

# Vivre et survivre (avec les mathématiques)

Roger MANSUY

Fédération Normandie Mathématiques

19 janvier 2022



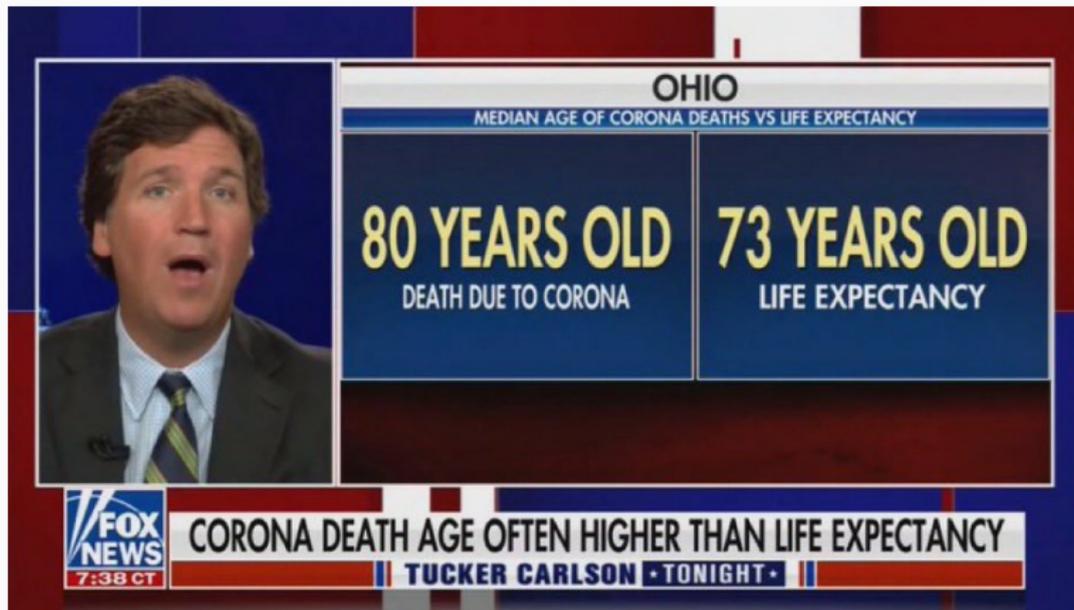
# Espérance de vie ?

En 1965, l'espérance de vie est de 74,7 ans pour les femmes et 67,5 ans pour les hommes.

# Espérance de vie ?

En 1965, l'espérance de vie est de 74,7 ans pour les femmes et 67,5 ans pour les hommes.

En 2020, elle est de 85,3 ans pour les femmes et de 79,2 ans pour les hommes.



Au total, l'excès de consommation d'alcool est lié à un certain nombre d'accidents de la route, de cancers et de maladies chroniques. En contrepartie, le vin exerce un effet protecteur spectaculaire sur les problèmes cardio-vasculaires. De façon générale, une consommation modérée de vin allonge l'espérance de vie d'une manière très significative.

Ce qui est rassurant. Mon maître, le microbiologiste Louis Pasteur, dont les premiers travaux ont porté sur la fermentation des boissons alcoolisées, prétendait que le vin était la plus saine des boissons.

Le point, 21/12/2011

*"Les personnes qui consomment jusqu'à quatre verres de vin (40 grammes d'alcool) par jour auraient (...) une meilleure espérance de vie que celles qui n'en boivent pas du tout, l'effet le plus favorable étant lié à la consommation de deux verres et demi",*

France Info, 05/05/2015



**Roger Mansuy**

@roger\_mansuy



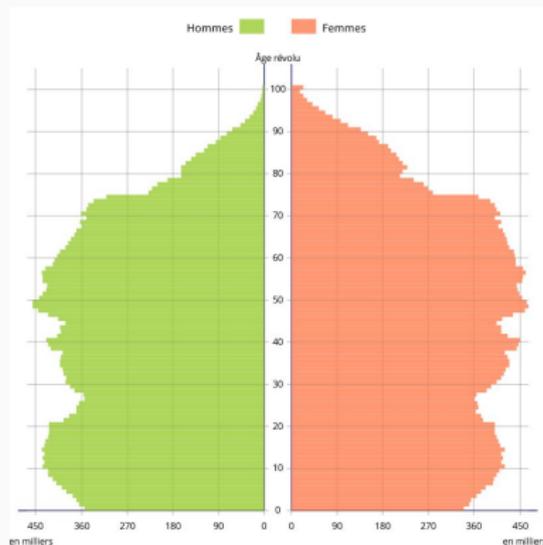
En 1811, l'espérance de vie est de 34 ans. Évariste Galois, né en 1811, meurt à 20 ans.

Peut-on dire que l'on a perdu 14 ans de Galois à cause d'un duel?

L'espérance de vie en 2020 est la moyenne des âges de décès lors de l'année 2020.

L'espérance de vie en 2020 est la moyenne des âges de décès lors de l'année 2020.

**FAUX**



L'espérance de vie en 2020 est la moyenne des âges de décès de la dernière génération ayant totalement disparu.

L'espérance de vie en 2020 est la moyenne des âges de décès de la dernière génération ayant totalement disparu.

