



Actuaire :

Applications mathématiques au réel

02-06-2023

aéma
G R O U P E

GROUPE
MUTUALISTE
DE PROTECTION

SOMMAIRE

- 01 **Présentation**
- 02 **L'assurance**
- 03 **Illustrations**
- 04 **Formations**

07

PRÉSENTATION

QUI SUIS-JE ?

→ Félix WELENC

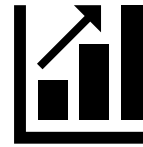


Formation initiale :

- BAC S en 1997
- Licence de mathématiques à l'université de Caen
- Master de mathématiques appliquées à l'université de Caen

Formation continue :

- Certificat d'expertise actuarielle de l'IRM en 2013



Vie professionnelle :

- Chargé d'études statistiques au RSI à St Denis
- Actuaire à Mutavie
- Actuaire à Aéma Groupe



ACTUAIRE ? QU'EST-CE QUE C'EST ?

D'après ChatGPT :

Les actuaires sont des professionnels qui travaillent dans le domaine de l'assurance, de la finance et de la gestion des risques. Ils utilisent des techniques **statistiques** et **mathématiques** pour évaluer les risques et les incertitudes financières, et pour aider les entreprises et les organisations à prendre des décisions financières éclairées.

ACTUAIRE ? QU'EST-CE QUE C'EST ?

D'après Le Monde

Le Monde

ACTUALITÉS ▾

ÉCONOMIE ▾

Les cinq meilleurs jobs en 2013 :

1. Actuaire
2. Ingénieur biomédical
3. Ingénieur en informatique
4. Audiologiste
5. Conseiller en investissements financiers

Critères : salaire, effort physique, stress, environnement de travail et perspectives d'embauche.

D'après Indeed

Best high-paying jobs

Some of the best high-paying jobs have salaries with six figures:

1. [Computer research scientist](#)

National average salary: [\\$106,430 per year](#)

Primary duties: Computer and information research scientists solve complex problems for different industries using computer software.

2. [Actuary](#)

National average salary: [\\$115,221 per year](#)

Primary duties: Actuaries are masters of mathematics and statistics. They use different tools and software to assess risk and minimize costs for corporate clients.

Related: [Learn About Being an Actuary](#)

3. [Software developer](#)

National average salary: [\\$110,601 per year](#)

Primary duties: A software developer determines the core functionalities users need from software programs and design programs to meet these needs.

02

L'ASSURANCE

UN PEU D'HISTOIRE

→Premier « contrat » écrit d'assurance

IV^{ème} siècle av JC le « Contre Lacritos » de Démosthène

Un marchand de vin empruntait 3 000 drachmes à un créancier, avant de partir avec son bateau vendre son vin.

- Si le marchand revenait sans encombre, il devait rendre les 3 000 drachmes + 675 drachmes.
- Si le marchand était victime de pirates ou d'un naufrage, il ne devait plus rien au créancier.

-> 675 drachmes : **Prime** d'assurance

-> 3 000 drachmes : **Prestation** d'assurance en cas de sinistre

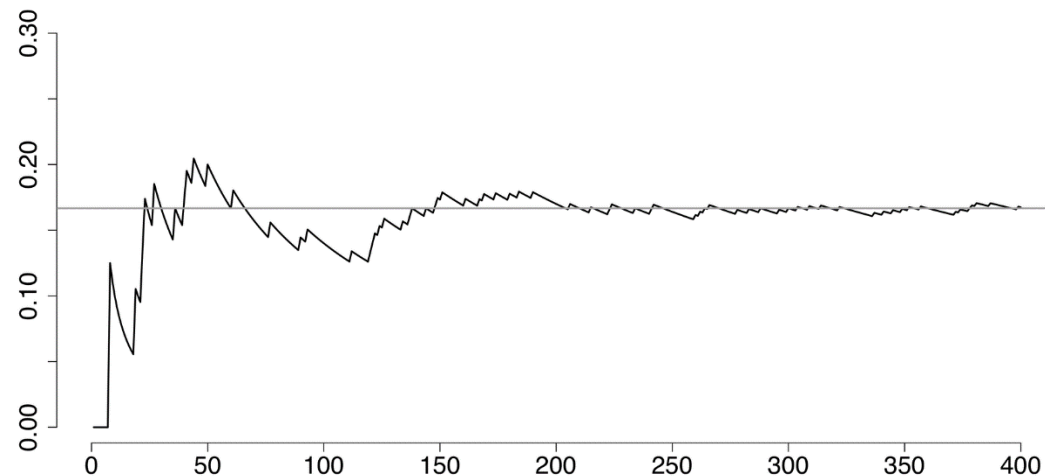
QUELS RISQUES ?

→ Pouvez-vous me citer les assurances que vous connaissez ?

