

Rapport à la Commission de recherche de l'ICA

Modèle pour tests génétiques : Et si les tarificateurs n'avaient pas accès aux résultats connus?

Préparé par :
Robert C.W. (Bob) Howard, FICA, FSA

Juillet 2014

Document 214082

This document is available in English

© 2014 Institut canadien des actuaires

Note de service

À : Commission de recherche de l'Institut canadien des actuaires

De : Robert C. W. (Bob) Howard, FICA, FSA

Date : Le 10 juillet 2014

Objet : **Rapport : Mandat visant à modéliser l'impact si les tarificateurs d'assurance-vie individuelle ne peuvent prendre connaissance des résultats des tests génétiques**

La Commission de recherche a fait appel à mes services pour élaborer un modèle permettant d'estimer l'impact sur les sociétés et la population si les tarificateurs ne sont pas autorisés à prendre connaissance des résultats des tests génétiques connus par les personnes qui présentent une demande d'assurance. Ce modèle se limite à l'assurance-vie individuelle. Les hypothèses relatives aux marqueurs génétiques devaient être formulées par un comité de médecins et de souscripteurs mis sur pied par l'Association canadienne des compagnies d'assurances de personnes (ACCAP), mais autrement, ma modélisation devait être indépendante de l'ACCAP et de ses sociétés membres.

Mes travaux ont été supervisés par une équipe de gestion de projet de recherche constituée par la Commission de recherche sous la présidence de Bernard Naumann et composée d'Alison Begley, Robert L. Brown, Greg Cerar et Paul Fryer, tous des Fellows de l'Institut canadien des actuaires. La méthode et les hypothèses retenues ont fait l'objet de longues discussions avec l'équipe de gestion.

Le présent document constitue un rapport portant sur mes travaux : une description de la méthode et des hypothèses retenues pour l'élaboration du modèle, mes observations tirées de la modélisation et mes conclusions quant à l'impact sur les sociétés d'assurance et la population canadienne qui souscrit de l'assurance.

RCWH

1 RÉSUMÉ

Certains organes législatifs canadiens envisagent la possibilité de faire en sorte que les sociétés d'assurance-vie ne soient pas autorisées à avoir accès aux résultats des tests génétiques aux fins de décider si elles vont souscrire une police d'assurance pour une personne donnée. Une telle mesure donnerait lieu à un déséquilibre entre la personne qui présente une demande d'assurance et la société d'assurance sur le plan de l'information dont disposent les deux parties. Le présent rapport décrit un modèle qui examine l'impact de l'interdiction sur les résultats des sociétés d'assurance et sur les primes que doivent payer les Canadiens. Le modèle englobe 13 problèmes de santé dont on établit l'association avec un marqueur génétique et pour lesquels des estimations raisonnables de leur effet sur la mortalité sont connues. Le modèle simule l'achat d'assurance-vie, les primes, les frais et les sinistres-décès pour chaque problème séparément.

Les principales hypothèses, autres que celles relatives à la mortalité liée aux 13 problèmes, sont quelle proportion des consommateurs dont les résultats sont positifs souscrira de l'assurance-vie et le montant de cette dernière. L'hypothèse de référence du modèle est que 75 % des consommateurs dont les tests sont positifs souscriront de l'assurance-vie pour le montant le plus élevé possible et que les autres ne souscriront pas d'assurance additionnelle. Plus il y aura de publicité relativement à l'interdiction, plus grande sera la proportion des consommateurs qui souscriront de l'assurance.

Je conclus que l'impact sur les sociétés d'assurance sera prononcé. La contrainte de l'évaluation (pertes liées à la tarification) pour l'industrie découlant des consommateurs dont les tests sont positifs au cours d'une seule année (en se basant sur les hypothèses) serait d'environ 12 % du total des sinistres-décès pour l'année. L'impact sur les consommateurs sera probablement plus prononcé. Suite à une interdiction, les taux moyens de mortalité augmenteront probablement d'environ 35 % pour les hommes et d'environ 60 % pour les femmes dans la tranche d'âges 20 à 60 ans; il y aurait une augmentation concomitante des taux de primes d'assurance temporaire.

Il importe de noter que les résultats dépendent dans une large mesure des hypothèses, tout particulièrement du montant de l'assurance-vie vendue aux consommateurs dont les tests sont positifs, que ce soit la souscription d'un montant plus élevé ou une plus grande proportion de ceux qui veulent souscrire de l'assurance.

2 TABLE DES MATIÈRES

1	Résumé	3
2	Table des matières	3
3	Introduction	4
4	Spécifications du modèle.....	5
4.1	Aperçu	5
4.2	Hypothèses relatives aux marqueurs génétiques	5
4.3	Autres hypothèses	8
4.4	Méthode.....	11

5	Résultats de l'exécution du modèle	13
6	Conclusions	15
7	Limites	15
7.1	Améliorations du modèle entraînant un accroissement de l'impact	16
7.2	Améliorations du modèle entraînant une réduction de l'impact	16
7.3	Améliorations du modèle dont l'impact est difficile à déterminer.....	16
7.4	Sensibilités	16
	Annexe 1 – Examen du document	18
	Annexe 2 – Étude de Macdonald et Yu	19
	Annexe 3 – Références pour les hypothèses relatives aux marqueurs génétiques	20

3 INTRODUCTION

Les tests génétiques sont de plus en plus abordables et accessibles dans la société d'aujourd'hui. Cela a du bon sur le plan de l'intérêt public, car les gens sont ainsi en mesure de savoir s'ils sont prédisposés à être atteints de certaines conditions graves. Le fait pour une personne de savoir qu'elle a une forte probabilité d'être un jour atteinte d'une maladie aura souvent des répercussions positives grâce à une surveillance plus rigoureuse et à la modification de ses habitudes de vie avant que la maladie ne se manifeste. Il est en outre certain que la simple présence d'un gène ne signifiera généralement pas que la personne est atteinte de la maladie correspondante à ce moment; on ne peut pas savoir si la maladie apparaîtra et, le cas échéant, à quel moment.

Dans le cas de bon nombre des conditions les plus graves, les personnes dont les résultats des tests portant sur le ou les gènes associés à ces conditions sont positifs comprendront que leur espérance de vie est nettement plus limitée que parmi le reste de la population. Il serait dès lors logique pour ces personnes de vouloir souscrire une assurance additionnelle, surtout si celle-ci peut être obtenue à un prix avantageux.

