axé sur la clientèle

Les chefs de file du marché aux États-Unis et en Asie améliorent l'expérience client en adoptant une approche omnicanale et en créant des assistants virtuels qui offrent un service sur demande.

L'expérience client est l'un des domaines auxquels les sociétés d'assurances accordent beaucoup d'attention pour tenter d'améliorer leur proposition de valeur actuelle, et contribuer ainsi aux processus d'acquisition, de règlement des sinistres et de marketing. Comme il est mentionné ci-dessus, les sociétés

¹⁸⁵ Clint Boulton. Insurance firm banks on change management in digital overhaul. CIO United States, 2018. www.cio.com/article/3267641/insurance-firm-banks-on-change-management-in-digital-overhaul.html.

¹⁸⁶ Geddes Baribeau, Annmarie. Insurers enjoy benefits from data modeling the claims process. *Actuarial Review*, 2020. <https://ar.casact.org/insurers-enjoy-benefits-from-data-modeling-the-claims-process/>.

¹⁸⁷ Microsoft Docs. Identify guiding principles for responsible AI: State Farm case study. Consulté le 14 septembre 2021. <https://docs.microsoft.com/en-us/learn/modules/responsible-ai-principles7-responsible-ai-case-study>.

¹⁸⁸ Meckbach, Greg. Aviva rolls out automated claim notification at collision reporting centres. *Canadian Underwriter*, 2019. www.canadianunderwriter.ca/insurance/this-insurer-rolling-out-automated-claim-notification-at-collision-reporting-centres-1004159316/.

¹⁸⁹ IBM Services. IFFCO Tokio General Insurance Company Limited: Improving customer experience with smarter solutions. 2020. www.ibm.com/case-studies/iffco-tokio-ibm-services-ai.

d'assurances s'emploient à adopter des approches omnicanales unifiées. Elles tentent de plus d'améliorer l'expérience client en essayant d'imiter les conversations humaines au moyen d'assistants conversationnels. Ces assistants virtuels existent depuis les années 1960, même s'ils sont de plus en plus répandus avec l'adoption d'Alexa d'Amazon, de Google's- Home, de Siri d'Apple et de Cortana de Microsoft.¹⁹⁰ Ces applications ont été déployées dans les secteurs du marketing, des ventes et du service après-vente. Bien que la divulgation de l'identité de l'assistant conversationnel puisse entraîner une diminution des achats,¹⁹¹ les consommateurs sont de plus en plus disposés à interagir avec ces agents virtuels. Une grande société des États-Unis a déjà lancé un service d'assurance pour se connecter à Alexa,¹⁹² et une autre devait économiser cinq millions de dollars en 2019 en raison d'une réduction du nombre de conversations avec des agents. Une société d'assurance des États-Unis axée sur l'intelligence artificielle utilise des robots pour les devis, le règlement des sinistres et les questions des clients par l'entremise de ses assistants virtuels Maya, Jim et CX.AI¹⁹³ et, comme nous l'avons déjà mentionné, même les sociétés d'assurances des entreprises les utilisent pour se connecter aux petites sociétés par l'entremise de Messenger de Facebook.

En Europe, 12 % des sociétés d'assurances ont utilisé un assistant virtuel et 42 % s'attendaient à en utiliser un dans les trois ans.¹⁹⁴ Parmi ces sociétés, 43 % ont construit l'assistant virtuel à l'interne, et une société a déclaré qu'elle s'attendait à traiter la moitié de ses demandes de renseignements des consommateurs au moyen d'assistants virtuels. Habituellement, les assistants virtuels sont produits à l'aide d'algorithmes TAL et d'autres algorithmes d'AA.

À l'heure actuelle, les sociétés utilisent ces assistants virtuels de concert avec des humains en raison de leurs limites. Parmi les autres défis, mentionnons les interfaces lourdes et les difficultés à composer avec les nuances du langage humain.¹⁹⁵ IntelliBot,¹⁹⁶ conçu par un doctorant australien, est un exemple d'un de ces assistants virtuels. Le document de thèse comprend un examen approfondi de diverses techniques.¹⁹⁷

¹⁹⁰ National Association of Insurance Commissioners. Chatbots. 2020. https://content.naic.org/cipr_topics/topic_chatbots.htm.

¹⁹¹ Gil Press. AI stats news: Chatbots lead to 80% sales decline, satisfied customers and fewer employees. *Forbes*, 2019. www.forbes.com/sites/gilpress/2019/09/25/ai-stats-news-chatbots-lead-to-80-sales-decline-satisfied-customers-and-fewer-employees/?sh=5335ba948e05.

¹⁹² *Insurance Journal*. Liberty Mutual giving consumers a voice in insurance via Amazon's Alexa. 2016. www.insurancejournal.com/news/national/2016/09/13/426162.htm.

¹⁹³ Taulli, Tom. Lemonade IPO shows the power of AI (artificial intelligence). *Forbes*, 2020. www.forbes.com/sites/tomtaulli/2020/07/03/lemonade-ipo-shows-the-power-of-ai-artificial-intelligence/?sh=8263f053aebb.

¹⁹⁴ Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles. *Big Data Analytics in Motor and Health Insurance: A Thematic Review*. 2019. https://register.eiopa.europa.eu/Publications/EIOPA_BigDataAnalytics_ThematicReview_April2019.pdf.

¹⁹⁵ Somasundaram, Srinivasan, Kant, Akshat et Prakhar Maheshwari. *The Future of Chatbots in Insurance*. Cognizant, 2019. www.cognizant.com/whitepapers/the-future-of-chatbots-in-insurance-codex4122.pdf.

¹⁹⁶ Nuruzzaman, Mohammad et Omar Khadeer Hussain. IntelliBot: A dialogue-based chatbot for the insurance industry. *Science Direct*, 2020. www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950705120301933.

¹⁹⁷ Nuruzzaman, Mohammad et Omar Khadeer Hussain. *IntelliBot: A Domain-Specific Chatbot for the Insurance Industry* (awarded by University of New South Wales, Business, 2020). www.unsworks.unsw.edu.au/primo-explore/fulldisplay/unsworks_72771/UNSWORKS.



Cognizant. *The Future of Chatbots in Insurance*¹⁹⁸

Concevoir votre application et raccourcir le processus de soumission est une autre façon qui permet aux sociétés de tenter d'améliorer leur expérience client. Par exemple, l'assistant virtuel d'une société d'assurances des États-Unis ne pose que 13 questions, ce qui vous permet d'obtenir un devis en 90 secondes, tout en produisant 1 600 points de données pour analyser et calculer des primes personnalisées en aval.¹⁹⁹ Une autre assurtech américaine se vante de produire un devis en 60 secondes. Une société d'assurances pour de petites sociétés au Canada aide ses clients à préparer une soumission en quelques minutes. Elle s'est également associée à un courtier assurtech pour remanier son site Web après avoir accru l'optimisation de son moteur de recherche.²⁰⁰ Comme nous l'avons mentionné lors des entrevues, une société d'assurances a indiqué qu'elle utilisait l'économie comportementale pour tenter de trouver la meilleure façon d'optimiser le processus de soumission et de faire un suivi auprès des clients. Une façon d'évaluer ce processus consisterait à utiliser des formulaires de test A/B pour maximiser le taux de conversion.²⁰¹

Microassurance à la demande

La mise en place d'une infrastructure à jour permettra aux sociétés d'assurances de composer avec les nouveaux développements en matière d'assurance, comme les formulaires d'assurance sur demande, et de répondre aux besoins changeants des clients.

L'assurance sur demande permet aux consommateurs de souscrire une couverture d'assurance sur leur téléphone intelligent quand et où ils le désirent, habituellement lorsque l'actif nécessitant une protection est utilisé et à risque.²⁰² L'expression englobe la microassurance, la souscription continue et l'économie à la demande. Par *microassurance*, on entend la souscription rapide de petits risques jusqu'à l'économie à la demande et à des activités comme celles facilitées par Uber et AirBnB, en passant par la *souscription*

¹⁹⁸ Somasundaram et coll. *The Future of Chatbots in Insurance*.

¹⁹⁹ Morrison, Sara. A disturbing, viral Twitter thread reveals how AI-powered insurance can go wrong. *Vox*, 2021. www.vox.com/recode/22455140/lemonade-insurance-ai-twitter.

²⁰⁰ Technologie Trufla. Trufla Technology celebrates Bullfrog Insurance's innovative new website. *Canadian Underwriter*, 2018. www.canadianunderwriter.ca/inspress/trufla-technology-celebrates-bullfrog-insurances-innovative-new-website/.

²⁰¹ Formstack. How to A/B test your forms for maximum conversion. Consulté le 14 septembre 2021. www.formstack.com/resources/guide-ab-test-web-forms-maximum-conversion.

²⁰² National Association of Insurance Commissioners. On-demand insurance. 2021. https://content.naic.org/cipr_topics/topic_ondemand_insurance.htm.

continue à des données peut-être- en temps réel pour les titulaires de polices qui déterminent le risque pour les consommateurs.²⁰³

L'idée de la microassurance à la demande, c'est d'assurer un bien en un glissement de doigt vers la droite sur l'écran de votre téléphone et de terminer l'opération par un glissement vers la gauche. Autrement dit, le client ne s'assure que lorsque l'objet est à risque. Ce type d'assurance a pour but de saisir le paradigme émergent de l'économie partagée et les changements de comportement des consommateurs²⁰⁴, certaines sociétés ciblant particulièrement les consommateurs de la génération du millénaire.²⁰⁵

Une société de services-conseils a souligné dans son rapport que de nos jours la commodité et l'expérience remplacent rapidement le prix comme principal critère d'achat de l'assurance.²⁰⁶ C'est ce que montrent clairement les types d'assurtechs, avec la prolifération des assistants virtuels mis en évidence ci-dessus. La microassurance- sur demande vise à combler le manque de consommateurs qui se sentent « surassurés ». ²⁰⁷ La mise en œuvre de telles tâches est difficile en raison du nombre de produits qui devraient être tarifés et de la nécessité de s'assurer que l'ensemble du processus se déroule de façon harmonieuse.

De multiples assurtechs ont déjà commencé à fournir ces services en mettant sur pied des plateformes pour aider les sociétés d'assurances titulaires à élaborer leurs propres produits. Il existe déjà plusieurs exemples de partenariats au Royaume-Uni^{208, 209} et l'une de ces assurtechs s'associe à une société d'assurances ici au Canada.²¹⁰

Remarques sommaires

D'après la discussion qui précède, le secteur canadien des assurances IARD semble bien se débrouiller par rapport à ses pairs à l'échelle internationale. Autrement dit, d'après les discussions tenues auprès des actuaire à l'étranger et les recherches susmentionnées, les sociétés canadiennes d'assurances IARD semblent utiliser une large mesure d'analytique, malgré les limites de leur capacité de recueillir autant de données que d'autres secteurs ou sociétés d'assurances à l'étranger. Cette disparité dans la collecte des données est particulièrement évidente par rapport à l'Asie, car le contexte de tarification au Canada est très différent et les clients canadiens ont des attentes différentes en matière de protection des renseignements personnels.

²⁰³ Goldberg, Geoff. The 3 pillars of on-demand insurance. Insurance Thought Leadership, 2018. www.insurancethoughtleadership.com/the-3-pillars-of-on-demand-insurance/.

²⁰⁴ Parameshwaran, Reni, Pramanik, Himadri Sikhar, Datta, Sayantan et Ujjwal Bunkar. *On-Demand Insurance: Challenges and Opportunities for Large Insurance Carriers*. TATA Consulting Services, 2019. www.tcs.com/content/dam/tcs/pdf/Industries/insurance/rise-of-on-demand-insurance.pdf.

²⁰⁵ Ageas UK. App-based insurance cover. 2016. www.ageas.co.uk/press-releases/2016-press-releases/app-based-insurance-cover-back-me-up---powered-by-ageas/.

²⁰⁶ Parameshwaran et coll., *On-Demand Insurance*.

²⁰⁷ Bon. What is on-demand insurance? *Insurance Marketer*, 2021. www.theinsurancem.com/what-is-on-demand-insurance/.

²⁰⁸ Finextra. AXA et Trov offrent une assurance « sur demande » au Royaume-Uni. 2016. www.finextra.com/newsarticle/29804/axa-and-trov-bring-on-demand-insurance-to-uk.

²⁰⁹ Insurance-Canada.ca. Trov technology enables a new wave of consumer brands to offer digital renters insurance. 2021. www.insurance-canada.ca/2021/04/08/trov-enables-new-brands-digital-renters-insurance/.

²¹⁰ Co-operators Group. New insurtech partnership to provide on-demand insurance in Canada. 2018. <https://newsreleases.cooperators.ca/2018-07-18-New-Insurtech-Partnership-to-Provide-On-Demand-Insurance-in-Canada>.



Les MLG demeurent l'option privilégiée pour la tarification et la souscription à l'étranger, certaines sociétés canadiennes d'assurances IARD optant pour de nouvelles techniques. Toutefois, les sociétés canadiennes accusent un retard plus important dans d'autres secteurs liés à l'activité d'assurance, comme la mobilisation des clients et le marketing. Comparativement aux États-Unis, le Canada compte moins d'assurtechs en bloc complet qui menacent son modèle d'affaires. La menace persiste cependant.

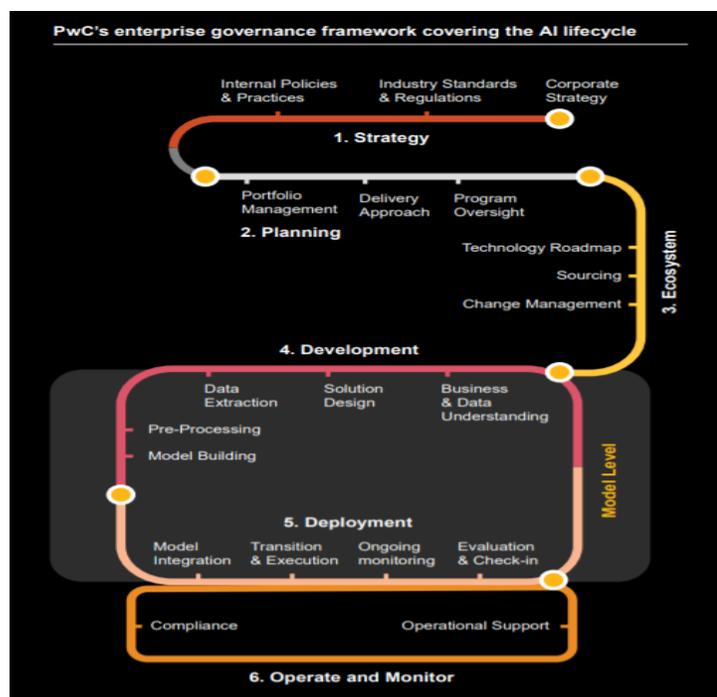
Approche réalisable pour l'application de l'analytique avancée

D'après les résultats de notre sondage et les observations d'applications de l'analytique avancée dans d'autres secteurs et d'autres pays, le secteur canadien des assurances IARD présente des possibilités d'amélioration. Dans la présente section, nous présenterons aux sociétés d'assurances une approche réalisable à prendre en considération lorsqu'elles planifient des initiatives d'analytique avancée.

De nombreux cadres ont été établis pour gérer le cycle de vie de la science des données, à partir des méthodes traditionnelles d'exploration des données, comme le processus normalisé d'exploration des données CRoss-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM),²¹¹ jusqu'aux cadres agiles, comme Scrum. Ces cadres ne sont pas mutuellement exclusifs, car CRISP-DM, par exemple, peut être réalisé de façon agile. En tirant parti des cadres de la science des données disponibles²¹² et de notre expérience dans l'industrie, nous présentons une approche qui suit une structure conforme aux sections précédentes du présent rapport : *Gestion et soutien interne, Données, Technologie, Utilisation des modèles et des affaires* et *Mise en œuvre*.

L'approche démontre les étapes clés tout au long du cycle de vie du projet. D'après les résultats de notre sondage, nous fournissons des suggestions et des points de vue sur la gestion de projet concernant la planification, la communication et la collaboration. Ces étapes visent à assurer un processus homogène fondé sur les défis communs que nous avons observés dans le cadre d'études et de projets similaires.

L'approche proposée peut servir de référence si une nouvelle initiative est lancée ou s'appliquer à des projets en cours. Tout au long d'une initiative d'application de l'analytique avancée, les sociétés d'assurances devront garder à l'esprit l'objectif à atteindre, la capacité de l'infrastructure existante, la façon d'obtenir les données et les investissements supplémentaires nécessaires, et comprendre le rendement de ces investissements à court et à long termes.



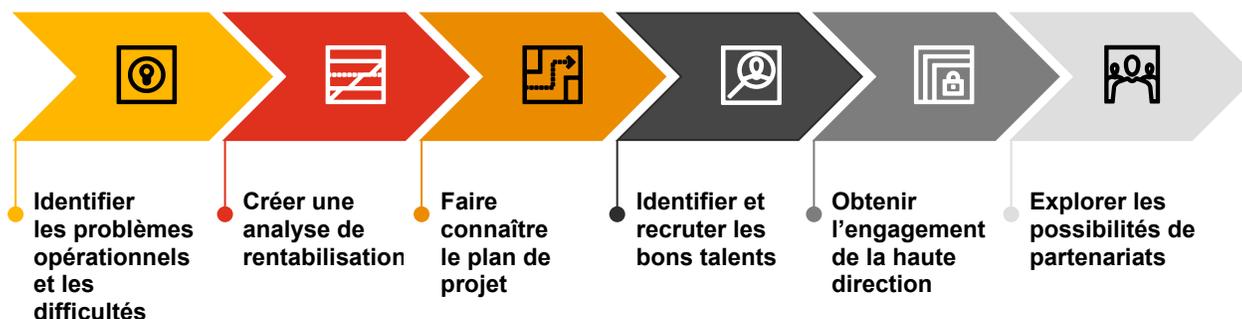
PwC. *A Practical Guide to Responsible Artificial Intelligence (AI)*²¹³. Disponible en anglais seulement.

²¹¹ Chapman, Pete, Clinton, Julian, Kerber, Randy, Khabaza, Thomas, Reinartz, Thomas, Shearer, Colin et Rüdiger Wirth. *Step-by-Step Data Mining Guide*. SPSS, 2020. [PDFfiller - Step-by-step data mining guide.pdf \(uslegalforms.com\)](https://www.spss.com/~/media/SPSS/Whitepapers/Step-by-step-data-mining-guide.pdf).

²¹² Perkins, Steven, Davis, Hazel et Valerie du Preez. *Practical Data Science for Actuarial Tasks*. Institute and Faculty of Actuaries, 2020. www.actuaries.org.uk/system/files/field/document/Practical%20Data%20Science%20for%20Actuarial%20Tasks%20v1.8.pdf.

²¹³ PwC Global. *A Practical Guide to Responsible Artificial Intelligence (AI)*. 2019. www.pwc.com/gx/en/issues/data-and-analytics/artificial-intelligence/what-is-responsible-ai/responsible-ai-practical-guide.pdf.

Gestion et soutien interne



Pour lancer un projet d'analytique avancée, la direction et le soutien interne sont essentiels. La plupart des répondants à notre sondage ont indiqué que la haute direction appuie fortement le perfectionnement de capacités en analytique avancée. Par ailleurs, parmi les défis auxquels sont confrontés les répondants, l'adhésion des sociétés est classée deuxième, après la mise en œuvre de l'analytique avancée. Les intervenants peuvent hésiter au sujet des projets d'analytique avancée pour les motifs suivants, entre autres :

- Techniques de modélisation non traditionnelles pouvant être complexes et en mode « boîte noire ».
- Absence d'un avantage clair des projets par rapport aux projets des concurrents qui exigent des ressources financières et des délais semblables.
- Préoccupations concernant les systèmes existants incapables de gérer les bassins d'analytique avancée.

Pour faciliter les discussions avec les intervenants, ces considérations doivent être abordées dans le plan d'affaires de chacun des projets d'analytique avancée. Les communications tout au long du processus du projet doivent être adaptées au public cible. Il est important d'adapter des sujets techniques à un public non technique et d'être transparent quant aux limites et contraintes d'un modèle. Des mises en œuvre pilotes et des essais parallèles sont proposés pour accroître la confiance des intervenants à l'égard des projets d'analytique avancée. Obtenir un « avantage phare » en commençant par des projets qui offrent des avantages démontrables et des risques gérables peut aider à propulser au premier plan les projets d'analytique avancée.²¹⁴

Lors de la création du plan d'affaires, il sera nécessaire de communiquer la nature du problème, de justifier le bien-fondé de la correction, de fournir une vision de ce que la société tente de réaliser et de déterminer ce qui serait considéré comme une réussite. Une fois ces objectifs définis, la situation doit être évaluée en fonction du personnel, des données, des échéanciers et d'autres contraintes, y compris réglementaires. Il est essentiel de soumettre le plan d'affaires à tous les intervenants nécessaires pour

²¹⁴ Demarest, George. Four phases of operating big data. *CIO Review*. Consulté le 14 septembre 2021. <https://bigdata.cioreview.com/cxoinsight/four-phases-of-operationalizing-big-data-nid-15251-cid-15.html>.



s'assurer que la solution est politiquement acceptable pour la société. Les discussions préliminaires permettront également de cerner à l'avance les problèmes et les contraintes potentiels, comme une dotation inadéquate ou des défis liés à la mise en œuvre de la TI. Comme il a été mentionné précédemment, la communication des idées doit être adaptée à l'auditoire. Par exemple, la description de l'incidence d'une solution de lutte contre la fraude sur les équipes chargées du règlement des sinistres serait différente pour les actuaires et le chef du service à la clientèle, même si l'on discute du même modèle.

Un objectif technique est ensuite établi au sujet de l'exactitude des prévisions ou du relèvement du modèle. Enfin, un plan d'action est élaboré, il énonce les étapes à exécuter ainsi que les exigences en matière de soutien continu pour la solution élaborée.

Nous constatons qu'avant d'entreprendre une tâche, la direction a déjà établi la structure organisationnelle nécessaire afin d'élaborer une stratégie d'analytique claire, c'est-à-dire s'il convient de recourir à des centres d'expertise (CE) ou de décentraliser les équipes d'analytique.²¹⁵ Dans notre sondage, les répondants des grandes sociétés d'assurances avaient tendance à compter sur des CE. Nous nous attendons à ce que ce modèle devienne le plus répandu au cours des prochaines années.²¹⁶ Toutefois, il faut faire preuve de prudence pour ne pas cloisonner les équipes, les scientifiques des données se contentant de confier le codage d'une API à un spécialiste des TI. Idéalement, les équipes devraient unir leurs efforts dès le départ. Selon les besoins du projet, il faudrait recourir à des employés supplémentaires pour l'élaboration initiale et continue de l'analyse de rentabilisation. Comme l'a mentionné l'un de nos répondants au sondage, les limites au chapitre de la dotation dicteront s'il faut produire de nouveaux modèles ou maintenir ceux qui existent déjà. Il pourrait être nécessaire de recruter des talents en raison des limites techniques de l'équipe, selon les objectifs et la taille du projet. Les grandes sociétés d'assurances disposent d'équipes possédant de vastes compétences : architectes de données, administrateurs, scientifiques de données, statisticiens, actuaires et experts commerciaux non actuariels. Entre-temps, un réassureur pourrait créer une équipe mondiale centrale chargée de l'analytique, les succursales traitant dans une moindre mesure les aspects de la modélisation. Enfin, les sociétés d'assurances de toutes tailles pourraient choisir de faire appel à des partenaires externes, comme des assurtechs et des experts-conseils, pour faciliter le déploiement rapide du projet sans devoir embaucher beaucoup plus de personnel.

Les occasions de partenariat peuvent également aider, en ce qui concerne la collaboration avec les assurtechs ou par le biais d'acquisitions, pour augmenter les données disponibles ou lancer une composante particulière du projet. Dans le cas des petites sociétés d'assurances, il pourrait être impossible d'exécuter certains processus à l'interne, tandis que les grandes sociétés d'assurances pourraient juger que les dépenses en capital nécessaires à la mise au point d'un tel produit ne se limitent pas à un partenariat. Par conséquent, qu'il s'agisse d'établir des partenariats avec des fournisseurs de données externes et d'harmoniser leurs données en une structure plus propice à votre analyse ou

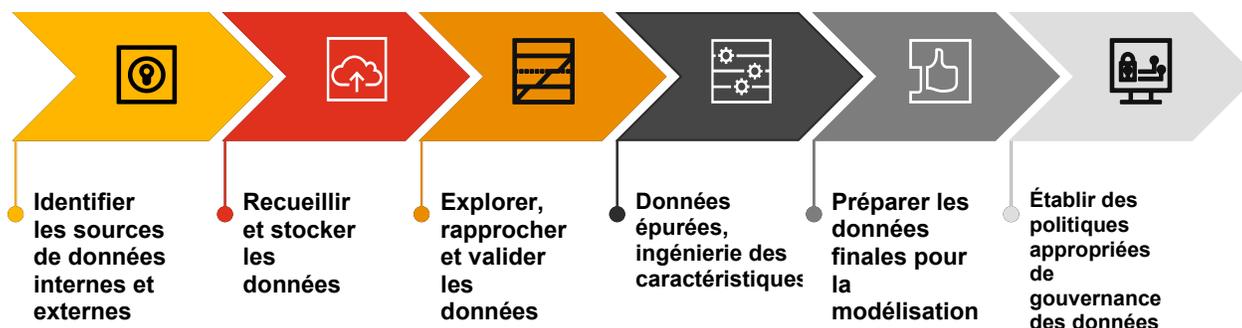
²¹⁵ Macías-Lizaso Miranda, Gloria. Building an effective analytics organization. McKinsey and Company, 2018. www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/building-an-effective-analytics-organization.

²¹⁶ PwC United States. 2019 AI predictions: Six AI priorities you can't afford to ignore. 2019. <https://web.archive.org/web/20211109223336/www.pwc.com/us/en/services/consulting/library/artificial-intelligence-predictions-2019.html>.

d'accéder à un modèle externe pour la sélection des caractéristiques, les partenariats peuvent vous fournir des renseignements qui ne seraient par ailleurs pas accessibles.

Une fois le plan, les budgets et les talents établis, il est nécessaire d'obtenir du financement et l'engagement de la direction pour aller de l'avant. Nous allons maintenant convertir le plan en action.

Données



Après avoir précisé le problème et la meilleure façon de le régler, et avoir fait connaître le plan, il faudra examiner plus en profondeur les données disponibles. La première étape consiste à déterminer quelles sources de données internes sont intéressantes, parmi les sources de données disponibles pour le projet. Il pourrait être utile de discuter avec différents intervenants des sources de données disponibles pour l'analyse actuelle afin de gagner du temps à l'étape de la collecte des données. Il est également important de noter qu'en raison de la nature des activités d'assurance, les secteurs d'activité ne partagent pas tous des volumes de données semblables, en particulier les secteurs d'activité liés aux entreprises, et la réassurance. Nous vous suggérons de compléter vos données en recourant à des sources externes pour vos projets d'analytique avancée, comme les données sur le climat et l'information sur les incidents non liés à l'assurance. Les données provenant de sources externes peuvent être non structurées, par exemple sous forme d'images, d'objets JavaScript (JSON), de données vectorielles géospatiales, ou autres. Il sera important de compter sur des personnes qui savent comment accéder à ces différents types de données et comment les manipuler pour pouvoir les utiliser dans l'analyse subséquente. Dans d'autres circonstances, comme lorsqu'un nouveau produit est fourni, il se peut que des données n'existent pas. Par exemple, si la société d'assurances prévoit utiliser la télématique dans ses modèles de tarification, les capteurs, les fournisseurs de télématique et les capacités de stockage des données doivent être identifiés et tarifés. Les sociétés d'assurances transfrontalières devront déterminer si les données étrangères sont pertinentes dans différentes régions.

Les données constituent le fondement de votre projet et elles dicteront l'efficacité de votre modélisation. Une analogie consiste à comparer la science des données et la hiérarchie des besoins de Maslow,²¹⁷ avec les données et le nettoyage comme base, et la modélisation et l'analytique comme sommet. Vous ne pouvez pas passer outre les pratiques exemplaires en matière d'analytique de données de base et adopter

²¹⁷ Rogati, Monica. The AI hierarchy of needs. *Hackernoon*, 2017. <https://hackernoon.com/the-ai-hierarchy-of-needs-18f111fcc007>.



arriver à une forme lisse. Les erreurs et les données manquantes devront être repérées et des enquêtes devront être menées pour déterminer s'il existe des motifs systématiques pour ces situations. Tant les erreurs que les données manquantes relèvent de la validation et du rapprochement des données. D'autres éléments de ce processus consistent à vérifier la plausibilité des résultats (comme un capteur indiquant une vitesse de pointe de 500 km/h), à vérifier l'orthographe pour voir si certaines valeurs se trouvent dans différents cas ou sont pluralisées, à vérifier si les clés sont uniques ou s'il y a des redondances.

Une fois les données mieux comprises, les critères de sélection des données seront réexaminés en fonction de leur qualité et de leur exploration. Puis, les données devront être prétraitées. Autrement dit, les données devront être épurées, comme les dates de reformatage, et les valeurs spéciales et manquantes devront être traitées. Il existe de nombreuses façons différentes de traiter les données manquantes, comme l'imputation ou le filtrage des valeurs manquantes à partir des données, bien que ces déterminations dépendent de la quantité de données manquantes et de la qualité des autres champs. Ensuite, de nouvelles fonctions seront construites à partir des données existantes, par exemple en normalisant, en censurant, en codant de manière unique et en effectuant toute autre transformation en fonction des connaissances du domaine et des besoins de modélisation des deux modélisateurs. Lorsque les différentes sources de données sont formatées de façon appropriée, il peut être nécessaire de joindre différentes sources de données et d'ajuster l'expérience historique pour tenir compte des changements systématiques futurs prévus pour finaliser l'ensemble de données joint aux fins de modélisation.

Une fois les données prétraitées, elles seront partitionnées pour le processus de modélisation. L'une des façons possibles d'y parvenir est l'échantillonnage aléatoire avec une procédure 80/20, où les modèles sont formés sur 80 % des données et les modèles sont comparés à 20 % hors de l'échantillon. La validation croisée par k est de plus en plus utilisée, et les modèles sont comparés en utilisant la fonction de perte d'erreur quadratique moyenne.

Une brève discussion sur l'accessibilité et la protection des données est nécessaire en ce qui concerne l'attention accrue qui doit être portée à la gouvernance des données. Les sociétés d'assurances travaillent avec les renseignements permettant d'identifier une personne, et elles doivent donc veiller à leur entretien, à leur supervision et à leur accès. Les politiques relatives à l'accès et à la conservation des données sont des exigences nécessaires pour traiter des renseignements de nature délicate, et des examens réguliers des politiques doivent être effectués et la sécurité doit être évaluée. La protection des renseignements personnels et de solides mesures de sécurité sont devenues plus importantes compte tenu de l'intensification des tentatives d'hameçonnage et d'autres types de piratage. S'assurer que les privilèges d'accès sont définis et que les pirates reçoivent le moins d'information possible lorsqu'ils tentent d'infiltrer les systèmes sont des éléments importants pour réduire au minimum les vulnérabilités des données. En outre, les systèmes de données ne sont pas à l'abri des erreurs, et des structures qui tolèrent les fautes devraient être utilisées pour permettre l'utilisation continue du système en cas de défaillance. Un vaste processus de rapprochement et de validation des données devrait être mis en place pour guider la vérification initiale de l'intégralité et de l'exactitude des données. De plus, des dictionnaires de données doivent être en place pour détailler les différents champs dans les bases de données de la société et ils doivent être actualisés régulièrement pour tenir la documentation à jour. Les sociétés qui tiennent à jour de gros dictionnaires de données permettent aux utilisateurs de comprendre facilement leurs variables de données et d'effectuer efficacement des analyses.

Technologie



Bien qu'elle fasse techniquement partie du plan d'affaires, la technologie justifie ses propres considérations. Comme il est indiqué à la section *Données*, les données pourraient provenir de sources externes ou de technologies supplémentaires acquises pour une tâche du projet.

Les discussions préliminaires sur la mise en œuvre sont importantes. Comprendre les besoins, les capacités et les échéanciers des TI vous aidera à déterminer rapidement si l'infrastructure des TI peut faire face aux modèles que vous souhaitez mettre à l'essai. Pour assurer la réussite de votre projet, il est essentiel de comprendre comment intégrer les modèles à l'ensemble des systèmes opérationnels. Comme l'indique un sondage, seulement 45 % des sociétés qui utilisent l'AA ont déployé un modèle avec succès.²²⁰

Dans les cas où de nouvelles données devront être obtenues, des solutions devront être élaborées pour le stockage et la tenue à jour des nouvelles données. Il faudra tenir compte de la mesure dans laquelle la solution de données est extensible et flexible si vous voulez ajouter des caractéristiques non structurées. La décision d'héberger des données localement ou dans le nuage dépasse souvent la portée d'un seul projet. La meilleure façon de stocker les données fait partie intégrante de la stratégie plus large d'une société en matière de données et d'analyse, comme il est énoncé ailleurs.^{221, 222} Néanmoins, une décision plus large au sujet de l'hébergement des données dans le nuage pourrait être précipitée par les besoins du projet.

Les besoins en stockage, la technologie et l'approvisionnement en données pourraient tous nécessiter une réévaluation de la proposition d'affaires initiale. Dans l'ensemble, lorsqu'il est question d'acquisition, il est utile de tenir compte des cinq V : volume, vitesse, variété, véracité et valeur.²²³

En prenant comme exemple le cas de la télématique mentionné ci-dessus, le service des TI devra être consulté au sujet du stockage des données, de l'établissement de connexions avec les systèmes existants

²²⁰ Algorithmia. 2020 State of Enterprise Machine Learning. 2019. https://info.algorithmia.com/hubfs/2019/Whitepapers/The-State-of-Enterprise-ML-2020/Algorithmia_2020_State_of_Enterprise_ML.pdf.

²²¹ Livak, Paul. 4 components to a modern insurance data strategy. *Digital Insurance*, 2020. www.dig-in.com/opinion/pwc-insurance-4-key-components-to-a-data-strategy.

²²² Plumber, Sloan et Scott Busse. How insurance carriers are modernizing to cloud based analytics. LinkedIn (article), PwC Advisory United States, 2020. www.linkedin.com/pulse/how-insurance-carriers-modernizing-cloud-based-analytics-sloan-plumber/.