- Assurance de biens et de responsabilité :
 - Assurance auto, habitation : contre les vols, incendies, accidents
 - Assurance catastrophes naturelles
 - Responsabilité civile
 - Autre : perte d'exploitation, protection juridique, assistance
- Assurance de personnes :
 - Assurance-vie ou en cas de décès
 - Incapacité/invalidité, dépendance
 - Assurance maladie : complémentaire santé
- Assurance de... ce qu'on veut :
 - Assurance « trou-en-un », assurance kidnapping
 - Les fesses de Kim Kardashian

LA LOI DES GRANDS NOMBRES

Etant donné le grand nombre d'assurés sur chaque risque, **la loi des grands nombres** montre que les sinistres se distribuent autour d'une moyenne.

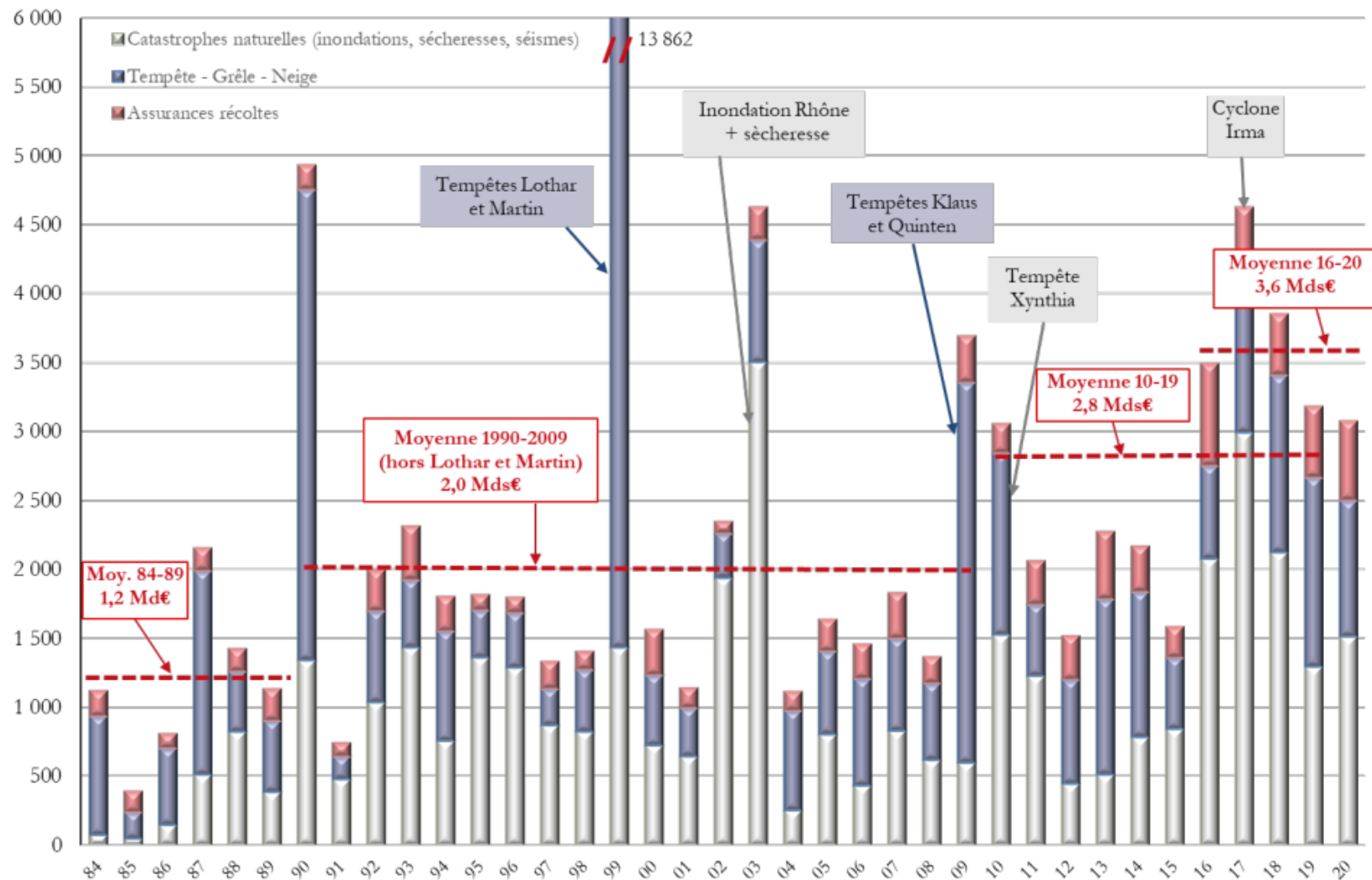


Les paiements de sinistres totaux sont ainsi relativement stables d'une année sur l'autre... sauf pour une assurance, **laquelle ?**

LES CATASTROPHES NATURELLES

Historique de la charge des sinistres des événements naturels en France

(vision par exercice de survenance, en euros constants 2020)



DES COÛTS POUVANT ÊTRE ÉLEVÉS

En 2022 : 10 Mds € de catastrophe naturelle en France



Causes : inflation, artificialisation des sols, dérèglement climatique...