Certains pays européens ont promulgué des lois afin que les tarificateurs d'assurance n'aient pas accès aux résultats des tests génétiques. Certains organes législatifs canadiens envisagent de faire de même. Or, si les tarificateurs d'assurance ne sont pas autorisés à prendre connaissance des résultats des tests génétiques, alors que les personnes qui présentent une demande d'assurance disposent pour leur part de cette information, bien des personnes dont les résultats des tests sont positifs pourront souscrire une assurance-vie au même prix que les personnes dont les résultats sont négatifs.

L'objet de mon modèle est d'examiner les conséquences actuarielles de l'imposition d'un déséquilibre au chapitre de la disponibilité de l'information génétique (étant donné que l'auteur de la demande d'assurance peut disposer de cette information, mais pas le souscripteur), et de déterminer si une telle situation est susceptible d'avoir un impact important sur le marché canadien de l'assurance-vie.

4 SPÉCIFICATIONS DU MODÈLE

4.1 Aperçu

Mon modèle simule l'achat de polices d'assurance-vie au cours d'une année donnée par des personnes dont les tests portant sur un certain nombre de marqueurs génétiques donnent des résultats positifs, de pair avec un suivi des polices ainsi souscrites pendant de nombreuses années. Les totaux rattachés à ces polices sont en outre comparés au total des sinistres-décès pour l'industrie, de manière à estimer l'impact financier total sur les sociétés (modèle relatif au coût), et ils sont également comparés à ceux obtenus à partir d'une étude de mortalité effectuée par l'Institut canadien des actuaires (ICA), de manière à établir l'impact sur les taux de mortalité observés en fonction d'un éventail d'âges plus étroit (modèle relatif à l'expérience).

Les simulations de mon modèle se limitent à l'assurance-vie individuelle. Dans le cas de l'assurance collective, l'impact serait sans doute très peu marqué, si ce n'est peut-être dans le cas d'une assurance facultative de montant élevé. Pour ce type d'assurance, on ne procède généralement à aucune souscription; on se contente de vérifier que le participant travaille. Le montant de l'assurance est établi en fonction du salaire ou d'autres facteurs objectifs. Les mêmes personnes seraient assurées, et pour les mêmes montants, qu'il y ait eu ou non des tests génétiques. Il est peu probable qu'il y ait un impact quelconque sur les taux de primes. Les préoccupations concernent uniquement les catégories d'assurance où c'est chaque personne qui décide d'acheter ou non une assurance, et pour quel montant.

Une étude semblable pourrait être menée pour l'assurance-maladie individuelle, particulièrement l'assurance pour maladies graves. Il est probable que l'impact pour l'assurance individuelle pour maladies graves serait beaucoup plus prononcé que pour l'assurance-vie individuelle, mais mon modèle n'examine pas du tout cette question.

4.2 Hypothèses relatives aux marqueurs génétiques

Les hypothèses relatives aux marqueurs génétiques ont été formulées par un comité de médecins et de souscripteurs en chef mis sur pied par l'Association canadienne des compagnies d'assurances de personnes (ACCAP) et composé de représentants de ses sociétés membres. Leurs travaux (particulièrement en matière de prévalence, de pénétrance et de classement, comme décrit ci-dessous) ont été revus par un généticien canadien et par les principaux généticiens de deux sociétés mondiales de réassurance. J'ai eu des discussions complémentaires avec deux des médecins en question. Je n'ai pas les qualifications requises pour formuler ce genre d'hypothèses, aussi me suis-je fondé sur les hypothèses exposées au tableau 1, qui ont fait consensus parmi les médecins du comité, quoique je n'assume aucune responsabilité à l'égard de ces hypothèses. (Cette information est communiquée en conformité avec le paragraphe 1610.02 des normes de pratique; elle ne sous-entend aucune opposition aux hypothèses.) À la lumière de mes discussions avec les médecins, et considérant leur expertise, je n'ai pas d'hésitation à me fonder sur leurs travaux.

Les données de référence qui étayaient les hypothèses sont présentées au tableau 4 de l'annexe 3.

4.2.1 Problèmes de santé pris en compte

Il existe plus de 5 000 gènes dont on a établi le lien avec des maladies, et d'autres s'ajoutent à la liste quotidiennement. Dans certains cas, un gène unique sera associé à une maladie; dans d'autres cas, ce sera plutôt une combinaison de deux gènes ou plus. Il n'y a que quelques-uns de ces liens qui ont été étudiés de façon suffisamment détaillée pour que l'on puisse à l'heure actuelle les utiliser de façon efficace à des fins de souscription. Le tableau 1 présente les 13 problèmes de santé inclus dans mon modèle. En voici la liste, les abréviations utilisées au tableau 1 étant présentées entre parenthèses.

1. Cancer du sein (BRCA1 ou 2);
2. Cardiomyopathie hypertrophique (HTCM);
3. Myocardiopathie dilatée (DCM);
4. Cardiomyopathie arythmogène du ventricule droit (ARVCM);
5. Syndrome du QT long (Long QT);
6. Syndrome de Brugada (Brugada);
7. Maladie de Huntington (Huntington);
8. Maladie polykystique des reins (PKD);
9. Dystrophie myotonique (DM1 ou 2);
10. Maladie d'Alzheimer, épisodes précoces, à caractère autosomique dominant (ADEO);
11. Cancer colono-rectal héréditaire sans polypose (HNPCC);
12. Syndrome de Marfan (Marfan);
13. Tachycardie ventriculaire polymorphe catécholergique (CPVT).

4.2.2 Prévalence

La prévalence d'un marqueur génétique dans la population canadienne est exprimée sous la forme 1 pour n .

4.2.3 Pénétrance

On entend par pénétrance la probabilité que les personnes ayant un gène donné en viennent à contracter la maladie correspondante. Ce ne sont pas toutes les personnes qui possèdent le marqueur génétique qui contracteront la maladie. Les études de la pénétrance portent sur une période limitée; certaines personnes contracteront la maladie à un âge plus avancé. La pénétrance est exprimée sous forme de pourcentage des personnes ayant le gène. On fait l'hypothèse d'une mortalité type pour le complément de la pénétrance. Il est important de préciser que la subdivision entre ces deux groupes – la pénétrance et son complément (on parlera respectivement de risque aggravé et de risque normal) – constitue un produit du modèle. Une personne ne peut savoir à quel groupe elle appartient tant que n'apparaissent pas des symptômes indiquant qu'elle fait partie du groupe à risque aggravé.