## FAUX

- ▶ guerres mondiales
- ▶ apparition du SIDA
- ▶ découverte de la pénicilline (1928)
- ▶ obligation vaccinale contre la diphtérie (1938), contre le tétanos (1940), contre la poliomyélite (1964)

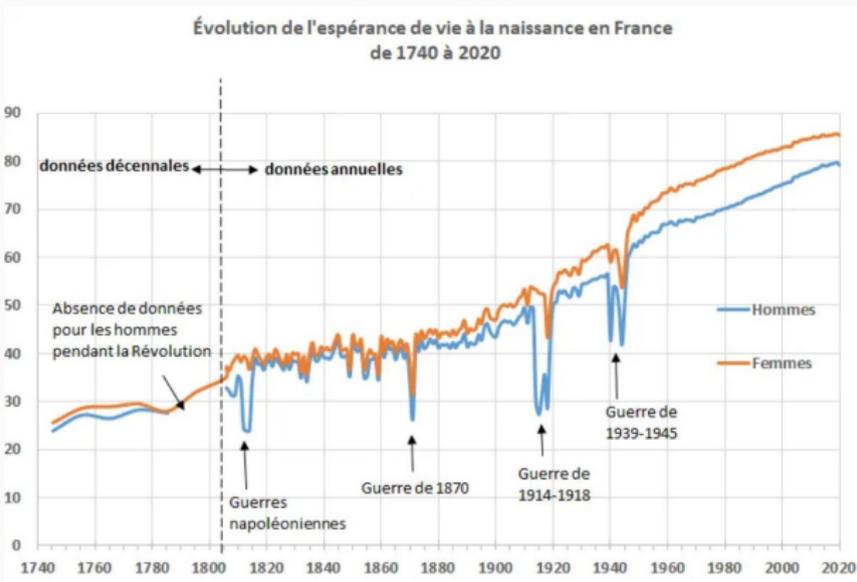
L'espérance de vie en 2020 concerne les personnes nées durant cette année 2020.

L'espérance de vie en 2020 concerne les personnes nées durant cette année 2020.

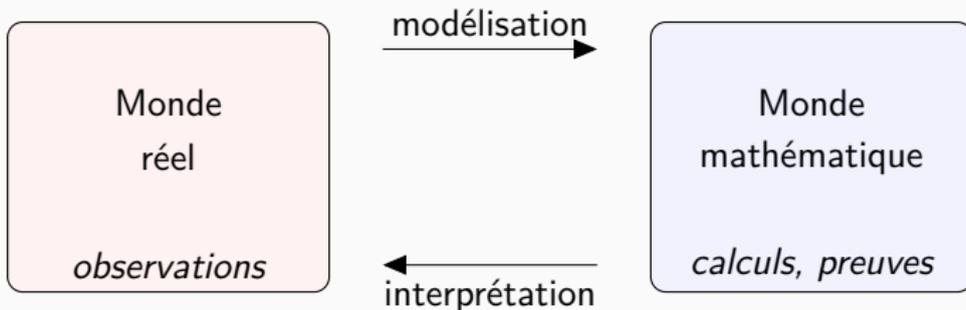
**Plutôt VRAI mais ne permet aucune prédiction**

# Espérance

L'espérance de vie est un indicateur complexe et les comparaisons de ses valeurs permettent de comprendre l'état d'une population.



L'espérance de vie est une espérance au sens mathématique ! Il s'agit alors d'une valeur théorique calculée dans le cadre d'un modèle mathématique.



# Un problème historique à l'origine des probabilités

Deux joueurs jouent à un jeu de hasard en 3 parties gagnantes, chacun ayant initialement misé la même somme  $m$ ; le jeu est interrompu avant que l'un des deux joueurs ait obtenu 3 victoires et ainsi remporté la partie. Comment, dans ces circonstances, doit-on partager la totalité des enjeux, soit  $2m$  ?

# Un problème historique à l'origine des probabilités

Deux joueurs jouent à un jeu de hasard en 3 parties gagnantes, chacun ayant initialement misé la même somme  $m$ ; le jeu est interrompu avant que l'un des deux joueurs ait obtenu 3 victoires et ainsi remporté la partie. Comment, dans ces circonstances, doit-on partager la totalité des enjeux, soit  $2m$  ?

↪ Problème déjà étudié par Pacioli, Tartaglia, Forestani, Cardan, Peverone... mais fondamentalement renouvelé au XVIIe

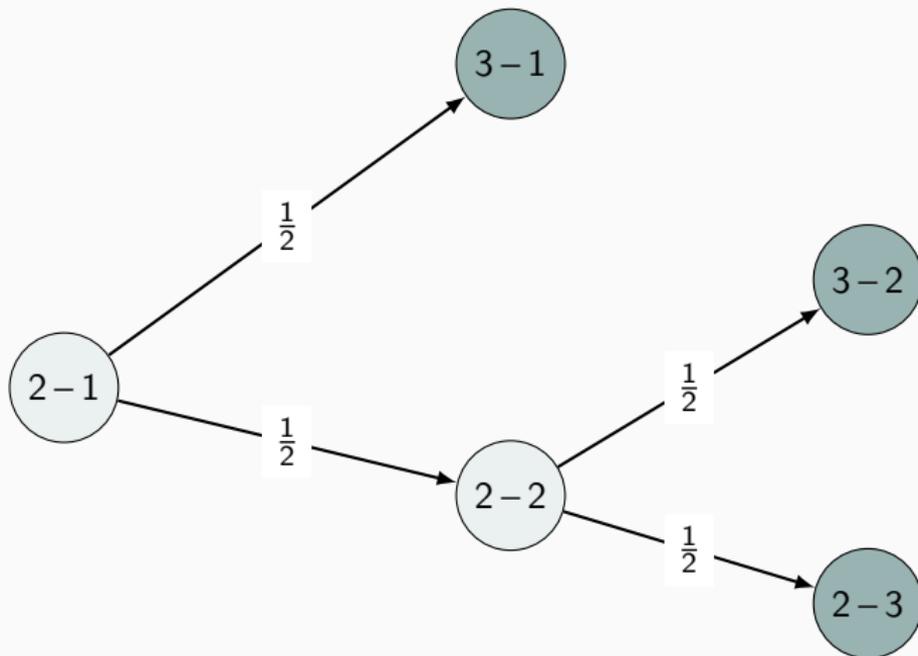
# Blaise Pascal à Pierre de Fermat, 29 juillet 1654

Posons que le premier en ait deux et l'autre une ; ils jouent maintenant une partie, dont le sort est tel que, si le premier la gagne, il gagne tout l'argent qui est au jeu, savoir 64 pistoles ; si l'autre la gagne, ils sont deux parties à deux parties, et par conséquent, s'ils veulent se séparer, il faut qu'ils retirent chacun leur mise, savoir chacun 32 pistoles.