UN CAS EMBLÉMATIQUE

17 mars 1976 : Saint-Etienne – Kiev en ligue des champions



3-0 pour l'AS St-Etienne

UN CAS EMBLÉMATIQUE

A la fin du match à la TV, deux supporters (éméchés) prennent le volant d'une Citroën traction.



Hélas, ils prennent un virage trop rapidement et la voiture tombe sur la voie ferrée qui relie Paris à Strasbourg.

Un train de fret arrive et heurte la voiture, qui est éjectée à 30 mètres de haut.

Le train déraille et tombe dans le canal de la Marne avec tous ses wagons.

UN CAS EMBLÉMATIQUE



UN CAS EMBLÉMATIQUE



UN CAS EMBLÉMATIQUE

Coût total des dégâts (en € de 2022) :

La locomotive : 2,8 M€

+ 21 wagons à 105 000 € l'unité : 2,2 M€

+ Marchandises transportées par le train

+ Dégagement du train et repêchage des wagons

+ Réparation de la voie ferrée et du pont endommagé

+ Arrêt de la navigation fluviale sur le canal et détournement de la ligne de chemin de fer

+ 1 400 € de dommages et intérêts pour l'association de pêche du canal

= Plus de 200 millions d'euros !



UN CAS EMBLÉMATIQUE

Qui va payer ?

L'assureur du conducteur de la Citroën traction : la MAIF

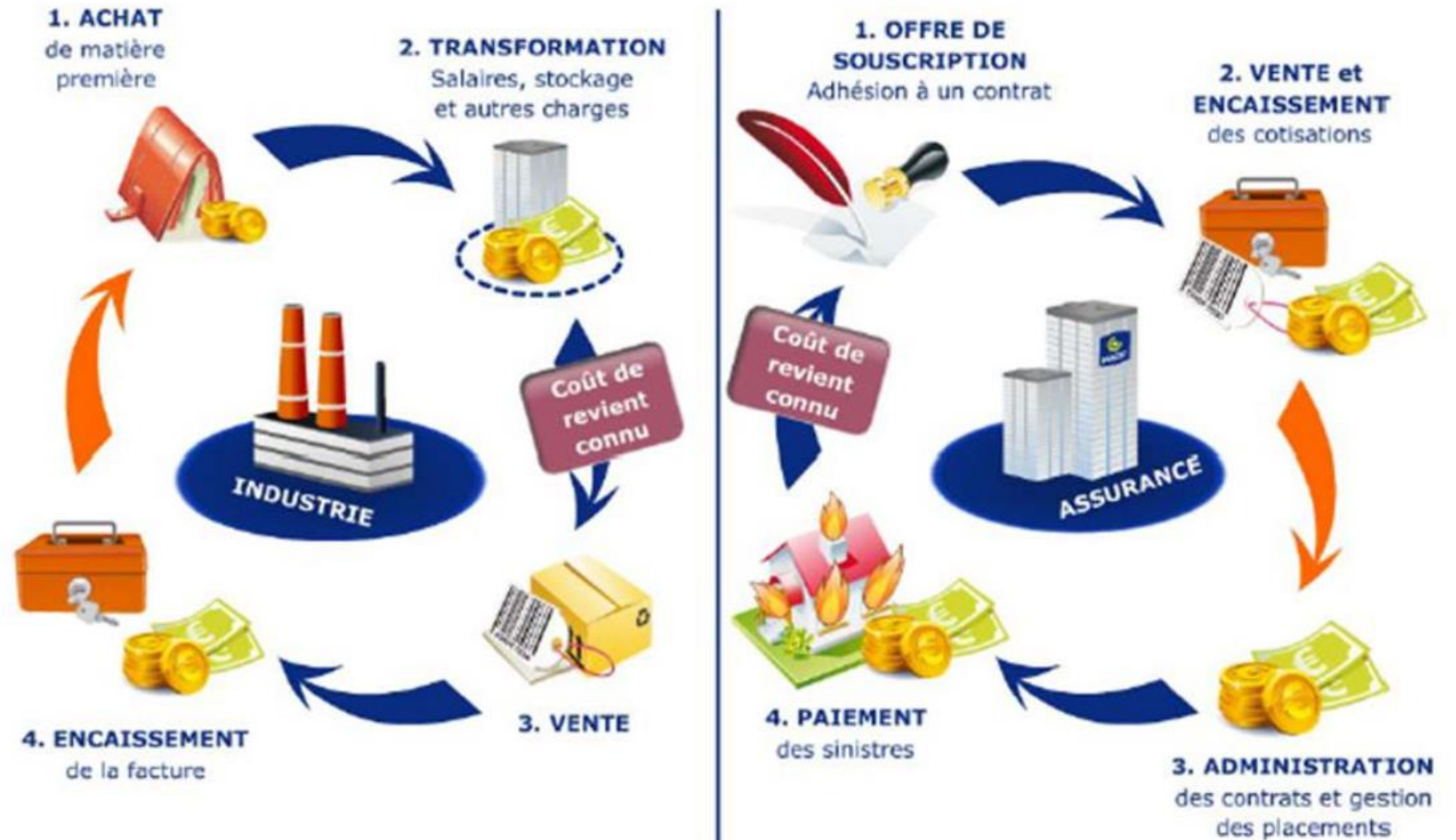
Avec ses 903 000 adhérents, pas d'inquiétude pour M. Marcus son directeur : il suffira d'augmenter de 200 euros les cotisations de tous ses adhérents pour rembourser les dommages.