On observe un cas particulier au chapitre de la pénétrance dans le cas du cancer du sein (BRCA1 ou 2). On estime que la probabilité de contracter un cancer du sein est de 50 % environ chez les femmes et de 0 % chez les hommes. On utilise donc une probabilité de 25 %, et tous les cas sont réputés toucher des femmes.

4.2.4 Classement

Les personnes atteintes d'un problème de santé présenteront un taux de mortalité plus élevé. Cette surmortalité sera exprimée sous forme de pourcentage par rapport à la mortalité type ou de nombre additionnel de décès par année. On suppose que le classement reste le même tout au long de la vie, à une exception près : dans le cas du syndrome du QT long, on fait l'hypothèse d'une surmortalité jusqu'à l'âge de 40 ans seulement, après quoi l'on revient à la mortalité type.

4.2.5 Prédiction

Le processus de tarification permettra d'identifier certaines personnes ayant le gène pertinent – à cause des antécédents familiaux ou de l'apparition de symptômes précoces de la maladie, et ce, même si les résultats des tests génétiques ne sont pas divulgués. On exprime la chose sous forme de pourcentage. Dès lors, si le taux de « prédiction » est de 25 %, on supposera que 25 % des personnes dont les résultats des tests ont été positifs seront identifiées par le souscripteur et que leur prime d'assurance sera plus élevée, tandis que 75 % pourront souscrire une assurance aux tarifs standards. Deux souscripteurs en chef et quatre médecins à l'emploi de sociétés d'assurance canadiennes ont pris part à la détermination de ce facteur de prédiction, à la lumière de leurs connaissances et de leur expérience. Par souci de simplicité, les facteurs choisis se situaient à des intervalles de 25 %.

Étant donné que les questions relatives aux antécédents familiaux ont trait à des maladies génétiques, on pourrait penser que le processus de souscription sera très efficace pour repérer les personnes susceptibles d'avoir un gène d'intérêt. Toutefois, du fait que les questions visent uniquement le père et la mère ainsi que les frères et sœurs, et qu'il est fréquent de n'avoir qu'un frère ou une sœur ou de ne pas en avoir, il n'y aura souvent aucune manifestation d'une maladie donnée même lorsque le gène correspondant est présent.

4.2.6 Tests

Ce paramètre correspond à l'âge moyen au moment des tests. En général, la tranche d'âge à l'intérieur de laquelle les tests sont effectués le plus souvent compte de 10 à 15 années; toutefois, pour simplifier le modèle, on formule l'hypothèse que toutes les personnes ont fait l'objet des tests à l'âge moyen.

4.2.7 Hommes

Ce paramètre indique la proportion de personnes qui sont de sexe masculin. On suppose que le cancer du sein touche uniquement les femmes. Pour tous les autres problèmes de santé, on procède à une distribution égale entre les sexes.

4.2.8 Type

Il s'agit du nombre hypothétique d'années suivant les tests où le taux de mortalité des personnes dont les résultats ont été positifs est censé continuer de correspondre à la mortalité type, même si l'on suppose que la maladie se manifestera tôt ou tard. Pour certains, la valeur de ce paramètre sera 0; on suppose alors que la surmortalité est applicable immédiatement à compter du moment du test.

4.2.9 Gradation

Ce paramètre indique le nombre d'années durant lesquelles le taux de mortalité est censé augmenter à partir de la mortalité type jusqu'au taux correspondant à la surmortalité. Au cours de cette période, la gradation est linéaire. Ainsi, lorsque la valeur de « gradation » est de cinq ans, la mortalité est réputée être égale à 10 % de la majoration la première année, à 30 % la deuxième, à 50 % la troisième, à 70 % la quatrième, à 90 % la cinquième et à 100 % par la suite.

Condition	Prévalence	Pénétrance	Classement	Prédiction	Tests	Hommes	Type	Gradation
BRCA1 ou 2	500	25%	200%	50%	30	0%	0	15
HTCM	500	69%	0.01	50%	25	50%	0	0
DCM	2700	75%	0.04	25%	35	50%	0	10
ARVCM	1250	75%	0.023	25%	25	50%	0	0
Long QT	3000	50%	0.001	25%	20	50%	0	0
Brugada	2000	75%	0.015	25%	30	50%	0	0
Huntington	20000	90%	1000%	50%	25	50%	5	10
PKD	1000	100%	500%	75%	30	50%	20	15
DM1 ou 2	8000	75%	500%	50%	25	50%	15	10
ADEO	2427	100%	1000%	50%	30	50%	15	10
HNPCC	500	50%	300%	50%	30	50%	0	15
Marfan	5000	50%	500%	50%	20	50%	0	0
CPVT	10000	75%	1000%	25%	20	50%	0	5

4.3 Autres hypothèses

4.3.1 Population

Le chiffre de population hypothétique est de 35 millions de personnes.

4.3.2 Taux de tests

On suppose que les personnes faisant partie de la population qui ont l'un des gènes pertinents passent des tests selon un taux uniforme de 1/30 par année, de sorte que toutes ces personnes passeront des tests au cours d'une génération. On peut s'attendre à ce que certains événements précipitent la tenue de tests, par exemple lorsqu'on diagnostique un problème de santé chez un membre de la famille. Dans un tel cas, les frères et sœurs, les enfants et probablement même les cousins et d'autres personnes seraient incités à passer des tests afin de savoir s'ils sont eux aussi susceptibles d'avoir le problème de santé en question.

4.3.3 Souscrire de l'assurance

Les consommateurs dont les tests sont positifs apprendront sans doute très tôt, s'ils ne le savent pas déjà, que les sociétés d'assurance ne sont pas autorisées à demander les résultats de tests génétiques et que, par conséquent, ils peuvent souscrire de l'assurance-vie à un prix beaucoup plus avantageux que la plupart des autres consommateurs. La plupart des consommateurs souscriront vraisemblablement de l'assurance-vie pour n'importe lequel d'un éventail de motifs :

1. Ils ont des personnes à charge qu'ils désirent protéger;

2. Ils n'ont pas un besoin immédiat d'assurance-vie mais ils souscrivent maintenant en prévision d'un besoin futur, en sachant qu'ils ne seront pas en mesure de s'en procurer lorsque les symptômes feront leur apparition;
3. Ils considèrent que le prix est suffisamment bas, constituant ainsi un bon placement qui bénéficiera leurs héritiers;
4. Ils savent que la police d'assurance peut être vendue à une société d'assurance-viatique en divulguant les résultats du test positif contre une somme d'argent importante.