Considérez donc, Monsieur, que si le premier gagne, il lui appartient 64 : s'il perd, il lui appartient 32. Donc s'ils veulent ne point hasarder cette partie et se séparer sans la jouer, le premier doit dire : "Je suis sûr d'avoir 32 pistoles, car la perte même me les donne ; mais pour les 32 autres, peut-être je les aurai, peut-être vous les aurez, le hasard est égal ; partageons donc ces 32 pistoles par la moitié et me donnez, outre cela, mes 32 qui me sont sûres". Il aura donc 48 pistoles et l'autre 16.

Si le score est  $2 - 1$  en faveur du joueur  $A$  au moment de l'interruption, il y a plusieurs évolutions possibles :

- ▶  $A$  emporte la partie suivante (et donc le match sur le score  $3 - 1$ )
- ▶  $B$  emporte la partie suivante puis
  - ▶  $A$  emporte la partie suivante (et donc le match sur le score  $3 - 2$ )
  - ▶  $B$  emporte la partie suivante (et donc le match sur le score  $2 - 3$ )



Score	Gain de $A$	Probabilité
Victoire 3-1	$2m$	$\frac{1}{2}$
Victoire 3-2	$2m$	$\frac{1}{4}$
Défaite 2-3	$0$	$\frac{1}{4}$

En moyenne, l'espérance de gain du joueur  $A$  est donc

$$\frac{1}{2} \cdot 2m + \frac{1}{4} \cdot 2m + \frac{1}{4} \cdot 0 = \frac{3m}{2}.$$

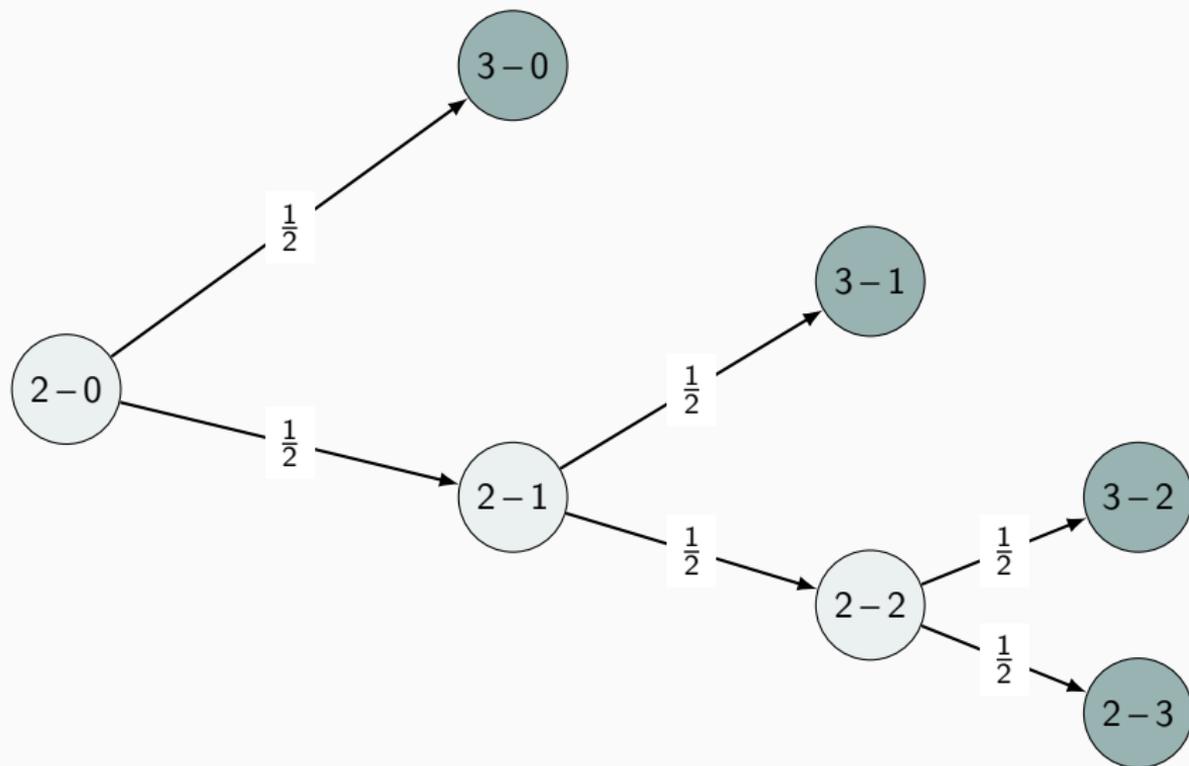
Score	Gain de $A$	Probabilité
Victoire 3-1	$2m$	$\frac{1}{2}$
Victoire 3-2	$2m$	$\frac{1}{4}$
Défaite 2-3	$0$	$\frac{1}{4}$