²²³ Teradata. What are the 5 V's of Big Data? Consulté le 1^{er} mars 2022 <https://www.teradata.com/Glossary/What-are-the-5-V-s-of-Big-Data>.



et des préoccupations en matière de protection des renseignements personnels concernant la collecte et le transfert des données des capteurs. L'exactitude et la valeur des données devront également être évaluées pour établir la nécessité du projet par rapport à ses coûts.

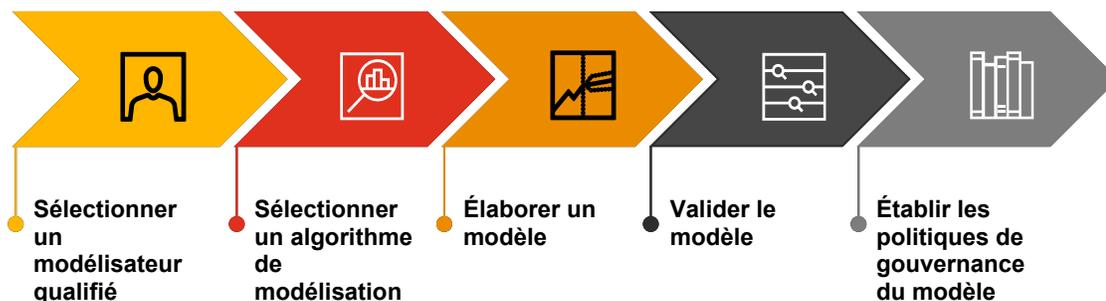
Comme il est mentionné à la section *Considérations et occasions*, des discussions peuvent être tenues concernant l'investissement dans la mise à niveau du matériel existant ou la conversion aux services infonuagiques afin d'accélérer l'élaboration de vos modèles. Le traitement des mégadonnées exige qu'une attention particulière soit portée au temps d'exécution et à la mise à l'échelle. Par conséquent, le profilage des codes, la compréhension du fonctionnement des algorithmes et les essais sur de petits échantillons deviennent plus importants. D'autres avantages peuvent être constatés à la fois dans l'accélération du processus d'analyse des données grâce à des algorithmes spécialisés qui tirent parti de la parallélisation, ou dans le matériel spécialisé pour accélérer des algorithmes particuliers. Par exemple, lorsque l'on envisage d'utiliser TensorFlow pour l'AA, il faut tenir compte de l'utilisation des unités de traitement des tenseurs (UTT) ou des UTG en nuage de Google pour accélérer le calcul du temps. Quoi qu'il en soit, la puissance informatique actuelle disponible doit être évaluée afin de déterminer dans quelle mesure elle influera sur la sélection de l'algorithme du modèle, le processus de modélisation et les échanciers.

L'utilisation du matériel doit être correctement jumelée à un logiciel efficace, sinon le matériel ne sera pas entièrement optimisé. Les langages de programmation à source ouverte comme Python et R comportent toutes les caractéristiques nécessaires, en ce sens qu'ils disposent de nombreuses bibliothèques pour la visualisation, l'AA et l'élaboration de logiciels. L'utilisation d'un environnement de développement (IDE) est recommandée pour vous aider à gérer votre code et faciliter le débogage. Il existe également des plateformes, avec un certain nombre d'outils exclusifs créés expressément pour la modélisation et la visualisation. Certaines de ces plateformes sont des solutions « lowcode » et « nocode » qui nécessitent peu de formation et qui sont dotées de fonctions glisser déplacer, bien qu'elles permettent moins de souplesse et laissent une place à la merci des mises à jour des développeurs pour permettre de nouvelles techniques. Ces plateformes seront des plus utiles pour les équipes ayant moins d'expérience en codage.

En plus de soutenir les principaux modèles d'affaires, un processus de transformation numérique facilitera la mise en œuvre de votre application d'analytique avancée. Pendant la pandémie, de nombreuses sociétés d'assurances ont été contraintes d'accélérer leur plan numérique, ce qui a donné lieu à des points de contact supplémentaires et à des occasions de données. Par exemple, dans les solutions de règlement de sinistres, la capacité de saisir des images pourrait être créée, tandis que dans le cas du roulement, un sondage final pourrait être élaboré.

Le recours à ces nouvelles sources et plateformes permet d'offrir des solutions sociales, mobiles et Web à l'échelle de la société. Autrement dit, grâce à cette infrastructure supplémentaire, il sera plus facile d'obtenir de nouvelles séries de données pour de nombreuses analyses de rentabilisation communes.

Modélisation



Une fois les données recueillies et nettoyées, et les caractéristiques ajoutées, les techniques initiales de modélisation seront déterminées. Le type de problème de modélisation aura déjà été énoncé aux étapes précédentes de la planification, ainsi que les restrictions de mise en œuvre du modèle évaluées en ce qui concerne les exigences en matière de TI et de réglementation. Par exemple, si vous travaillez avec des données qui évoluent au fil du temps, des techniques de séries chronologiques pourraient être utilisées pour tenter de cerner les changements dans le temps. La compréhension du problème à l'aide de croyances a priori éclairera également les techniques de modélisation à utiliser, par exemple, le choix entre des modèles linéaires et non linéaires. Pour avoir certaines attentes quant au rendement du modèle, le personnel devra comprendre comment les variables peuvent interagir. Outre l'examen de la façon dont un modèle pourrait fonctionner, il est également important d'examiner les hypothèses intégrées. Par exemple, en ce qui concerne les données de fréquence, l'utilisation du modèle de Poisson par défaut pourrait ne pas convenir et un modèle à surreprésentation de zéros pourrait être plus logique.

La nature opérationnelle et le volume de données sont des considérations importantes dans le choix du meilleur algorithme du modèle. Par exemple, lorsqu'il y a peu de données, comme dans les grands comptes d'assurances des entreprises, les techniques disponibles sont limitées en raison du manque de données de formation. Dans de telles situations, le recours aux méthodes traditionnelles et le jugement d'expert sont plus importants que le sens de la modélisation. Il importe également de comprendre quand les données peuvent être regroupées pour former des ensembles de données crédibles. Pour les grandes sociétés d'assurance automobile personnelle, de tels problèmes liés au volume de données devraient être moins préoccupants, donnant ainsi plus de liberté aux techniques à leur disposition.

Habituellement, l'élaboration de modèles plus complexes nécessite plus de temps, que ce soit en raison du besoin d'un plus grand volume de données ou du temps qu'il faut pour former le modèle. Il faut donc tenir compte des contraintes de temps et de volume des données. Une partie de ce processus impliquerait le réglage des paramètres, ce qui peut être ardu. Une des raisons pour lesquelles un modèle d'AA pourrait être choisi plutôt qu'un modèle plus traditionnel relève du fait que le réglage des paramètres peut être entièrement automatisé. Un développement récent a trait à l'utilisation de l'apprentissage automatique (AA), qui peut générer automatiquement des fonctions et ajuster vos hyperparamètres.

Une société d'assurances pourrait envisager le rendement de modèles plus raffinés, même s'ils ne sont pas réalisables. Cela pourrait donner un aperçu de l'ampleur de l'effet de levier inutilisé avec les données actuelles en raison des limites structurelles. En prenant l'exemple des données temporelles, vérifier



l'efficacité des réseaux de longue mémoire à court terme (LMCT)²²⁴ par rapport à votre modèle actuel pourrait indiquer qu'un signal supplémentaire pourrait être capté, bien qu'il soit nécessaire de pouvoir déployer un réseau de neurones récurrent.

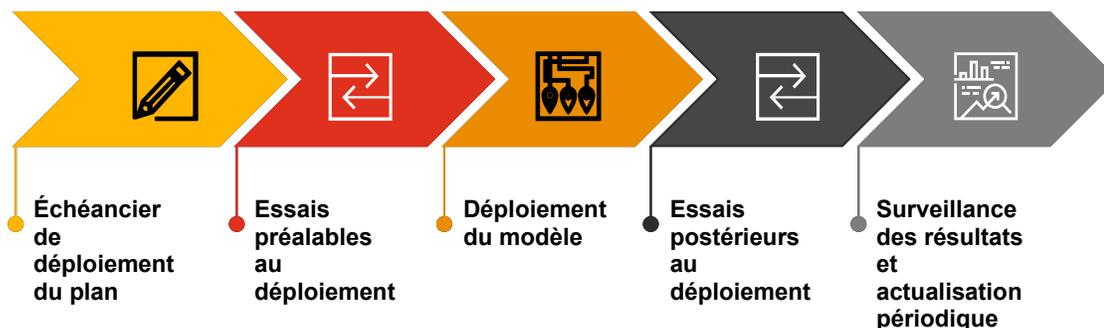
Une fois l'étape d'essai terminée, le pouvoir prédictif des modèles viables devra être comparé aux attentes énoncées dans le plan d'affaires. Pour ce faire, les modèles choisis devront être validés en comparant les résultats au moyen de l'ensemble de données d'essai pour différentes mesures. Les mesures choisies dépendent du type de problème à résoudre, les problèmes de classification et de régression étant sensiblement différents. Par exemple, les graphiques à double courbe d'élévation et les coefficients de Gini sont des mesures très courantes chez les répondants du sondage, l'erreur quadratique moyenne (EQM) et l'erreur de validation croisée ont également été abordées. Pour les problèmes de classification, la courbe de la fonction d'efficacité du récepteur (courbe ROC) est populaire. Le rendement nécessaire du modèle aurait déjà dû être défini à l'étape de la planification comme moyen d'évaluer l'impact financier du modèle.

Les considérations relatives à l'IA responsable et à l'explicabilité doivent également être prises en compte une fois que le nombre de modèles viables a été réduit, en équilibrant le niveau de transparence et le pouvoir prédictif. Des méthodes indépendantes des modèles ont été élaborées pour traiter les méthodes de la boîte noire, dans l'espoir de les rendre plus compréhensibles. Le fait de comprendre quelles variables sont les plus importantes pour expliquer le modèle et de voir si elles sont nécessairement corrélées aux résultats permettrait d'approfondir l'étude. Les questions sur la façon d'expliquer votre modèle et les raisons qui motivent une prédiction sont de la plus haute importance pour convaincre les intervenants que le modèle mérite d'être mis en œuvre.

Enfin, une fois le modèle qui convient à l'infrastructure de TI choisi, la qualité du régime d'essai devra être divulguée et elle devra être documentée. L'établissement de politiques de gouvernance du modèle est le dernier volet, mais non le moindre, de l'élaboration d'un modèle d'analytique avancée. Les politiques décrivent les rôles et les responsabilités de chaque intervenant participant, contrôlent l'accès aux modèles et aux versions, officialisent le processus de modélisation et gèrent le risque de modélisation. Le contrôle des versions est essentiel à la gouvernance du modèle afin de suivre les changements à la base de codes, de faciliter la collaboration au sein de l'équipe, de sauvegarder les fichiers et de documenter les hypothèses et les paramètres. Cela permet également l'aiguillage de code pour différents utilisateurs alors que le code de production demeure le même, et de repérer plus facilement les erreurs possibles dans les fichiers journaux. Git est un outil de mise en œuvre particulièrement populaire, avec des dépôts configurés en ligne ou sur un lecteur local.

²²⁴ Olah, Christopher. Understanding LSTM networks. Colah's blog (GitHub), 2015. <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>.

Mise en œuvre



La dernière partie du parcours consiste à intégrer le modèle à l'infrastructure de TI existante. Pour ce faire, il faut notamment comprendre le cycle de vie du modèle, le contrôle des versions, l'extensibilité et la surveillance.

Dans un monde logiciel traditionnel, le code de contrôle des versions est suffisant, car tous les comportements y sont définis.²²⁵ Dans l'AA, les versions des modèles doivent également faire l'objet d'un suivi, tout comme les données utilisées pour former le modèle, ainsi que les métadonnées comme les hyperparamètres de formation.

Selon le cas d'utilisation et le secteur d'activité, une approbation réglementaire peut être requise. Si une nouvelle technique est utilisée, la consultation avec l'organisme de réglementation devient plus importante et des conversations approfondies devraient être tenues aux premières étapes pour accroître la probabilité d'approbation. Par exemple, lorsqu'il s'agit d'un modèle de tarification en assurance automobile de tourisme, une discussion approfondie sera nécessaire pour déterminer si le prix demandé est juste et si les bouleversements sont raisonnables. Le besoin d'explication du modèle dépend grandement de l'usage. Dans le cas de la publicité ciblée ou de la prévision interne du roulement, les répercussions d'erreurs inattendues sont acceptables dans la mesure où le modèle cible efficacement le bon segment de la clientèle ou prédit la fidélisation dans l'ensemble.

Après la prise en compte des considérations réglementaires et de gouvernance du modèle, celui-ci sera déployé dans un environnement cible pour y jouer son rôle. Ce déploiement peut être l'un des éléments suivants :²²⁶

- Microservices avec REST API pour les prédictions en ligne
- Modèle intégré à un bord ou à un appareil mobile
- Composante d'un système de prévision par lots

Des essais exhaustifs doivent être effectués avant le déploiement pour minimiser les problèmes liés à l'implantation prévue. Il s'agit de suivre les différentes étapes du cycle de développement du logiciel,

²²⁵ Breuel, Cristiano. ML Ops: Machine learning as an engineering discipline. *Towards Data Science*, 2020. <https://towardsdatascience.com/ml-ops-machine-learning-as-an-engineering-discipline-b86ca4874a3f>.

²²⁶ Google Cloud. MLOps: Continuous delivery and automation pipelines in machine learning. 2020. <https://cloud.google.com/architecture/mlops-continuous-delivery-and-automation-pipelines-in-machine-learning>.

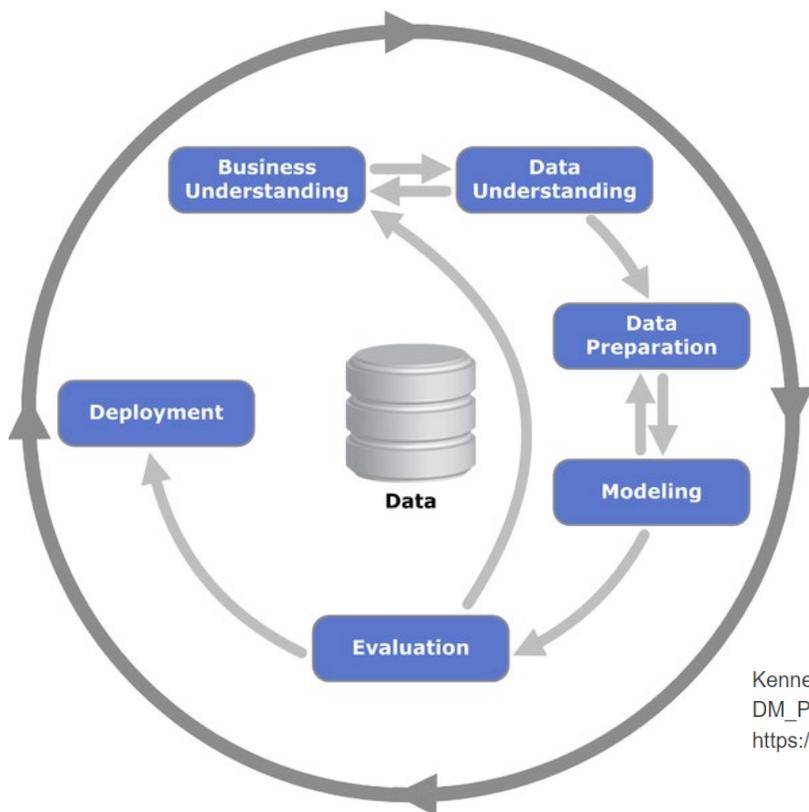


chaque composante (« unité ») de l'application étant d'abord testée, puis soumise à des essais d'acceptation par l'utilisateur (EAU). Un environnement d'essai doit être configuré et un ensemble de bibliothèques de tests d'acceptation utilisateur doit être créé. Ces bibliothèques de tests renferment un ensemble de tests qui sont exécutés avec des données prédéfinies. Il faudra donc vérifier si le modèle déployé dans l'environnement d'essai produit les mêmes résultats que ceux prévus. Les bibliothèques d'essais d'acceptation devraient normalement contenir des parcours d'utilisateur de bout en bout dans le système.²²⁷ Les tests seront effectués manuellement ou par automatisation, selon leur nature. Une fois les essais adéquats effectués, la solution pourra être mise en production.

Une fois le déploiement terminé, des essais doivent être effectués. L'équipe d'assurance qualité devra exécuter à nouveau des tests pour s'assurer qu'il n'y a pas de problème dans le déploiement en mode production. En cas de problème, un renfort doit être rapidement appliqué pour minimiser les dommages.

Une fois le modèle déployé, la comparaison de vos résultats attendus et des résultats réels aidera à valider les résultats du modèle en fonction de l'expérience réelle. Après une période de surveillance initiale, les résultats de votre mise en œuvre devraient être communiqués aux intervenants et un bilan du processus devrait être entrepris pour déterminer comment améliorer les processus à l'avenir. Les modèles se dégraderont également au fil du temps, la concurrence exercée sur le marché modifiant l'efficacité de votre modèle. Autrement dit, il faudra tester le modèle pour déterminer s'il y a dérive ou biais dans ses prédictions. Par exemple, il sera important de suivre votre modèle par rapport à différents segments de vos données, comme les catégories protégées, pour s'assurer que le modèle n'est pas indirectement biaisé. De plus, une surveillance continue devra être effectuée pour tester le rendement du modèle, suivie de mises à jour périodiques du modèle et de ses paramètres, conformément aux résultats de la procédure de surveillance. La capacité de mettre rapidement à jour le modèle et d'en maintenir le rendement est importante pour garantir que le modèle ne devient pas un passif. Par conséquent, des délais d'exécution plus courts pour mettre à jour les modèles critiques constituent une grande priorité pour toute organisation. Une automatisation accrue tirant parti des possibilités d'APR et de l'optimisation de l'efficacité opérationnelle grâce aux processus DevOps devrait permettre d'accélérer les mises à jour des modèles et de limiter la main-d'œuvre inutile.

²²⁷ Google Cloud. DevOps tech: Continuous testing. Consulté le 14 septembre 2021.
<https://cloud.google.com/architecture/devops/devops-tech-test-automation>.



Kenneth Jensen (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CRISP-DM_Process_Diagram.png), „CRISP-DM Process Diagram“, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>

Wikimedia Commons. *Phases of the CRISP-DM reference model*²²⁸

Enfin, comme il est indiqué dans le diagramme, les étapes ne se déroulent pas nécessairement de façon linéaire. Les leçons apprises pendant une partie du processus peuvent précipiter un examen des questions opérationnelles antérieures.

Peu importe le cadre choisi, la codification et l'officialisation d'un cadre dans une approche à l'échelle de la société vous aideront à structurer vos projets et à en faciliter la reproduction.

²²⁸ https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CRISP-DM_Process_Diagram.png



Conclusion

Les mégadonnées et le développement rapide de la puissance informatique influent sur la façon dont les sociétés trouvent de nouvelles perspectives et les consommateurs interagissent avec la technologie. Le stockage de données de capteurs, de documents et d'autres formes de données non structurées confère aux sociétés de nouvelles possibilités d'extraire des renseignements supplémentaires pour aider la direction à prendre de meilleures décisions d'affaires. Les sociétés doivent également composer avec les changements apportés à leur environnement de travail ainsi qu'aux préférences et aux comportements des consommateurs découlant d'une pandémie mondiale. Pour les sociétés d'assurances IARD, cela signifie des changements majeurs dans la mise en œuvre de la technologie et l'accent accru sur les déploiements rapides et la résolution agile des problèmes.

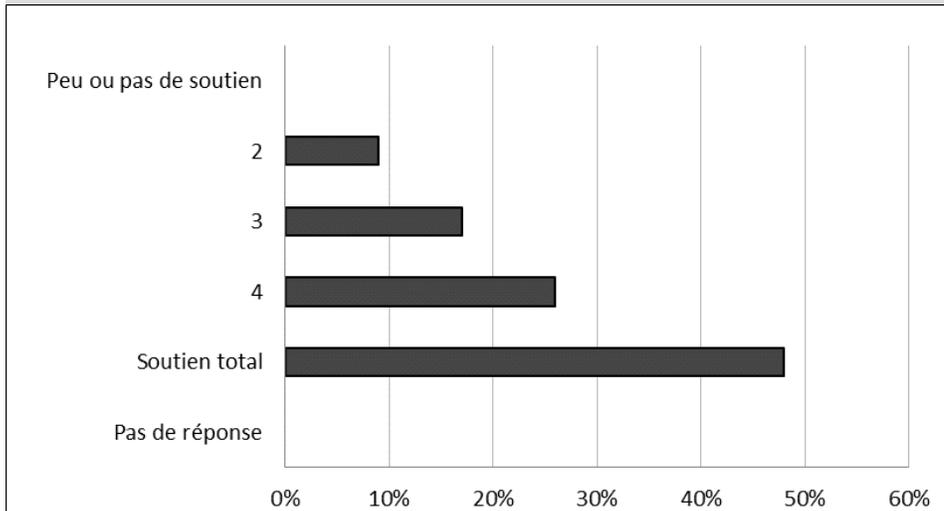
Le secteur canadien des assurances IARD investit massivement dans la mise à niveau de l'infrastructure, ce qui illustre la prévoyance de la gestion collective de l'industrie pour s'assurer que les sociétés d'assurances sont en mesure de tirer parti des progrès de l'analytique prédictive, des assurances IARD, de l'apprentissage automatique et de l'intelligence artificielle. Les transformations prennent beaucoup de temps, mais les avantages seront obtenus à long terme. Ces changements seront nécessaires dans le cadre des efforts de numérisation d'une société d'assurances IARD afin de permettre de nouvelles connexions aux sources de données et d'aider à obtenir des sources de revenus, nouvelles et existantes.

L'étude avait pour but d'examiner et de comparer les pratiques actuelles d'analytique prédictive, d'apprentissage automatique et d'intelligence artificielle dans le secteur canadien des assurances IARD. À cette fin, nous avons constaté que les sociétés canadiennes d'assurances IARD sont disposées à expérimenter de nombreuses méthodes dans les domaines traditionnels de la tarification et de la constitution de réserves, tout comme leurs pairs à l'étranger. Toutefois, en ce qui concerne leurs initiatives de marketing et de mobilisation de la clientèle, elles accusent du retard. Comparativement aux autres services financiers, les sociétés canadiennes d'assurances IARD ont toujours eu beaucoup moins de points de contact et ont donc moins d'expérience dans le traitement de grandes quantités de données. Pour corriger ce problème, ces sociétés cherchent de plus en plus à embaucher des scientifiques des données et d'autres spécialistes de l'AA pour combler les lacunes en matière de connaissances, bien qu'elles fassent moins pour perfectionner les compétences de leurs employés actuels. Néanmoins, beaucoup de progrès sont réalisés au chapitre des applications d'analytique existantes et de l'élaboration de nouvelles applications, car les sociétés canadiennes d'assurances IARD sont impatientes d'expérimenter de nouvelles techniques et d'optimiser les processus existants.

Malgré les défis auxquels est actuellement confronté le secteur canadien des assurances IARD, les sociétés d'assurances progressent et profitent des nouvelles possibilités de croissance offertes par l'évolution du paysage des assurances.

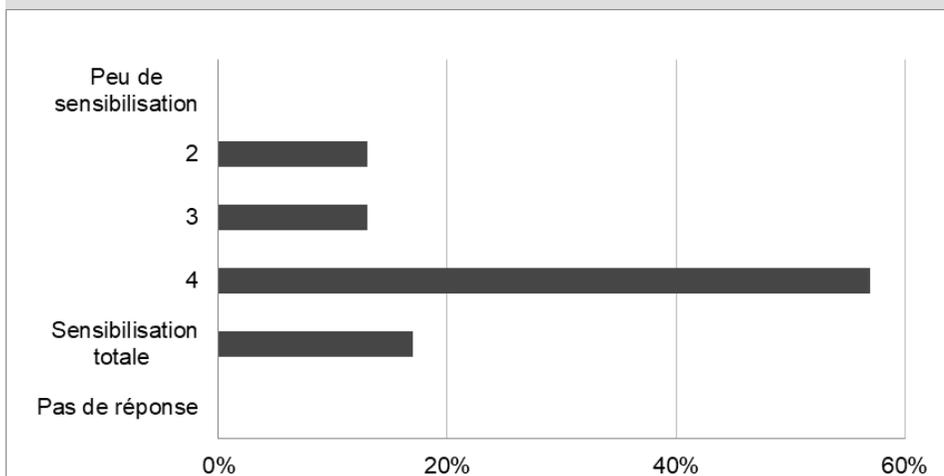
Annexe 1 – Résumé des résultats du sondage

Q2.1. Quel niveau de soutien la haute direction de votre organisation fournit-elle pour élaborer l'analytique avancée?



L'analytique avancée est entièrement soutenue par la haute direction de près de la moitié des sociétés sondées.

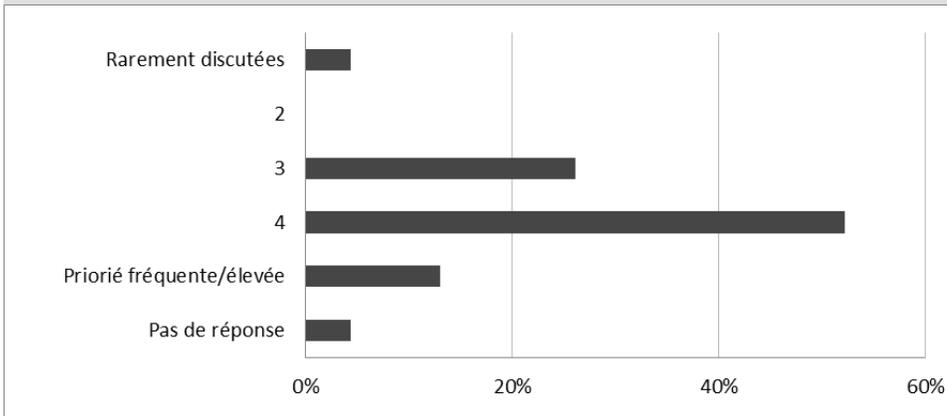
Q2.2. Quel est le niveau de sensibilisation de la haute direction de votre organisation à l'égard de l'analytique avancée?



La plupart des répondants indiquent que la haute direction connaît bien l'analytique avancée, mais pas de façon approfondie.

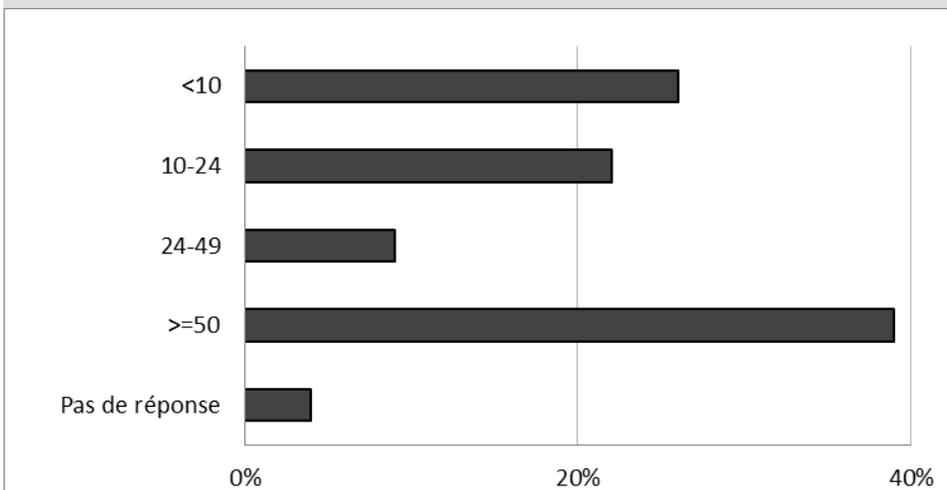


Q2.3. Quelle est la présence et la priorité des données et de l'analytique avancée à l'ordre du jour de la réunion de la haute direction?



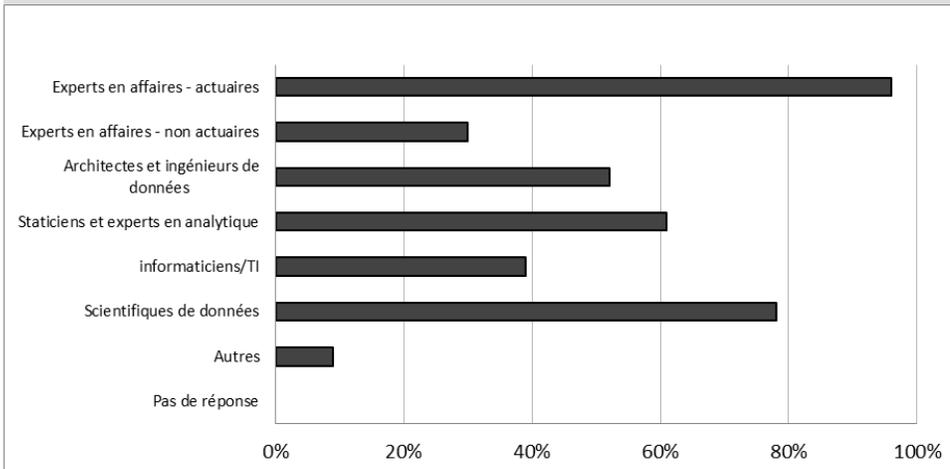
La présence et la priorité des données et de l'analytique avancée sont semblables au niveau de sensibilisation de la haute direction (Q2.2) à l'analytique avancée.

Q2.4. Combien d'ETP sont affectés à l'analytique avancée dans votre organisation?



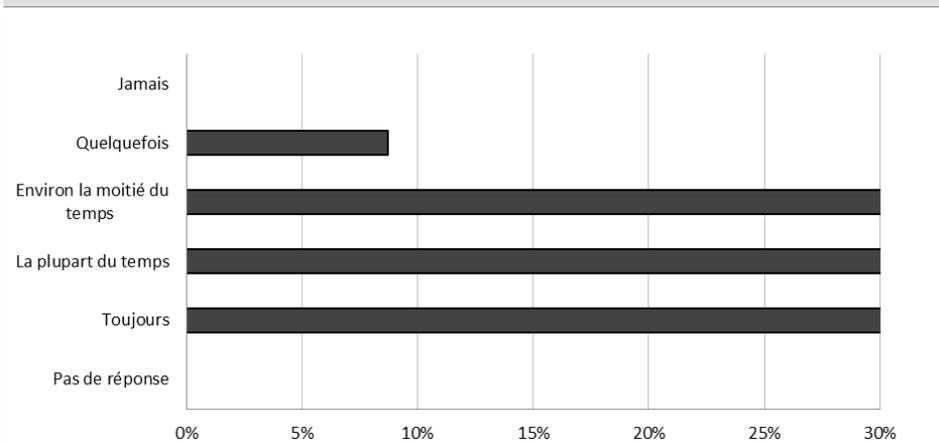


Q2.5 Quels types d'ETP sont affectés à l'analytique avancée (sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent)?



Les actuaires et les scientifiques des données ont tendance à travailler en analytique avancée. Les plus grandes sociétés d'assurances mettent habituellement sur pied de plus grandes équipes d'analytique avancée dotées d'un plus grand éventail de talents.

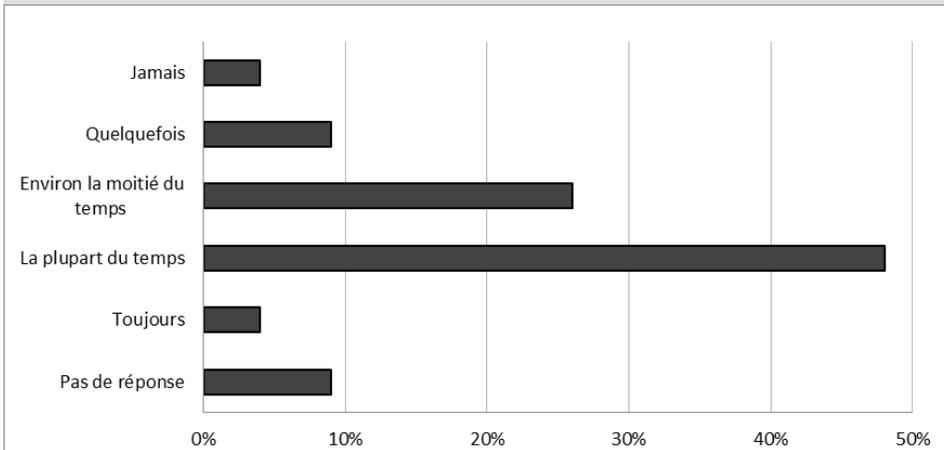
Q2.6. Quel est le niveau de collaboration entre les équipes techniques qui développent l'analytique avancée et les derniers utilisateurs au sein de votre société? (%)



Les développeurs de l'analytique avancée collaborent pleinement avec les derniers utilisateurs pour seulement le tiers des participants au sondage. Il y a place à une collaboration accrue ou à une orientation axée sur les derniers utilisateurs.

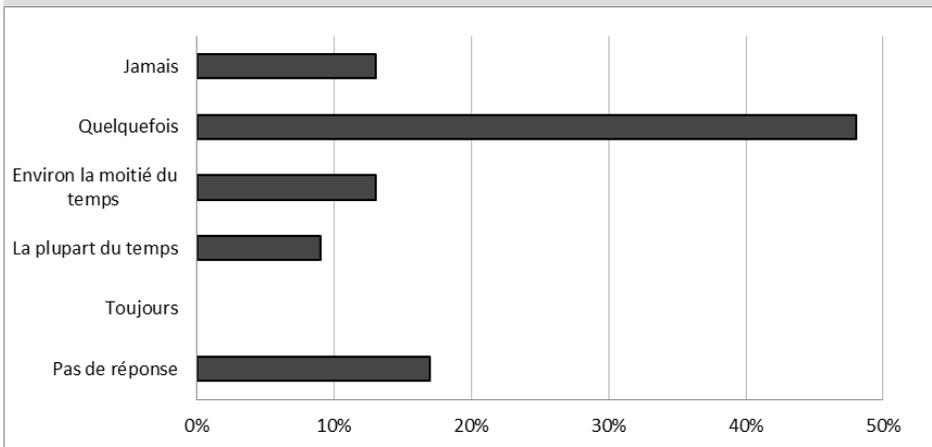


Q2.7. À quelle fréquence les résultats de l'analytique avancée sont-ils pris en compte dans la prise de décisions opérationnelles? (%)



Les deux tiers des participants au sondage affirment que l'analytique avancée est toujours ou la plupart du temps prise en compte dans les décisions, mais seulement 5 % affirment qu'elle est toujours prise en compte.