La proportion des consommateurs qui souscrivent de l'assurance ne serait certainement pas de 100 % mais elle pourrait bien s'en rapprocher. Cette proportion aurait tendance à augmenter au fur et à mesure que l'interdiction est davantage connue, particulièrement auprès des groupes d'intérêt qui appuient les consommateurs souffrant de maladies liées aux tests positifs. L'hypothèse retenue est de 75 %.

4.3.4 Refus

On suppose que 5 % des personnes présentant une demande d'assurance essuieront un refus pour des motifs n'ayant rien à voir avec les problèmes de santé à l'étude. Il est courant pour une société d'assurance de rejeter de 8 % à 10 % des demandes, mais l'âge de la plupart des auteurs de ces demandes est beaucoup plus élevé que l'âge auquel les tests sont présumés avoir lieu.

4.3.5 Mortalité

La mortalité type est établie en fonction de la table 97-04 de l'ICA pour les non-fumeurs, selon l'âge à l'anniversaire le plus proche. Les chiffres de cette table sont multipliés par des facteurs provenant de la plus récente étude publiée par l'ICA, soit 72,7 % pour la table de mortalité sélecte chez les hommes, 71,8 % pour la table de mortalité sélecte chez les femmes, 80,1 % pour la table de mortalité ultime chez les hommes et 87,7 % pour la table de mortalité ultime chez les femmes. On applique aux taux de mortalité ainsi obtenus une amélioration de la mortalité correspondant à une période de quatre ans (de 2010 à 2014), en se fondant sur l'échelle de la Commission des rapports financiers des compagnies d'assurance-vie de l'ICA. On ne fait aucune hypothèse d'amélioration future de la mortalité.

On suppose que les personnes dont les résultats des tests sont positifs à l'égard d'un gène donné peuvent être subdivisées en deux groupes en fonction de la pénétrance : les personnes qui contractent la maladie (pourcentage de pénétrance, risque aggravé), et les autres (un moins le pourcentage de pénétrance, risque normal). Cette distinction est importante, parce que toutes les personnes dont les résultats sont positifs seront enclines à souscrire une assurance, mais la surmortalité s'appliquera uniquement au groupe à risque aggravé. Bien sûr, dans la réalité, on ne peut pas savoir à quel groupe appartient une personne, et les personnes faisant partie du groupe à risque normal ne présenteront pas toutes le taux type de mortalité.

La surmortalité, où la majoration est exprimée sous forme de multiple supérieur à 1, est obtenue en multipliant le taux de mortalité ultime applicable selon la table de mortalité à l'âge pertinent (majoration – 1). On utilise le taux ultime parce que la surmortalité est associée à un problème de santé qui n'est pas pris en compte lors du processus de

souscription et que les données relatives à la surmortalité sont fondées sur des études démographiques plutôt que sur les vies assurées.

Lorsque le facteur de majoration est inférieur à un, on l'applique sous forme d'addition uniforme à la mortalité type pour chaque année.

La surmortalité peut toutefois être inférieure à ce que donnent à penser les deux paragraphes précédents. Se reporter à ce sujet aux sections 4.2.8 et 4.2.9.

4.3.6 *Déchéance*

Le taux de déchéance pour toutes les années est de 0,5 % pour les assurés du groupe à risque aggravé et de 3 % pour ceux du groupe à risque normal. Le taux de déchéance est plus élevé pour ce dernier groupe parce que les personnes qui en font partie sont plus susceptibles de renoncer à leur assurance en l'absence de manifestation de la maladie suite à un grand nombre d'années. Il serait peut-être préférable de supposer que le taux de déchéance pour le groupe à risque normal est de 0,5 % au début, puis qu'il augmente graduellement, car les personnes ne savent pas au départ si elles font partie du groupe à risque normal ou de celui à risque aggravé. Toutefois, l'hypothèse d'un taux fixe a été retenue afin de simplifier le modèle.

Étant donné que la surmortalité est censée s'appliquer uniquement avant l'âge de 50 ans dans le cas du syndrome du QT long, on s'attend à ce qu'il y ait déchéance dans tous les cas à compter de 50 ans.

4.3.7 *Transformation*

La police représentative (voir ci-après) est réputée être une police d'assurance temporaire transformable jusqu'à 65 ans. Certaines des personnes qui atteindront l'âge de 65 ans transformeront leur police temporaire en police permanente à ce moment. Parmi le groupe à risque aggravé, le taux de transformation est de 100 % dans le cas de la maladie d'Alzheimer, car les personnes concernées s'attendent à ce que la maladie se manifeste sous peu, si ce n'est déjà fait à ce moment. Pour d'autres problèmes de santé à l'intérieur du groupe à risque aggravé, le taux de transformation sera de 75 %, parce que la plupart de ces problèmes commencent à se manifester bien avant l'âge de 65 ans et que certaines des personnes qui survivent aussi longtemps peuvent penser qu'elles ont surmonté la maladie. Parmi le groupe à risque normal, le taux de transformation applicable à l'égard de la maladie d'Alzheimer est de 50 %, car on s'attend à ce qu'aucune des personnes de ce groupe n'ait présenté des symptômes de cette maladie. Pour ce qui est des autres états de santé, on formule l'hypothèse qu'il n'y aura aucune transformation de police parmi ce groupe.

4.3.8 *Montant de l'assurance*

Considérant les projets de loi à l'étude par le pouvoir législatif, on s'attend à ce que les souscripteurs puissent avoir accès aux résultats des tests génétiques dans le cas de montants d'assurance supérieurs à un million de dollars. Nous formulons donc l'hypothèse que toutes les personnes dont les tests génétiques donnent des résultats positifs voudront souscrire une assurance d'un million de dollars, moins le montant de leur assurance existante, que l'on supposera être de 100 000 \$ en moyenne, ce qui donne un montant de 900 000 \$ – qui sera donc utilisé à titre de montant moyen. On suppose

que la plupart des personnes ayant fait l'objet de tests sont relativement jeunes, et il est probable que peu d'entre elles aient déjà acheté une assurance individuelle.