C'est le principe de **mutualisation** : tout le monde paie pour les gros sinistres de quelques-uns.

L'ASSURANCE : INVERSION DU CYCLE DE PRODUCTION

Le principe de l'assurance est qu'il faut protéger les assurés contre des événements **incertains**.

C'est pour cela que les **mathématiques** et les **probabilités** interviennent.



L'INTÉRÊT DE L'ASSURANCE



Henry Ford :

« New-York n'est pas la création des hommes, mais celle des assureurs.

Sans les assurances, il n'y aurait pas de gratte-ciel, car aucun ouvrier n'accepterait de travailler à une pareille hauteur, en risquant de faire une chute mortelle et de laisser sa famille dans la misère.

Sans les assurances, aucun capitaliste n'investirait des millions pour construire de pareils buildings qu'un simple mégot de cigarette peut réduire en cendres.

Sans les assurances, personne ne circulerait en voiture à travers les rues. Un bon chauffeur est conscient qu'il court le risque à chaque instant de renverser le piéton. »

LE RÔLE DE L'ACTUAIRE

→ Tarification

Définir les montants des cotisations des assurances de biens, les frais des contrats d'assurance de personne et de leur garanties.

Tarif juste qui ne mette pas en risque la société, voire lui génère un bénéfice.

→ Provisionnement

Etant donnée l'inversion du cycle de production, la réglementation exige que les sociétés d'assurance gardent dans leurs comptes les montants qui pourront ensuite être versés aux assurés.

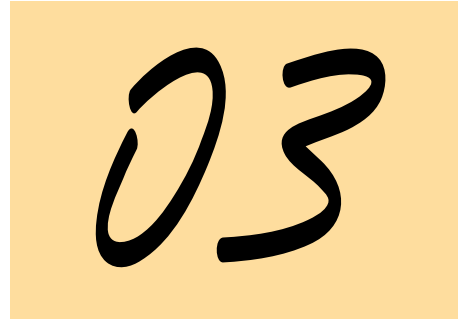
Ces montants sont des **provisions**. Avec des calculs propres à chaque type d'assurance.

→ Solvabilité

Dans la même idée que le provisionnement, les entreprises d'assurance doivent montrer qu'elles sont solvables. C'est-à-dire qu'elles pourront faire face à toutes sortes de scénarios défavorables et toujours faire face à leurs engagements.

Les actuaires calculent régulièrement le **ratio de solvabilité** de l'assureur.

Ces mission font appel à de fortes notions de **statistiques**, de **modélisation**, de **finance**, de **gestion des risques**, d'**économie**, voire de **data science** et de **recherche**.



ILLUSTRATIONS

LES CONTRATS D'ASSURANCE « VIE »

Plusieurs types de contrats d'assurance dépendent de la durée de vie humaine.

Contrats en cas de vie

- Contrats d'épargne
- Rente
- ...

Contrats en cas de décès

- Contrats de capital décès
- Contrats de couverture de prêt
- ...



RÔLE DE L'ACTUAIRE : UTILISER LES PROBABILITÉS DE VIE

Tarification, provisionnement ou solvabilité

→ **Comment faire pour modéliser les décès ou la survie ?**



- ~~Vous engagez un tueur à gages~~
- ~~Vous construisez un modèle qui prédit l'année de la mort à partir d'une multitude de variables (antécédents médicaux, groupe sanguin, métier, régime alimentaire, salaire, ADN, couleur des yeux, parfum préféré...).~~
- Vous vous servez des observations passées