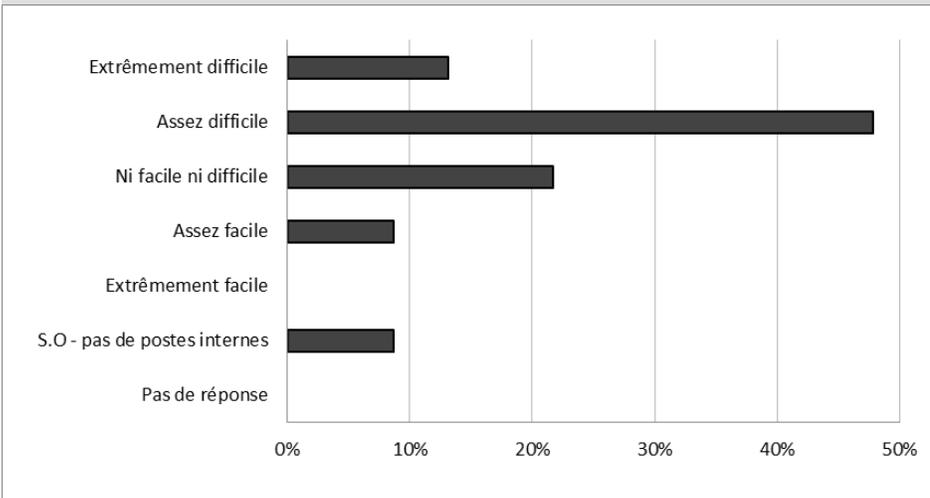
Q2.8. Au moment de déployer une nouvelle application d'analytique qui n'a pas encore été exécutée (p. ex., le recours à un MLG pour prévoir les pertes pour la première fois), dans quelle mesure votre organisation tirerait-elle parti d'experts-conseils externes? (%)



Le développement d'applications d'analyse se fait principalement à l'interne, car seulement un participant sur quatre fait appel à des consultants externes la moitié du temps ou plus.

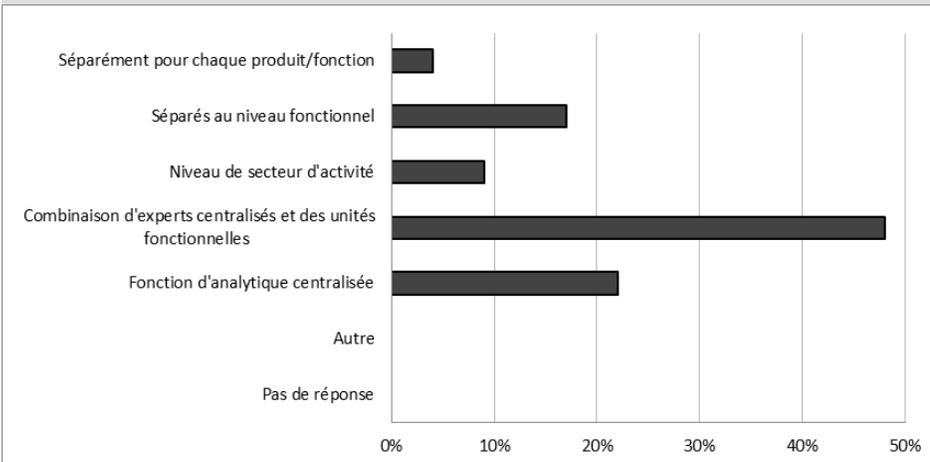


Q2.9. Dans quelle mesure est-il difficile d'embaucher et de maintenir en poste des experts de l'analytique pour des postes à l'interne?



La plupart des sociétés ont de la difficulté à embaucher et à retenir des experts en analytique pour des postes à l'interne, mais la situation est encore plus difficile pour les petites sociétés d'assurances (la moitié disent que c'est « extrêmement difficile »).

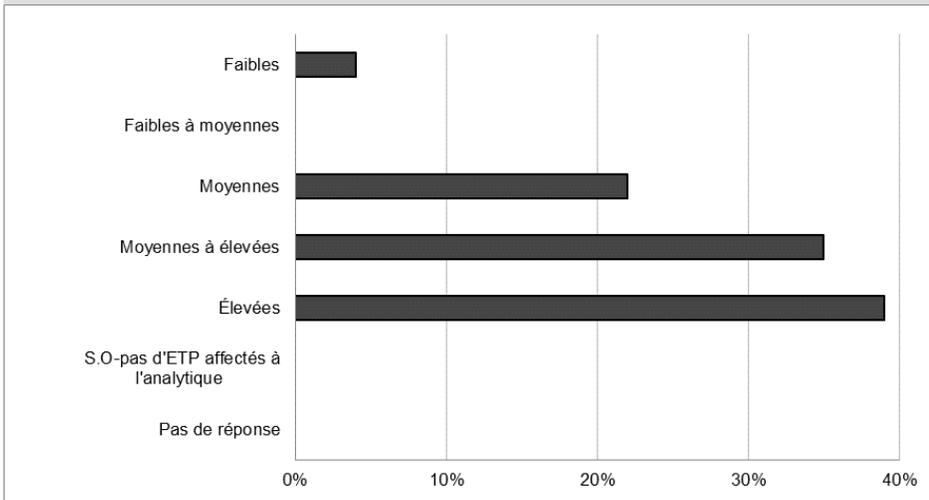
Q2.10. Comment vos capacités d'analytique sont-elles structurées dans l'ensemble de votre organisation?



Seulement un répondant sur cinq affirme avoir une fonction d'analyse centralisée.

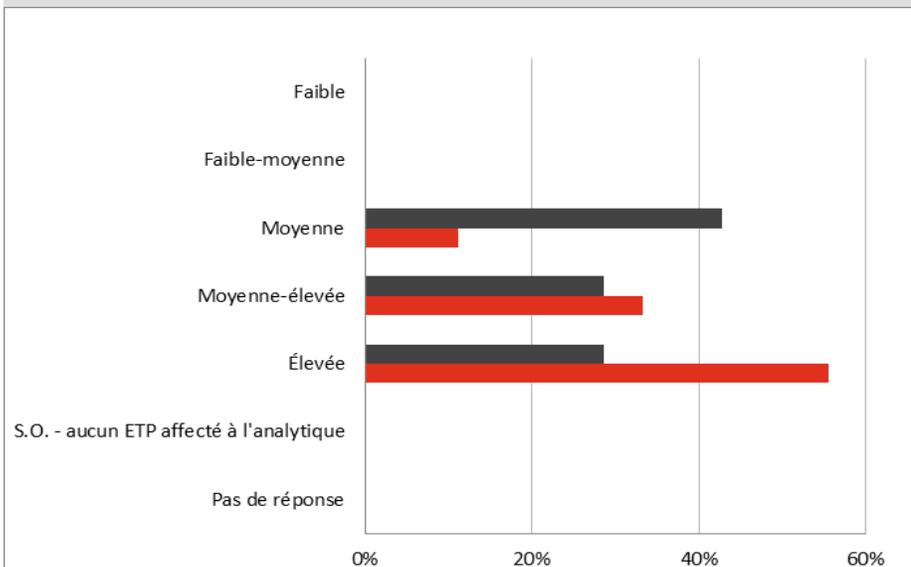


Q2.11a. Comment classeriez-vous les aspects suivants de vos talents en analytique? – Capacités technologiques



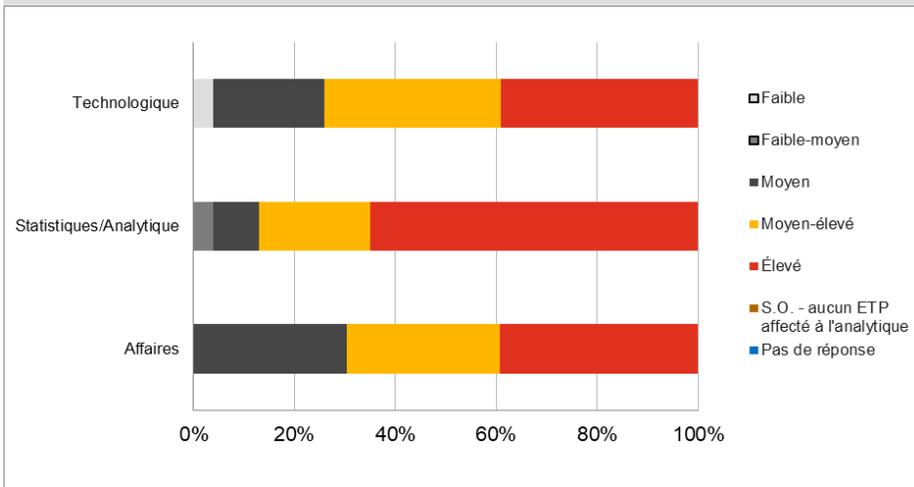
Q2.11b. Comment classeriez-vous les aspects suivants de vos compétences en analytique? – Connaissances en statistique/analytique

Q2.11c. Comment classeriez-vous les aspects suivants de vos compétences en analytique? – Connaissance des opérations

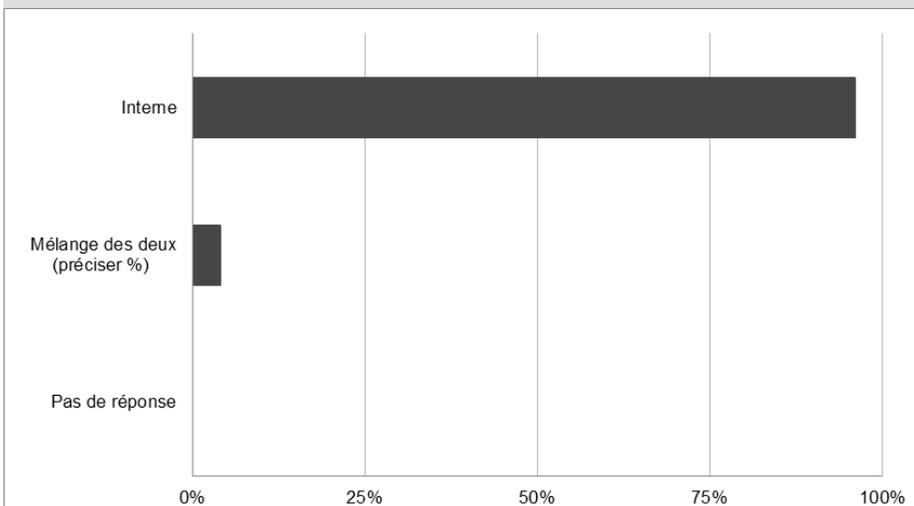




Q2.11. Comment classeriez-vous les aspects suivants de vos talents en analytique?



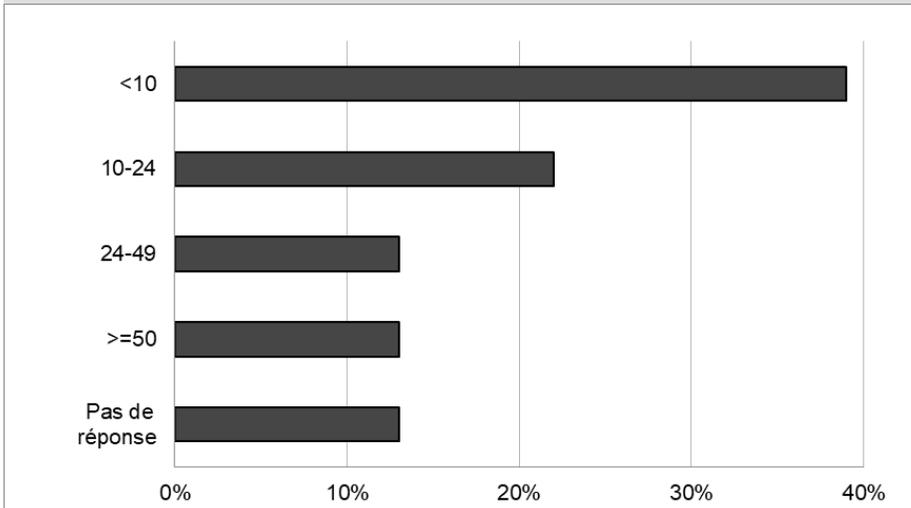
Q3.1. La base de données est-elle tenue à jour par le personnel interne ou externe?



La plupart des répondants tiennent leurs bases de données à jour à l'interne.

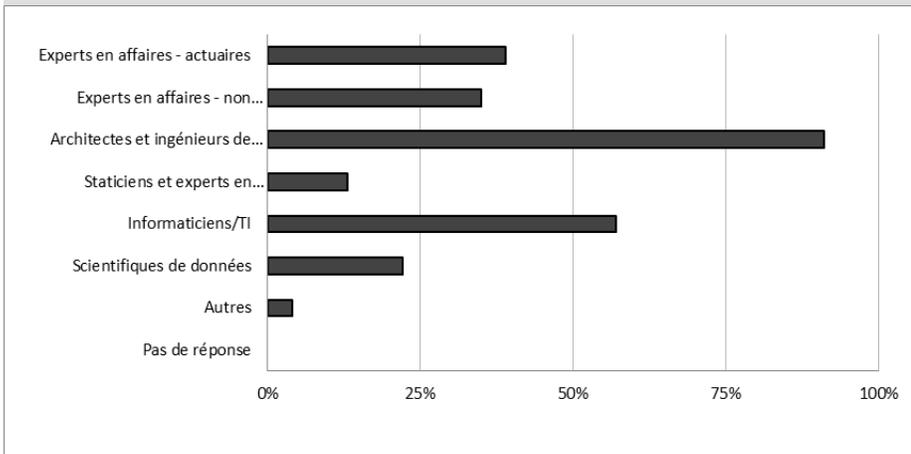


Q3.2. Combien d'ETP tiennent la base de données à jour?



Près de la moitié des répondants utilisent moins de 10 ETP pour tenir leurs bases de données à jour.

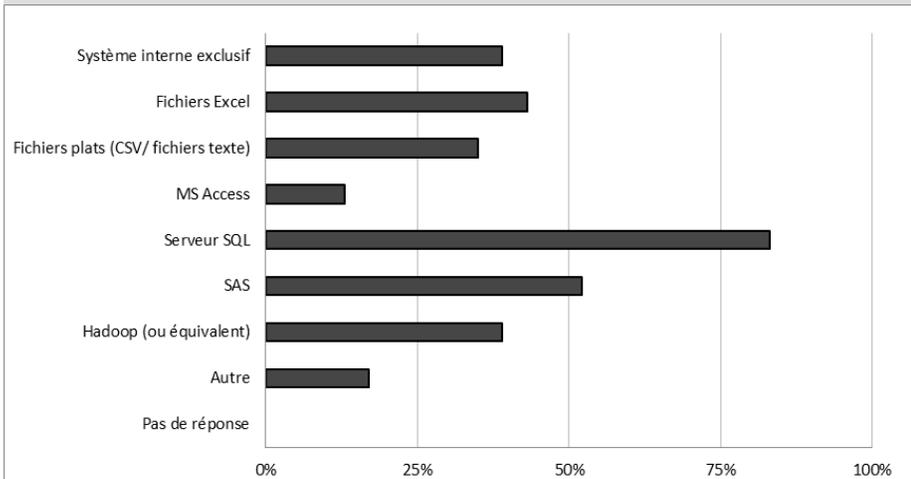
Q3.3. Quels types d'ETP tiennent les bases de données à jour? (sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent)



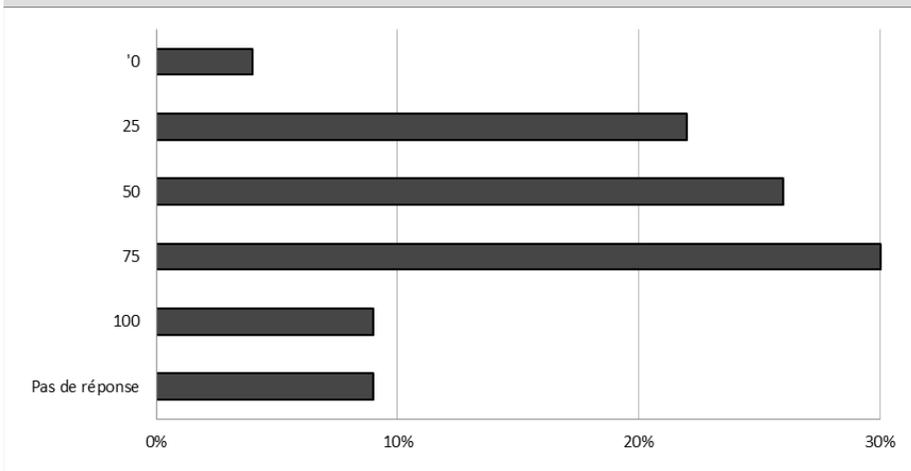
Les bases de données sont principalement tenues à jour par des ingénieurs de données et les services de TI.



Q3.4. Quelles sont les plateformes utilisées pour stocker les données (sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent)?



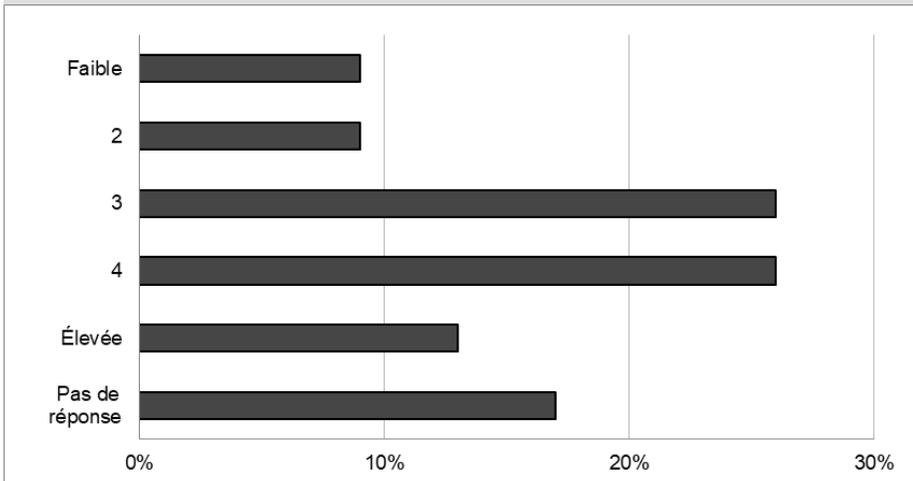
Q3.5. Quel pourcentage de vos données a été défini dans des dictionnaires de données ou des métadonnées? (%)



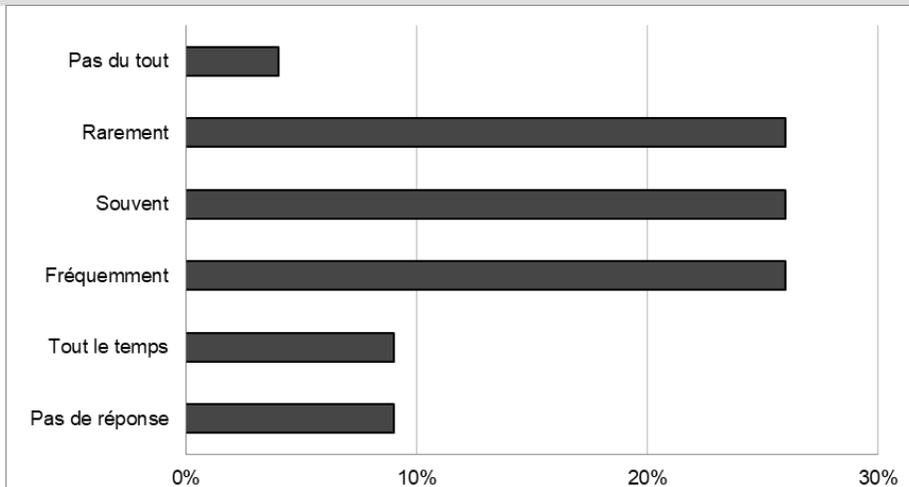
La majorité des répondants indiquent que moins de la moitié de leurs données sont définies dans des dictionnaires de données ou des métadonnées. La situation est pire dans les sociétés canadiennes que dans les succursales.



Q3.6. Quelle cote les utilisateurs finaux attribueront-ils à l'exactitude et à l'exhaustivité des dictionnaires de données ou des métadonnées?



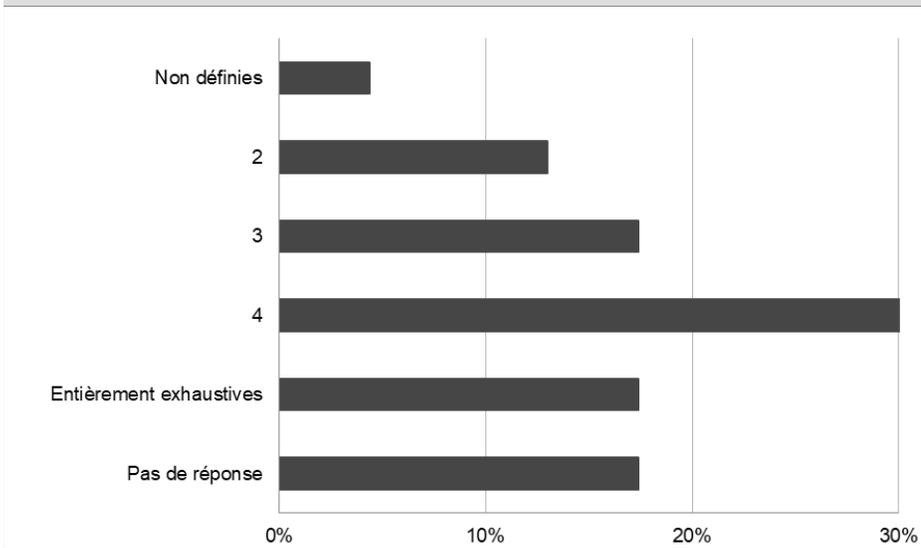
Q3.7. À quelle fréquence les dictionnaires de données ou de métadonnées sont-ils tenus à jour?



Le tiers des répondants affirment que leurs dictionnaires de données et leurs métadonnées sont rarement tenus à jour.

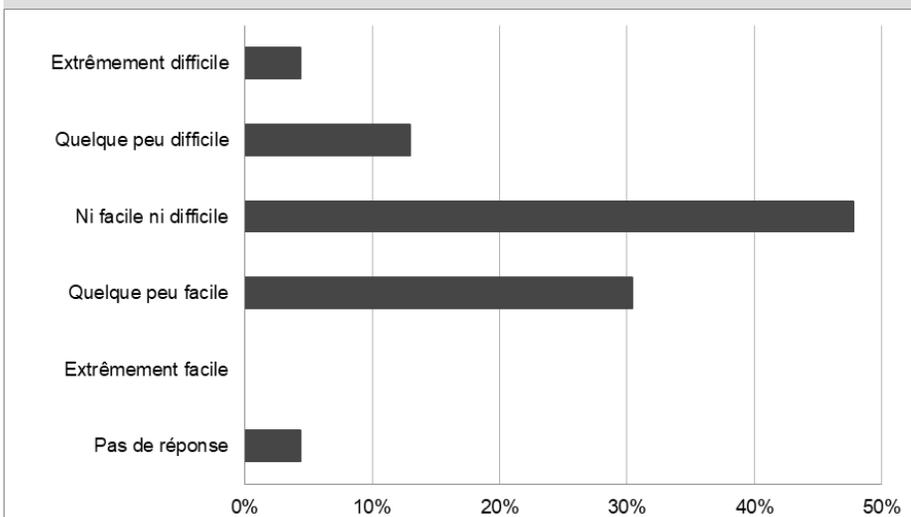


Q3.8. Dans quelle mesure les politiques qui énoncent l'accessibilité des données sont-elles exhaustives?



Plus de la moitié des répondants déclarent que leurs politiques d'accès aux données sont assez exhaustives. La situation semble meilleure dans les succursales et les petites sociétés, alors que les grandes sociétés d'assurances appliquent des politiques de données moins exhaustives.

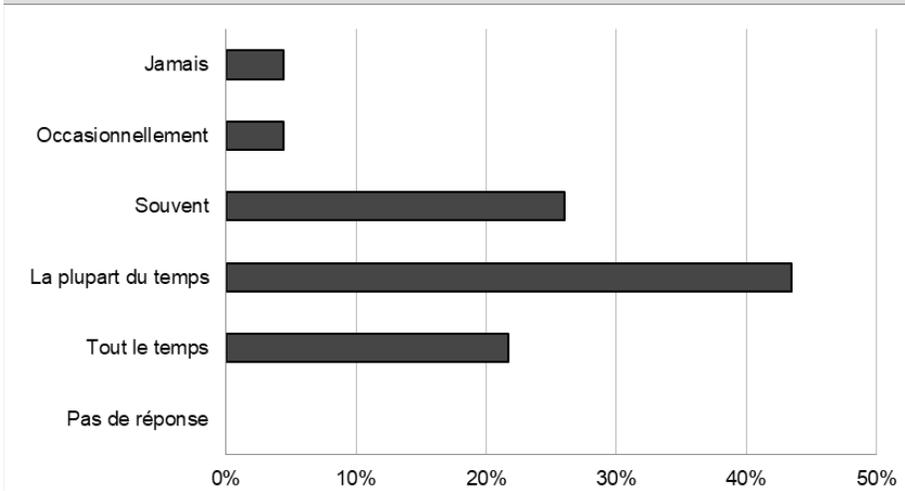
Q3.9. Comment qualifieriez-vous le processus d'accès aux données sur le plan du temps qui doit y être consacré?



En général, peu de répondants éprouvent des difficultés à accéder aux données.

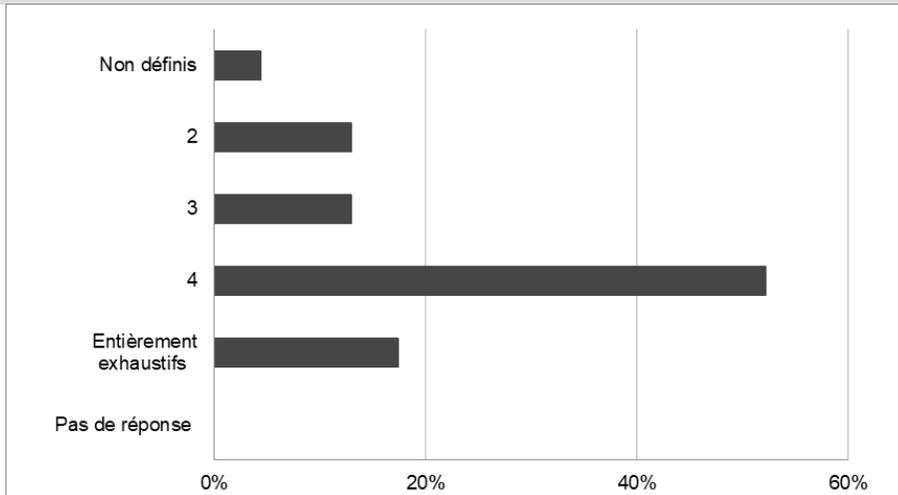


Q3.10. À quelle fréquence les processus de rapprochement des données sont-ils effectués? (%)



Le rapprochement des données est effectué au moins souvent dans plus de 90 % des sociétés sondées.

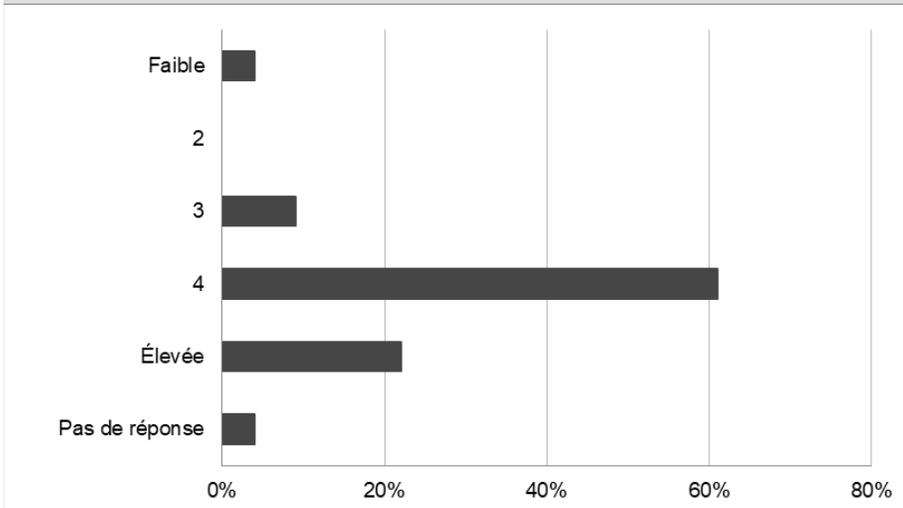
Q3.11. Dans quelle mesure les processus de rapprochement des données sont-ils exhaustifs?



Plus des deux tiers des répondants affirment que leur processus de rapprochement est très exhaustif.

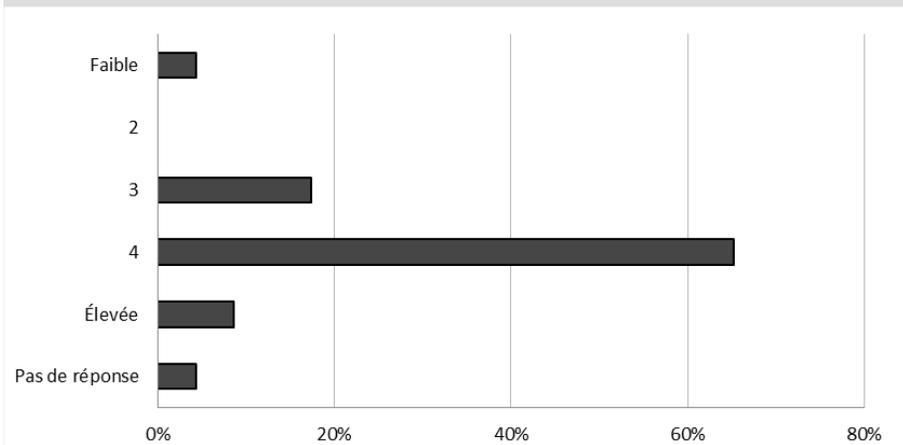


Q3.12. Comment les utilisateurs finaux évalueraient-ils l'exhaustivité de vos données?



Près de 90 % des sociétés sondées ont des niveaux élevés d'exhaustivité des données.

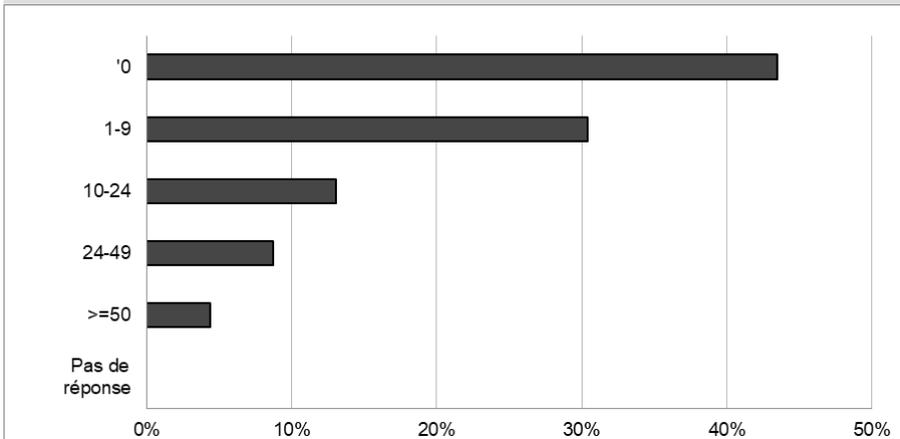
Q3.13. Comment les utilisateurs finaux évalueraient-ils l'exactitude de vos données?



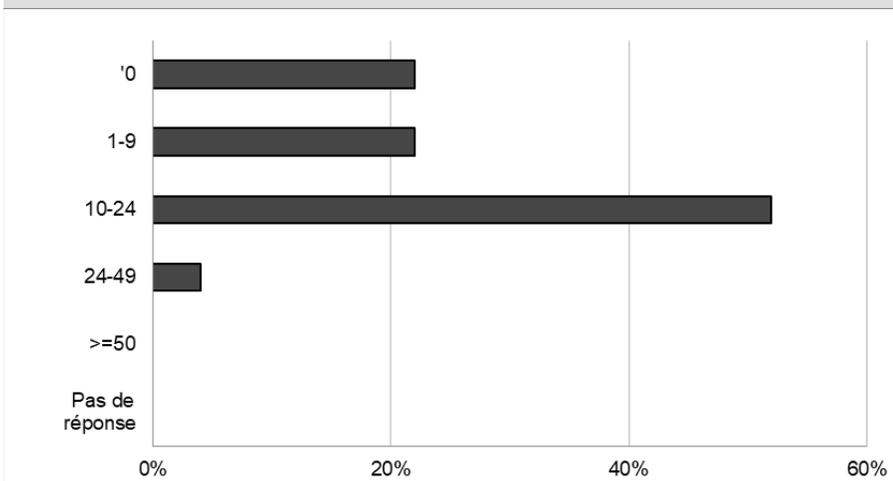
Près de 90 % des sociétés sondées ont des niveaux élevés d'exactitude des données.