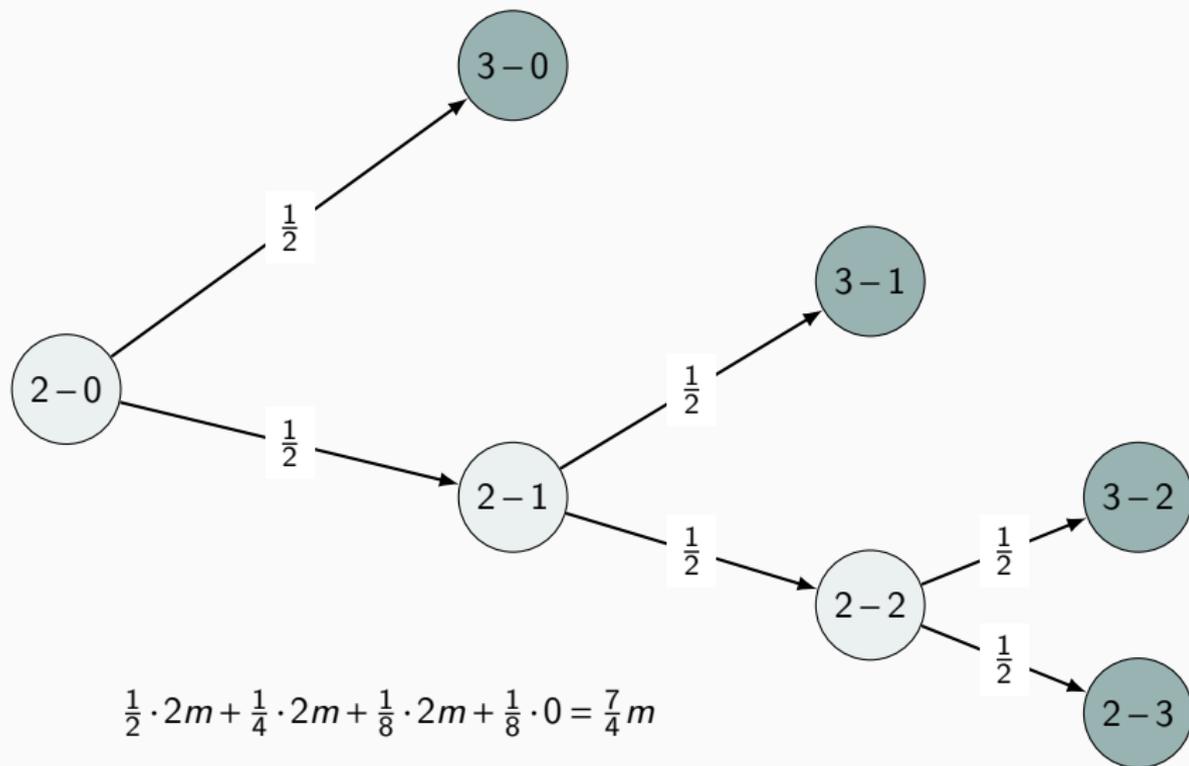
En moyenne, l'espérance de gain du joueur  $A$  est donc

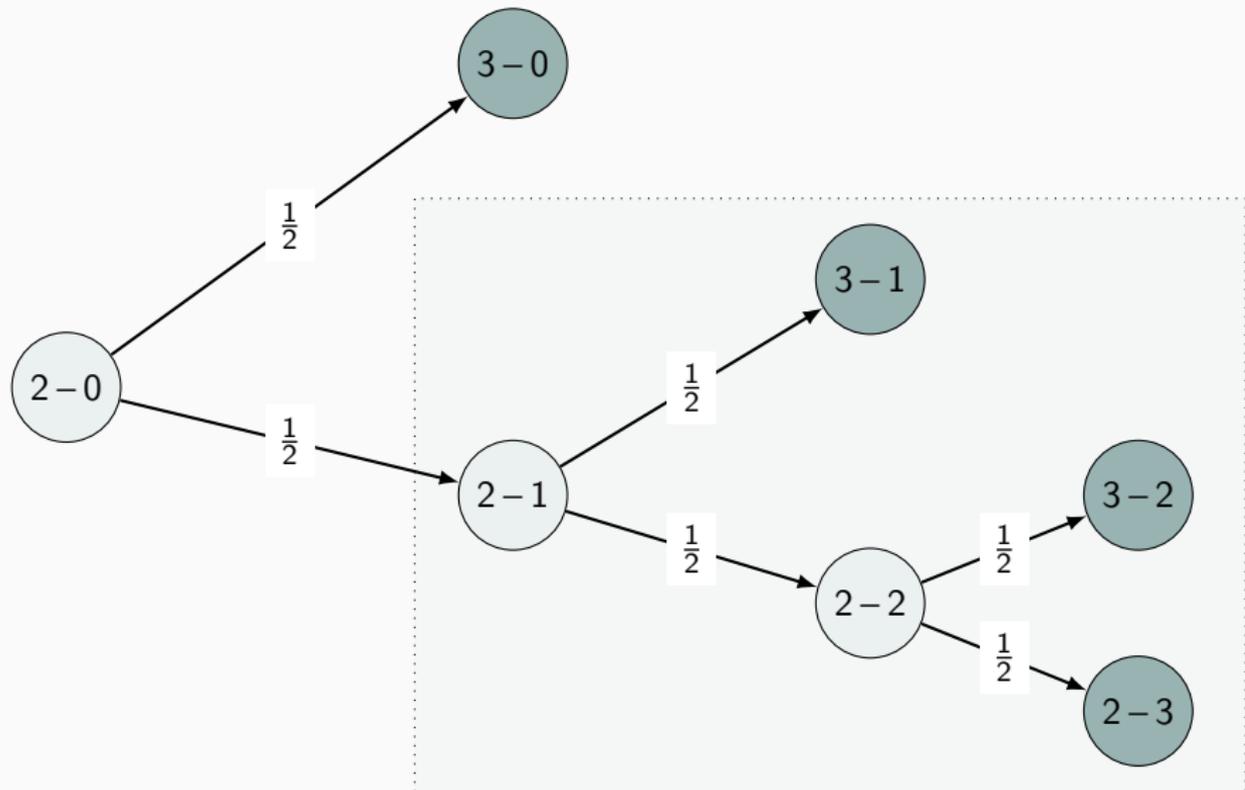
$$\frac{1}{2} \cdot 2m + \frac{1}{4} \cdot 2m + \frac{1}{4} \cdot 0 = \frac{3m}{2}.$$

Le partage équitable est donc de  $\frac{3m}{2}$  pour le joueur  $A$  et  $\frac{m}{2}$  pour le joueur  $B$ .