LES TABLES DE MORTALITÉ

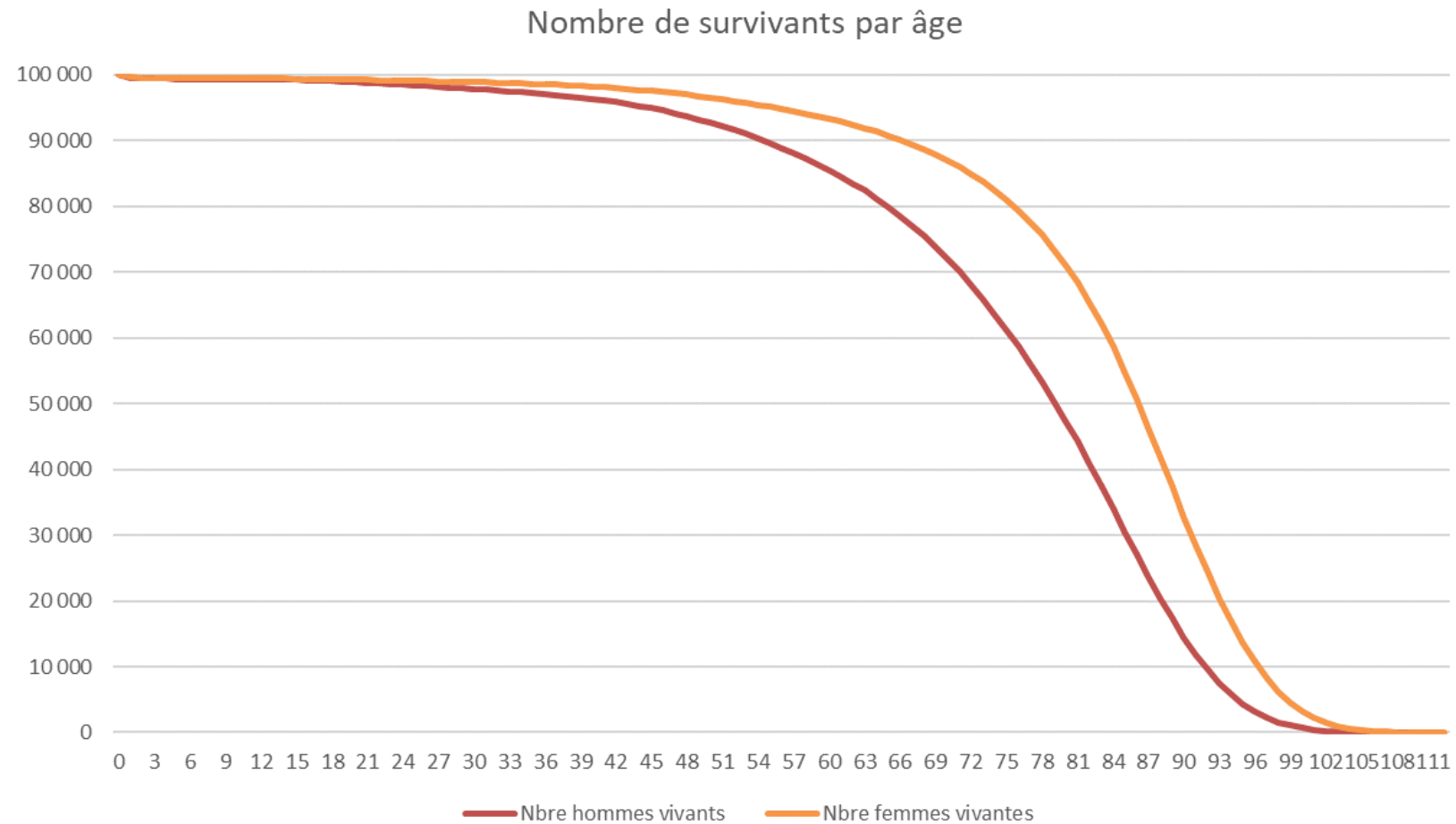
Un outil dénombant le nombre de survivants par âge.

Age	Nbre hommes vivants	Proba décès hommes	Nbre femmes vivantes	Proba décès femmes
0	100 000	0,49%	100 000	0,38%
1	99 511	0,04%	99 616	0,03%
2	99 473	0,03%	99 583	0,02%
3	99 446	0,02%	99 562	0,02%
4	99 424	0,02%	99 545	0,01%
5	99 406	0,02%	99 531	0,01%
6	99 390	0,01%	99 519	0,01%
7	99 376	0,01%	99 508	0,01%
8	99 363	0,01%	99 498	0,01%
9	99 350	0,01%	99 488	0,01%
10	99 338	0,01%	99 478	0,01%
11	99 325	0,01%	99 467	0,01%
12	99 312	0,02%	99 456	0,01%
13	99 296	0,02%	99 444	0,01%
14	99 276	0,03%	99 431	0,02%
15	99 250	0,04%	99 415	0,02%