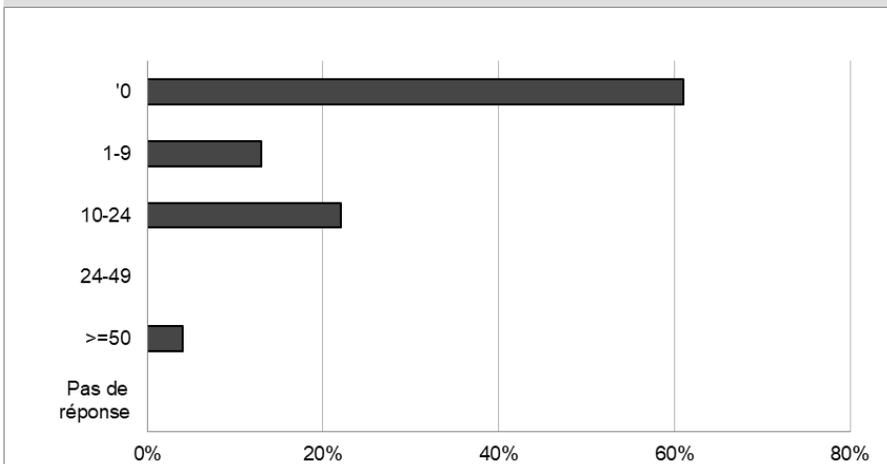
Q3.14a. Quelle proportion représentent vos données non structurées – voix, images, documents numérisés (pré-ROC)? (%)



Q3.14b. Quelle proportion représentent vos données non structurées – texte libre? (%)

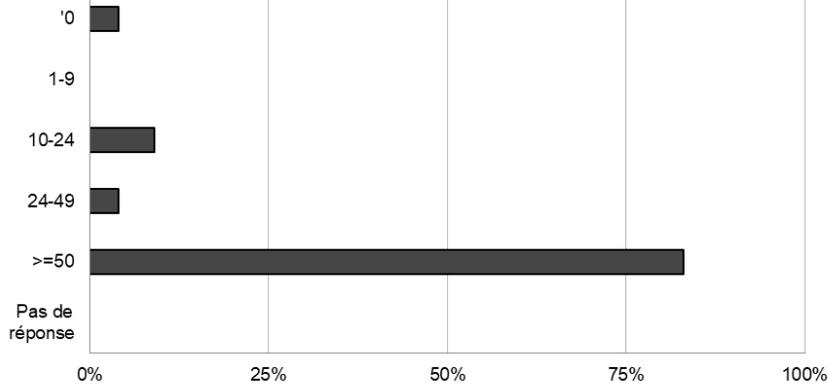


Q3.14c. Quelle proportion représentent vos données semi-structurées – JSON, XML, éventail? (%)

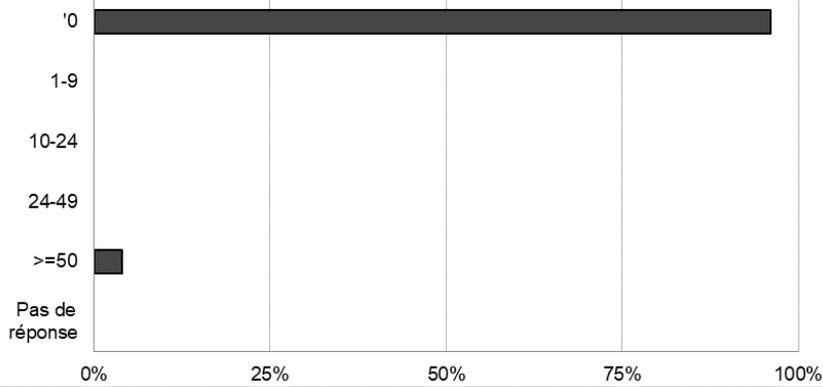




Q3.14d. Quelle proportion représentent vos données structurées – tableaux, cubes? (%)

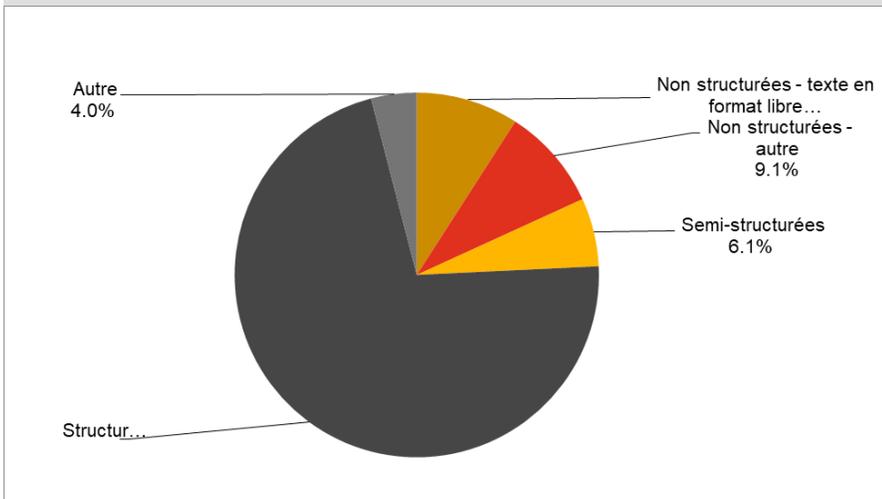


Q3.14e. Quelle proportion représentent vos données dans un autre format? (%)



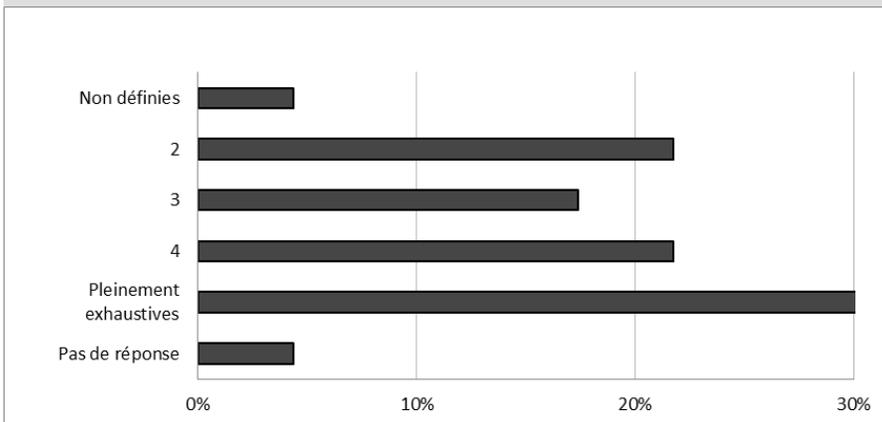


Q3.14. Formats de données utilisés par l'industrie



Les trois quarts des données mises à la disposition des sociétés d'assurances sont semi-structurées ou structurées.

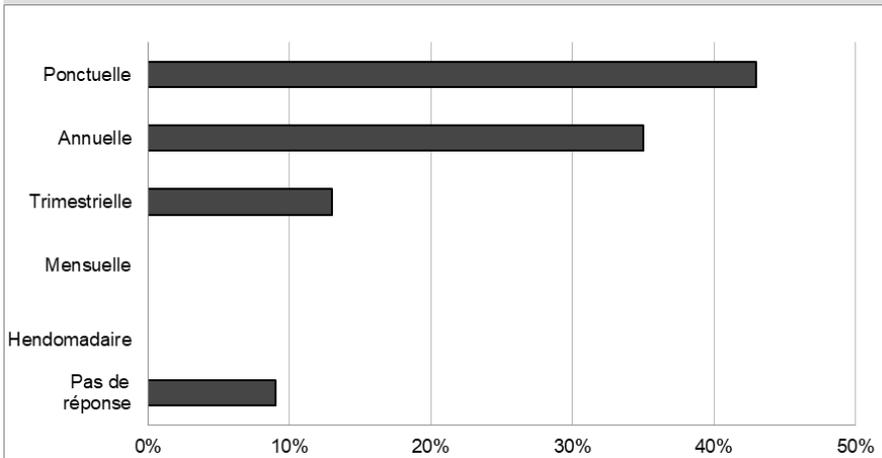
Q3.15. Dans quelle mesure les politiques sur la gouvernance, la surveillance et le traitement des données sont-elles exhaustives?



Seulement la moitié des répondants affirment que leurs politiques en matière de gouvernance, de surveillance et de traitement des données sont très exhaustives ou entièrement exhaustives.

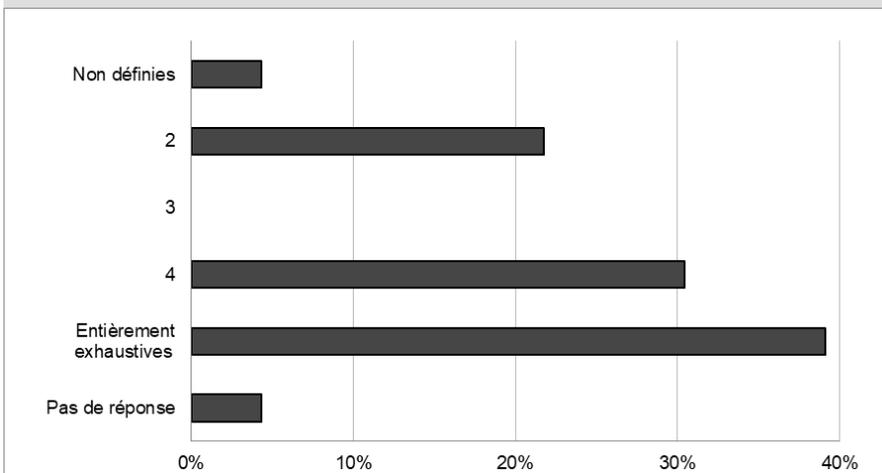


Q3.16. À quelle fréquence les lignes directrices sur la gouvernance, la surveillance et le traitement des données sont-elles révisées?



Près de la moitié des répondants déclarent revoir leurs politiques sur les données de façon ponctuelle.

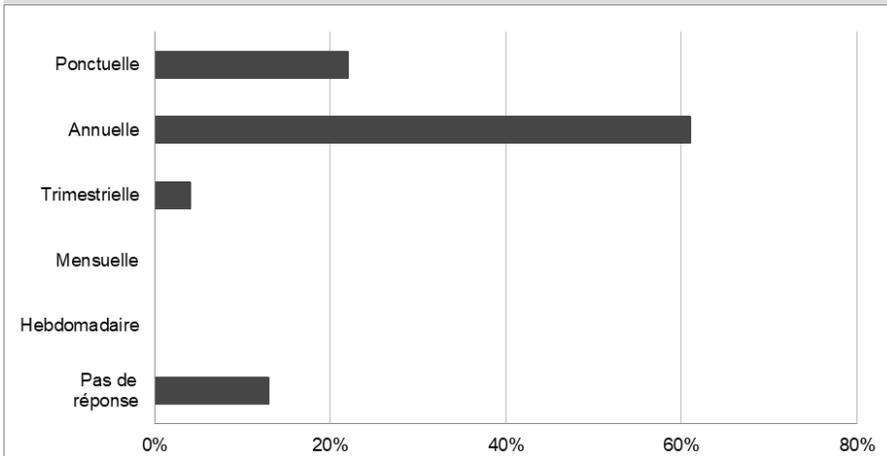
Q3.17. Dans quelle mesure les politiques de confidentialité et de conservation des données sont-elles exhaustives?



Les trois quarts des répondants appliquent des politiques exhaustives sur la confidentialité et la conservation des données.

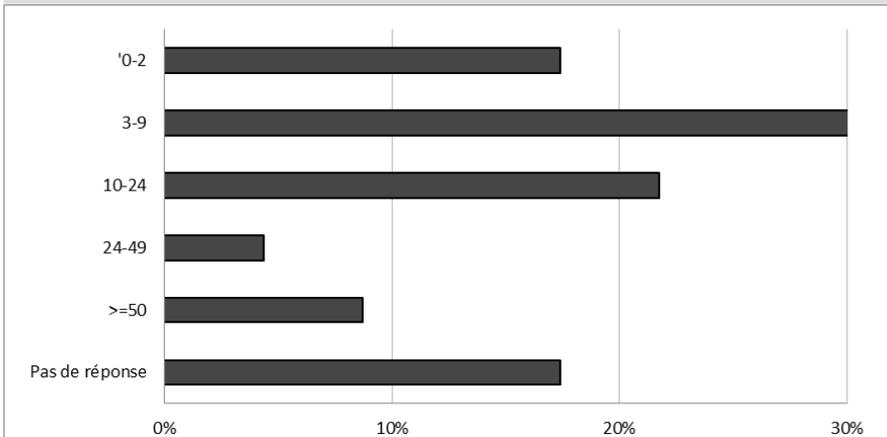


Q3.18. À quelle fréquence les politiques de confidentialité et de conservation des données sont-elles révisées?



Les politiques de confidentialité et de conservation des données sont revues tous les ans ou plus fréquemment dans la plupart des sociétés.

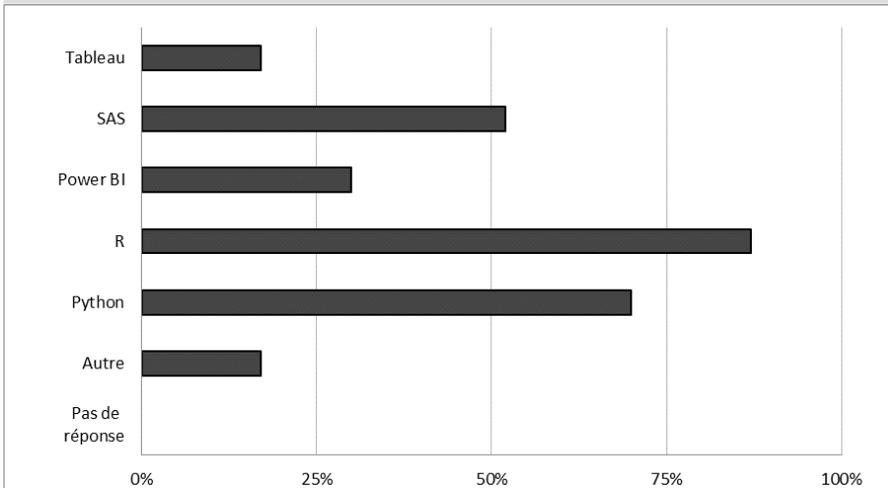
Q3.19. Combien de sources de données votre organisation utilise-t-elle régulièrement pour des activités d'analytique qui auront une incidence sur vos décisions opérationnelles?



La plupart des répondants utilisent régulièrement moins de dix sources de données pour des activités d'analytique.

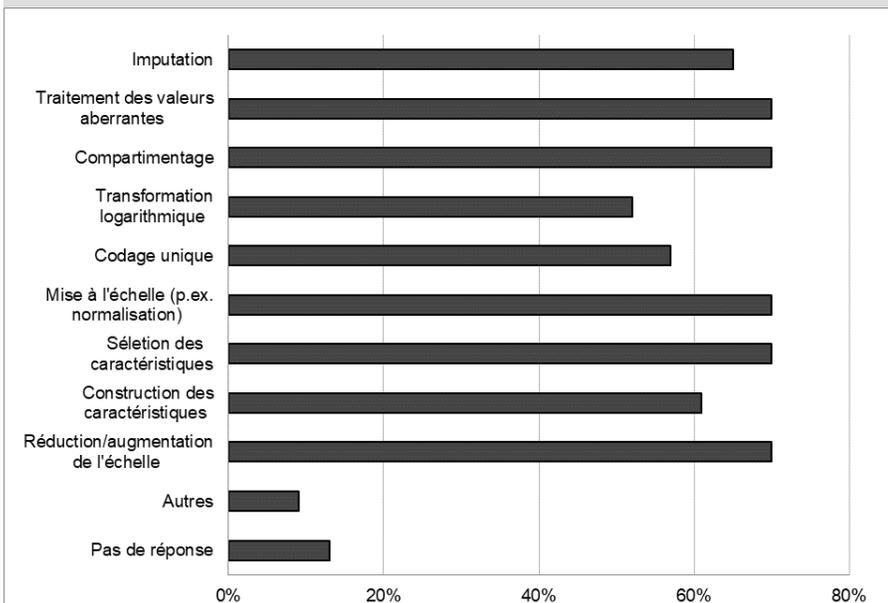


Q4.1. Quels logiciels utilisez-vous pour le traitement des données (sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent)?



R, Python et SAS sont les plus utilisés pour le traitement des données.

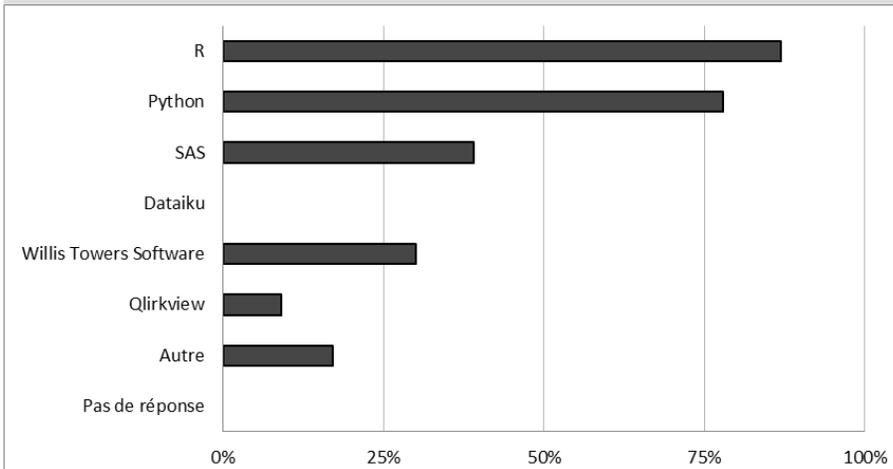
Q4.2. Quelles méthodes d'ingénierie des caractéristiques utilisez-vous actuellement (sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent)?



Diverses méthodes d'ingénierie sont actuellement utilisées.

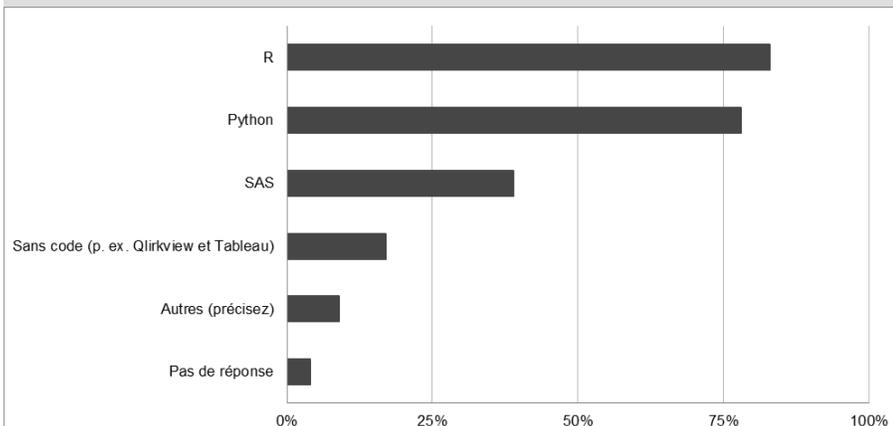


Q4.3. Quelles plateformes utilisez-vous pour effectuer des travaux d'analytique avancée (sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent)?



L'analytique avancée est principalement effectuée dans R, Python et SAS.

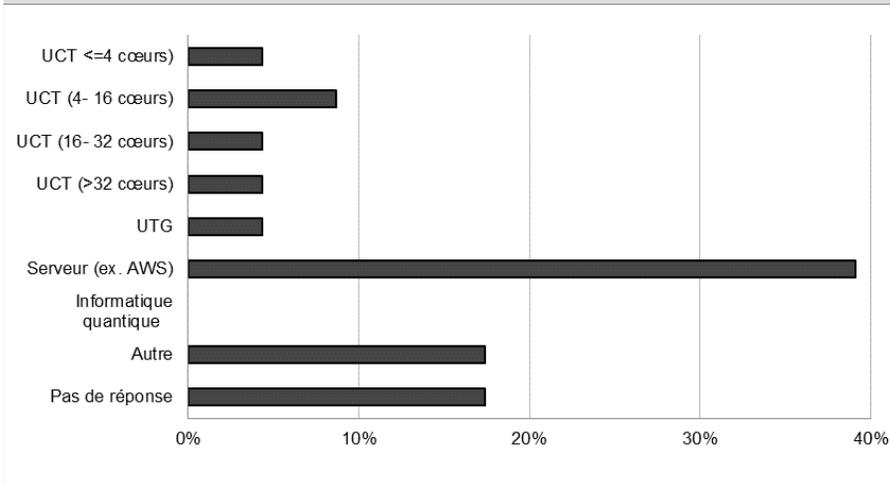
Q4.4. Quels langages de programmation sont utilisés pour effectuer des travaux d'analytique avancée (sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent)?



L'analytique avancée est principalement effectuée dans R, Python et SAS.

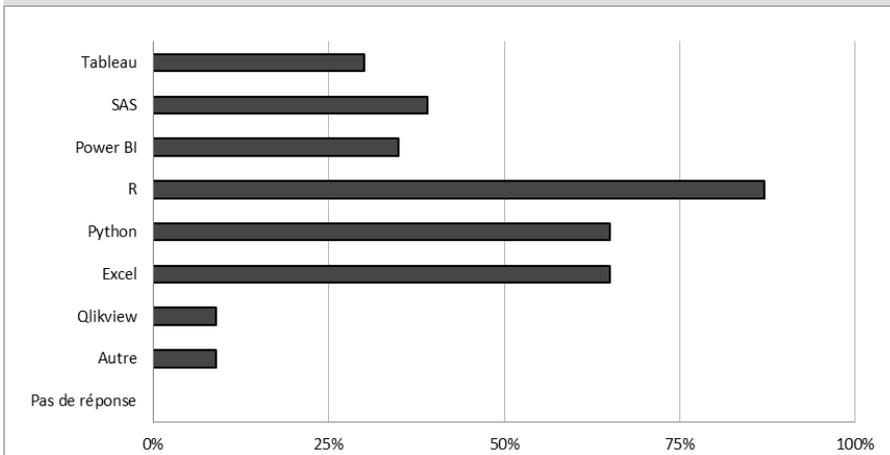


Q4.5. Quelle est la puissance informatique de votre organisation?



Près de la moitié des répondants utilisent des serveurs (p. ex., AWS) pour effectuer des calculs d'analytique avancée.

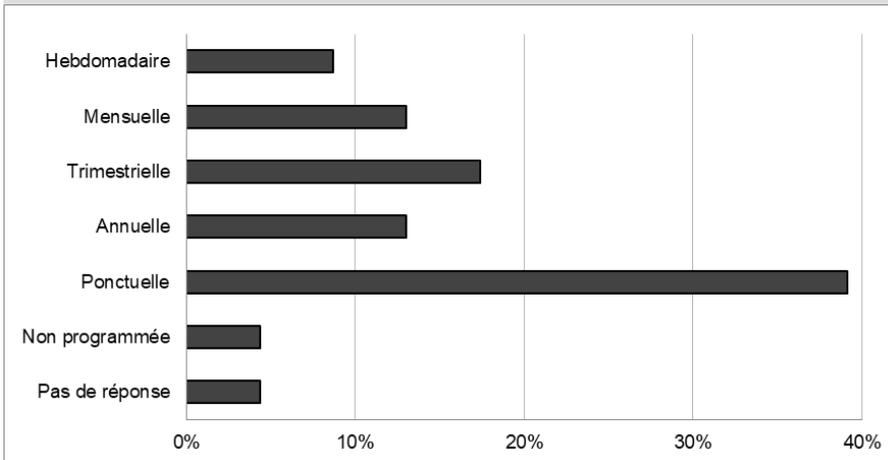
Q4.6. Quels logiciels sont utilisés pour l'analyse exploratoire des données et la visualisation (sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent)?



Il existe une vaste gamme de logiciels utilisés pour l'analyse exploratoire des données, la majorité des répondants utilisant R, Python et Excel.

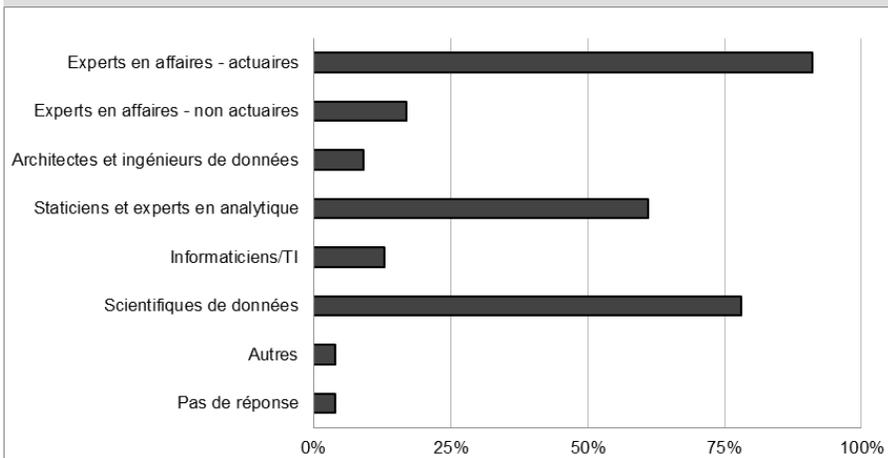


Q4.7. À quelle fréquence offrez-vous ou encouragez-vous le perfectionnement ou la formation du personnel pour élaborer ou exécuter des modèles?



Près de la moitié des répondants donnent ponctuellement de la formation à leurs employés pour qu'ils conçoivent/exécutent des modèles de façon ponctuelle.

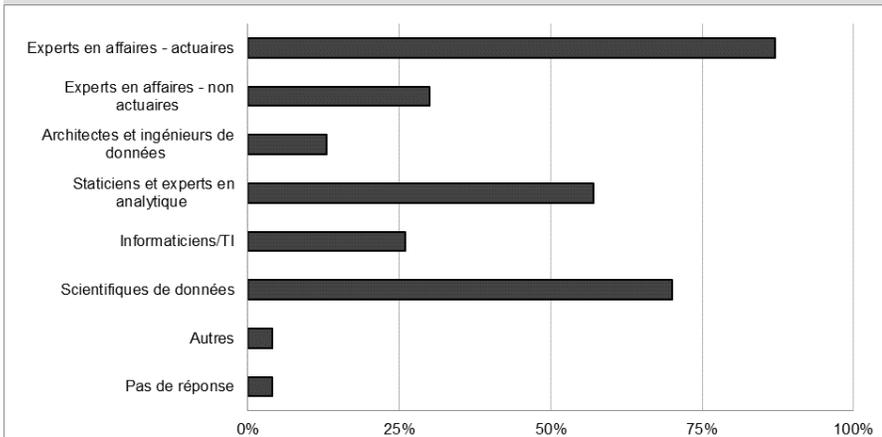
Q4.8. Quels types d'ETP élaborent des modèles d'analytique avancée (cochez toutes les réponses qui s'appliquent)?



Les modèles d'analytique avancée sont élaborés principalement par des actuaires, des scientifiques des données et des statisticiens/experts en analyse.

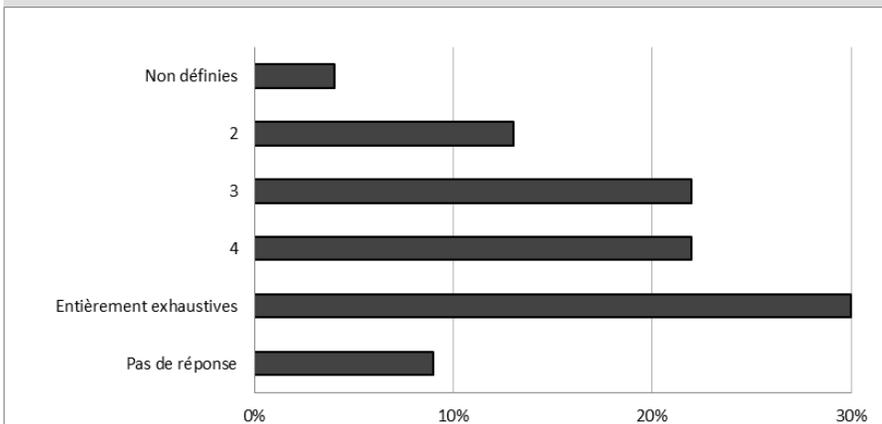


Q4.9. Quels types d'ETP exécutent des modèles d'analytique avancée (cochez toutes les réponses qui s'appliquent)?



Les modèles d'analytique avancée sont exécutés principalement par des actuaires, des scientifiques des données et des statisticiens/experts en analyse.

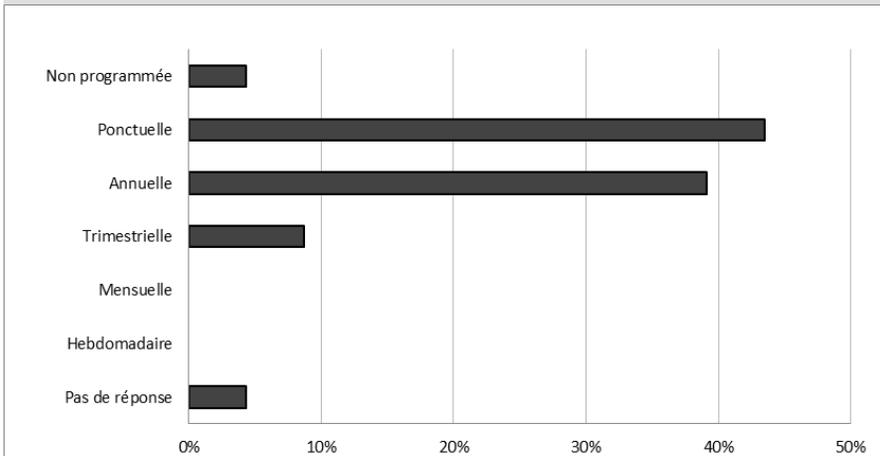
Q4.10. Dans quelle mesure les politiques relatives au processus de gouvernance, de surveillance et d'examen par les pairs du modèle sont-elles exhaustives?



Les politiques relatives au processus de gouvernance/surveillance/examen par les pairs du modèle sont très complètes chez au moins la moitié des répondants.

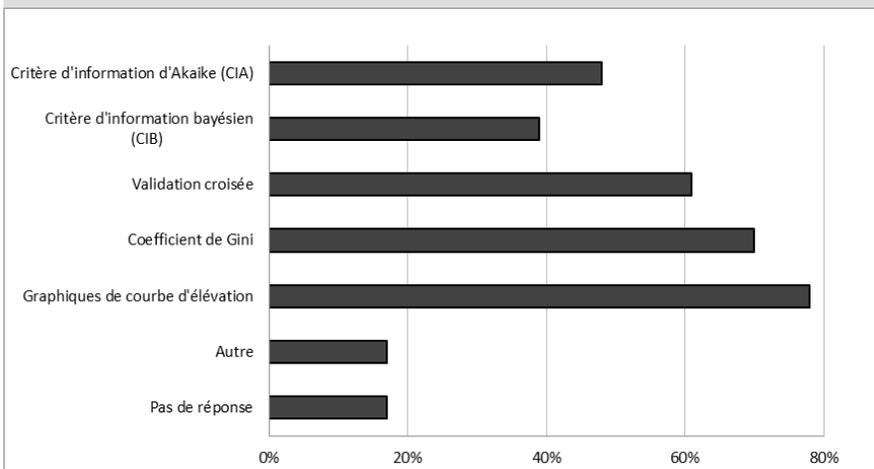


Q4.11. À quelle fréquence les lignes directrices sur le processus de gouvernance, de surveillance et d'examen par les pairs du modèle sont-elles révisées?



Plus de la moitié des répondants déclarent revoir les lignes directrices de façon ponctuelle ou imprévue.

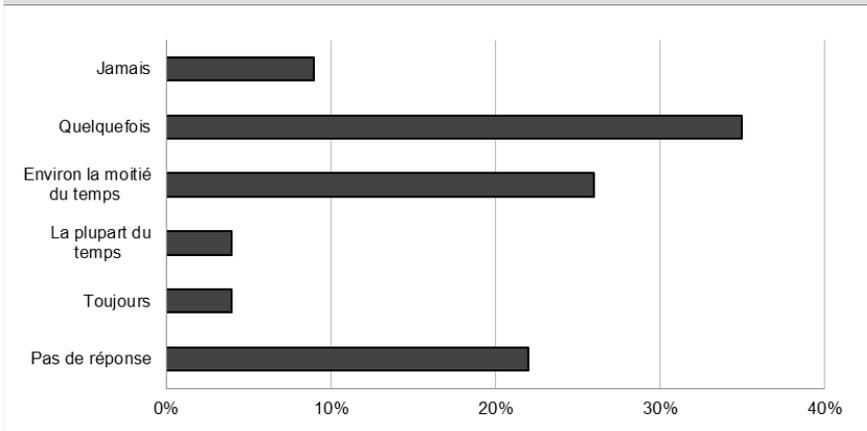
Q4.12. Quels critères utilisez-vous pour la sélection des modèles (sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent)?



Divers critères sont utilisés pour sélectionner des modèles, et l'on compte beaucoup sur la validation croisée, le coefficient de Gini et les graphiques de courbe d'élévation.

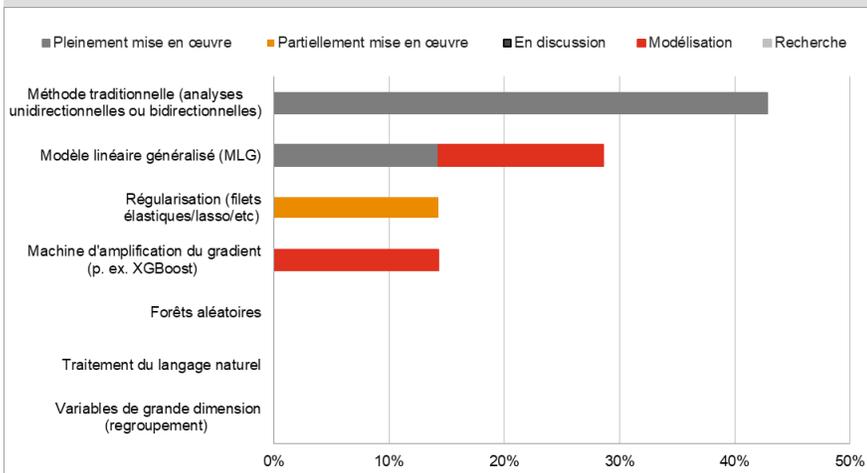


Q4.13. À quelle fréquence les données d'économie comportementale sont-elles prises en compte dans le processus de modélisation? (%)



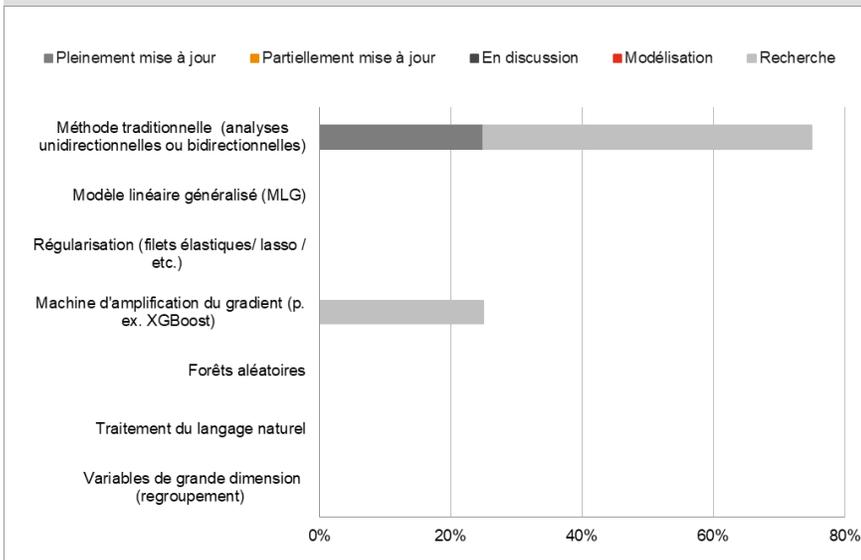
Les données d'économie comportementale sont rarement prises en compte dans le processus de modélisation.