Comment partager les mises  $2m$  entre les deux joueurs  $A$  et  $B$  si, à l'interruption, le joueur  $A$  mène  $2-0$  ?

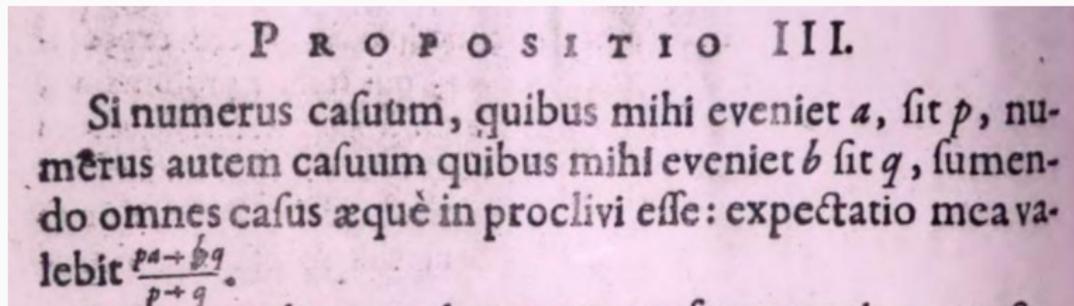








Traité du triangle arithmétique  
Blaise Pascal, 1665



De ratiociniis in ludo aleæ  
Christian Huygens, 1657

## Définition

L'espérance  $\mathbf{E}(X)$  d'une variable aléatoire  $X$  est la moyenne des valeurs que peut prendre cette variable pondérée avec les probabilités associées.

Cette définition est bien correcte lorsque la variable aléatoire prend un nombre fini de valeurs mais peut aussi être adaptée au cas d'un infinité de valeurs.

## Définition

L'espérance  $\mathbf{E}(X)$  d'une variable aléatoire  $X$  est la moyenne des valeurs que peut prendre cette variable pondérée avec les probabilités associées.

Cette définition est bien correcte lorsque la variable aléatoire prend un nombre fini de valeurs mais peut aussi être adaptée au cas d'un infinité de valeurs.

Si la variable est notée  $X$  et qu'elle prend des valeurs entières,

$$\mathbf{E}(X) = \frac{0\mathbf{P}(X=0) + 1\mathbf{P}(X=1) + 2\mathbf{P}(X=2) + 3\mathbf{P}(X=3) + \dots}{\mathbf{P}(X=0) + \mathbf{P}(X=1) + \mathbf{P}(X=2) + \mathbf{P}(X=3) + \dots}$$

## Définition

L'espérance  $\mathbf{E}(X)$  d'une variable aléatoire  $X$  est la moyenne des valeurs que peut prendre cette variable pondérée avec les probabilités associées.

Cette définition est bien correcte lorsque la variable aléatoire prend un nombre fini de valeurs mais peut aussi être adaptée au cas d'un infinité de valeurs.

Si la variable est notée  $X$  et qu'elle prend des valeurs entières,

$$\mathbf{E}(X) = \frac{0\mathbf{P}(X=0) + 1\mathbf{P}(X=1) + 2\mathbf{P}(X=2) + 3\mathbf{P}(X=3) + \dots}{\mathbf{P}(X=0) + \mathbf{P}(X=1) + \mathbf{P}(X=2) + \mathbf{P}(X=3) + \dots}.$$

Avec des notations mathématiques courantes,

$$\mathbf{E}(X) = \sum_{n \in \mathbb{N}} n\mathbf{P}(X=n).$$

# Modèle mathématique

Pour mourir à 44 ans, il faut

- ▶ survivre à la première année après la naissance

# Modèle mathématique

Pour mourir à 44 ans, il faut

- ▶ survivre à la première année après la naissance
- ▶ sachant que l'on a survécu à la première, survivre à la deuxième

# Modèle mathématique

Pour mourir à 44 ans, il faut

- ▶ survivre à la première année après la naissance
- ▶ sachant que l'on a survécu à la première, survivre à la deuxième
- ▶ sachant que l'on a survécu à la deuxième, survivre à la troisième

# Modèle mathématique

Pour mourir à 44 ans, il faut

- ▶ survivre à la première année après la naissance
- ▶ sachant que l'on a survécu à la première, survivre à la deuxième
- ▶ sachant que l'on a survécu à la deuxième, survivre à la troisième
- ▶ ...

# Modèle mathématique

Pour mourir à 44 ans, il faut

- ▶ survivre à la première année après la naissance
- ▶ sachant que l'on a survécu à la première, survivre à la deuxième
- ▶ sachant que l'on a survécu à la deuxième, survivre à la troisième
- ▶ ...
- ▶ sachant que l'on a survécu à la 44-ième année, ne pas survivre à la 45-ième

- ▶ On fixe des quantités  $p_0, p_1, p_2, \dots$  entre 0 et 1

- ▶ On fixe des quantités  $p_0, p_1, p_2, \dots$  entre 0 et 1
- ▶ On crée une expérience aléatoire avec un individu fictif tel que

- ▶ On fixe des quantités  $p_0, p_1, p_2, \dots$  entre 0 et 1
- ▶ On crée une expérience aléatoire avec un individu fictif tel que
  - ▶ il survit à sa première année avec probabilité  $p_0$