Il est possible également que le montant seuil fixé en vue d'autoriser l'accès aux résultats des tests génétiques soit beaucoup plus bas qu'un million de dollars. Les résultats présentés dans la suite du document reflètent deux scénarios : celui décrit précédemment, parce qu'il concorde avec les dispositions législatives proposées, et un scénario où le montant seuil serait beaucoup plus bas (un seuil assumé de 100 000 \$). Dans ce dernier cas, on formule l'hypothèse que 20 % des personnes dont les tests donnent des résultats positifs ont déjà une assurance d'un montant d'au moins 100 000 \$, et qu'il leur est donc impossible de souscrire un montant additionnel.

4.3.9 *Police représentative*

On suppose que toutes les personnes souscriront des assurances temporaires transformables jusqu'à 65 ans et, en cas de transformation, des assurances temporaires jusqu'à 100 ans. Nous avons obtenu des taux de primes approximatifs de term4sale.ca pour une police d'un montant d'un million de dollars. Par souci de simplicité, on supposera que le versement des primes se fait sur une base annuelle.

4.3.10 *Frais*

On suppose que les frais de souscription, d'émission et d'administration se chiffrent à 1 500 \$ et sont entièrement déduits au moment de l'émission, que la taxe sur les primes est de 2,3 %, que les commissions et les coûts de marketing connexes équivalent à 120 % et à 150 % de la prime payable la première année pour une assurance temporaire jusqu'à 65 ans et pour une assurance temporaire jusqu'à 100 ans, respectivement, et que la prime de renouvellement sera de 3 %.

4.3.11 *Intérêt*

Le taux d'intérêt hypothétique lors de toutes les années est de 4 %.

4.3.12 *Note pour l'évaluation et la tarification*

Aux fins d'évaluation, l'actuaire désigné est tenu, aux termes des normes de pratique (en particulier les paragraphes 1730.18 à 1730.23 et 2350.05), de tenir compte de la possibilité d'antisélection, et il serait prudent pour les actuaires spécialisés en tarification de faire de même, bien qu'ils n'en aient pas l'obligation. Il peut s'écouler plusieurs années avant que l'on ait quelque certitude que ce soit concernant la question de savoir combien de personnes ayant un gène donné passent des tests chaque année, combien de ceux obtenant des résultats positifs souscriront une assurance, et de quel montant sera cette dernière. D'ici là, si les projets de loi à l'étude sont adoptés en vue de limiter l'accès aux résultats des tests génétiques, les actuaires devront peut-être se fonder sur des taux de mortalité reposant sur les hypothèses décrites précédemment.

4.4 **Méthode**

4.4.1 *Simulation*

Pour chaque problème de santé, le modèle simule la souscription de polices d'assurance-vie au cours d'une année donnée par des personnes ayant passé des tests génétiques dont les résultats sont positifs. Le nombre de polices souscrites qui sont

rattachées à un problème de santé donné correspond au produit de la population, de la prévalence et de la fraction faisant l'objet de tests chaque année, de la fraction de personnes dont la demande n'a pas été refusée, et de un moins la fraction prédite dans le cadre du processus de souscription. Le nombre de polices ainsi calculé est subdivisé en quatre groupes en fonction de la pénétrance présumée et du sexe : hommes à risque aggravé, hommes à risque normal, femmes à risque aggravé et femmes à risque normal. On formule l'hypothèse que chaque personne souscrit, à l'âge moyen où les gens passent des tests génétiques, une police d'un montant moyen de 900 000 \$.

Pour le groupe à risque aggravé, le taux type de mortalité continue de s'appliquer pendant le nombre d'années correspondant à l'hypothèse utilisée, puis il augmente de façon linéaire jusqu'au taux de surmortalité au fil du nombre d'années constituant la valeur de gradation présumée.

Chaque groupe fait l'objet d'un suivi à titre de cohorte de vies dans le cadre d'une simulation déterministe jusqu'à la fin de la table de mortalité, ou jusqu'à l'âge de 50 ans dans le cas du syndrome du QT long. Pour chaque groupe, chaque problème de santé et chaque durée, la simulation donne le nombre de vies et le montant d'assurance en vigueur, le nombre de sinistres-décès et le montant correspondant, de même que les primes et les frais pour l'année.

4.4.2 *Sous-modèle relatif au coût*

Le sous-modèle relatif au coût sert à estimer l'impact, sur le coût de mortalité, du renforcement des réserves en raison de la surmortalité par rapport à la mortalité type. Le coût de mortalité correspond à la valeur actualisée des sorties de fonds décrites à la section 4.4.1.

La valeur actualisée est calculée au moyen de la formule suivante :

$$\bar{A}_x - P_x \ddot{a}_x$$

où P_x est net des frais et des taxes sur les primes. Il est à noter que la valeur actualisée sera positive pour le groupe à risque aggravé, mais que cela sera contrebalancé par une valeur actualisée négative dans le cas du groupe à risque normal en raison d'un faible taux de déchéance.

Le coût total est comparé au total des sinistres-décès pour 2012, dont le montant a été estimé à 3,5 milliards de dollars par l'ACCAP pour le secteur canadien de l'assurance-vie. Précisons que le modèle compare une valeur actualisée (des coûts liés aux sinistres additionnels) aux sinistres au comptant récents dans le cadre des opérations normales. Le ratio entre ces deux montants constitue une bonne estimation de l'impact à long terme qu'aurait l'interdiction pour les souscripteurs d'avoir accès aux résultats des tests génétiques. L'impact sur les sinistres au comptant sera beaucoup moins prononcé au départ.

Il est valable de critiquer le modèle pour comparer la contrainte d'évaluation concernant les ventes par rapport à un total récent de sinistres. Cette comparaison est correcte seulement pour un régime stable alors que le total des sinistres est le même chaque année. Dans les faits, les sinistres au cours d'une année révèlent une lente tendance à la hausse pour plusieurs années. Le nombre pour le sous-modèle relatif au coût est donc un peu élevé. Néanmoins, une comparaison avec le total récent des sinistres est utile pour

comprendre l'envergure de l'impact. Si la contrainte était faible par rapport aux sinistres récents, on pourrait en conclure que l'impact de l'interdiction serait faible.

4.4.3 *Sous-modèle relatif à l'expérience*

L'objet du sous-modèle relatif à l'expérience est d'estimer la variation par rapport à l'étude de mortalité effectuée par l'ICA si ces polices étaient prises en compte. Cette étude de mortalité est importante et elle constitue un élément de premier plan dont tiennent compte de nombreuses sociétés pour établir leur hypothèse de mortalité afin de fixer leur tarification. Si les taux de mortalité augmentent, ou si l'on s'attend à ce qu'ils augmentent parce que beaucoup d'assurés à risque aggravé ont été classés dans le groupe à risque normal, ces augmentations se refléteront rapidement dans les taux de primes d'application générale.