Q4.14.1.1. Stratégie et croissance – Méthode d'analytique avancée – Analytique de croissance

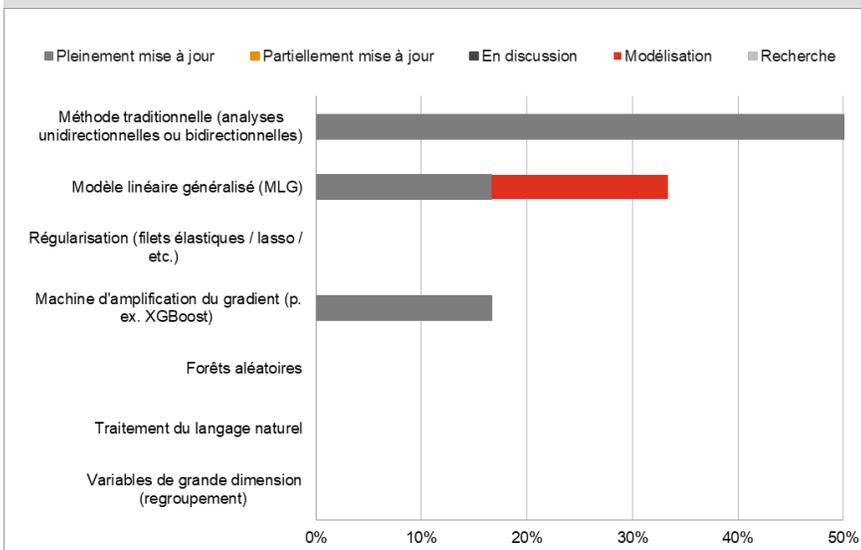




Q4.14.1.2. Stratégie et croissance – Méthode d'analytique avancée – Analytique de diffusion

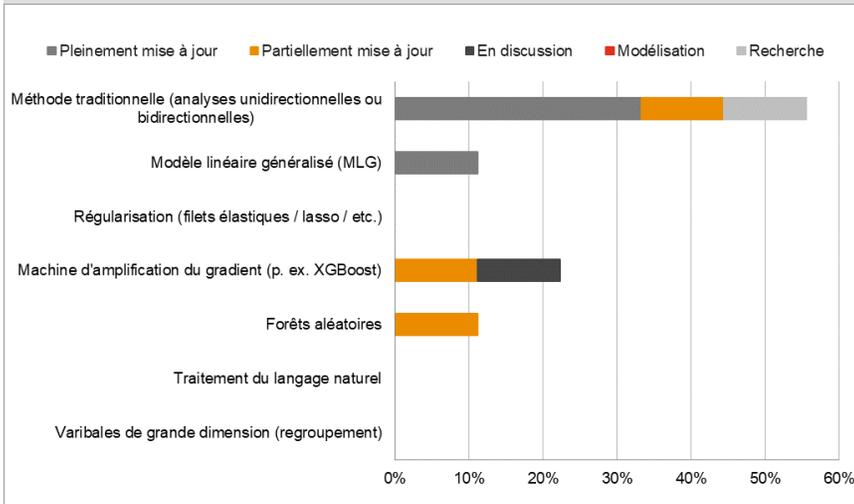


Q4.14.1.3. Stratégie et croissance – Méthode d'analytique avancée – Analytique du rendement

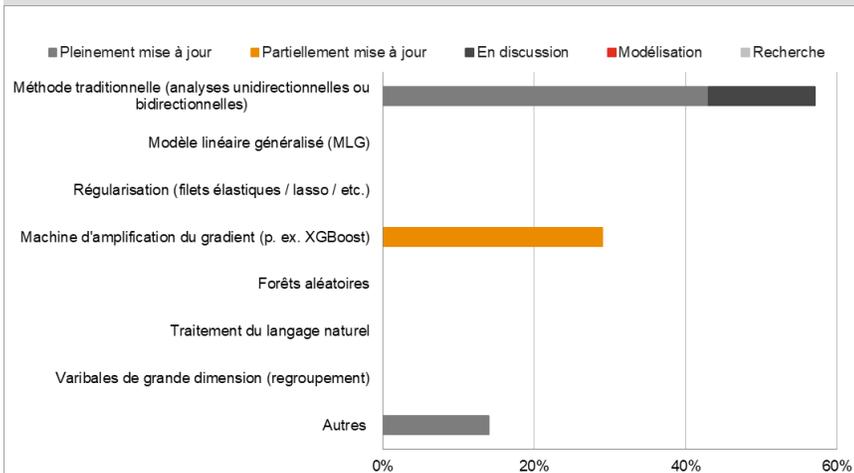




Q4.14.1.4. Stratégie et croissance – Méthode d'analytique avancée – Analytique de la concurrence

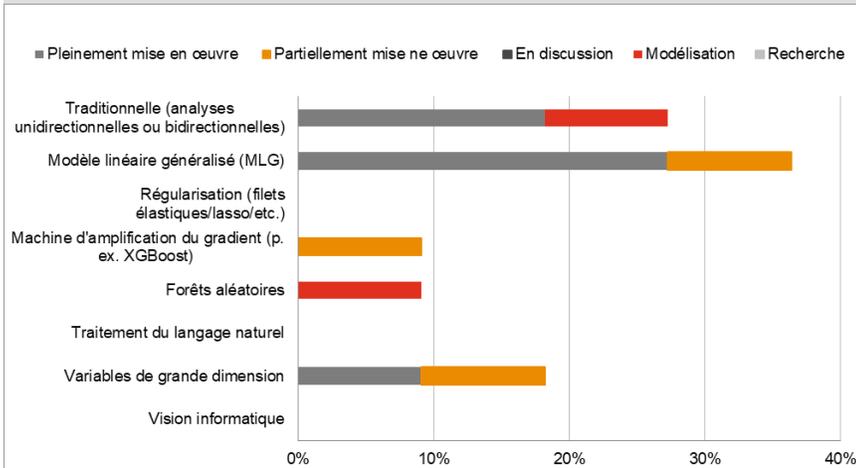


Q4.14.1.5. Stratégie et croissance – Méthode d'analytique avancée – Analytique de scénarios

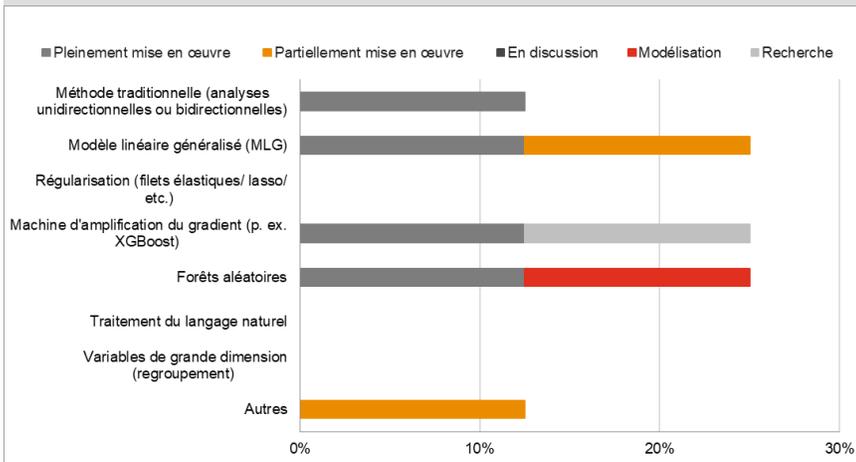




Q4.14.2.1. Clients et marketing – Méthode d'analytique avancée – Segmentation des clients

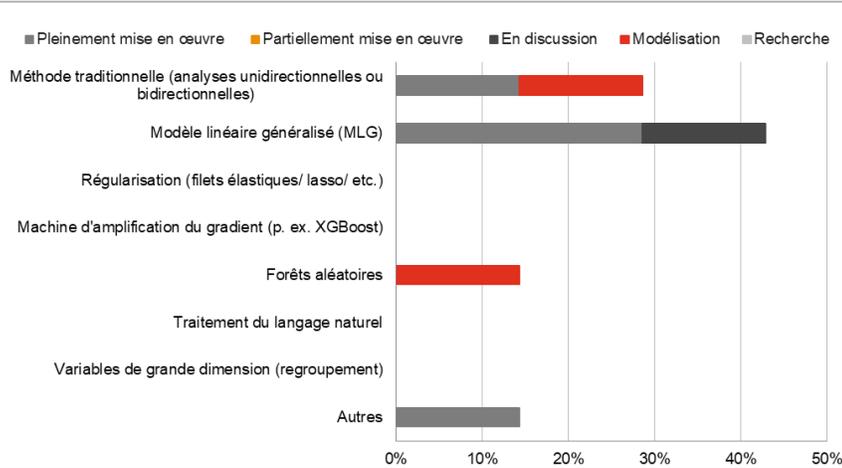


Q4.14.2.2. Client et marketing – Méthode d'analytique avancée – Analytique des acquisitions

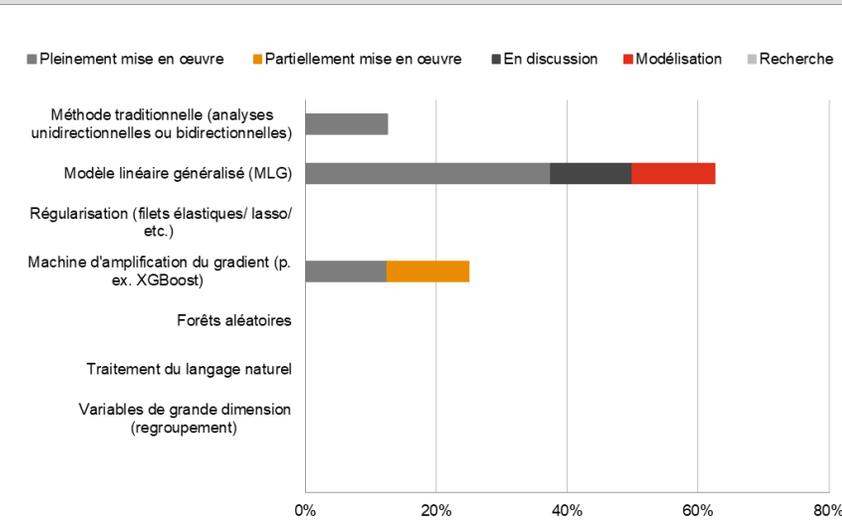




Q4.14.2.3. Client et marketing – Méthode d'analytique avancée – Analytique des dépenses et des combinaisons de marketing

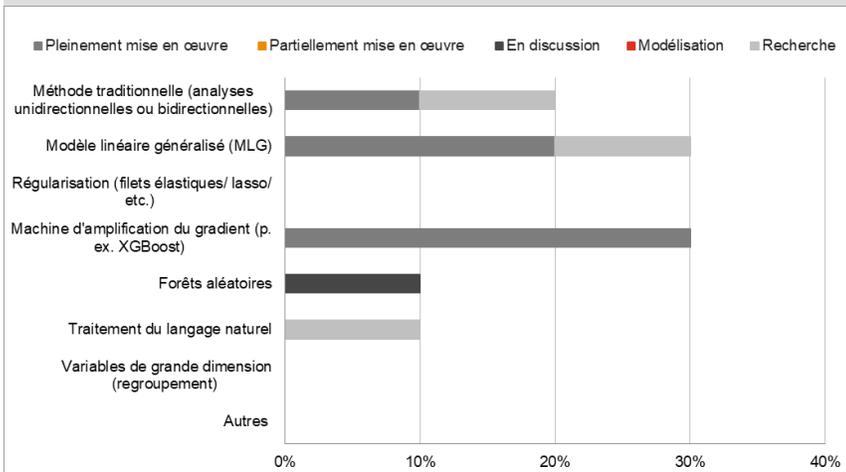


Q4.14.2.4. Client et marketing – Méthode d'analytique avancée – Analytique de la valeur à vie du client (VVC)

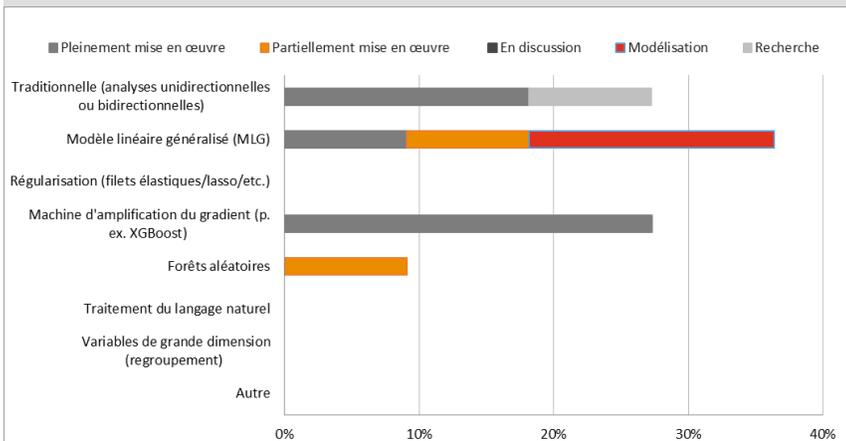




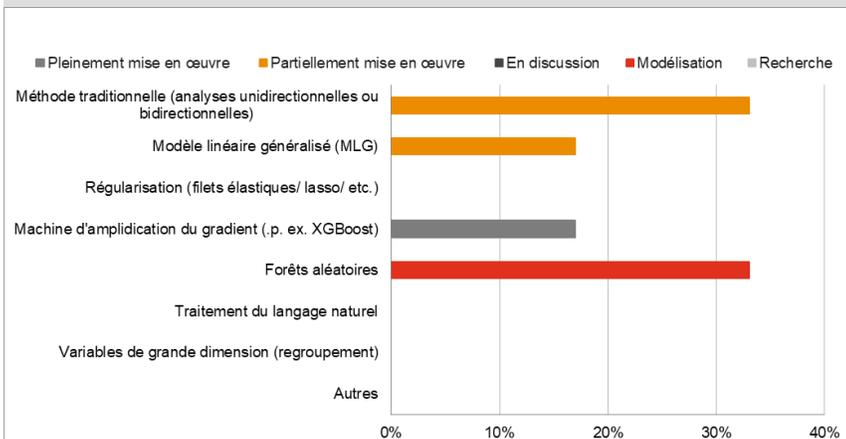
Q4.14.2.5. Client et marketing – Méthode d'analytique avancée – Analytique de l'expérience



Q4.14.2.6. Client et marketing – Méthode d'analytique avancée – Analytique de la rétention

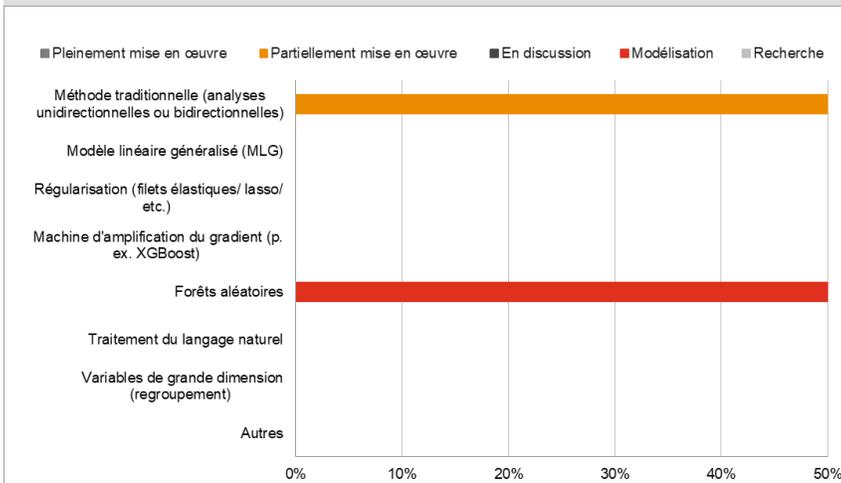


Q4.14.3.1. Ventes et distribution – Méthode d'analytique avancée – Segmentation de la distribution

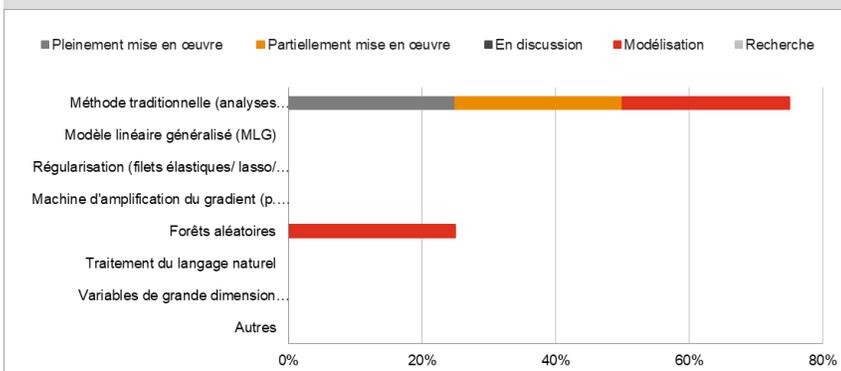




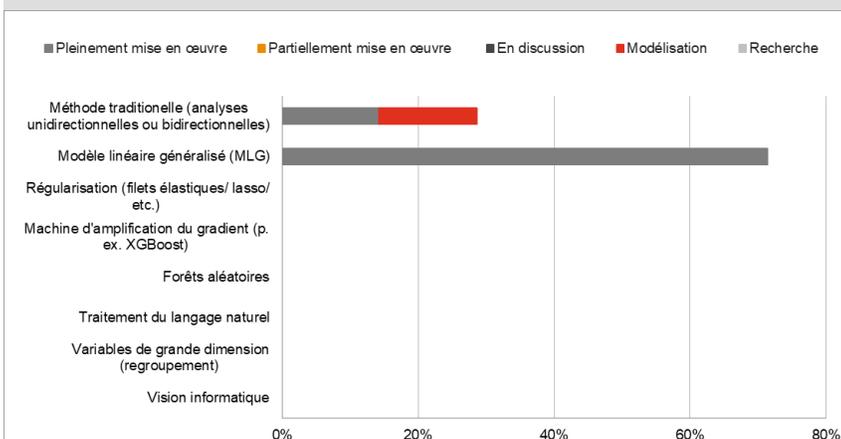
Q4.14.3.2. Ventes et distribution – Méthode d'analytique avancée – Analytique du recrutement



Q4.14.3.3. Ventes et distribution – Méthode d'analytique avancée – Gestion de la valeur de distribution

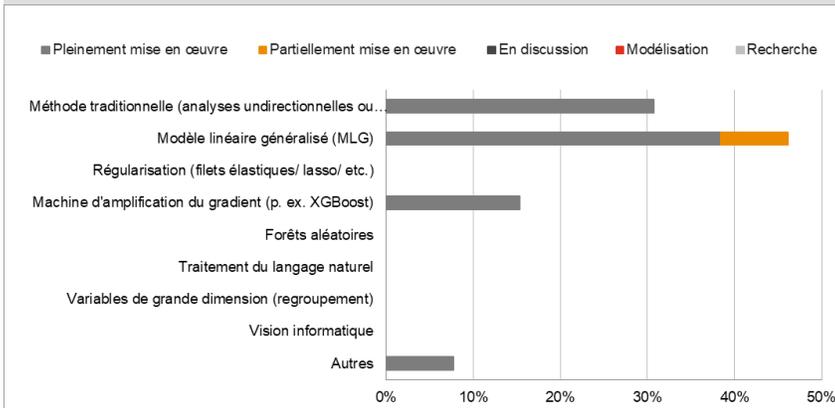


Q4.14.4.1. Produits, tarification et souscription – Méthode d'analytique avancée – Analytique de la conception des produits

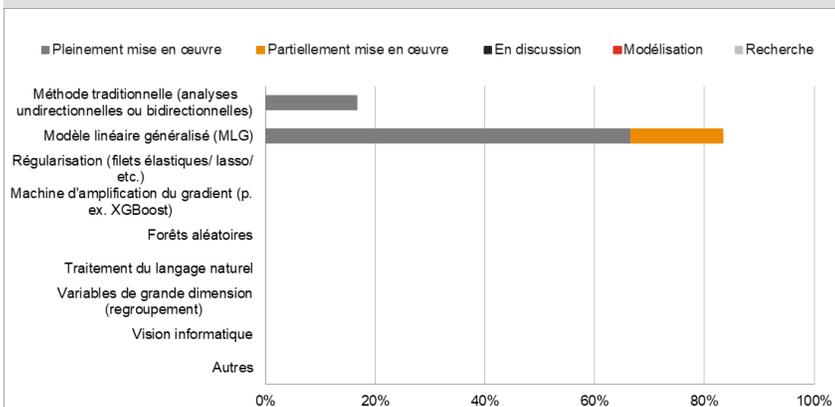




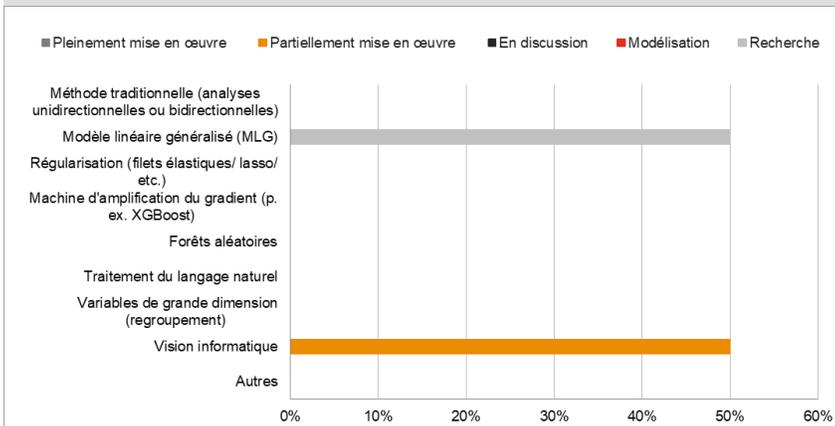
Q4.14.4.2. Produits, tarification et souscription – Méthode d'analytique avancée – Analytique de la rentabilité des produits



Q4.14.4.3. Produits, tarification et souscription – Méthode d'analytique avancée – Assurance basée sur l'utilisation

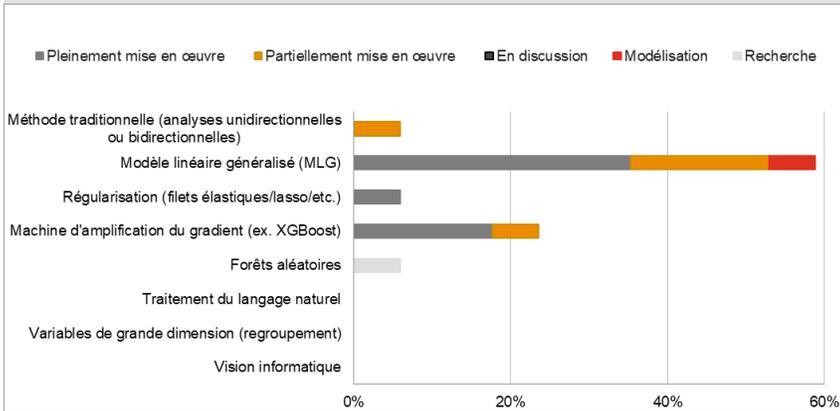


Q4.14.4.4. Produits, tarification et souscription – Méthode analytique avancée – Maisons connectées

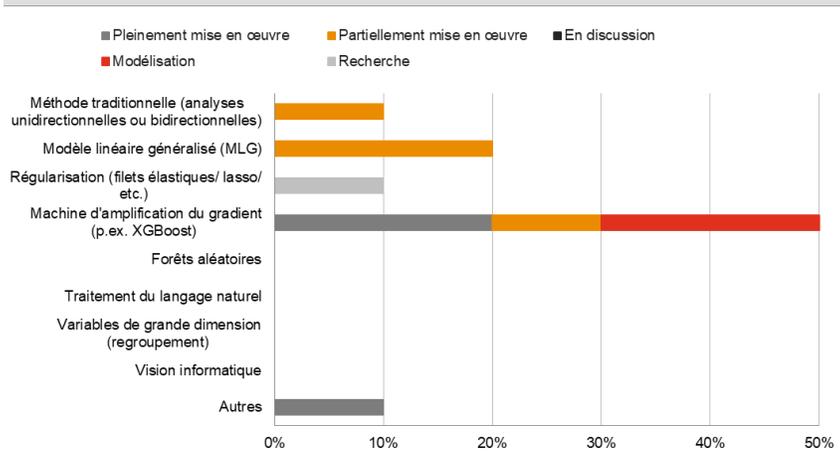




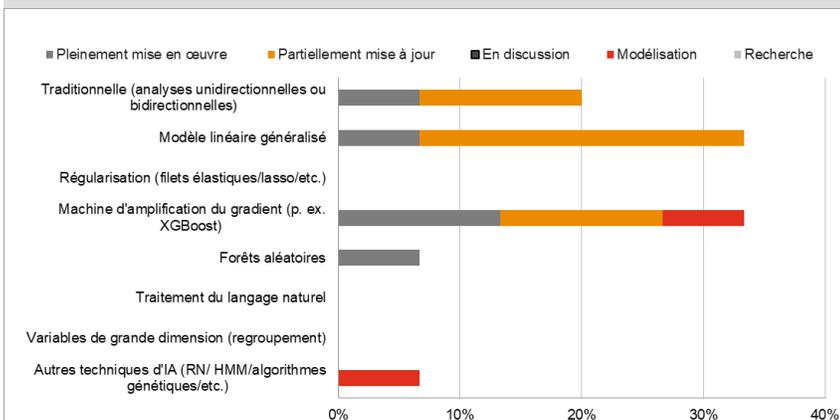
Q4.14.4.5. Produits, tarification et souscription – Méthode d'analytique avancée – Analytique des prix



Q4.14.4.6. Produits, tarification et souscription – Méthode d'analytique avancée – Optimisation des prix

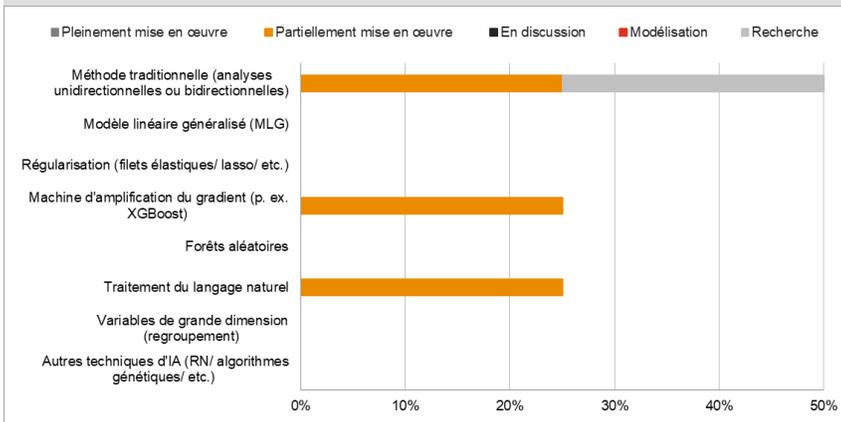


Q4.14.4.7. Produits, tarification et souscription – Méthode d'analytique avancée – Analytique de la souscription

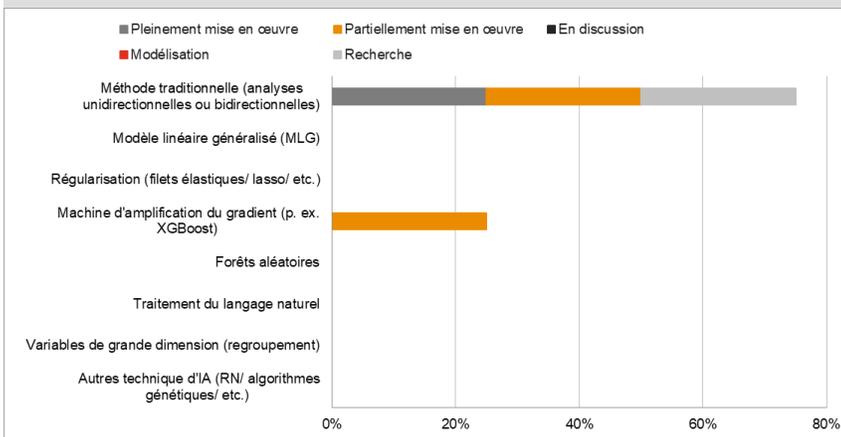




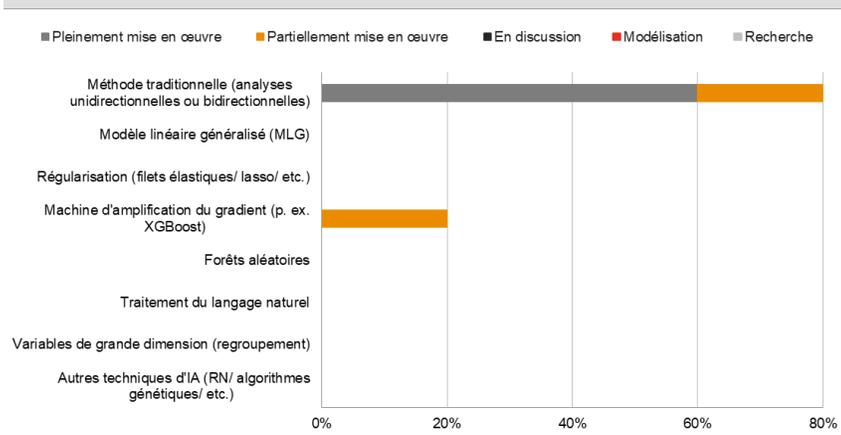
Q4.14.5.1. Processus et opérations – Méthode d'analytique avancée – Optimisation multicanaux



Q4.14.5.2. Processus et opérations – Méthode d'analytique avancée – Analytique des flux des polices

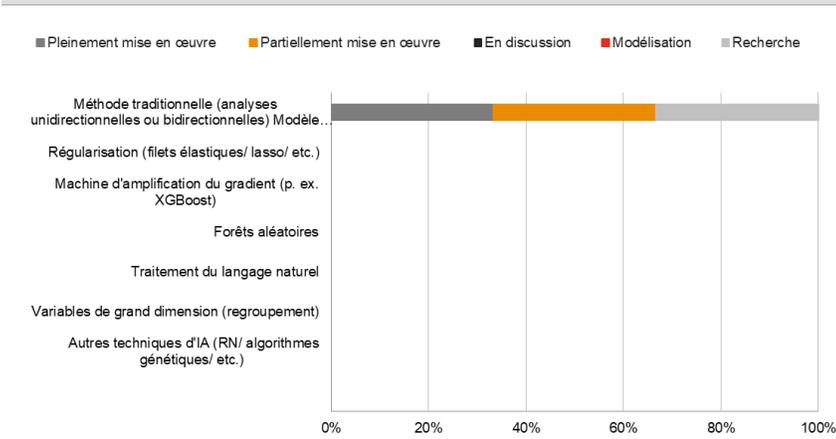


Q4.14.5.3. Processus et opérations – Méthode d'analytique avancée – Optimisation du portefeuille

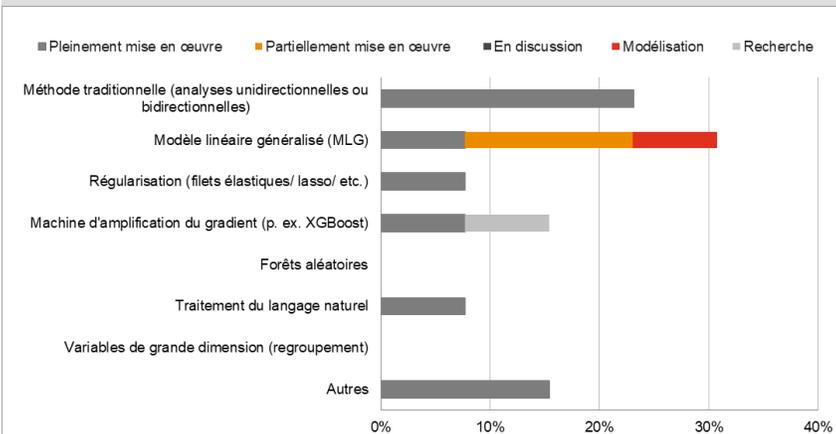




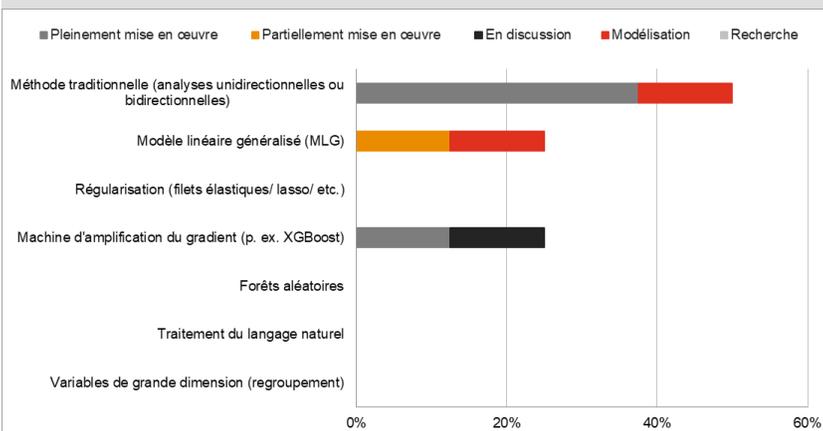
Q4.14.5.4. Processus et opérations – Méthode d'analytique avancée – Analytique de la planification et de l'exécution des programmes



Q4.14.6.1. Analytique des réclamations et des prestations – Méthode d'analytique avancée – Analytique des fraudes