- ▶ On fixe des quantités  $p_0, p_1, p_2, \dots$  entre 0 et 1
- ▶ On crée une expérience aléatoire avec un individu fictif tel que
  - ▶ il survit à sa première année avec probabilité  $p_0$
  - ▶ s'il a atteint 1 an, il survit à la deuxième année avec probabilité  $p_1$

- ▶ On fixe des quantités  $p_0, p_1, p_2, \dots$  entre 0 et 1
- ▶ On crée une expérience aléatoire avec un individu fictif tel que
  - ▶ il survit à sa première année avec probabilité  $p_0$
  - ▶ s'il a atteint 1 an, il survit à la deuxième année avec probabilité  $p_1$
  - ▶ s'il a atteint 2 ans, il survit à la troisième année avec probabilité  $p_2$

- ▶ On fixe des quantités  $p_0, p_1, p_2, \dots$  entre 0 et 1
- ▶ On crée une expérience aléatoire avec un individu fictif tel que
  - ▶ il survit à sa première année avec probabilité  $p_0$
  - ▶ s'il a atteint 1 an, il survit à la deuxième année avec probabilité  $p_1$
  - ▶ s'il a atteint 2 ans, il survit à la troisième année avec probabilité  $p_2$
  - ▶ ...

- ▶ On fixe des quantités  $p_0, p_1, p_2, \dots$  entre 0 et 1
- ▶ On crée une expérience aléatoire avec un individu fictif tel que
  - ▶ il survit à sa première année avec probabilité  $p_0$
  - ▶ s'il a atteint 1 an, il survit à la deuxième année avec probabilité  $p_1$
  - ▶ s'il a atteint 2 ans, il survit à la troisième année avec probabilité  $p_2$
  - ▶ ...
  - ▶ s'il a atteint  $k$  ans, il survit à la  $(k+1)$ -ième année avec probabilité  $p_k$

- ▶ On fixe des quantités  $p_0, p_1, p_2, \dots$  entre 0 et 1
- ▶ On crée une expérience aléatoire avec un individu fictif tel que
  - ▶ il survit à sa première année avec probabilité  $p_0$
  - ▶ s'il a atteint 1 an, il survit à la deuxième année avec probabilité  $p_1$
  - ▶ s'il a atteint 2 ans, il survit à la troisième année avec probabilité  $p_2$
  - ▶ ...
  - ▶ s'il a atteint  $k$  ans, il survit à la  $(k + 1)$ -ième année avec probabilité  $p_k$
  - ▶ ...

- ▶ On fixe des quantités  $p_0, p_1, p_2, \dots$  entre 0 et 1
- ▶ On crée une expérience aléatoire avec un individu fictif tel que
  - ▶ il survit à sa première année avec probabilité  $p_0$
  - ▶ s'il a atteint 1 an, il survit à la deuxième année avec probabilité  $p_1$
  - ▶ s'il a atteint 2 ans, il survit à la troisième année avec probabilité  $p_2$
  - ▶ ...
  - ▶ s'il a atteint  $k$  ans, il survit à la  $(k+1)$ -ième année avec probabilité  $p_k$
  - ▶ ...
- ▶ On définit  $X$  la variable aléatoire donnant l'âge du décès.

- ▶ On fixe des quantités  $p_0, p_1, p_2, \dots$  entre 0 et 1
- ▶ On crée une expérience aléatoire avec un individu fictif tel que
  - ▶ il survit à sa première année avec probabilité  $p_0$
  - ▶ s'il a atteint 1 an, il survit à la deuxième année avec probabilité  $p_1$
  - ▶ s'il a atteint 2 ans, il survit à la troisième année avec probabilité  $p_2$
  - ▶ ...
  - ▶ s'il a atteint  $k$  ans, il survit à la  $(k+1)$ -ième année avec probabilité  $p_k$
  - ▶ ...
- ▶ On définit  $X$  la variable aléatoire donnant l'âge du décès.
- ▶ On calcule l'espérance mathématique  $\mathbf{E}(X)$  et on appelle « espérance de vie à la naissance » le résultat obtenu.

Par construction,  $p_k$  est la probabilité de survivre à la  $(k + 1)$ -ième année sachant que l'on a atteint la  $k$ -ième année.