Le modèle est élaboré à partir de deux simulations. La première tient compte de l'âge atteint au moment de l'exposition et au moment du décès pour chaque police émise à une personne ayant obtenu des résultats positifs à l'égard d'un des marqueurs génétiques, tel que décrit à la section 4.4.1.

La deuxième est basée sur les données de l'étude de mortalité de l'ICA. Les ventes pour chaque sexe et âge sont les expositions pour la première année de police dans l'étude, pour les âges à compter de 18 ans. Puisque l'étude s'appliquait à l'année d'assurance 2010-2011, les montants sont augmentés de 5 % afin de tenir compte de l'inflation. Étant donné que les sociétés ne contribuent pas toutes à l'étude de mortalité de l'ICA, les chiffres et les montants sont ensuite majorés de 20 %. Toutes les polices sont traitées à titre de non-fumeurs; nous n'établissons aucune distinction pour les habitudes de tabagisme, les polices préférentielles ou type de police. Les taux de mortalité sont les mêmes que ceux décrits ci-dessus pour les polices normales. Les taux de déchéance ont été déduits en déterminant la diminution des polices en vigueur pour l'année d'assurance 2009-2010 dans l'étude de l'ICA par rapport aux polices en vigueur pour l'année 2010-2011 au même âge à l'émission mais une durée plus tard, après avoir délaissé la mortalité normale. En raison d'une faible exposition, les taux de déchéance pour les durées 31 à 40 ont été établis comme étant la simple moyenne des taux bruts pour les durées 31 à 34.

Les expositions et les décès pour les deux simulations ont été résumés pour la tranche d'âge atteint allant de 20 à 60 ans avec une durée n'excédant pas 40. Ces âges et ces durées revêtent de l'importance pour l'achat d'assurance; les consommateurs dont les tests sont positifs se retrouveront habituellement à l'extrémité plus jeune de la tranche. L'impact de l'interdiction a été mesuré comme étant l'augmentation du ratio R/P (dans les faits, le nombre simulé de sinistres-décès divisé par les sinistres-décès attendus) pour la somme des deux simulations par rapport à la seule simulation normale.

5 RÉSULTATS DE L'EXÉCUTION DU MODÈLE

Selon les résultats du modèle relatif au coût, la valeur actualisée du coût des sinistres se rapportant aux personnes dont les tests ont donné des résultats positifs au cours de l'année représente 12 % du total des sinistres. Le tableau 2 fait état du coût pour chaque problème de santé étudié. Bien que les coûts aient été calculés avec précision, tel que nous l'avons indiqué, l'incertitude entourant les hypothèses est telle que ces coûts ne devraient pas être considérés comme étant exacts à plus d'un chiffre significatif près.

Tableau 2. Coûts associés à chaque condition physique

Condition	Coût
BRCA1 ou 2	5 363 834
HTCM	89 187 658
DCM	56 493 774
ARVCM	111 141 682
Long QT	1315 716
Brugada	49 166 827
Huntington	2 571 615
PKD	24 030 962
DM1 ou 2	3 694 493
ADEO	30 029 655
HNPCC	23 480 469
Marfan	3 133 402
CPVT	5 845 864
Total	405 455 952

Le modèle relatif à l'expérience montre que l'expérience générale de mortalité pour la tranche d'âge atteint allant de 20 à 60 ans augmente dans une proportion atteignant 36 % chez les hommes et 58 % chez les femmes. L'augmentation est beaucoup plus marquée dans le cas des femmes parce qu'il y a beaucoup moins de polices en vigueur dans leur cas. (L'augmentation combinée pour les hommes et les femmes est de 44 %; c'est ce pourcentage unisexe qui sera utilisé pour les tests de sensibilité, mais il demeure que l'impact selon le sexe semble plus significatif dans la pratique.)

Les résultats des deux sous-modèles sont prospectifs, en ce sens que l'impact sur les flux monétaires sera assez limité au départ – et même probablement indécélable les premières années. Cet impact deviendra progressivement observable dans les études de mortalité traditionnelles. L'impact deviendra apparent beaucoup plus tôt dans les états financiers, car les actuaires en évaluation sont tenus de prendre en compte l'expérience future prévue. Les actuaires spécialisés en tarification seraient bien avisés de le faire également, et même avant les actuaires en évaluation.

J'ai procédé à l'exécution du modèle en fonction d'un second scénario, où l'on fixe à 100 000 \$ le montant d'assurance à concurrence duquel l'accès aux résultats des tests génétiques est interdit. J'ai formulé l'hypothèse que 25 % des personnes dont les tests donnent des résultats positifs choisiront de ne pas souscrire d'assurance ou auront déjà une assurance d'un montant au moins égal au montant seuil. J'ai obtenu un autre ensemble de taux de primes d'après l'achat d'une assurance de 100 000 \$. Les autres hypothèses demeurent les mêmes. Dans ce scénario, le coût des sinistres augmente de 1,8 % seulement, comparativement à 12 % selon le scénario principal. Le modèle relatif à l'expérience donne une hausse de 3 % pour les hommes et de 8 % pour les femmes.

Il importe de noter qu'étant donné que je modélise une situation qui ne s'est pas produite au Canada et que les renseignements médicaux continuent d'émerger, les hypothèses ne sont pas précises et par conséquent, les résultats ne peuvent être considérés comme étant

précis. Néanmoins, il est clair que l'impact d'une interdiction, telle que modélisée ici, sera vraisemblablement prononcé et pourrait donner lieu à une augmentation très significative des taux de primes des polices d'assurance temporaire.

6 CONCLUSIONS

Le fait d'interdire aux souscripteurs l'accès aux résultats de tests génétiques, alors que les personnes présentant une demande d'assurance disposeraient de cette information, et ce, à concurrence d'un montant d'assurance d'un million de dollars, aurait un impact très marqué. Selon mon opinion, cet impact serait beaucoup trop prononcé pour que l'on puisse s'attendre à ce que les sociétés d'assurance l'assument sans prendre aucune mesure en réaction. Cette réaction prendrait probablement la forme d'une très forte hausse des taux de primes d'assurance temporaire. Les tarifs d'assurance permanente traditionnelle seraient également plus élevés, mais dans une moindre mesure.