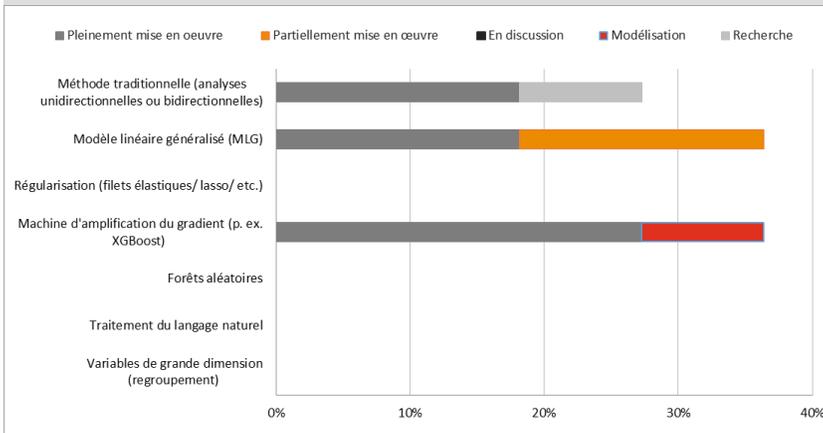


Q4.14.6.2. Analytique des réclamations et des prestations – Méthode d'analytique avancée – Analytique du flux des sinistres



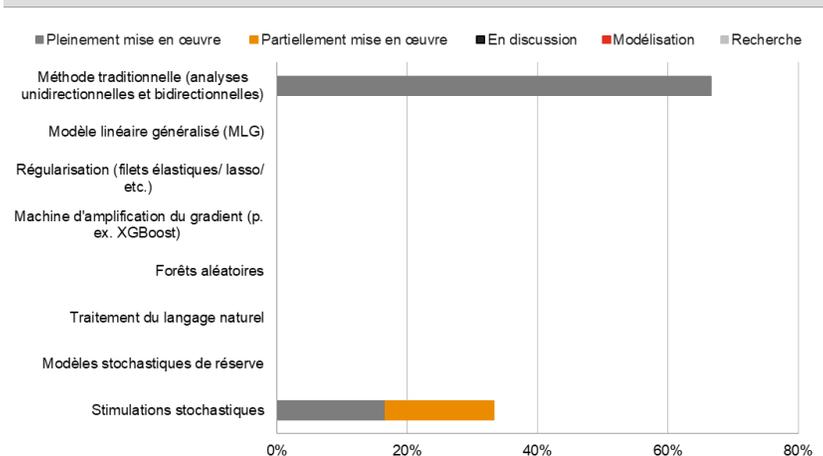


Q4.14.6.3. Analytique des réclamations et des prestations – Méthode d'analytique avancée – Analytique des pertes liées aux sinistres



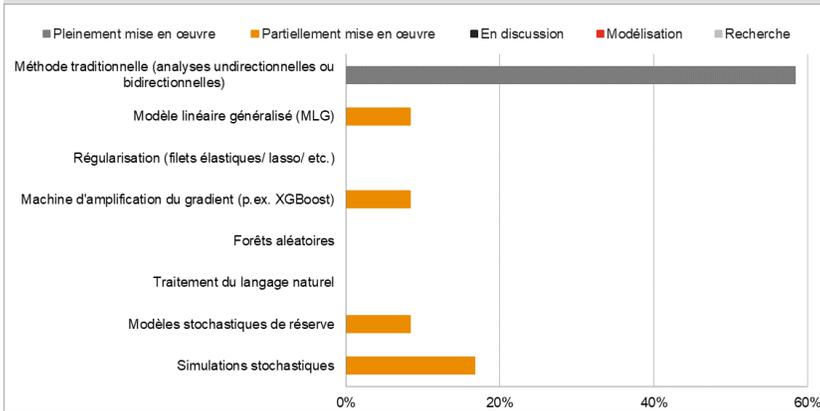
Q4.14.6.4. Analytique des réclamations et des prestations – Méthode d'analytique avancée – Modèles de comportement des souscripteurs

Q4.14.7.1. Capital, risque et finance – Méthode d'analytique avancée – Analytique d'appariement de l'actif-passif (AAP)

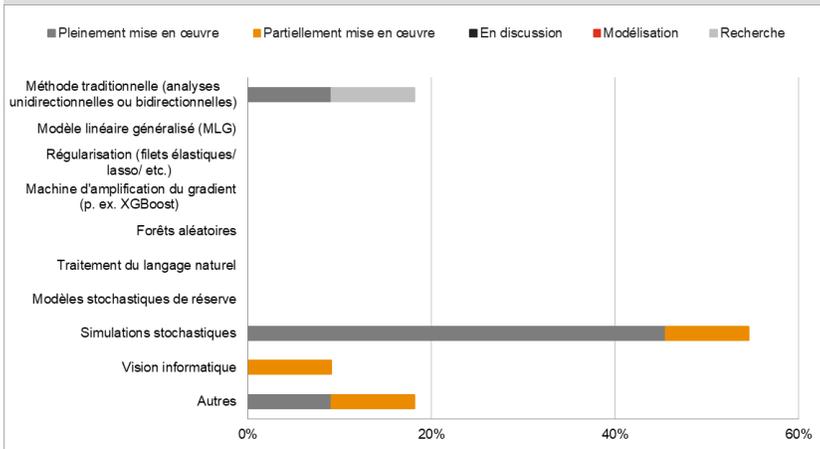




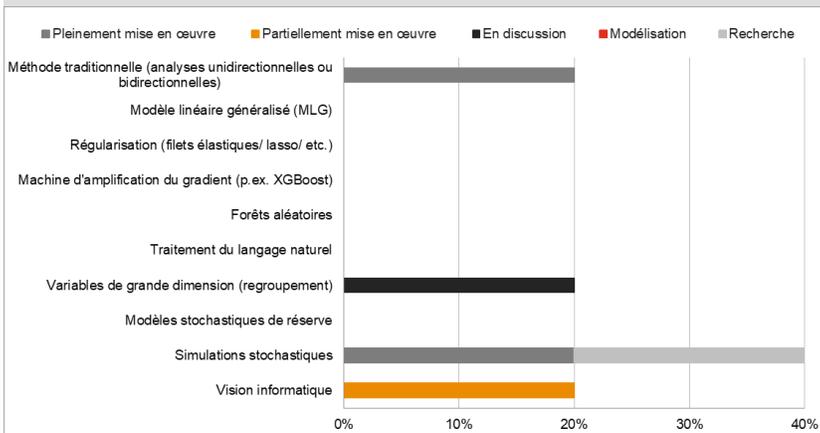
Q4.14.7.2. Capital, risque et finance – Méthode d'analytique avancée – Analytique du provisionnement



Q4.14.7.3. Capital, risque et finance – Méthode d'analytique avancée – Modélisation des catastrophes

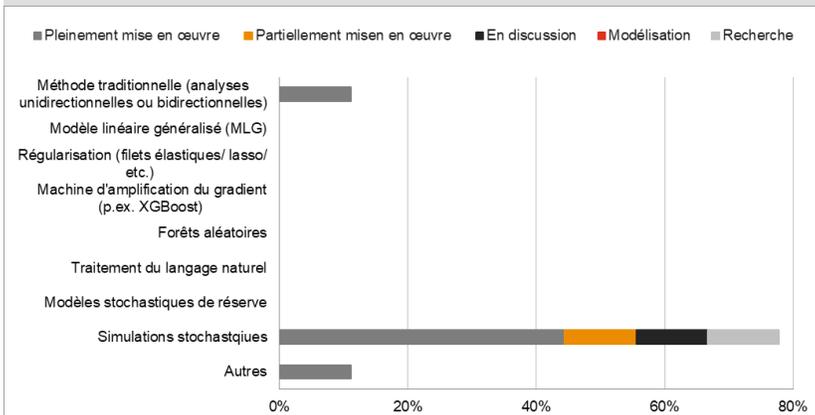


Q4.14.7.4. Capital, risque et finance – Méthode d'analytique avancée – Analytique de la concentration

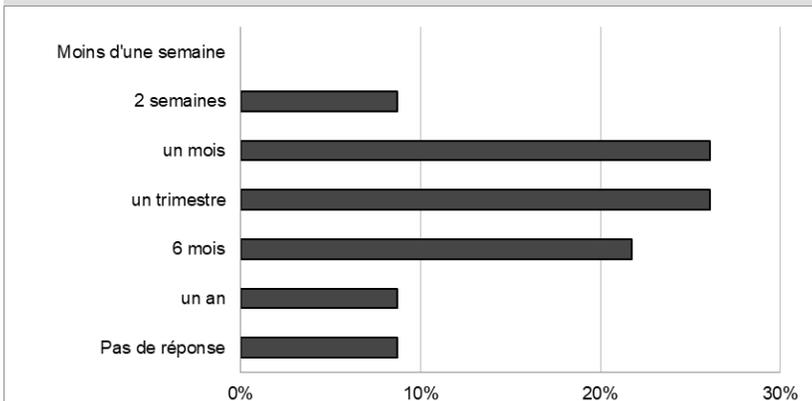




Q4.14.7.5. Capital, risque et finance – Méthode d'analytique avancée – Modèles de solvabilité



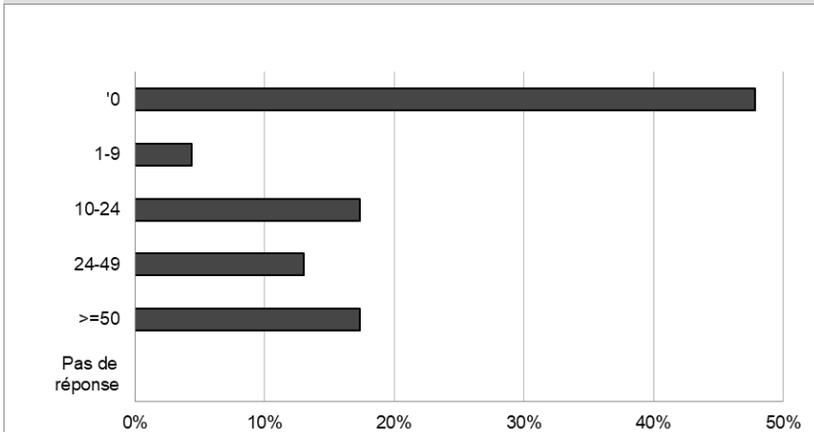
Q4.15. En moyenne, combien de temps faut-il pour apporter des changements à vos modèles les plus critiques sur le plan opérationnel?



90 % des répondants sont en mesure d'apporter des changements à leurs modèles les plus critiques en six mois et les deux tiers en un trimestre.

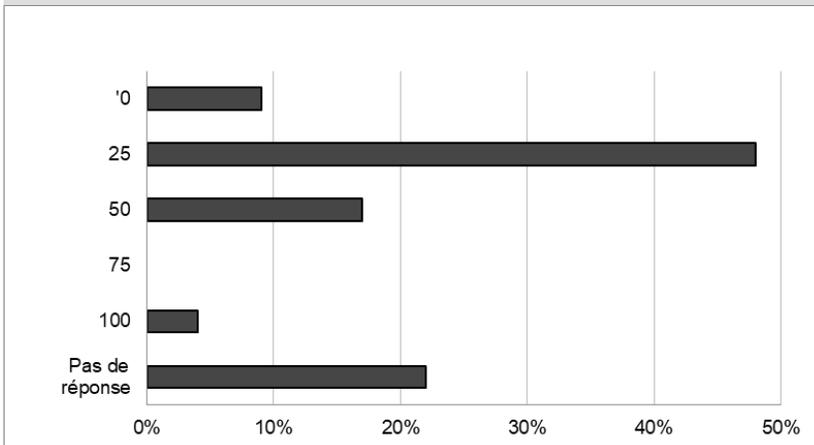


Q4.16. Quel pourcentage de modèles ont été mis en œuvre par traitement des données en temps réel?



Près de la moitié des répondants n'ont pas mis en œuvre de modèles de traitement des données en temps réel.

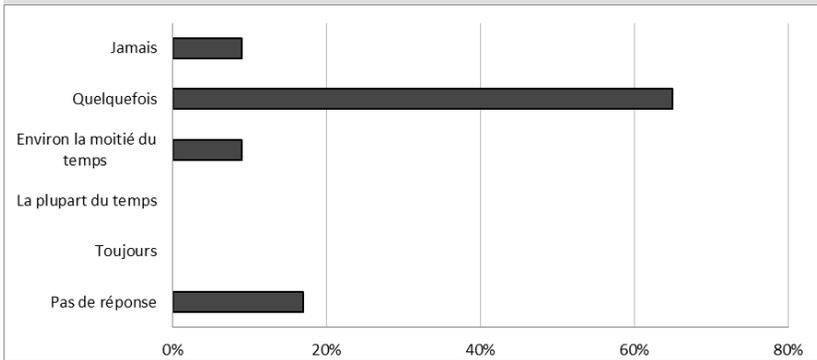
Q4.17. Quel pourcentage de modèles sont accessibles au moyen d'API?



Les modèles de seulement un répondant sur quatre sont accessibles par API.

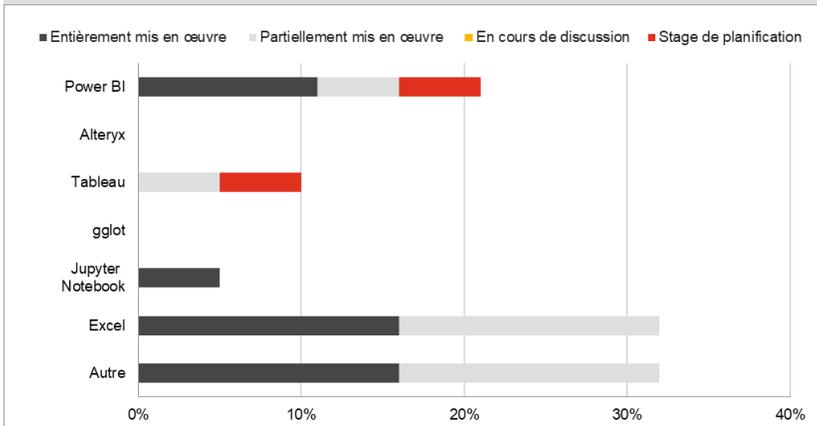


Q4.18. À quelle fréquence demandez-vous de l'aide externe pour mettre en œuvre des modèles (experts-conseils, applications prêtes à l'emploi, etc.)?

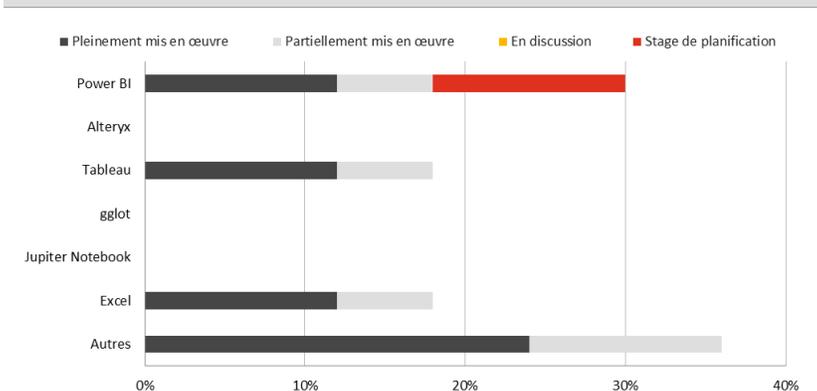


La plupart du temps, la mise en œuvre du modèle se fait à l'interne.

Q4.19.1. Quels outils utilisez-vous pour surveiller et communiquer les résultats de votre modèle? – Outils de visualisation – Surveillance – Tableau de bord des résultats réels par rapport aux résultats attendus

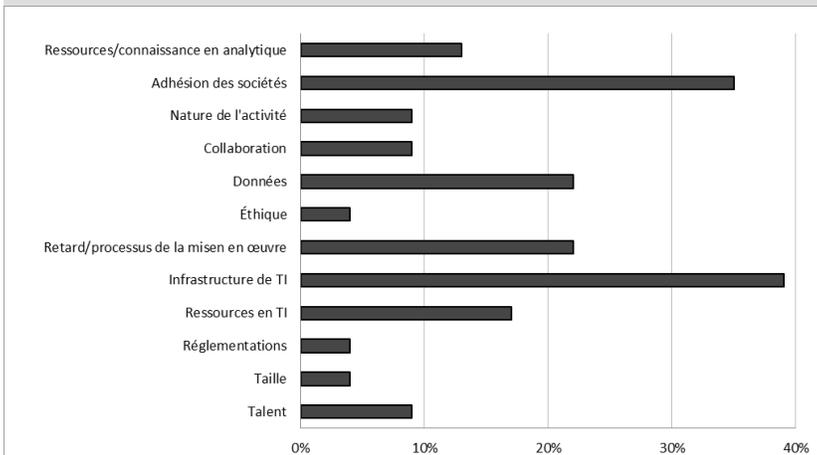


Q4.19.2. Quels outils utilisez-vous pour surveiller et communiquer les résultats de votre modèle? – Outils de visualisation – Rapports sur les résultats opérationnels

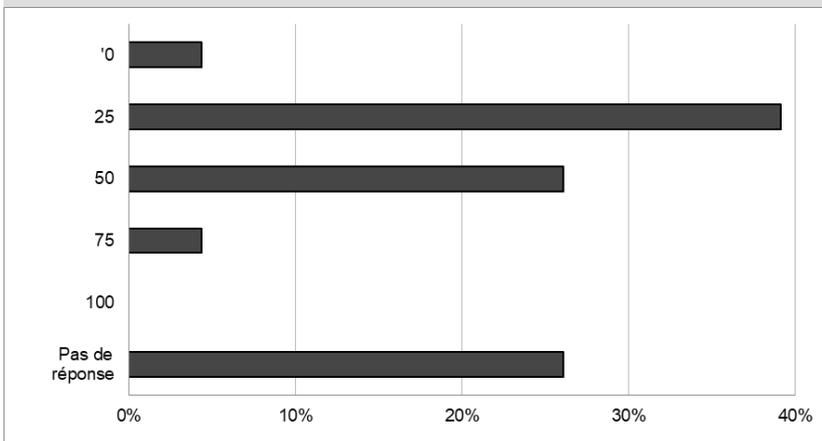




Q5.1. Quels sont les principaux défis de la mise en œuvre de l'analytique avancée?



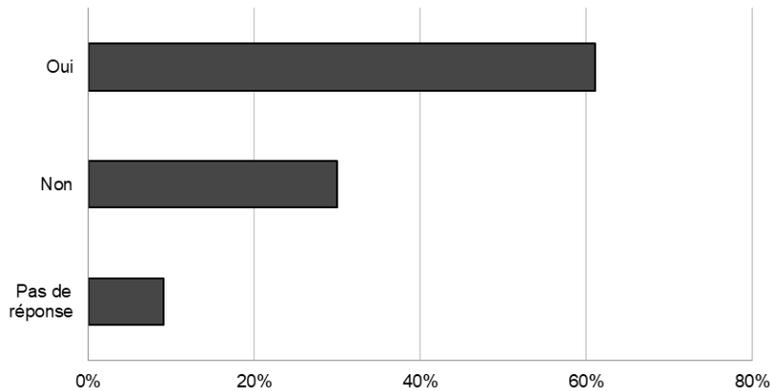
Q5.2. Quel pourcentage des travaux prototypés a été éliminé en raison de difficultés de mise en œuvre? (%)



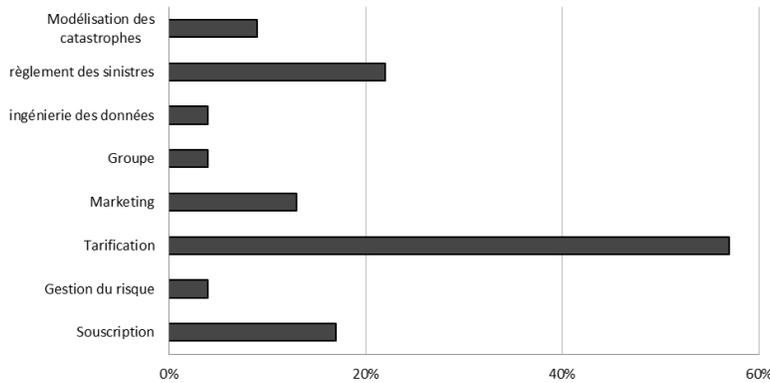
Plus d'une société sur trois a dû supprimer la moitié ou plus de ses travaux prototypés en raison de problèmes de mise en œuvre.



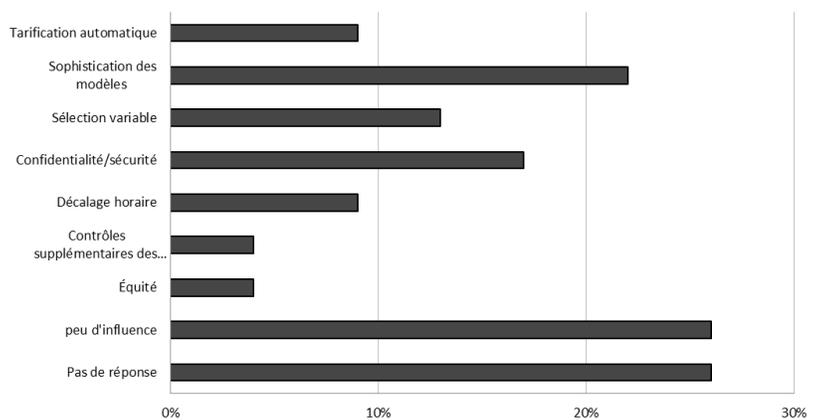
Q5.3 Votre capacité à élaborer et à mettre en œuvre l'analytique avancée a-t-elle été affectée par l'âge de votre infrastructure de TI?



Q5.4 Quel secteur d'activité a généré le gain le plus important grâce à l'utilisation de l'analytique prédictive?



Q5.5 Comment la réglementation des assurances influe-t-elle sur le développement et l'utilisation de l'analytique avancée dans votre organisation?





Annexe 2 – Liste des questions du sondage

N°	Question	Réponse
Q2.1	Quel niveau de soutien la haute direction de votre organisation fourni-t-elle pour élaborer l'analytique avancée?	<ul style="list-style-type: none">• 1 = Peu/pas de soutien• 5 = Soutien complet
Q2.2	Quel est le niveau de sensibilisation de la haute direction de votre organisation à l'égard de l'analytique avancée?	<ul style="list-style-type: none">• 1 = Peu de sensibilisation• 5 = Pleine sensibilisation
Q2.3	Quelle est la présence et la priorité des données et de l'analytique avancée à l'ordre du jour de la réunion de la haute direction?	<ul style="list-style-type: none">• 1 = Rarement discutée• 5 = Fréquente /priorité élevée
Q2.4	Combien d'ETP sont affectés à l'analytique avancée dans votre organisation?	
Q2.5	Quels types d'ETP sont affectés à l'analytique avancée (sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent)?	<ul style="list-style-type: none">• Experts du domaine – Actuaires• Experts du domaine – Non actuaires• Architectes/ingénieurs des données• Statisticiens/experts de l'analytique• Informaticiens/spécialistes des TI• Scientifiques des données• Autre – Veuillez préciser ci-après
Q2.6	Quel est le niveau de collaboration entre les équipes techniques qui développent l'analytique avancée et les derniers utilisateurs au sein de votre société? (%)	<ul style="list-style-type: none">• Nul (0 %)• Parfois (25 %)• Environ la moitié du temps (50 %)• La plupart du temps (75 %)• Total (100 %)
Q2.7	À quelle fréquence les résultats de l'analytique avancée sont-ils pris en compte lorsque des décisions opérationnelles sont prises? (%)	<ul style="list-style-type: none">• Jamais (0 %)• Parfois (25 %)• Environ la moitié du temps (50 %)• La plupart du temps (75 %)• Toujours (100 %)
Q2.8	Au moment de déployer une nouvelle application d'analytique qui n'a pas encore été exécutée (p. ex., le recours à un MLG pour prévoir les pertes pour la première fois), dans quelle mesure votre organisation	<ul style="list-style-type: none">• Jamais (0 %)• Parfois (25 %)• Environ la moitié du temps (50 %)• La plupart du temps (75 %)• Toujours (100 %)



N°	Question	Réponse
	tirerait-elle parti d'experts-conseils externes? (%)	
Q2.9	Dans quelle mesure est-il difficile d'embaucher et de maintenir en poste des experts de l'analytique pour des postes à l'interne?	<ul style="list-style-type: none">• Extrêmement difficile• Plutôt difficile• Ni facile ni difficile• Plutôt facile• Extrêmement facile• s.o. – aucun poste à l'interne
Q2.10	Comment vos capacités en analytique sont-elles structurées dans l'ensemble de votre organisation? – Choix retenu	<ol style="list-style-type: none">a. Séparément pour chaque produit et fonctionb. Séparées au niveau fonctionnel (études d'expérience, tarification, évaluation, etc.)c. Groupées par secteur d'activité (c.-à-d. pour toutes les fonctions et tous les produits)d. Combinaison d'experts centralisés et d'experts dans les unités opérationnellese. Fonction d'analytique centraliséef. Autres (préciser)
Q2.11_a	Comment classeriez-vous les aspects suivants de vos talents en analyse? – Connaissances en statistique/analyse	<ul style="list-style-type: none">• Faibles• Moyennement faibles• Moyennes• Moyennement élevées• Élevées• s.o. – aucun ETP affecté à l'analytique
Q2.11_b	Comment classeriez-vous les aspects suivants de vos compétences en analytique? – Connaissances en statistique/analytique	<ul style="list-style-type: none">• Faibles• Moyennement faibles• Moyennes• Moyennement élevées• Élevées• s.o. – aucun ETP affecté à l'analytique
Q2.11_c	Comment classeriez-vous les aspects suivants de vos compétences en analytique? – Connaissance des opérations	<ul style="list-style-type: none">• Faibles• Moyennement faibles• Moyennes• Moyennement élevées• Élevées• s.o. – aucun ETP n'est affecté à l'analytique



N°	Question	Réponse
3.1	La base de données est-elle tenue à jour par le personnel interne ou externe?	<ul style="list-style-type: none">a. Interneb. Externec. Combinaison des deux (précisez le %)
3.2	Combien d'équivalents temps plein tiennent la base de données à jour?	
3.3	Quels types d'ETP tiennent les bases de données à jour? (sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent)	<ul style="list-style-type: none">a. Experts du domaine – Actuairesb. Experts du domaine – Non actuairesc. Architectes/ingénieurs des donnéesd. Statisticiens/experts de l'analytiquee. Informaticiens/spécialistes des TIf. Scientifiques des donnéesg. Autres (précisez)
3.4	Quelles sont les plateformes utilisées pour stocker les données (sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent)?	<ul style="list-style-type: none">a. Système interne exclusifb. Tableurs Excelc. Fichiers plats (CSV, fichiers texte)d. MS Accesse. SQL Serverf. Hadoop (ou semblable)g. Autres (précisez)
3.5	Quel pourcentage de vos données a été défini dans des dictionnaires de données ou des métadonnées? (%)	<ul style="list-style-type: none">a. 0 %b. 25 %c. 50 %d. 75 %e. 100 %
3.6	Quelle cote les utilisateurs finaux attribueraient-ils à l'exactitude et à l'exhaustivité des dictionnaires de données ou des métadonnées?	<ul style="list-style-type: none">• 1 = Faible• 5 = Élevée
3.7	À quelle fréquence les dictionnaires de données ou de métadonnées sont-ils tenus à jour? (%)	<ul style="list-style-type: none">a. Jamais (0 %)b. Rarement (25 %)c. Souvent (50 %)d. Plus que souvent (75 %)e. Toujours (100 %)
3.8	Dans quelle mesure les politiques qui énoncent l'accessibilité des données sont-elles exhaustives?	<ul style="list-style-type: none">• 1 = Non définies• 5 = Entièrement exhaustives
3.9	Comment qualifieriez-vous le processus d'accès aux données sur le plan du temps qui doit y être consacré?	<ul style="list-style-type: none">• Extrêmement difficile = 1• Extrêmement facile = 5



N°	Question	Réponse
3.10	À quelle fréquence les processus de rapprochement des données sont-ils appliqués? (%)	<ul style="list-style-type: none">a. Jamais (0 %)b. Occasionnellement (25 %)c. Souvent (50 %)d. La plupart du temps (75 %)e. Tout le temps (100 %)
3.11	Dans quelle mesure les processus de rapprochement des données sont-ils exhaustifs?	<ul style="list-style-type: none">• 1 = Non définis• 5 = Entièrement exhaustifs
3.12	Comment les utilisateurs finaux évalueraient-ils l'exhaustivité de vos données?	<ul style="list-style-type: none">• 1 = Faible• 5 = Élevée
3.13	Comment les utilisateurs finaux évalueraient-ils l'exactitude de vos données?	<ul style="list-style-type: none">• 1 = Faible• 5 = Élevée
3.14	Quelles sont les proportions de données dans chaque format de données (doivent totaliser 100)? (%)	<ul style="list-style-type: none">a. Non structurées (voix, image, documents numérisés)b. Texte en forme librec. Code nécessitant une légende aux fins d'interprétationd. Scalaires/valeurs ne nécessitant aucune légendee. Éventails, tableaux, cubes
3.15	Dans quelle mesure les politiques sur la gouvernance, la supervision et les processus des données sont-elles exhaustives?	<ul style="list-style-type: none">• 1 = Non définies• 5 = Entièrement exhaustives
3.16	À quelle fréquence les lignes directrices sur la gouvernance, la supervision et les processus relatifs aux données sont-elles revues?	<ul style="list-style-type: none">a. Ponctuelleb. Annuellec. Trimestrielled. Mensuellee. Hebdomadaire
3.17	Dans quelle mesure les politiques de confidentialité et de conservation des données sont-elles exhaustives?	<ul style="list-style-type: none">• 1 = Non définies• 5 = Entièrement exhaustives
3.18	À quelle fréquence les politiques de confidentialité et de conservation des données sont-elles revues?	<ul style="list-style-type: none">a. Ponctuelleb. Annuellec. Trimestrielled. Mensuellee. Hebdomadaire
3.19	Combien de sources de données votre organisation utilise-t-elle régulièrement pour des activités d'analytique qui auront une incidence sur vos décisions opérationnelles?	