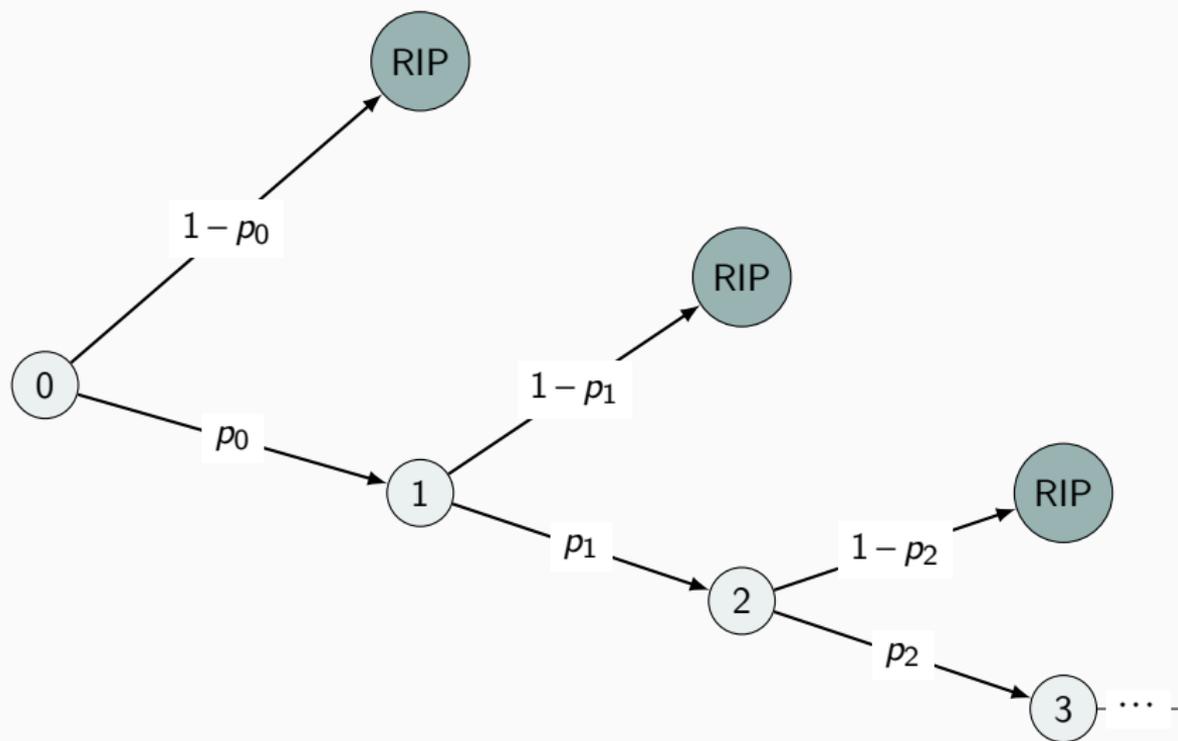
Par construction,  $p_k$  est la probabilité de survivre à la  $(k + 1)$ -ième année sachant que l'on a atteint la  $k$ -ième année.

Ainsi,  $1 - p_k$  est la probabilité de mourir dans la  $(k + 1)$ -ième année.

Par construction,  $p_k$  est la probabilité de survivre à la  $(k + 1)$ -ième année sachant que l'on a atteint la  $k$ -ième année.

Ainsi,  $1 - p_k$  est la probabilité de mourir dans la  $(k + 1)$ -ième année.

Avec les notations mathématiques,  $p_k = \mathbf{P}(X \geq k + 1 | X \geq k)$ .



Pour tout  $k \in \mathbb{N}$ ,

$$\mathbf{P}(X = k) = p_0 p_1 \cdots p_{k-1} (1 - p_k)$$

Pour tout  $k \in \mathbb{N}$ ,

$$\begin{aligned} \mathbf{P}(X = k) &= p_0 p_1 \cdots p_{k-1} (1 - p_k) \\ &= (1 - p_k) \prod_{j=0}^{k-1} p_j, \end{aligned}$$

Pour tout  $k \in \mathbb{N}$ ,

$$\begin{aligned}\mathbf{P}(X = k) &= p_0 p_1 \cdots p_{k-1} (1 - p_k) \\ &= (1 - p_k) \prod_{j=0}^{k-1} p_j,\end{aligned}$$

$$\mathbf{E}(X) = \sum_{k=1}^{+\infty} k \mathbf{P}(X = k)$$

Pour tout  $k \in \mathbb{N}$ ,

$$\begin{aligned}\mathbf{P}(X = k) &= p_0 p_1 \cdots p_{k-1} (1 - p_k) \\ &= (1 - p_k) \prod_{j=0}^{k-1} p_j,\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mathbf{E}(X) &= \sum_{k=1}^{+\infty} k \mathbf{P}(X = k) \\ &= \sum_{k=1}^{+\infty} k (1 - p_k) \prod_{j=0}^{k-1} p_j.\end{aligned}$$

Pour tout  $k \in \mathbb{N}$ ,

$$\mathbf{P}(X \geq k) = p_0 p_1 \cdots p_{k-1}$$

Pour tout  $k \in \mathbb{N}$ ,

$$\begin{aligned} \mathbf{P}(X \geq k) &= p_0 p_1 \cdots p_{k-1} \\ &= \prod_{j=0}^{k-1} p_j, \end{aligned}$$

Pour tout  $k \in \mathbb{N}$ ,

$$\begin{aligned}\mathbf{P}(X \geq k) &= p_0 p_1 \cdots p_{k-1} \\ &= \prod_{j=0}^{k-1} p_j,\end{aligned}$$

$$\mathbf{E}(X) = \sum_{k=1}^{+\infty} \mathbf{P}(X \geq k)$$

Pour tout  $k \in \mathbb{N}$ ,

$$\begin{aligned}\mathbf{P}(X \geq k) &= p_0 p_1 \cdots p_{k-1} \\ &= \prod_{j=0}^{k-1} p_j,\end{aligned}$$

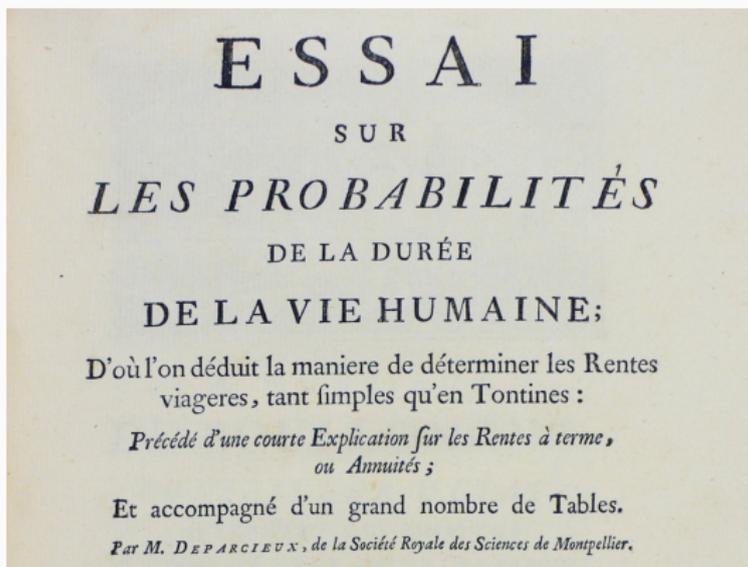
$$\begin{aligned}\mathbf{E}(X) &= \sum_{k=1}^{+\infty} \mathbf{P}(X \geq k) \\ &= \sum_{k=1}^{+\infty} \prod_{j=0}^{k-1} p_j.\end{aligned}$$

Il reste à bien choisir les probabilités  $p_k$  !