À mesure que l'on procède à davantage de tests génétiques à l'égard de maladies graves, on peut s'attendre à ce que l'impact continue d'augmenter.

Par contre, si le montant seuil est fixé aussi bas que 100 000 \$, l'impact serait assez réduit pour que, selon moi, la réaction des sociétés d'assurance soit limitée et graduelle. Cela se traduira par une amélioration de la mortalité de l'ordre de deux à trois ans, et, du fait que cet impact se manifeste sur plusieurs années, il ne sera sans doute pas observé dans le contexte général de l'évolution de la mortalité au fil du temps.

Les conséquences pour le Canada ne sont pas nécessairement applicables à d'autres pays. Les Canadiens souscrivent le plus souvent des produits garantis, et beaucoup d'assurance temporaire (environ 70 % en termes de valeur nominale). Si les produits d'assurance-vie étaient ajustables dans une grande mesure, le changement des taux de primes, le cas échéant, serait peut-être plus progressif, s'opérant au fil de l'expérience obtenue. Également, si l'assurance-vie est souscrite le plus souvent en guise de garantie hypothécaire, comme c'est le cas dans certains pays, l'impact d'une interdiction d'accès pourrait être moindre, étant donné que le montant de l'assurance est fonction du solde de l'emprunt hypothécaire.

7 LIMITES

J'avais pour tâche de construire un modèle simple que comprendraient la plupart des actuaires. Cette simplicité du modèle peut faire en sorte que les résultats soient moins représentatifs de la réalité que si l'on avait recours à un modèle plus robuste. Nous estimons toutefois que, même si l'ampleur des résultats différait, les conclusions ne changeraient pas de façon importante.

Mes commentaires concernant les limites à prendre en compte sont subdivisés ainsi : améliorations du modèle pouvant tendre à accentuer l'impact, améliorations pouvant tendre à réduire l'impact, améliorations dont l'impact est incertain et sensibilité des résultats aux hypothèses dans le cadre de la méthode courante. Les améliorations du modèle qui sont proposées donneraient des résultats censément plus exacts, mais peu de ces améliorations pourraient être considérées comme justifiées en regard des coûts, c'est-à-dire avoir un impact suffisamment marqué sur les résultats quantitatifs pour que cela donne lieu à des conclusions qualitatives différentes.

7.1 Améliorations du modèle entraînant un accroissement de l'impact

1. Les hypothèses relatives aux marqueurs génétiques dont ont convenu les médecins se situaient généralement à l'extrémité inférieure des intervalles pertinents. Si l'on utilisait des estimations neutres, l'impact serait plus marqué.
2. Le modèle englobe 13 marqueurs génétiques, mais il en existe des milliers; on pourrait donc en ajouter à la liste. Toutefois, les marqueurs pris en compte ont été choisis en se fondant sur l'information relative à la prévalence et aux répercussions sur la mortalité. De plus, le modèle est limité à l'assurance-vie. L'impact sur l'assurance maladies graves, et dans certains cas sur l'assurance pour soins de longue durée, pourrait être beaucoup plus important. Il pourrait aussi y avoir des effets sur l'assurance invalidité.

7.2 Améliorations du modèle entraînant une réduction de l'impact

Le dénominateur des ratios dans le sous-modèle relatif au coût repose sur des données datant de deux ans. Une estimation portant sur l'année 2014 donnerait sans doute des valeurs un peu plus élevées, ce qui signifie que les ratios seraient un peu plus bas.

7.3 Améliorations du modèle dont l'impact est difficile à déterminer

On pourrait utiliser une tranche d'âge au lieu de supposer que toutes les personnes passent les tests au même âge.

7.4 Sensibilités

Le tableau 3 expose l'impact du modèle relatif au coût et de celui relatif à l'expérience lorsque l'on modifie l'une ou l'autre d'une série d'hypothèses. À cette fin, les résultats du modèle relatif à l'expérience pour les hommes et les femmes sont combinés, ce qui donne un pourcentage uniforme. Les résultats pour le cas de base sont présentés à la ligne « Hypothèses de base »; ce sont les mêmes qu'auparavant mais ils sont présentés avec plus de précision.

Les résultats obtenus selon les quatre derniers scénarios étudiés sont présentés uniquement pour le sous-modèle relatif au coût, car ces scénarios ne sont pas pertinents par rapport au sous-modèle relatif à l'expérience.

Tableau 3. Sensibilité aux variations dans les hypothèses

Hypothèse	Coût		Expérience	
	Total	Augmentation	Total	Augmentation
Hypothèses de base	11,6 %	s.o.	43,8 %	s.o.
Assurance de 900K à 1M	12,9 %	1,3 %	48,4 %	4,6 %
Acheteurs de 100 % à 80 %	12,4 %	0,8 %	46,5 %	2,8 %
Tests de 1/30 à 1/40	8,7 %	-2,9 %	33,3 %	-10,5 %
Refus de 5 % à 10 %	11,0 %	-0,6 %	41,6 %	-2,2 %
Taux de déchéance de risque aggravé de 0,5 % à 0	12,9 %	1,3 %	47,6 %	3,8 %
Taux de déchéance de risque normal de 3 % à 0,5 %	11,7 %	0,1 %	43,9 %	0,1%
Taux d'intérêt de 4 % à 5 %	9,6 %	-2,0 %		
Frais de 1 500 à 1 000	11,5 %	-0,1%		
Commissions augmentées de 10 %	11,7 %	0,1%		
Taux de primes augmentées de 10 %	11,3 %	-0,3 %		

On constate une très forte sensibilité aux hypothèses influant sur le montant de l'assurance souscrite, c'est-à-dire le montant moyen des achats, la proportion de personnes souscrivant une assurance, la proportion de personnes passant des tests et la proportion de demandes refusées pour d'autres motifs. La sensibilité à l'hypothèse relative au taux de déchéance parmi le groupe à risque aggravé est elle aussi passablement forte, mais la sensibilité à cette même hypothèse est très faible dans le cas du groupe à risque normal.

Il convient de mentionner que l'intérêt, les frais, les commissions et les primes ont un impact uniquement sur le sous-modèle relatif au coût. Ces facteurs ne sont pas pertinents dans le cas du sous-modèle relatif à l'expérience.