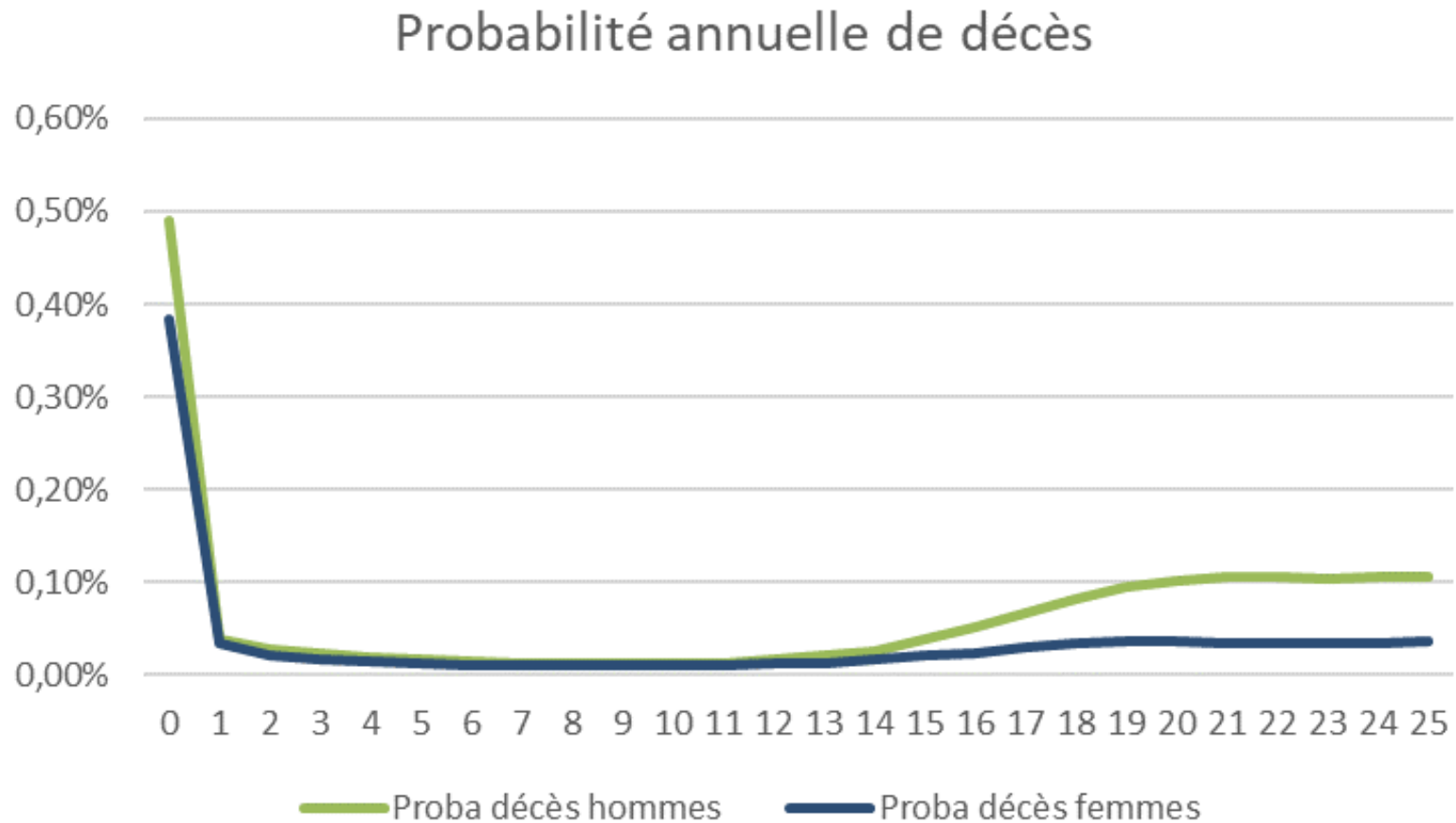
LES TABLES DE MORTALITÉ

Les femmes vivent plus longtemps que les hommes.



LES TABLES DE MORTALITÉ

Un risque de décès accru pour les hommes à partir de 16 ans.



LES TABLES DE MORTALITÉ

→ Quel sont les défauts des tables de mortalité ?

- Elles ne distinguent que le sexe.

 On n'a plus le droit de différencier le tarif en fonction du sexe donc on doit utiliser la même table pour un homme et pour une femme.

- Elles ont été construites à partir d'observations passées.

 Les tables réglementaires utilisées ont été construites en 2002, ce qui date un peu...

- Ne prennent pas en compte des risques systémiques : épidémie, guerres, tremblements de terre, invasion extraterrestre.
- L'avantage alors ? Elles existent

LES TABLES DE MORTALITÉ

Comment les utiliser ?

Avec des probabilités conditionnelles.