N°	Question	Réponse												
3.20	<p style="text-align: center;">Données internes :</p> <p style="text-align: center;">Veuillez indiquer les principales sources de données internes ainsi que leur format, leur exactitude et leur exhaustivité</p> <div style="background-color: #cccccc; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">Nom de la source de données</p> </div>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 30%;">Format</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> a. Non structuré – voix, images, documents numérisés (pré-ROC) b. Non structuré – Texte en format libre c. Semi-structuré – JSON, XML, inventaires d. Données structurées – tableaux, cubes e. Autres (précisez) </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Exactitude</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 1 = Faible • 5 = Élevée </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Exhaustivité</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 1 = Faible • 5 = Élevée </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Responsable de la qualité des données</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Utilisation</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">À quelle fréquence les données utilisées pour créer des applications analytiques (p. ex., des modèles prédictifs) sont-elles actualisées?</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Ponctuelle • Annuelle • Trimestrielle • Mensuelle • Hebdomadaire • Tous les jours • En temps réel </td> </tr> </table>	Format	<ul style="list-style-type: none"> a. Non structuré – voix, images, documents numérisés (pré-ROC) b. Non structuré – Texte en format libre c. Semi-structuré – JSON, XML, inventaires d. Données structurées – tableaux, cubes e. Autres (précisez) 	Exactitude	<ul style="list-style-type: none"> • 1 = Faible • 5 = Élevée 	Exhaustivité	<ul style="list-style-type: none"> • 1 = Faible • 5 = Élevée 	Responsable de la qualité des données		Utilisation		À quelle fréquence les données utilisées pour créer des applications analytiques (p. ex., des modèles prédictifs) sont-elles actualisées?	<ul style="list-style-type: none"> • Ponctuelle • Annuelle • Trimestrielle • Mensuelle • Hebdomadaire • Tous les jours • En temps réel
Format	<ul style="list-style-type: none"> a. Non structuré – voix, images, documents numérisés (pré-ROC) b. Non structuré – Texte en format libre c. Semi-structuré – JSON, XML, inventaires d. Données structurées – tableaux, cubes e. Autres (précisez) 													
Exactitude	<ul style="list-style-type: none"> • 1 = Faible • 5 = Élevée 													
Exhaustivité	<ul style="list-style-type: none"> • 1 = Faible • 5 = Élevée 													
Responsable de la qualité des données														
Utilisation														
À quelle fréquence les données utilisées pour créer des applications analytiques (p. ex., des modèles prédictifs) sont-elles actualisées?	<ul style="list-style-type: none"> • Ponctuelle • Annuelle • Trimestrielle • Mensuelle • Hebdomadaire • Tous les jours • En temps réel 													
3.21	<p style="text-align: center;">Données externes :</p> <p style="text-align: center;">Veuillez indiquer les principales sources de données externes ainsi que leur format, leur exactitude et leur exhaustivité</p> <div style="background-color: #cccccc; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">Nom de la source de données</p> </div>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 30%;">Format</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> a. Non structuré – voix, images, documents numérisés (pré-ROC) b. Non structuré – Texte en format libre c. Semi-structuré – JSON, XML, inventaires </td> </tr> </table>	Format	<ul style="list-style-type: none"> a. Non structuré – voix, images, documents numérisés (pré-ROC) b. Non structuré – Texte en format libre c. Semi-structuré – JSON, XML, inventaires 										
Format	<ul style="list-style-type: none"> a. Non structuré – voix, images, documents numérisés (pré-ROC) b. Non structuré – Texte en format libre c. Semi-structuré – JSON, XML, inventaires 													



N°	Question	Réponse
		d. Données structurées – tableaux, cubes e. Autres (précisez)
	Exactitude	<ul style="list-style-type: none">• 1 = Faible• 5 = Élevée
	Exhaustivité	<ul style="list-style-type: none">• 1 = Faible• 5 = Élevée
	Responsable de la qualité des données	
	Utilisation	
	À quelle fréquence les données utilisées pour créer des applications analytiques (p. ex., des modèles prédictifs) sont-elles actualisées?	<ul style="list-style-type: none">• Ponctuelle• Annuelle• Trimestrielle• Mensuelle• Hebdomadaire• Tous les jours• En temps réel



N°	Question	Réponse
4.1	Quels logiciels sont utilisés pour le traitement des données (sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent)?	<ul style="list-style-type: none">a. Tableaub. SASc. Power BId. Re. Pythonf. Autres (précisez)
4.2	Quelles méthodes d'ingénierie des caractéristiques utilisez-vous actuellement?	<ul style="list-style-type: none">a. Imputationb. Traitement des valeurs aberrantesc. Compartimentaged. Transformation logarithmiquee. Codage uniquef. Mise à l'échelle (p. ex. normalisation)g. Sélection des caractéristiquesh. Construction des caractéristiquesi. Réduction/augmentation de l'échellej. Autres (préciser)
4.3	Quelles plateformes sont utilisées pour effectuer des travaux d'analytique avancée (sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent)?	<ul style="list-style-type: none">a. Rb. Pythonc. SASd. Dataikue. Willis Towers Softwaref. Qlikviewg. Autres (précisez)
4.4	Quels langages de programmation sont utilisés pour effectuer des travaux d'analytique avancée (sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent)?	<ul style="list-style-type: none">a. Rb. Pythonc. SASd. sans code (p. ex. Qlikview et Tableau)e. Autres (précisez)
4.5	Quelle est la puissance informatique de votre organisation?	<ul style="list-style-type: none">a. UCT (<=4 noyaux)b. UCT (4 à 16 noyaux)c. UCT (16 à 32 noyaux)d. UCT (>32 noyaux)e. GUPf. Serveur (p. ex., AWS)g. Informatique quantiqueh. Autres (précisez)



N°	Question	Réponse
4.6	Quels logiciels sont utilisés pour l'analyse exploratoire des données et la visualisation (sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent)?	<ul style="list-style-type: none">a. Tableaub. SASc. Power BId. Re. Pythonf. Excel;g. Qlikviewh. Autres (précisez)
4.7	À quelle fréquence offrez-vous ou encouragez-vous le perfectionnement ou la formation du personnel pour élaborer ou exécuter des modèles?	<ul style="list-style-type: none">a. Non programméeb. Ponctuellec. Annuelled. Trimestriellee. Mensuellef. Hebdomadaire
4.8	Quels types d'ETP élaborent des modèles d'analytique avancée (cochez toutes les réponses qui s'appliquent)?	<ul style="list-style-type: none">a. Experts du domaine – Actuairesb. Experts du domaine – Non-actuairesc. Architectes/ingénieurs des donnéesd. Statisticiens/experts de l'analytiquee. Informaticiens/spécialistes des TIf. Scientifiques des donnéesg. Autres (précisez)
4.9	Quels types d'ETP exécutent des modèles d'analytique avancée (cochez toutes les réponses qui s'appliquent)?	<ul style="list-style-type: none">a. Experts du domaine – Actuairesb. Experts du domaine – Non actuairesc. Architectes/ingénieurs des donnéesd. Statisticiens/experts de l'analytiquee. Informaticiens/spécialistes des TIf. Scientifiques des donnéesg. Autres (précisez)
4.10	Dans quelle mesure les politiques relatives au processus de gouvernance, de surveillance et d'examen par les pairs du modèle sont-elles exhaustives?	<ul style="list-style-type: none">• 1 = Non définies• 5 = Entièrement exhaustives
4.11	À quelle fréquence les lignes directrices sur le processus de gouvernance/surveillance/examen par les pairs du modèle sont-elles revues?	<ul style="list-style-type: none">a. Ponctuelleb. Annuellec. Trimestrielled. Mensuellee. Hebdomadaire
4.12	Quels critères sont utilisés pour choisir un modèle?	<ul style="list-style-type: none">• Critère d'information d'Akaike (CIA)• Critère d'information bayésienne (CIB)



N°	Question	Réponse
		<ul style="list-style-type: none"> • Validation croisée • Coefficient de Gini • Graphiques de courbe d'élévation • Autres (précisez)
4.13	À quelle fréquence les données d'économie comportementale sont-elles prises en compte dans le processus de modélisation? (%)	a. Jamais (0 %) b. Rarement (25 %) c. Souvent (50 %) d. Plus que souvent (75 %) e. Toujours (100 %)
4.14	Pour chaque unité opérationnelle utilisant l'analytique prédictive, indiquez ce qui suit (sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent) :	

N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
4.14.1	a. Stratégie et croissance	Analyse de croissance	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre
		Analytique de diffusion	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
			<ul style="list-style-type: none"> Variables de grande dimension (regroupement) Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) Autres (précisez) 	
		Analytique du rendement	<ul style="list-style-type: none"> Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) Modèle linéaire généralisé (MLG) Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) Forêts aléatoires Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) Variables de grande dimension (regroupement) Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> Non amorcé Recherche Modélisation En discussion Partiellement mise en œuvre Pleinement mise en œuvre
		Analyse de la concurrence	<ul style="list-style-type: none"> Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) Modèle linéaire généralisé (MLG) Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) Forêts aléatoires Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) Variables de grande dimension (regroupement) Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> Non amorcé Recherche Modélisation En discussion Partiellement mise en œuvre Pleinement mise en œuvre



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
		Analyse de scénarios	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre
		Autres (préciser)	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre
4.14.2	b. Clients et marketing	Segmentation des clients	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
			<ul style="list-style-type: none"> Variables de grande dimension (regroupement) Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) Autres (précisez) 	
		Analytique des acquisitions	<ul style="list-style-type: none"> Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) Modèle linéaire généralisé (MLG) Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) Forêts aléatoires Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) Variables de grande dimension (regroupement) Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> Non amorcé Recherche Modélisation En discussion Partiellement mise en œuvre Pleinement mise en œuvre
		Analytique des dépenses et des combinaisons de marketing	<ul style="list-style-type: none"> Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) Modèle linéaire généralisé (MLG) Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) Forêts aléatoires Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) Variables de grande dimension (regroupement) Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> Non amorcé Recherche Modélisation En discussion Partiellement mise en œuvre Pleinement mise en œuvre



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
		Analytique de la valeur de la durée de vie du client (VDVC)	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre
		Analytique de l'expérience	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre
		Analytique de la rétention	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
			<ul style="list-style-type: none"> Variables de grande dimension (regroupement) Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) Autres (précisez) 	
		Autres (veuillez préciser)	<ul style="list-style-type: none"> Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) Modèle linéaire généralisé (MLG) Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) Forêts aléatoires Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) Variables de grande dimension (regroupement) Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> Non amorcé Recherche Modélisation En discussion Partiellement mise en œuvre Pleinement mise en œuvre
4.14.3	c. Ventes et distribution	Segmentation de la distribution	<ul style="list-style-type: none"> Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) Modèle linéaire généralisé (MLG) Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) Forêts aléatoires Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) Variables de grande dimension (regroupement) Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> Non amorcé Recherche Modélisation En discussion Partiellement mise en œuvre Pleinement mise en œuvre



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
		Analytique du recrutement	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre
		Gestion de la valeur de distribution	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre
		Autres (préciser)	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
			<ul style="list-style-type: none"> • Variables de grande dimension (regroupement) • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	
4.14.4	d. Produits, tarification et souscription	Analytique de la conception des produits	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre
		Analytique de rentabilité des produits	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
		Assurance basée sur l'utilisation	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre
		Maisons connectées	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre
		Analytique des prix	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
			<ul style="list-style-type: none"> Variables de grande dimension (regroupement) Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) 	
			<ul style="list-style-type: none"> Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) Autres (précisez) 	
		Optimisation des prix	<ul style="list-style-type: none"> Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) Modèle linéaire généralisé (MLG) Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) Forêts aléatoires Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) Variables de grande dimension (regroupement) Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> Non amorcé Recherche Modélisation En discussion Partiellement mise en œuvre Pleinement mise en œuvre
		Analytique de la souscription	<ul style="list-style-type: none"> Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) Modèle linéaire généralisé (MLG) Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) Forêts aléatoires Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) Variables de grande dimension (regroupement) Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> Non amorcé Recherche Modélisation En discussion Partiellement mise en œuvre Pleinement mise en œuvre



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
		Autres (veuillez préciser)	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre
4.14.5	e. Processus et opérations	Optimisation multicanale	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre
		Analyse du flux des politiques	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
			<ul style="list-style-type: none"> Variables de grande dimension (regroupement) Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) Autres (préciser) 	
		Optimisation du portefeuille	<ul style="list-style-type: none"> Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) Modèle linéaire généralisé (MLG) Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) Forêts aléatoires Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) Variables de grande dimension (regroupement) Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> Non amorcé Recherche Modélisation En discussion Partiellement mise en œuvre Pleinement mise en œuvre
		Analytique de la planification et de l'exécution des programmes	<ul style="list-style-type: none"> Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) Modèle linéaire généralisé (MLG) Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) Forêts aléatoires Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) Variables de grande dimension (regroupement) Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> Non amorcé Recherche Modélisation En discussion Partiellement mise en œuvre Pleinement mise en œuvre



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
		Autres (veuillez préciser)	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre
4.14.6	f. Analytique du règlement des sinistres et des avantages sociaux	Analytique des fraudes	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
		Analyse du flux des sinistres	<ul style="list-style-type: none">• Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles)• Modèle linéaire généralisé (MLG)• Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.)• Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost)• Forêts aléatoires• Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale)• Variables de grande dimension (regroupement)• Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC)• Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.)• Autres (précisez)	<ul style="list-style-type: none">• Non amorcé• Recherche• Modélisation• En discussion• Partiellement mise en œuvre• Pleinement mise en œuvre
		Analytique des pertes liées aux sinistres	<ul style="list-style-type: none">• Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles)• Modèle linéaire généralisé (MLG)• Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.)• Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost)• Forêts aléatoires• Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale)• Variables de grande dimension (regroupement)• Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC)• Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.)• Autres (précisez)	<ul style="list-style-type: none">• Non amorcé• Recherche• Modélisation• En discussion• Partiellement mise en œuvre• Pleinement mise en œuvre



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
		Modèles de comportement des souscripteurs	<ul style="list-style-type: none">• Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles)• Modèle linéaire généralisé (MLG)• Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.)• Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost)• Forêts aléatoires• Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale)• Variables de grande dimension (regroupement)• Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC)• Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.)• Autres (précisez)	<ul style="list-style-type: none">• Non amorcé• Recherche• Modélisation• En discussion• Partiellement mise en œuvre• Pleinement mise en œuvre
		Autres (veuillez préciser)	<ul style="list-style-type: none">• Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles)• Modèle linéaire généralisé (MLG)• Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.)• Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost)• Forêts aléatoires• Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale)• Variables de grande dimension (regroupement)• Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC)• Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.)• Autres (précisez)	<ul style="list-style-type: none">• Non amorcé• Recherche• Modélisation• En discussion• Partiellement mise en œuvre• Pleinement mise en œuvre



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
4.14.7	g. Capital, risque et finance	Analytique de l'appariement actif passif	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Modèles stochastiques de réserve (bootstrap ODP, MLG) • Simulations stochastiques • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre
		Analyse du provisionnement	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Modèles stochastiques de réserve (bootstrap ODP, MLG) • Simulations stochastiques • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre
		Modélisation des catastrophes	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
			<ul style="list-style-type: none"> • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Modèles stochastiques de réserve (bootstrap ODP, MLG) • Simulations stochastiques • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre
		Analytique de la concentration	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Modèles stochastiques de réserve (bootstrap ODP, MLG) • Simulations stochastiques • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
		Modèles de solvabilité	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Modèles stochastiques de réserve (bootstrap ODP, MLG) • Simulations stochastiques • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre
		Autres (préciser)	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) • Modèle linéaire généralisé (MLG) • Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) • Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) • Forêts aléatoires • Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) • Variables de grande dimension (regroupement) • Modèles stochastiques de réserve (bootstrap ODP, MLG) • Simulations stochastiques • Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) • Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) • Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non amorcé • Recherche • Modélisation • En discussion • Partiellement mise en œuvre • Pleinement mise en œuvre



N°	Unité opérationnelle	Usage	Méthode d'analytique prédictive	Progrès
4.14.8	h. Autres cas d'utilisation		<ul style="list-style-type: none"> Méthode traditionnelle (analyses unidirectionnelles ou bidirectionnelles) Modèle linéaire généralisé (MLG) Régularisation (filets élastiques, lasso, etc.) Machine d'amplification du gradient (p. ex., XGBoost) Forêts aléatoires Traitement du langage naturel (extraction de textes, analyse vocale) Variables de grande dimension (regroupement) Vision informatique (données satellites, reconnaissance des images, ROC) Autres techniques d'IA (RN, HMM, algorithmes génétiques, etc.) Autres (précisez) 	<ul style="list-style-type: none"> Non amorcé Recherche Modélisation En discussion Partiellement mise en œuvre Pleinement mise en œuvre

N°	Question	Réponse
4,15	En moyenne, combien de temps faut-il pour apporter des changements à vos modèles les plus critiques sur le plan opérationnel?	
4.16	Quel pourcentage de modèles ont été mis en œuvre par traitement des données en temps réel (doit totaliser 100)? (%)	<ul style="list-style-type: none"> Temps réel (%) Lot (%)
4.17	Quel pourcentage de modèles sont accessibles au moyen d'API? (%)	<ul style="list-style-type: none"> 0 % 25 % 50 % 75 % 100 %
4.18	À quelle fréquence demandez-vous de l'aide externe pour mettre en œuvre des modèles (experts-conseils, applications prêtes à l'emploi, etc.)?	<ul style="list-style-type: none"> 1 = Jamais 5 = Toujours
4.19.1	Quels outils utilisez-vous pour surveiller et communiquer les résultats de votre modèle? – Outils de visualisation – Surveillance – Tableau de bord des résultats réels par rapport aux résultats attendus	<ul style="list-style-type: none"> Power BI Alteryx Tableau ggplot Jupyter Notebook Excel



N°	Question	Réponse
		<ul style="list-style-type: none">• Autres (précisez)
4.19.2	Quels outils utilisez-vous pour surveiller et communiquer les résultats de votre modèle? – Outils de visualisation – Rapports sur les résultats opérationnels	<ul style="list-style-type: none">• Power BI• Alteryx• Tableau• ggplot• Jupyter Notebook• Excel• Autres (précisez)
5.1	Quels sont les principaux défis de la mise en œuvre de l'analytique avancée?	
5.2	Quel pourcentage des travaux prototypés a été éliminé en raison de difficultés de mise en œuvre? (%)	<ul style="list-style-type: none">a. 0 %b. 25 %c. 50 %d. 75 %e. 100 %
5.3	Votre capacité à élaborer et à mettre en œuvre l'analytique avancée a-t-elle été affectée par l'âge de votre infrastructure de TI?	
5.4	Quel secteur d'activité a produit le plus grand avantage de l'utilisation de l'analytique prédictive?	
5.5	Comment la réglementation des assurances influe-t-elle sur le développement et l'utilisation de l'analytique avancée dans votre organisation?	



Annexe 3 – Glossaire du sondage

Le glossaire ci-dessous présente les termes et expressions définis dans le sondage initial. Il ne vise pas à fournir une liste de définitions pour tous les termes et expressions utilisés dans le rapport.

Terme ou expression	Définition
ABU	Assurance basée sur l'utilisation – utilisation d'appareils externes comme des clés électroniques, des téléphones cellulaires ou d'autres moyens pour tarifier l'assurance automobile en fonction du comportement en temps réel
Analyse de constitution de réserves	Mise à contribution de l'analytique pour établir les réserves pour les sinistres et les SMND
Analyse de la concurrence	Analyse de l'évolution de la dynamique du marché reliée à la concurrence
Analyse du flux des sinistres	Analyse de la meilleure façon d'acheminer et de régler les sinistres afin de réduire les ratios de pertes et les frais liés aux litiges
Analytique de croissance	Recherche d'occasions de croissance en matière d'acquisition, de conversion et de ventes croisées
Analytique de diffusion	Analyse de la rapidité d'adoption du marché
Analytique de l'appariement de l'actif et du passif (AAP)	Appariement des actifs et des passifs à court, moyen et long terme pour améliorer la liquidité et le rendement
Analytique de l'expérience	Tentative de mieux comprendre la clientèle et améliorer leur expérience d'achat ou de service grâce à des approches axées sur les données
Analytique de la concentration	Détermination de la possibilité qu'un groupe d'expositions se déplace ensemble dans une direction défavorable, et assurer la suffisance des capitaux
Analytique de la conception des produits	Recours aux données et à l'analytique pour éclairer les décisions de conception de produits et aider à établir le prix initial desdits produits
Analytique de la planification et de l'exécution des programmes	Gestion de la production des TI compte tenu des exigences opérationnelles changeantes et des contraintes en matière de ressources. Par exemple, prévoir les retards dans le calendrier du projet
Analytique de la rétention	Tentative de comprendre les causes du roulement et d'accroître la fidélisation de la clientèle
Analytique de la souscription	Quantification et classement des risques des clients grâce à des renseignements fondés sur les données
Analytique de la valeur à vie de la clientèle	Analyse du montant total qu'un client est censé dépenser dans votre entreprise au cours de sa vie



Terme ou expression	Définition
Analytique de rentabilité des produits	Détermination de la rentabilité des produits dans différents segments, régions et circuits de distribution
Analytique de scénario	Mise à l'essai de scénarios liés à des facteurs et des chocs microéconomiques et macroéconomiques
Analytique des acquisitions	Évaluation de la façon d'attirer des groupes déjà segmentés dans le but d'accroître la part de marché de façon plus ciblée
Analytique des dépenses et combinaisons de marketing	Optimisation des dépenses publicitaires et de marketing. Par exemple, l'optimisation du coût par impression ou l'optimisation des affectations de dépenses pour différents supports.
Analytique des fraudes	Détection d'allégations possibles de fraude à l'aide de sources de données internes et externes
Analytique des pertes liées aux sinistres	Analyse des données sur les sinistres pour réduire les ratios de pertes et améliorer la tarification et le provisionnement
Analytique des prix	Tarification des produits et des ensembles de produits afin d'optimiser la part du marché compte tenu de la propension à prendre des risques et de contraintes liées aux ratios combinés
Analytique du flux des politiques	Analyse du flux des politiques durant le nouveau processus d'affaires/d'inscription compte tenu des contraintes en matière de ressources et d'information
Analytique du recrutement	Identification des prédicteurs d'un rendement supérieur et son utilisation pour stimuler les efforts de recrutement
Analytique du rendement	Maximisation du taux de rendement et autres indicateurs fondés sur le rendement sur une période donnée
Codage unique	Méthode de traitement des données catégoriques en générant des variables fictives
Compartimentage	Façon de regrouper les nombres de valeurs plus ou moins continues dans un plus petit nombre de « compartiments » ou intervalles
Comportement des souscripteurs	Modélisation du comportement des souscripteurs pour améliorer la tarification, la couverture et les réserves
Construction des caractéristiques	Processus qui établit des caractéristiques intermédiaires à partir des descripteurs originaux dans un ensemble de données. L'objectif consiste à créer des fonctions plus efficaces pour une tâche d'exploration automatique de données.
Données non structurées	Données qui ne sont pas organisées de manière prédéfinie. Par exemple, un champ contenant des données non structurées peut renfermer une combinaison de texte, de fichiers PDF, de vidéos, de fichiers audio, d'images, de courriels et de données de pages Web
ETP	Équivalent temps plein – unité qui indique la charge de travail d'un employé



Terme ou expression	Définition
Fichier plat	Fichier qui contient habituellement un enregistrement par ligne, dans lequel les champs sont séparés par un délimiteur ou qui ont une longueur fixe
Gestion de la valeur de distribution	Optimisation du déploiement des agents par région afin de maximiser la rentabilité
Imputation	Processus de remplacement des données manquantes par des valeurs substituées. Par exemple, l'imputation de la moyenne consisterait à remplacer les valeurs manquantes par la moyenne des valeurs disponibles.
Ingénierie des caractéristiques	Processus de transformation des données brutes en caractéristiques qui représentent mieux le problème sous-jacent au modèle prédictif
Maison connectée	Résidence qui utilise des appareils connectés à Internet pour la surveillance et la gestion à distance des appareils et des systèmes de la maison, comme l'éclairage et le chauffage
Mise à l'échelle (p. ex. normalisation)	Création de versions modifiées et échelonnées des statistiques de manière à éliminer les effets de certaines influences brutes
MLG	Modèle linéaire généralisé – généralisation souple de la régression linéaire ordinaire qui permet des variables de réponse comportant des modèles de distribution des erreurs autres qu'une distribution normale
Modèles de solvabilité	Modélisation des exigences de capital selon différents scénarios microéconomiques et macroéconomiques
Modélisation des catastrophes	Modélisation de la fréquence et de la gravité des différents événements catastrophiques et établissement de la propension à prendre des risques
Optimisation du portefeuille	Optimisation du portefeuille de placements d'investissements en vertu d'une stratégie établie et de contraintes de ressources
Optimisation multicanale	Optimisation de la façon d'adapter différents canaux de vente pour améliorer l'expérience client
Personnel opérationnel	Membres du personnel principalement préoccupés par la tâche d'énoncer le problème à résoudre et de préparer l'analyse de rentabilisation du projet
Personnel technique	Membres du personnel qui s'occupent principalement des exigences techniques liées à l'élaboration du modèle
Rapports sur les résultats opérationnels	Communication des données opérationnelles et financières aux décideurs d'une organisation
Segmentation de la clientèle	Division des clients d'une société en groupes qui reflètent les similitudes entre les clients
Segmentation de la distribution	Segmentation de la force de vente et de distribution en fonction de la segmentation des clients



Terme ou expression	Définition
Sélection des caractéristiques	Processus de sélection d'un sous-ensemble de caractéristiques pertinentes (variables, prédicteurs) utilisé dans la construction du modèle. Souvent utilisé pour prévenir le surajustement et la malédiction de la dimensionnalité
Surveillance – tableau de bord des données réelles par rapport aux données attendues	Test continu des prévisions des modèles par rapport aux données réelles pour déterminer si elles sont bien étalonnées
Texte en forme libre	Texte qui se retrouve dans des phrases et langage simple. Par exemple : courriels et transcriptions
Transformation logarithmique	Méthode servant à réduire l'asymétrie des distributions fortement asymétriques, par laquelle on prend les logarithmes de la réponse
Valeurs aberrantes	Point de données qui diffère sensiblement des autres observations, souvent en raison de la variabilité des mesures ou de l'erreur expérimentale



Annexe 4 – Ouvrages cités

- Adam, Tim et Daniel Kahneman: "Clearly AI is going to win. How people are going to adjust is a fascinating problem." *The Guardian*, 2021. www.theguardian.com/books/2021/may/16/daniel-kahneman-clearly-ai-is-going-to-win-how-people-are-going-to-adjust-is-a-fascinating-problem-thinking-fast-and-slow.
- Adriano, Lyle. DBRS "Bancassurance" model fails to take off in North America. *Insurance Business Canada*, 2019. www.insurancebusinessmag.com/ca/news/breaking-news/dbrs-bancassurance-model-fails-to-take-off-in-north-america-166980.aspx.
- Ageas UK. App-based insurance cover. 2016. www.ageas.co.uk/press-releases/2016-press-releases/app-based-insurance-cover-back-me-up---powered-by-ageas/.
- AIcrowd. *Insurance Pricing Game Townhall*. YouTube video, 2:14:41. 2021. www.youtube.com/watch?v=GkU2IqZu1gA.
- AIcrowd. Insurance pricing game: Challenges. Consulté le 10 septembre 2021. www.aicrowd.com/challenges/insurance-pricing-game.
- Alderighi, Marco, Gaggero, Alberto A. et Claudio A. Piga. *The Hidden Side Of Dynamic Pricing In Airline Markets*. Munich Personal RePEc Archive, 2016. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/71674/1/MPRA_paper_71674.pdf.
- Algorithmia. *2020 State of Enterprise Machine Learning*. 2019. https://info.algorithmia.com/hubfs/2019/Whitepapers/The-State-of-Enterprise-ML-2020/Algorithmia_2020_State_of_Enterprise_ML.pdf.
- Allianz Global Corporate & Specialty et The Value Group. The predictive power of ESG for insurance. 2018. www.agcs.allianz.com/news-and-insights/expert-risk-articles/the-predictive-power-of-esg-for-insurance.html.
- Allianz. Allianz: Blockchain technology successfully piloted by Allianz Risk Transfer and Nephila for catastrophe swap. 2016. www.allianz.com/en/press/news/commitment/sponsorship/160615-blockchain-technology-successfully-piloted.html.
- Ang, Ponora, Richemont, Sébastien et Xin Jia Wang. Insurance coverage during a pandemic and force majeure. Fasken, 2020. www.fasken.com/en/knowledge/2020/03/27-covid19-assurance-pandemie-et-force-majeure.
- Aon. Aon completes acquisition of CoverWallet, the leading digital insurance platform for small and medium-sized businesses. 2020. <https://aon.mediaroom.com/2019-01-07-Aon-completes-acquisition-of-CoverWallet-the-leading-digital-insurance-platform-for-small-and-medium-sized-businesses>.
- Apollo Insurance Solutions. Canadian insurtech Apollo closes \$13.5 million Series A financing round. Cision Newswire, 2021. www.newswire.ca/news-releases/canadian-insurtech-apollo-closes-13-5-million-series-a-financing-round-855112967.html.
- Ashby, Dennis et Claus T. Jensen. *APIs for Dummies*. John Wiley & Sons et IBM, 2018. www.ibm.com/downloads/cas/GJ5QVQ7X.
- Aviva Canada. Ride sharing insurance quotes. Consulté le 9 septembre 2021. www.aviva.ca/en/find-insurance/add-ons/ride-sharing/.
- AWS Amazon. Amazon S3: Object storage built to store and retrieve any amount of data from anywhere. Consulté le 10 septembre 2021. <https://aws.amazon.com/s3/>.



- Azevedo, Mary Ann et Alex Wilhelm. Proptech startup States Title, now Doma, going public via SPAC in \$3b deal. *TechCrunch*, 2021. <https://techcrunch.com/2021/03/02/proptech-startup-states-title-now-doma-going-public-via-spac-in-3b-deal/>.
- Bappalige, Sachin P. An introduction to Apache Hadoop for big data. *Opensource.com*, 2014. <https://opensource.com/life/14/8/intro-apache-hadoop-big-data>.
- Barry, Laurence et Arthur Charpentier. *Personalization as a Promise: Can Big Data Change the Practice of Insurance?* 2019. www.chaire-pari.fr/wp-content/uploads/2019/12/WP-17-Telematics.pdf.
- Basil, Han. Improving fraudulent claims detection with AI. *AI Singapore*, 2021. <https://aisingapore.org/2021/07/improving-fraudulent-claims-detection-with-ai/>.
- Becker, Gregor, Dreller, Anne, Güntner, Anna et Johannes-Tobias Lorenz. Behavioral science in insurance: Nudges improve decision making. *McKinsey and Company*, 2020. www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/insurance-blog/behavioral-science-in-insurance-nudges-improve-decision-making.
- Ben-Huthta, Gabriella. NYDIG raises \$100 million. *CoverageR*, 2021. <https://coverager.com/nydig-raises-100-million/>.
- Bhandari, Aniruddha. Hadoop Ecosystem: Hadoop for big data and data engineering. *Analytics Vidhya*, 2020. www.analyticsvidhya.com/blog/2020/10/introduction-hadoop-ecosystem/.
- Binder, Stephan, Deetjen, Ulrike, Kaesler, Simon, Mußhoff, Jörg et Felix Schollmeier. Moving to a user-first, omnichannel approach. *McKinsey and Company*, 2021. www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/moving-to-a-user-first-omnichannel-approach.
- Bommadevara, Nagendra, Münstermann, Björn, Nagpal, Sanaya et Ulrike Vogelgesang. Scale matters ... to an extent: Playing the scale game in insurance. *McKinsey & Company*, 2021. www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/scale-matters-to-an-extent-playing-the-scale-game-in-insurance.
- Bon. What is on-demand insurance? *Insurance Marketer*, 2021. www.theinsurancem.com/what-is-on-demand-insurance/.
- Boulton, Clint. Insurance firm banks on change management in digital overhaul. *CIO United States*, 2018. www.cio.com/article/3267641/insurance-firm-banks-on-change-management-in-digital-overhaul.html.
- Breiman, Leo. Statistical modeling: The two cultures (assorti des commentaires et d'une réplique de l'auteur). *Statist. Sci.*, 2001. <https://doi.org/10.1214/ss/1009213726>.
- Breuel, Cristiano. ML Ops: Machine learning as an engineering discipline. *Towards Data Science*, 2020. <https://towardsdatascience.com/ml-ops-machine-learning-as-an-engineering-discipline-b86ca4874a3f>.
- Brockbank, Nicole. Fewer Toronto restaurants cancelled business licences in first year of Covid-19 than normal. *CBCnews, CBC/Radio Canada*, 29 mars 2021. www.cbc.ca/news/canada/toronto/toronto-business-licences-covid-1.5965568.
- Brown, Eileen. Next Insurance launches Facebook Messenger chatbot to replace the insurance agent. *Social Business*, 2017. www.zdnet.com/article/next-insurance-launches-facebook-messenger-chatbot-to-replace-the-insurance-agent/.
- Calvert, Scott. Rise in car crash deaths prompts new seat-belt push. *Wall Street Journal*, 2021. www.wsj.com/articles/rise-in-car-crash-deaths-prompts-new-seat-belt-push-11627637400.
- Capgemini. Capgemini perspectives: Cloud native comes of age in insurance. 2018. www.capgemini.com/article/cloud-native-comes-of-age-in-insurance/.
- Carpe Data. The Hartford taps new data sources for small business underwriting. 2020. <https://carpe.io/the-hartford-taps-carpe-data-for-small-business-data/>.



- CarrierHQ. Aon: CarrierHQ's Small Fleet Advantage adjustable rate insurance for trucking wins 2021 Celent Model Insurer Award for data, analytics, and AI. Cision PR Newswire, 2021. www.prnewswire.com/news-releases/aon---carrierhq-small-fleet-advantage-adjustable-rate-insurance-for-trucking-wins-2021-celent-model-insurer-award-for-data-analytics-and-ai-301250532.html.
- Casualty Actuarial Society Charles A. Hachemeister Prize. Consulté le 10 septembre 2021. www.casact.org/about/awards-prizes-scholarships/charles-hachemeister-prize.
- Chapman, Pete, Clinton, Julian, Kerber, Randy, Khabaza, Thomas, Reinartz, Thomas, Shearer, Colin et Rüdiger Wirth. *Step-by-Step Data Mining Guide*. 2020. www.the-modeling-agency.com/crisp-dm.pdf.
- Charpentier, Arthur. *Insurance: Risk Pooling and Price Segmentation*. ESSEC Paris, 2017. <http://freakonometrics.free.fr/slides-essec-2017.pdf>.
- Clague, Chris. The perfect time for tech in insurance. The Economist Intelligence Unit, 2020. <https://eiuperspectives.economist.com/financial-services/perfect-time-tech-insurance>.
- Coalition contre la fraude d'assurance. *2020 Insurer SIU Benchmarking Study: Insurers Finding Stability in Their Anti-Fraud Units*. 2020. <https://insurancefraud.org/wp-content/uploads/Benchmarking-Study-Summary.pdf>.
- Conseil de stabilité financière. *Artificial Intelligence and Machine Learning in Financial Services: Market Developments and Financial Stability Implications*. 2017. www.fsb.org/wp-content/uploads/P011117.pdf.
- Co-operators Group. New insurtech partnership to provide on-demand insurance in Canada. 2018. <https://newsreleases.cooperators.ca/2018-07-18-New-Insurtech-Partnership-to-Provide-On-Demand-Insurance-in-Canada>.
- Dangerfield, Katie. "Inevitable" 9.0 earthquake, tsunami will hit Canada's West Coast: Expert. *Global News*, 2020. <https://globalnews.ca/news/3981536/tsunami-earthquake-canada-the-big-one/>.
- Daninhirsch, Hilary. Some fleets turn to cameras to help mitigate rising insurance costs. *Transport Topics*, 2020. www.ttnews.com/articles/some-fleets-turn-cameras-help-mitigate-rising-insurance-costs.
- Dastin, Jeffrey. Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women. Reuters, 2018. www.reuters.com/article/us-amazon-com-jobs-automation-insight-idUSKCN1MK08G.
- Delcea, Ramona. Discussion paper on blockchain and smart contracts in insurance: EIOPA invites comments. European Insurance and Occupational Pensions Authority, 2021. www.eiopa.europa.eu/content/discussion-paper-blockchain-and-smart-contracts-insurance-eiopa-invites-comments-0_en.
- Deloitte. *Speed to Market: Part of the Insurance series – Benefits of a New Policy Administration System: Why Going Live Is Not Enough*. 2015. www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/financial-services/us-cons-policy-admin-systems-speed-to-market-042415.pdf.
- Demarest, George. Four phases of operating big data. *CIO Review*. Consulté le 14 septembre 2021. <https://bigdata.cioreview.com/cxoinsight/four-phases-of-operationalizing-big-data-nid-15251-cid-15.html>.
- Dhieb, Najmeddine et coll. A secure AI-driven architecture for automated insurance systems: Fraud detection and risk measurement. *IEEE Access*, 2020. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9046765>.
- Diffey, William, Cleugh, Malcolm, Hobern, Laura et Ed Harrison au nom des membres du Groupe de travail TORP. *Can You Trust Your Reserving? Reserving Validation Under Covid-19*. Institute and Faculty of Actuaries, 2020. www.actuaries.org.uk/system/files/field/document/Can%20you%20trust%20your%20reserving%20-%20Reserving%20validation%20under%20Covid-19%20-%20v1.3.pdf.
- DMZ. Aviva and DMZ are working to make Toronto the insurtech capital of Canada. 2019. https://dmz.ryerson.ca/partner_profiles/aviva/.



Došilović, Filip Karlo, Brčić, Mario et Nikica Hlupić. *Explainable Artificial Intelligence: A Survey*. IEEE, 2018. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8400040>.

Dsouza, Jason. What is a GPU and do you need one in deep learning? *Towards Data Science*, 2020. <https://towardsdatascience.com/what-is-a-gpu-and-do-you-need-one-in-deep-learning-718b9597aa0d>.

EdX team. 9 top programming languages for data science. EdX Blog, 2021. <https://blog.edx.org/9-top-programming-languages-for-data-science>.

Environnemental Reproducible environments. Consulté le 10 septembre 2021. <https://environments.rstudio.com/>.

European Insurance and Occupational Pensions Authority. *Big Data Analytics in Motor and Health Insurance: A Thematic Review*. 2019. https://register.eiopa.europa.eu/Publications/EIOPA_BigDataAnalytics_ThematicReview_April2019.pdf.

Evans, Nadine. IoT and the reduction of claims – *Canadian Underwriter*. Eddy Solutions, 2019. <https://eddysolutions.com/iot-and-the-reduction-of-claim-canadian-underwriter/>.

Fannin, Brian A. *COVID-19: The Property-Casualty Perspective*. Casualty Actuarial Society, 2020. www.casact.org/sites/default/files/2021-03/COVID-19_The_PC_Perspective_3-27-2020.pdf.

FAT/ML. Fairness, Accountability, and Transparency in Machine Learning. Consulté le 12 octobre 2021. www.fatml.org/.