Mes tests indiquent que les résultats sont linéaires pour la plupart des hypothèses, c'est-à-dire que si un changement au chapitre des hypothèses s'avérait être le double du montant indiqué dans le tableau 3, le changement au chapitre du résultat serait également le double. Mise en garde : la linéarité peut ne pas tenir pour un très large éventail de valeurs.

ANNEXE 1 – EXAMEN DU DOCUMENT

L'équipe de gestion du projet de recherche de l'ICA a examiné activement mes hypothèses et ma méthode à mesure que j'élaborais le modèle; elle a formulé des suggestions et a ultimement donné son approbation.

Les calculs ont été examinés par un autre actuaire, qui a effectué à cette fin des calculs de coûts comparables au moyen du logiciel AXIS de GGY. On a jugé que les résultats étaient suffisamment proches des miens pour que ces derniers puissent être considérés comme étant acceptables.

ANNEXE 2 – ÉTUDE DE MACDONALD ET YU

L'étude intitulée [*The Impact of Genetic Information on the Insurance Industry: Conclusions from the 'Bottom-Up' Modelling Programme*](#)¹ est souvent citée pour démontrer que l'impact qu'aurait l'interdiction d'accès aux résultats des tests génétiques sur les sociétés d'assurance serait minime. Étant donné que les conclusions présentées ici semblent, à prime abord, différer nettement de celles de Macdonald et Yu, certains commentaires s'imposent.

Le document de Macdonald et Yu visait davantage à établir un étalon de référence qu'à déterminer un niveau absolu. Au fur et à mesure que davantage de gènes sont pris en compte et que l'antisélection augmente, les résultats peuvent être rajustés essentiellement de façon linéaire. D'une certaine façon, mes travaux sont semblables; j'ai moi aussi établi un étalon de référence relativement aux hypothèses mentionnées dans le présent rapport. Au fur et à mesure que nos connaissances engloberont plus de gènes et que notre compréhension du degré d'antisélection s'accroîtra, mes résultats peuvent être rajustés essentiellement de façon linéaire.

D'abord, étant donné que Macdonald et Yu utilisent un modèle multi-états markovien, la plupart des hypothèses se prêtent mal à des comparaisons entre les modèles. Dans le cas des problèmes de santé communs, les hypothèses semblent assez analogues.

Toutefois, Macdonald et Yu prennent en compte seulement six problèmes de santé – BRCA1 ou 2, Huntington, PKD, DM1 ou 2, ADEO et HNPCC –, contre 13 dans le présent rapport. Mes travaux montrent que ces problèmes de santé ne rendent compte que de 22 % du coût total des 13 problèmes. Les problèmes de santé incorporés à mon modèle mais absents du modèle de Macdonald et Yu sont principalement d'ordre cardiaque, et l'on suppose que la plupart donnent lieu à une hausse marquée de la mortalité.

Également, Macdonald et Yu formulent l'hypothèse que les polices souscrites correspondent au montant moyen, tandis que j'utilise pour ma part un montant plus de deux fois plus élevé que le montant moyen. Par conséquent, l'impact relié à ce facteur est plus de deux fois plus élevé dans mon rapport que dans le leur.

Les deux différences mentionnées ci-dessus expliquent pourquoi mon estimation du coût est environ 12 fois plus élevée que celle de Macdonald et Yu. Il y a un certain nombre d'autres différences au niveau des hypothèses et de la méthode; dans la plupart des cas, Macdonald et Yu semblent avoir fait un choix qui donne lieu à des résultats moins élevés que les miens. Ainsi, selon leur estimation, le coût est inférieur à 1 % de la prime dans la plupart des cas, tandis que mon estimation est égale à 12 % de la valeur actualisée des sinistres-décès en régime stable.

Je crois que le modèle de Macdonald et Yu et mon modèle sont substantiellement en accord. Si l'un ou l'autre reprenait l'exercice en utilisant les hypothèses de l'autre, nos résultats ne seraient pas dramatiquement différents. Je conclus qu'il est impératif de continuer à mettre à jour la liste des gènes couverts par le modèle car le coût augmentera au fur et à mesure qu'augmentera le nombre de gènes utiles à la souscription.

¹ Macdonald, A.S. et F. Yu, *ASTIN Bulletin*, 2011, 41, pp. 343-376.

ANNEXE 3 – RÉFÉRENCES POUR LES HYPOTHÈSES RELATIVES AUX MARQUEURS GÉNÉTIQUES

Le tableau 4 renferme des renvois à des documents appuyant plusieurs des hypothèses relatives aux marqueurs génétiques. Ces renvois ont été fournis par les médecins qui ont établi les hypothèses.

Gène	Prévalence de la mutation génique (1 dans X)	Prévalence (Web)	Pénétrance de l'expression clinique compte tenu d'une mutation positive	Pénétrance (Web)	Impact de la mortalité (%)	Impact de la mortalité (milliers \$)	Mortalité (Web)
BRCA1 ou 2	500		25 %		200 %		
Cardiomyopathie hypertrophique 1 %/an	500	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1768/	69 %	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9219008		1 % par année	
Myocardiopathie dilatée 4 %/an	2 700	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1309/	75 %	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10400009		4 %/année	http://www.patient.co.uk/doctor/Dilated-Cardiomyopathies.htm#ref-2
Cardiomyopathie arythmogène du ventricule droit 2,3 %/an	1 250	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1131/	75 %	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1131/		2,3 % par année	
Syndrome du QT long 500 % mortalité jusqu'à 40 ans, 100 % par la suite	3 000	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1129/	50 %	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9927399		Voir le commentaire à la section 4.3.6	http://www.medscape.com/viewarticle/429964_2
Brugada 1,5 %/an	2 000		75 %			1,5 % par année	http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1038/npg.els.003634/abstract

Huntington	20 000	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1305/	90 %	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1305/	1 000 %		
Maladie polykystique des reins	1 000		100 %		500 %		
Dystrophie myotonique	8 000	http://omim.org/entry/160900	75 %	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1165/	500 %		http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1767476/
Maladie d'Alzheimer, caractère autosomique dominant (100 % de pénétrance)	2 427	http://omim.org/entry/104300	100 %		1 000 %		
Cancer colono-rectal (HNPCC)	500	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1211/	50 %	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1211/	300 %		
Marfan	5 000		50 %		500 %		
Tachycardie ventriculaire polymorphe catécholergique	10 000	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1289/	75 %	http://omim.org/entry/604772	1 000 %		http://cardiovascres.oxfordjournals.org/content/67/3/379.full