Exemple: quelle est la probabilité pour un assuré de 60 ans d'être encore en vie à 70 ans ?

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)}$$

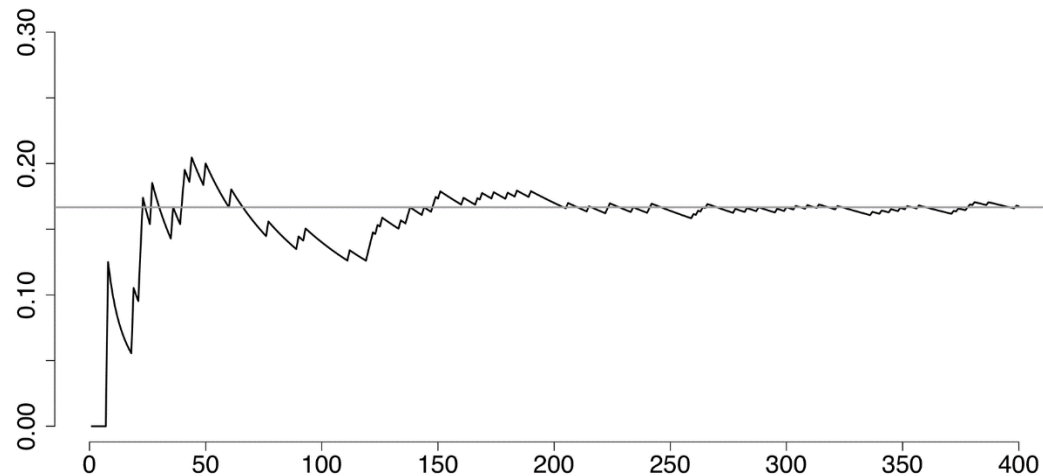
$$P(70|60) = \frac{P(60 \cap 70)}{P(60)} = \frac{N_{70}/N_0}{N_{60}/N_0} = \frac{N_{70}}{N_{60}} = \frac{72019}{85538} = 84\%$$

Age	Nbre hommes vivants
56	88 929
57	88 151
58	87 329
59	86 460
60	85 538
61	84 558
62	83 514
63	82 399
64	81 206
65	79 926
66	78 552
67	77 078
68	75 501
69	73 816
70	72 019
71	70 105
72	68 070
73	65 914
74	63 637
75	61 239
76	58 718

ET APRÈS ?

Les tables de mortalité ne s'appliquent pas individu par individu.

C'est le **grand nombre** d'assurés qui permet d'obtenir un nombre de décès (ou de vivants) annuel qui va converger vers l'**espérance**.



Cela permet de calculer un tarif, un montant de provisions, etc.

QUEL RÔLE POUR L'ACTUAIRE DANS LA CRISE CLIMATIQUE ?



Rôle de protection

- Plus de sinistres, et des sinistres plus graves (incendies, sécheresses, inondations)
- Comment assurer des événements de moins en moins incertains (assurance récolte) ?
- Déplacement des maladies endémiques