FICO Community. Explainable Machine Learning Challenge. Consulté le 10 septembre 2021. <https://community.fico.com/s/explainable-machine-learning-challenge>.

Financial Conduct Authority. *Call for Inputs on Big Data in Retail General Insurance*. 2016. www.fca.org.uk/publication/feedback/fs16-05.pdf.

Financial Conduct Authority. *General Insurance Pricing Practices*. 2020. www.fca.org.uk/publication/market-studies/ms18-1-3.pdf.

Financial Post. Canadian economy suffers biggest contraction since the Great Depression. 2021. <https://financialpost.com/news/economy/canadian-news-alert-canadian-economy-contracted-5-4-per-cent-in-2020>.

Finextra. AXA and Trov bring "on demand" insurance to UK. 2016. www.finextra.com/newsarticle/29804/axa-and-trov-bring-on-demand-insurance-to-uk.

Flavelle, Christopher. Scorched, parched and now uninsurable: Climate change hits wine country. *New York Times*, 2021. www.nytimes.com/2021/07/18/climate/napa-wine-heat-hot-weather.html.

Formstack. How to A/B test your forms for maximum conversion. Consulté le 14 septembre 2021. www.formstack.com/resources/guide-ab-test-web-forms-maximum-conversion.

Friedland, Jacqueline. *Survey of Canadian Actuaries on ML in Reserving*. Institute and Faculty of Actuaries, 2020. www.actuaries.org.uk/system/files/field/document/MLR_CanadaSurvey.pdf.

Galov, Gerashe. Hadoop filesystem at Twitter. Twitter (blog), 2015. https://blog.twitter.com/engineering/en_us/a/2015/hadoop-filesystem-at-twitter.

Gambrill, David. How insurance company websites just beat out brokers in a U.S. consumer satisfaction study. *Canadian Underwriter*, 2020. www.canadianunderwriter.ca/insurance/why-insurance-company-websites-just-beat-out-brokers-in-a-u-s-consumer-satisfaction-study-1004179552/.

Gardiner, Mark. A car insurance claim estimate before the tow truck is called. *New York Times*, 2020. www.nytimes.com/2020/09/17/business/car-insurance-claim-estimate-artificial-intelligence.html.



Garg, Amit, Grande, Davide, Macías-Lizaso, Gloria et Christoph Sporleder. Analytics in banking: Time to realize the value. McKinsey and Company, 2017. www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/analytics-in-banking-time-to-realize-the-value.

Geddes Baribeau, Annmarie. Domestic perils: 2020 – a pivotal year for homeowners insurance. *Actuarial Review*, 2021. <https://ar.casact.org/domestic-perils-2020-a-pivotal-year-for-homeowners-insurance/>.

Geddes Baribeau, Annmarie. Getting personal – Can IoT do for homeowners insurance what telematics did for auto coverage? *Actuarial Review*, 2021. <https://ar.casact.org/getting-personal-can-iot-do-for-homeowners-insurance-what-telematics-did-for-auto-coverage/>.

Geddes Baribeau, Annmarie. Insurers enjoy benefits from data modeling the claims process. *Actuarial Review*, 2020. <https://ar.casact.org/insurers-enjoy-benefits-from-data-modeling-the-claims-process/>.

Gill Press. AI stats news: Chatbots lead to 80% sales decline, satisfied customers and fewer employees. *Forbes*, 2019. www.forbes.com/sites/gilpress/2019/09/25/ai-stats-news-chatbots-lead-to-80-sales-decline-satisfied-customers-and-fewer-employees/?sh=5335ba948e05.

Gill, Navdeep, Hall, Patrick, Montgomery, Kim et Nicholas Schmidt. 2020. A responsible machine learning workflow with focus on interpretable models, post-hoc explanation, and discrimination testing. *Information*, 2020. <https://doi.org/10.3390/info11030137>.

Goldberg, Jeff. The 3 pillars of on-demand insurance. Insurance Thought Leadership, 2018. www.insurancethoughtleadership.com/the-3-pillars-of-on-demand-insurance/.

Goldburd, Mark, Khare, Anand, Tevet, Dan et Dmitriy Guller. *Generalized Linear Models for Insurance Rating*, 2nd edition. Casualty Actuarial Society, 2020. www.casact.org/sites/default/files/2021-03/8_GLM.pdf.

Goodfellow, Ian J., Shlens, Jonathon et Christian Szegedy. *Explaining and Harnessing Adversarial Examples*. Google, 2015. <https://arxiv.org/pdf/1412.6572.pdf>. Google Cloud. Allstate: Helping agents build better relationships with customers. Consulté le 14 septembre 2021. <https://cloud.google.com/customers/allstate>.

Google Cloud. Cloud Tensor Processing Units (TPUs). Consulté le 10 septembre 2021. <https://cloud.google.com/tpu/docs/tpus>.

Google Cloud. DevOps tech: Consulté le 14 septembre 2021. <https://cloud.google.com/architecture/devops/devops-tech-test-automation>.

Google Cloud. MLOps: Continuous delivery and automation pipelines in machine learning. 2020. <https://cloud.google.com/architecture/mlops-continuous-delivery-and-automation-pipelines-in-machine-learning>.

Grzadkowska, Alicja. Cancellation of Tokyo Olympics could cripple the insurance industry. *Insurance Business Canada*, 2021. www.insurancebusinessmag.com/ca/news/columns/cancellation-of-tokyo-olympics-could-cripple-the-insurance-industry-246029.aspx.

Gunning, David et David Aha. DARPA's explainable artificial intelligence (XAI) Program. *AI Magazine*, 2019. <https://doi.org/10.1609/aimag.v40i2.2850>.

Guszcza, Jim. The last-mile problem: How data science and behavioral science can work together. Deloitte Insights, 2015. www2.deloitte.com/us/en/insights/deloitte-review/issue-16/behavioral-economics-predictive-analytics.html.

Hancock, Matt. *Data Science Ethical Framework*. Cabinet Office United Kingdom, 2016. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/524298/Data_science_ethics_framework_v1.0_for_publication_1.pdf.

Harrison, Nick et Deborah O'Neill. If your company isn't good at analytics, it's not ready for AI. *Harvard Business Review*, 2017. <https://hbr.org/2017/06/if-your-company-isnt-good-at-analytics-its-not-ready-for-ai>.



Hastie, Trevor, Tibshirani, Robert et Jerome Friedman. *The Elements of Statistical Learning Data Mining, Inference, and Prediction*, 2nd edition. Stanford Web Spring, 2017. https://web.stanford.edu/~hastie/ElemStatLearn/printings/ESLII_print12_toc.pdf.

Hope, Bradley et Nicole Friedman. Climate change is forcing the insurance industry to recalculate. *Wall Street Journal*, 2018. <https://web.archive.org/web/20181207130059/www.wsj.com/graphics/climate-change-forcing-insurance-industry-recalculate/>.

Huang, Wanwan. *The Development of WeChat Marketing and Distribution of Insurance Products in China*. Society of Actuaries, 2018. www.soa.org/globalassets/assets/files/resources/research-report/2018/wechat-marketing-distribution.pdf.

Huzinga, Neil. Nudge theory and insurtech – Happy bedfellows? Insurance-Canada.ca (blog), 2018. www.insurance-canada.ca/2018/01/11/nudge-theory-insurtech-happy-bedfellows/.

IBM Services. IFFCO Tokio General Insurance Company Limited: Improving customer experience with smarter solutions. 2020. www.ibm.com/case-studies/iffco-tokio-ibm-services-ai.

Institute and Faculty of Actuaries and Royal Statistical Society. *A Guide for Ethical Data Science*. 2019. www.actuaries.org.uk/system/files/field/document/An%20Ethical%20Charter%20for%20Data%20Science%20WEB%20FINAL.PDF.

Institute and Faculty of Actuaries. General insurance machine learning in reserving. 2020. www.actuaries.org.uk/practice-areas/general-insurance/research-working-parties/general-insurance-machine-learning-reserving.

Institute and Faculty of Actuaries. Pragmatic stochastic reserving. Consulté le 26 janvier 2022. www.actuaries.org.uk/practice-areas/general-insurance/disbanded-research-working-parties/pragmatic-stochastic-reserving.

Insurance Information Institute. Background on: Insurance fraud. 2021. www.iii.org/article/background-on-insurance-fraud.

Insurance Journal. Internet of Things devices increase risk of cyber attacks on industrial sector: Lloyd's. 2021. www.insurancejournal.com/news/international/2021/02/17/601582.htm.

Insurance Journal. Liberty Mutual giving consumers a voice in insurance via Amazon's Alexa. 2016. www.insurancejournal.com/news/national/2016/09/13/426162.htm.

Insurance-Canada.ca. Aon and Zesty.ai revolutionize underwriting with property data solution powered by artificial intelligence. 2019. www.insurance-canada.ca/2019/03/13/aon-zesty-ai-property-data-solution/.

Insurance-Canada.ca. Intact partners with Snapshot to offer photo claims estimating service. 2019. www.insurance-canada.ca/2019/06/21/intact-snapshot-photo-claims-estimating/.

Insurance-Canada.ca. Trov technology enables a new wave of consumer brands to offer digital renters insurance. 2021. www.insurance-canada.ca/2021/04/08/truv-enables-new-brands-digital-renters-insurance/.

Jamal, Salma, Canto, Stefano, Fernwood, Ross, Giancaterino, Claudio, Hiabu, Munir, Invernizzi, Lorenzo, Korzhynska, Tetiana, Martin, Zachary et Hong Shen. *Machine Learning and Traditional Methods Synergy in Non-Life Reserving*. ASTIN, 2018. www.actuaries.org/IAA/Documents/ASTIN/ASTIN_MLTMS%20Report_SJAMAL.pdf.

James, Gareth, Witten, Daniela, Hastie, Trevor et Robert Tibshirani. *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*, 2nd edition. Stanford Web, 2021. www.statlearning.com/.

Josefowicz, Matthew et Harry Huberty. Speed to market for property/casualty insurers. AiteNovarica, 2021. <https://novarica.com/speed-to-market-for-property-casualty-insurers/>.



Karakan, Burak. Python vs R pour la science des données. *Towards Data Science*, 2020. <https://towardsdatascience.com/python-vs-r-for-data-science-6a83e4541000>.

Kost, Danielle. You're right! You are working longer and attending more meetings. Harvard Business School Working Knowledge, 2020. <https://hbswk.hbs.edu/item/you-re-right-you-are-working-longer-and-attending-more-meetings>.

Krizzan, Erika. Insuretech boosts China's online insurance market. *Insurance Factory*, 2020. <https://insurance-factory.eu/insuretech-boosts-chinas-online-insurance-market/>.

Kuo, Kevin. *DeepTriangle: A Deep Learning Approach to Loss Reserving*. Cornell University (arXiv.org), 2019. <https://arxiv.org/pdf/1804.09253.pdf>.

Kurmelovs, Royce. Climate change could put insurance out of reach for many Australians. *The Guardian*, 2021. www.theguardian.com/australia-news/2021/mar/02/climate-change-could-put-insurance-out-of-reach-for-many-australians.

Labram, Alex. The machine learning landscape. Institute and Faculty of Actuaries, 2020. www.actuaries.org.uk/news-and-insights/news/machine-learning-landscape.

Lamb, Evelyn. Review: *Weapons of Math Destruction*. *Scientific American*, 2016. <https://blogs.scientificamerican.com/roots-of-unity/review-weapons-of-math-destruction/>.

Leroy, Sophie et Theresa M. Glomb. A plan for managing (constant) interruptions at Work. *Harvard Business Review*, 2020. <https://hbr.org/2020/06/a-plan-for-managing-constant-interruptions-at-work>.

LexisNexis Risk Solutions. 2019 study results: How U.S. insurance carriers are using artificial intelligence and machine learning. 2021. <https://risk.lexisnexis.com/insights-resources/research/state-of-ai-ml-in-the-insurance-industry>.

Li, Joel, Molisho, Rolly et Harrison Jones. An introduction to AI ethics and regulation. *Seeing Beyond Risk*, 2021. www.seeingbeyondrisk.ca/2021/09/ai-ethics-and-regulation-in-insurance-actuaries-uniquely-positioned-for-success/.

Liang, Chen, Liu, Ziqi, Liu, Bin, Zhou, Jun, Li, Xiaolong, Yang, Shuang et Yuan Qi. *Uncovering Insurance Fraud Conspiracy with Network Learning*. Cornell University (arXiv.org), 2020. <https://arxiv.org/pdf/2002.12789v1.pdf>.

Liao, Xiyue, Chen, Guoqiang, Ku, Ben, Narula, Rahul et Janet Duncan. Text mining methods applied to insurance company customer calls: A case study. *North American Actuarial Journal*, 2020. www.semanticscholar.org/paper/Text-Mining-Methods-Applied-to-Insurance-Company-A-Liao-Chen/9bc53ae539fa6a96ea974f77768544b545aabb9a.

Light, Donald. *Building a First-to-Market Pay as You Drive Offering*. Guidewire, 2021. <https://explore.guidewire.com/c/report-celent-buildi?x=-QNqMK>.

Livak, Paul. 4 components to a modern insurance data strategy. *Digital Insurance*, 2020. www.dig-in.com/opinion/pwc-insurance-4-key-components-to-a-data-strategy.

Lorenz, Jinjer. Farmers Edge and Munich Re announce strategic partnership to implement large-scale parametric weather insurance solutions. Farmers Edge, 2020. www.farmersedge.ca/farmers-edge-and-munich-re-announce-strategic-partnership-to-implement-large-scale-parametric-weather-insurance-solutions/.

Ludwig, Sarah. Credit scores in America perpetuate racial injustice. *The Guardian*, 2015. www.theguardian.com/commentisfree/2015/oct/13/your-credit-score-is-racist-heres-why.

Lyons, Carol. Does Canada need a terrorism risk insurance scheme? McMillan, 2015. <https://mcmillan.ca/insights/does-canada-need-a-terrorism-risk-insurance-scheme-2/>.

Macías-Lizaso Miranda, Gloria. Building an effective analytics organization. McKinsey and Company, 2018. www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/building-an-effective-analytics-organization.



Mainelli, Michael et Bernard Manson. *Chain Reaction: Comment la technologie de la chaîne de blocs pourrait transformer l'assurance de gros*. PwC Global, 2016. www.pwc.com/gx/en/financial-services/pdf/how-blockchain-technology-might-transform-insurance.pdf.

Mayorga, Wilson et Diego Torres. *A Practical Model for Pricing Optimization in Car Insurance*. ASTIN/AFIR-ERM Colloquium, Panama, 2017. www.actuaries.org/panama2017/docs/papers/3b_ASTIN_Paper_Mayorga.pdf.

McGuire, Grainne et Jacky Poon. ML modelling on triangles: A worked example. Institute and Faculty of Actuaries, 2021. <https://institute-and-faculty-of-actuaries.github.io/mlr-blog/post/f-mlr3example/>.

Meckbach, Greg. Aviva rolls out automated claim notification at collision reporting centres. *Canadian Underwriter*, 2019. www.canadianunderwriter.ca/insurance/this-insurer-rolling-out-automated-claim-notification-at-collision-reporting-centres-1004159316/.

Meckbach, Greg. New industry anti-fraud group gets its first CEO. *Canadian Underwriter*, 2021. www.canadianunderwriter.ca/associations/new-industry-anti-fraud-group-gets-its-first-ceo-1004210351/.

Meckbach, Greg. The tough question for insurers withdrawing coverage from coal. *Canadian Underwriter*, 2020. www.canadianunderwriter.ca/climate-change/the-tough-question-for-insurers-withdrawing-coverage-from-coal-1004198475/.

Meckbach, Greg. Who is funding many of these insurance mergers. *Canadian Underwriter*, 2020. www.canadianunderwriter.ca/mergers-and-acquisitions/who-is-funding-many-of-these-insurance-mergers-1004200880/.

Meckbach, Greg. Why Uber Canada dropped Intact as its insurance provider. *Canadian Underwriter*, 2020. www.canadianunderwriter.ca/insurance/why-uber-canada-dropped-intact-as-its-insurance-provider-1004196996/.

Mei, Maarsen. *Insurance 2020 & Beyond: Programme actuel du chef de la direction*. PwC Netherlands, 2017. www.ag-ai.nl/view/34908-JH+Lobregt+Insurance+2020+%26+beyond.pdf.

Microsoft Docs. Identify guiding principles for responsible AI – State Farm case study. Consulté le 14 septembre 2021. <https://docs.microsoft.com/en-us/learn/modules/responsible-ai-principles7-responsible-ai-case-study>.

Micu, Eliade. *Territorial Ratemaking*. Casualty Actuarial Society and Eagle Eye Analytics, 2012. <https://cas.confex.com/cas/rpms12/webprogram/Presentation/Session4723/Terr%20Ratemaking%20EEA%20v2.pdf>.

Miehe, Pierre, Lutz, Judith, Accroche-com et Fabrice Taillieu. *Non-Life Reserving Practices*. ASTIN Working Party on Non-life Reserving Practices, 2016. www.actuaries.org/ASTIN/Documents/ASTIN_WP_NL_Reserving_Report1.0_2016-06-15.pdf.

MikeRayMSFT, julieMSFT, cawrites, icoric, mindlessroman, markingmyname, CarlRabeler, pmasl, PRMerger16, MashaMSFT, WilliamAntonRohm, craigg-msft and edmacauley. *Char and varchar (Transact-SQL)*. SQL Server/Microsoft Docs, 2019. <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/t-sql/data-types/char-and-varchar-transact-sql?view=sql-server-ver15>.

Mims, Christopher. Self-driving cars could be decades away, no matter what Elon Musk said. *Wall Street Journal*, 2021. www.wsj.com/articles/self-driving-cars-could-be-decades-away-no-matter-what-elon-musk-said-11622865615.

Molnar, Christoph. *Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable*. Github, 2021. <https://christophm.github.io/interpretable-ml-book/>.

Morrison, Sara. A disturbing, viral Twitter thread reveals how AI-powered insurance can go wrong. *Vox*, 2021. www.vox.com/recode/22455140/lemonade-insurance-ai-twitter.

MuleSoft. What is an API? (Application Programming Interface). Consulté le 14 septembre 2021. www.mulesoft.com/resources/api/what-is-an-api.



- Müller, Katja, Schmeiser, Hato et Joël Wagner. Insurance claims fraud: Optimal auditing strategies in insurance companies. *Variance Journal*, 2016. www.casact.org/abstract/insurance-claims-fraud-optimal-auditing-strategies-insurance-companies.
- Nadarajah, Indrani. Auto insurance fraud. Insurance Institute of Canada, 2018. www.insuranceinstitute.ca/en/cipsociety/information-services/advantage-monthly/0718-insurance-fraud.
- National Association of Insurance Commissioners. Chatbots. 2020. https://content.naic.org/cipr_topics/topic_chatbots.htm.
- National Association of Insurance Commissioners. On-demand insurance. 2021. https://content.naic.org/cipr_topics/topic_ondemand_insurance.htm.
- National Insurance Crime Bureau. Slip & fall incidents rise according to the National Insurance Crime Bureau. 2021. www.nicb.org/news/news-releases/slip-fall-incidents-rise-according-national-insurance-crime-bureau.
- Novarica. Insurer speed to market depends on process as much as technology. Insurance-Canada.ca, 2019. www.insurance-canada.ca/2019/03/26/novarica-speed-to-market-process.
- Nuruzzaman, Mohammad et Omar Khadeer Hussain. IntelliBot: A dialogue-based chatbot for the insurance industry. *Science Direct*, 2020. www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950705120301933.
- Nuruzzaman, Mohammad et Omar Khadeer Hussain. *IntelliBot: A Domain-Specific Chatbot for the Insurance Industry* (awarded by University of New South Wales, Business, 2020). www.unsworks.unsw.edu.au/primos-explore/fulldisplay/unsworks_72771/UNSWORKS.
- Olah, Christopher. Understanding LSTM networks. Colah's blog (Github), 2015. <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>.
- Papers With Code. The latest in machine learning. Consulté le 10 septembre 2021. <https://paperswithcode.com/>.
- Parameshwaran, Reni, Sikhar Pramanik, Himadri, Datta, Sayantan et Ujjwal Bunkar. *Assurance sur demande: Challenges and Opportunities for Large Insurance Carriers*. TATA Consulting Services, 2019. www.tcs.com/content/dam/tcs/pdf/Industries/insurance/rise-of-on-demand-insurance.pdf.
- Pearson. Storing and retrieving images in JDBC. InformIT, 2002. www.informit.com/articles/article.aspx?p=25280.
- Perkins, Steven, Davis, Hazel et Valerie du Preez. *Practical Data Science for Actuarial Tasks*. Institute and Faculty of Actuaries, 2020. www.actuaries.org.uk/system/files/field/document/Practical%20Data%20Science%20for%20Actuarial%20Tasks%20v1.8.pdf.
- Picozzi, Jeff. What APIs mean for an open and connected insurance industry. Red Hat Blog, 2020. www.redhat.com/en/blog/what-apis-mean-open-and-connected-insurance-industry.
- Plumber, Sloan, Ilyas, Imran, Knipp, Josh, Safdar, Yasir et Tirath Desai. Eight considerations for insurance carriers migrating to the cloud. LinkedIn (article), PwC Advisory United States, 2020. www.linkedin.com/pulse/eight-considerations-insurance-carriers-migrating-cloud-sloan-plumer/?trackingId=4ER%2BMP1wTuyXxfsyNcIq5Q%3D%3D.
- Plumer, Sloan et Scott Busse. How insurance carriers are modernizing to cloud based analytics. LinkedIn (article), PwC Advisory United States, 2020. www.linkedin.com/pulse/how-insurance-carriers-modernizing-cloud-based-analytics-sloan-plumer/.
- Podder, Sohini. Home insurance agency Hippo to go public in \$5b SPAC. *Insurance Journal*, 2021. www.insurancejournal.com/news/national/2021/03/04/603732.htm.
- PwC Canada. The retail landscape of the future: Canadian Consumer Insights 2021, Pulse 1. 2021. www.pwc.com/ca/en/industries/consumer-markets/consumer-insights-2021.html.



- PwC Canada. Understanding the Canadian consumer of the moment: Canadian Consumer Insights 2021, Pulse 2. 2021. www.pwc.com/ca/en/industries/consumer-markets/consumer-insights-2021-pulse-2.html.
- PwC Global. *A Practical Guide to Responsible Artificial Intelligence (AI)*. 2019. www.pwc.com/gx/en/issues/data-and-analytics/artificial-intelligence/what-is-responsible-ai/responsible-ai-practical-guide.pdf.
- PwC Global. Insurance trends 2020: Moving from resilience to reinvention will help insurers succeed in uncertain times. 2020. www.pwc.com/gx/en/ceo-agenda/ceosurvey/2020/trends/insurance.html.
- PwC Hong Kong. *Adding It All Up: Modern Rating Systems for P&C Carriers*. 2015. www.pwchk.com/en/migration/pdf/modern-rating-system-apr2015.pdf.
- PwC Hong Kong. *Insurance Fraud Analytics*. 2017. www.pwccn.com/en/risk-assurance/publications/insurance-fraud-analytics.pdf.
- PwC Legal Estonia. *Blockchain: The \$5 Billion Opportunity for Reinsurers*. 2016. www.pwc.com/ee/et/publications/pub/blockchain-for-reinsurers.pdf.
- PwC United Kingdom. *Explainable AI: Driving Business Value Through Greater Understanding*. Consulté le 10 septembre 2021. www.pwc.co.uk/audit-assurance/assets/explainable-ai.pdf.
- PwC United States. 2019 AI predictions: Six AI priorities you can't afford to ignore. 2019. <https://web.archive.org/web/20211109223336/www.pwc.com/us/en/services/consulting/library/artificial-intelligence-predictions-2019.html>.
- PwC United States. Ethical AI: Tensions and trade-offs. 2019. <https://www.pwc.com.au/digitalpulse/ethical-artificial-intelligence-tensions-trade-offs.html>
- PwC United States. How can US insurers become more innovative? Look to Asia. 2020. www.pwc.com/us/en/industries/insurance/library/insights-from-asia.html.
- PwC United States. Insurance claims estimator uses AI for efficiency. 2017. www.pwc.com/us/en/library/case-studies/auto-insurance-ai-analytics.html.
- PwC United States. Moment of truth: Why insurance carriers should rethink their customer service models now. 2020. www.pwc.com/us/en/industries/insurance/library/carriers-customer-service-models-covid-19.html
- PwC United States. Top insurance industry issues in 2021: Talent strategies for today's insurers. 2021. www.pwc.com/us/en/industries/insurance/library/top-issues/talent-strategies.html.
- Radečić, Dario. PyTorch: Switching to the GPU. *Towards Data Science*, 2020. <https://towardsdatascience.com/pytorch-switching-to-the-gpu-a7c0b21e8a99>.
- Rao, Anand S. et Gerard Verweij. Sizing the prize: What's the real value of AI for your business and how can you capitalise? PwC Global, 2017. www.pwc.com/gx/en/issues/data-and-analytics/publications/artificial-intelligence-study.html.
- Rao, Anand S. et Ilana Golbin. What is fair when it comes to AI bias? *Strategy + Business*, 2019. www.strategy-business.com/article/What-is-fair-when-it-comes-to-AI-bias.
- Rao, Anand, Yoder, Jamie et Scott Busse. *AI in Insurance: Hype or Reality? The Digital Insurer*. PwC, 2016. www.the-digital-insurer.com/wp-content/uploads/2016/06/716-pwc-top-issues-artificial-intelligence.pdf.
- REST API Tutorial. HTTP methods. Consulté le 14 septembre 2021. <https://restfulapi.net/http-methods/>.
- Richman, Ronald. *AI in Actuarial Science*. Presented at the Actuarial Society of South Africa's 2018 Convention, October 24–25, Cape Town. www.actuarialsociety.org.za/wp-content/uploads/2018/10/2018-Richman-FIN.pdf.



Ricker, Thomas. Watch a drone hack a room full of smart lightbulbs from outside the window. *The Verge*, 2016. www.theverge.com/2016/11/3/13507126/iot-drone-hack.

Rogati, Monica. The AI hierarchy of needs. *Hackernoon*, 2017. <https://hackernoon.com/the-ai-hierarchy-of-needs-18f111fcc007>.

Sandhu, Angat, Chen, Steven, Rochlani, Ajit, Tay, Jun Hao et Bella Thamrin. *Insurance Redefined: A Roadmap for Insurers and Insurtechs*. Oliver Wyman and Singapore Fintech Association, 2020. www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/v2/publications/2020/dec/insurance-redefined.pdf.

Sawers, Paul. Pay-per-mile car insurance company Metromile raises \$90 million to automate the claims process. *VentureBeat*, 2018. <https://venturebeat.com/2018/07/24/pay-per-mile-car-insurance-company-metromile-raises-90-million-to-automate-the-claims-process/>.

Schreiber, Daniel. AI can vanquish bias: Algorithms we can't understand can make insurance fairer. *Lemonade* (blog). Consulté le 10 septembre 2021. www.lemonade.com/blog/ai-can-vanquish-bias/.

Schwartz, Arthur J. *Price Optimization and Insurance Regulation with Examples and Calculations*. Spring Meeting of the Casualty Actuarial Society in Colorado Springs, CO, May 2015. www.casact.org/sites/default/files/presentation/spring_2015_handouts_c-21.pdf.

Schwartz, Oscar. In 2016, Microsoft's racist chatbot revealed the dangers of online conversation: The bot learned language from people on Twitter – but it also learned values. *IEEE Spectrum*, 2019. <https://spectrum.ieee.org/in-2016-microsofts-racist-chatbot-revealed-the-dangers-of-online-conversation>.

Scism, Leslie. Some California homeowners can get coverage again after wildfires. *Wall Street Journal*, 2021. www.wsj.com/articles/some-california-homeowners-can-get-coverage-again-after-wildfires-11623589200.

Semenovich, Dimitri. *Applications of Convex Optimization in Premium Rating*. Casualty Actuarial Society, 2013. www.casact.org/sites/default/files/database/forum_13spforum_semenovich.pdf.

Silver, David, Hubert, Thomas, Schrittwieser, Julian, Antonoglou, Ioannis, Lai, Matthew, Guez, Arthur, Lanctôt, Marc, Sifre, Laurent et Dharshan Kumaran. A general reinforcement learning algorithm that masters chess, shogi, and Go through self-play. *Science*, 2018. <https://science.sciencemag.org/content/362/6419/1140>.

Skiba, Michael, Rapattoni, Jeffrey G. et Chris McKibbin. *Secrets to Combating Insurance Fraud with Data Analytics: Three Insurance Executives Offer a Global Perspective*. Casualty Actuarial Society, 2018. www.casact.org/sites/default/files/presentation/spring_2019_presentations_g-2_rapattoni_1.pdf.

Société d'indemnisation en matière d'assurances IARD. *Insolvency Protection for Home, Automobile and Business Insurance Customers, Annual Report 2019*. 2020. www.pacicc.ca/wp-content/uploads/2020/04/PACICC-2019-Annual-Report-ENG.pdf.

Société d'indemnisation en matière d'assurances IARD. *Solvency Matters: A Quarterly Report on Solvency Issues Affecting P&C Insurers In Canada*. 2021. www.pacicc.ca/wp-content/uploads/2021/06/Solvency_Matters_14_June.pdf.

Society of Actuaries Ethical & Responsible Use of Data & Predictive Models Certificate Program. Consulté le 5 octobre 2021. www.soa.org/programs/ethical-responsible-data-certificate/?utm_medium=Email&utm_source=SNWArticle&utm_campaign=ERUCert_2021&utm_content=2021-08-25.

Somasundaram, Srinivasan, Kant, Akshat et Prakhar Maheshwari. *The Future of Chatbots in Insurance*. Cognizant, 2019. www.cognizant.com/whitepapers/the-future-of-chatbots-in-insurance-codex4122.pdf.

Spedicato, Giorgio, Dutang, Christophe et Leonardo Petrini. *Machine Learning Methods to Perform Pricing Optimization: A Comparison with Standard Generalized Linear Models*. Casualty Actuarial Society, 2018. www.casact.org/abstract/machine-learning-methods-perform-pricing-optimization-comparison-standard-generalized.



Stack Overflow. Stack Overflow Developer Survey 2021. 2021. <https://insights.stackoverflow.com/survey/2021#technology>.

Synced. Tree boosting with XGBoost: Why does XGBoost win "every" machine learning competition? 2017. <https://syncedreview.com/2017/10/22/tree-boosting-with-xgboost-why-does-xgboost-win-every-machine-learning-competition/>.

Tang, Tjun, Hu, Michelle et Angelo Candreia. Why Chinese insurers lead the way in digital innovation. Boston Consulting Group, 2018. www.bcg.com/en-ca/publications/2018/chinese-insurers-digital-innovation.

Taulli, Tom. L'IPO de la limonade le pouvoir de l'IA (intelligence artificielle). *Forbes*, 2020. www.forbes.com/sites/tomtaulli/2020/07/03/lemonade-ipo-shows-the-power-of-ai-artificial-intelligence/?sh=8263f053aebb.

Taulli, Tom. What you need to know about dark data. *Forbes*, 2019. www.forbes.com/sites/tomtaulli/2019/10/27/what-you-need-to-know-about-dark-data/?sh=770d4bdf2c79.

Teradonnées. What are the 5 V's of Big Data? Consulté le 1er mars 2022 : <https://www.teradata.com/Glossary/What-are-the-5-V-s-of-Big-Data>.

Tractable. MS&AD to use Tractable's AI across Japan to accelerate recovery from auto accidents. Cision PR Newswire, 2020. www.prnewswire.com/news-releases/msad-to-use-tractables-ai-across-japan-to-accelerate-recovery-from-auto-accidents-301162486.html.

Trufla Technology. Trufla Technology celebrates Bullfrog Insurance's innovative new website. *Canadian Underwriter*, 2018. www.canadianunderwriter.ca/inspress/trufla-technology-celebrates-bullfrog-insurances-innovative-new-website/.

VMware Security and Compliance Blog. Amid Covid-19, global orgs see a 148% spike in ransomware attacks; finance industry heavily targeted. 2020. <https://blogs.vmware.com/security/2020/04/amid-covid-19-global-orgs-see-a-148-spike-in-ransomware-attacks-finance-industry-heavily-targeted.html>.

Weed, Julie. Wearable tech that tells drowsy truckers it's time to pull over. *New York Times*, 2020. www.nytimes.com/2020/02/06/business/drowsy-driving-truckers.html.

Whittaker, Zack. Security flaws in a popular smart home hub let hackers unlock front doors. *TechCrunch*, 2019. <https://techcrunch.com/2019/07/02/smart-home-hub-flaws-unlock-doors/>.

Wikimedia Commons. Phases of the CRISP-DM reference model. 2012. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CRISP-DM_Process_Diagram.png

Willis Towers Watson. 2019/2020 P&C Insurance Advanced Analytics Survey Report (North America): Fields of dreams – Three areas dominate the field of insurers' aspirations for advanced analytics. 2020. www.willistowerswatson.com/en-CA/Insights/2020/01/fields-of-dreams-three-areas-dominate-the-field-of-insurers-aspirations-for-advanced-analytics.

Willis Towers Watson. Quarterly Insurtech Briefing Q2 2021. 2021. <https://www.datocms-assets.com/24091/1627554491-wtw-quarterly-insurtech-briefing-q2-20212.pdf>.

Wired. Amazon's Snowmobile is actually a truck hauling a huge hard drive. 2016. www.wired.com/2016/12/amazons-snowmobile-actually-truck-hauling-huge-hard-drive/.

Wood, Miranda. Bank of China officially launches insurance blockchain. *Ledger Insights Enterprise Blockchain News*, 2019. www.ledgerinsights.com/bank-of-china-insurance-blockchain/.

Wuthrich, Mario V. *Machine Learning in Individual Claims Reserving*. Swiss Finance Institute Research Paper No. 16-67, SSRN, 2016. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2867897.

Wuthrich, Mario V. *Neural Networks Applied to Chain-Ladder Reserving*. SSRN, 2018. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2966126.



Yokoi-Ara, Mamiko. *The Impact of Big Data and Artificial Intelligence (AI) in the Insurance Sector*. Organisation for Economic Co-operation and Development, 2020. www.oecd.org/finance/The-Impact-Big-Data-AI-Insurance-Sector.pdf.

Zeist. Achmea launches Canadian online insurance proposition in partnership with Fairfax. Achmea, 2018. <https://news.achmea.nl/achmea-launches-canadian-online-insurance-proposition-in-partnership-with-fairfax/>.