Rôle de prévention

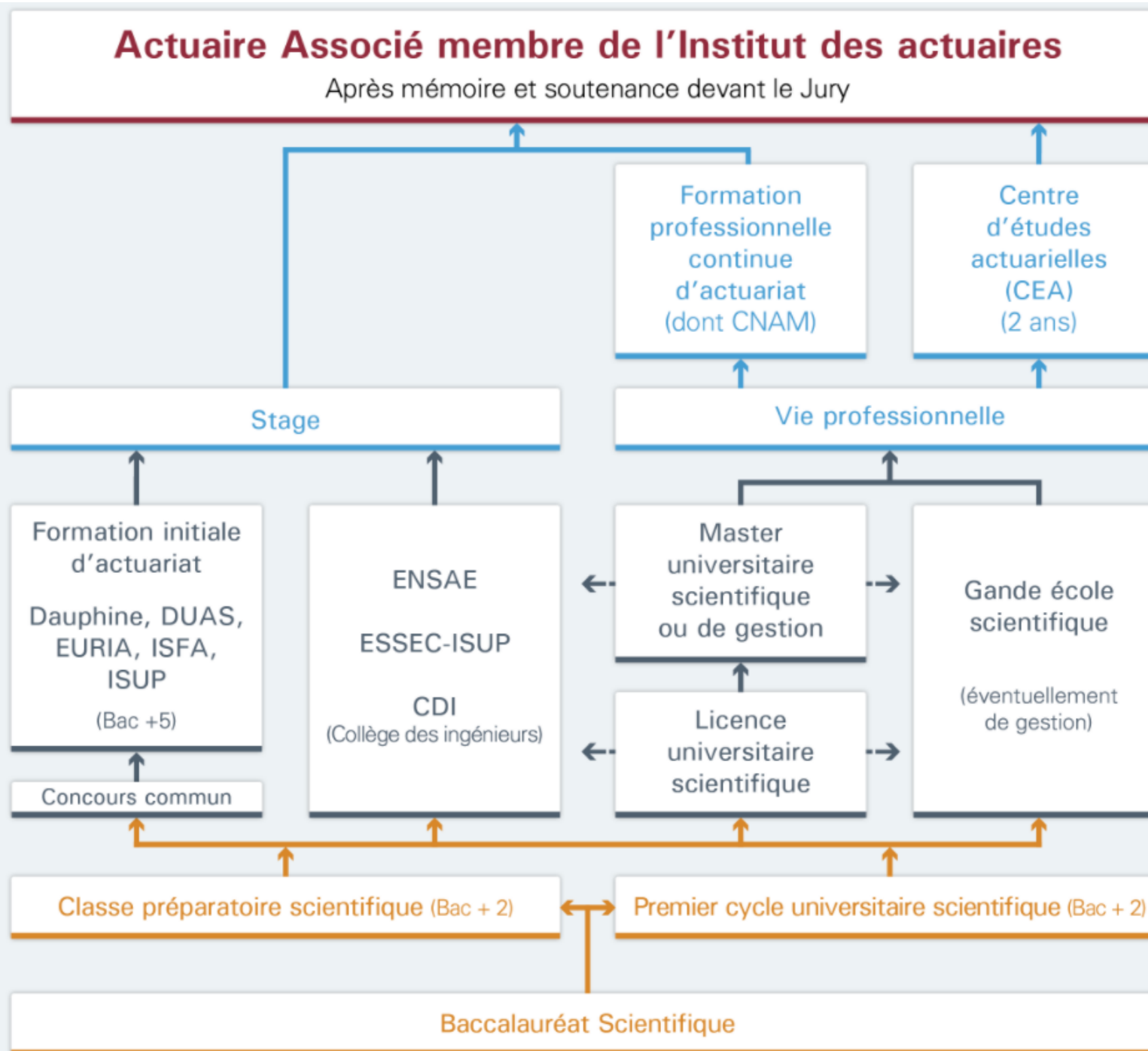
- Finance « verte »
- Décarbonation des investissements



04

FORMATIONS

FORMATIONS



FORMATIONS INITIALES



École nationale
de la statistique
et de l'administration
économique

Où : **Palaiseau**

Comment : **Sur concours pour les étudiants de classes préparatoires scientifiques. Possibilité sur titre, ou via Master spécialisé sur dossier.**

Combien : **40 diplômés par an**



FORMATIONS INITIALES



Où : **Cergy-Pontoise**

Comment : **Sur concours pour les étudiants de classes préparatoires scientifiques. Possibilité sur titre.**

Combien : **7 diplômés par an**



FORMATIONS INITIALES



EURIA
Euro-Institut d'Actuariat

Où : **Brest**

Comment : **Concours communs CEAS à Bac+2.
Sur titre avec équivalent licence ou master.**

Combien : **25 diplômés par an**



FORMATIONS INITIALES



Où : **Lyon**

Comment : **Concours communs CEAS à Bac+2.
Sur titre avec équivalent licence ou master.**

Combien : **80 diplômés par an**



FORMATIONS INITIALES



Où : **Paris**

Comment : **Concours communs CEAS à Bac+2.
Sur titre avec équivalent licence ou master.**

Combien : **70 diplômés par an**



FORMATIONS INITIALES



Où : **Strasbourg**

Comment : **Concours communs CEAS à Bac+2.**

Combien : **20 diplômés par an**



FORMATIONS INITIALES



Où : **Paris**

Comment : **Concours communs CEAS à Bac+2. Sur titre.**

Combien : **30 diplômés par an**



FORMATIONS INITIALES

Concours communs CEAS

- **Epreuve de mathématiques (4 heures)**
- **Epreuve à option : mathématiques ou probabilités (4 heures)**
- **Epreuve de français (2 heures)**
- **Epreuve d'anglais (2 heures)**

FORMATION INITIALE SANS TITRE D'ACTUAIRE



Où : **Niort**

Comment :

L3 parcours Risque, assurance

puis

**Master Actuariat parcours SARADS
Statistique et Actuariat**

Ne donne pas le titre d'actuaire, mais
possibilité ensuite de faire une formation
continue.



FORMATIONS CONTINUES

IRM | institut du risk
management

Où : **Paris**

Comment : **Sur concours et entretien, si diplôme Bac+5 et 2 ans d'ancienneté professionnelle**

Combien : **50 diplômés par an**

Et puis le CNAM...



MERCI DE VOTRE ATTENTION

aéma
G R O U P E

GROUPE
MUTUALISTE
DE PROTECTION

 AESIO
MUTUELLE

 MACIF

 abeille
ASSURANCES

 ofi invest