Il reste à bien choisir les probabilités  $p_k$  !

Pour le calcul de l'espérance de vie à l'année  $n$ , on considère que la probabilité  $p_k$  définie par la proportion des gens d'âge  $k$  qui ont survécu à l'année  $n$  (et donc atteint l'âge  $k + 1$ ).

Une longue histoire de calculs d'après les tables de mortalité.



Essai sur les probabilités de la durée de la vie humaine  
Antoine Deparcieux, 1746

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	<b>Quotients de mortalité par sexe et âge, pour 100 000 survivants</b>													
2	<b>QMORTH - Sexe masculin</b>													
3														
4	<b>Âge atteint dans l'année</b>													
5	<b>Année</b>	<b>0 an</b>	<b>1 an</b>	<b>2 ans</b>	<b>3 ans</b>	<b>4 ans</b>	<b>5 ans</b>	<b>6 ans</b>	<b>7 ans</b>	<b>8 ans</b>	<b>9 ans</b>	<b>10 ans</b>	<b>11 ans</b>	<b>12 ans</b>
48	2004	380	74	30	23	18	13	13	11	9	9	11	9	10
49	2005	346	76	30	18	16	16	11	12	10	10	7	12	12
50	2006	361	79	29	17	13	11	10	12	10	10	7	10	12
51	2007	363	73	28	21	16	11	8	8	9	11	7	9	11
52	2008	346	65	28	19	17	11	13	7	9	6	8	10	10
53	2009	362	63	28	19	17	11	13	9	8	8	8	11	10
54	2010	335	62	24	18	13	11	12	11	8	9	8	11	9
55	2011	311	64	25	15	10	12	10	10	9	10	8	6	8
56	2012	330	58	26	18	11	12	9	8	7	7	9	7	9
57	2013	338	64	22	18	12	12	13	9	7	9	7	9	9
58	2014	332	57	21	15	11	12	10	9	8	7	9	6	8
59	2015	348	59	23	17	12	11	8	10	10	10	5	8	9
60	2016	344	58	21	18	12	12	12	10	6	6	9	8	6
61	2017	362	49	20	17	11	9	11	8	8	6	5	10	5
62	2018	366	56	23	15	11	11	8	6	6	8	7	8	10
63	2019	364	59	29	14	15	10	10	8	7	7	9	6	8
64	2020	336	48	19	12	9	12	5	7	7	11	5	8	6

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/5233892?sommaire=5007726>

Le quotient de mortalité à un âge mesure la probabilité, pour les personnes survivantes à cet âge, de décéder avant l'âge suivant.

Avec les quotients de mortalité, on obtient les probabilités  $p_k$  puis l'espérance de vie. On vérifie à partir des données INSEE les résultats suivants.

En 2019,

- ▶ 85,6 ans pour les femmes
- ▶ 79,8 ans pour les hommes

En 2020,

- ▶ 85,3 ans pour les femmes
- ▶ 79,2 ans pour les hommes

Avec les quotients de mortalité, on obtient les probabilités  $p_k$  puis l'espérance de vie. On vérifie à partir des données INSEE les résultats suivants.

En 2019,

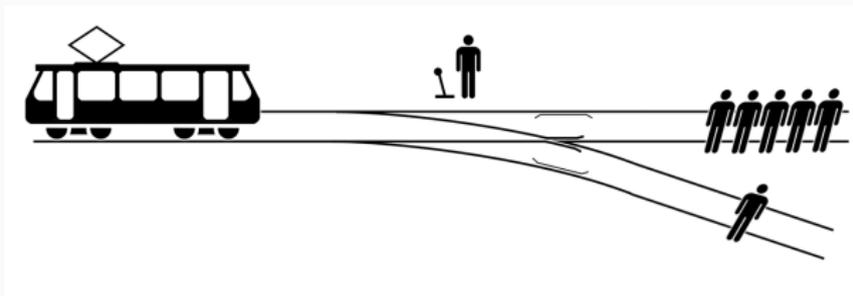
- ▶ 85,6 ans pour les femmes
- ▶ 79,8 ans pour les hommes

En 2020,

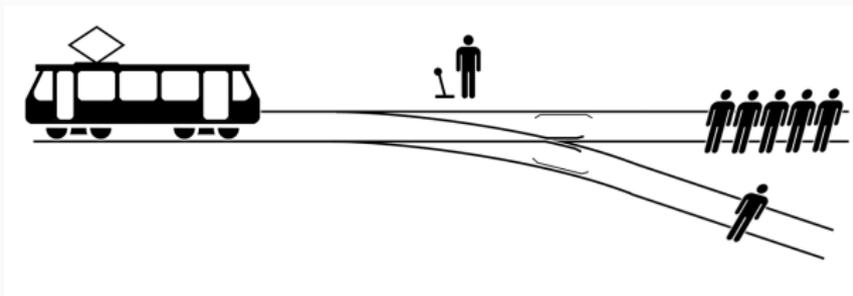
- ▶ 85,3 ans pour les femmes
- ▶ 79,2 ans pour les hommes

On a déjà connu des baisses ponctuelles de l'espérance de vie, la dernière en France date de 2015.

Effectuons quelques expériences de pensée à partir des données INSEE (pour les hommes métropolitains de moins de 100 ans en 2019).

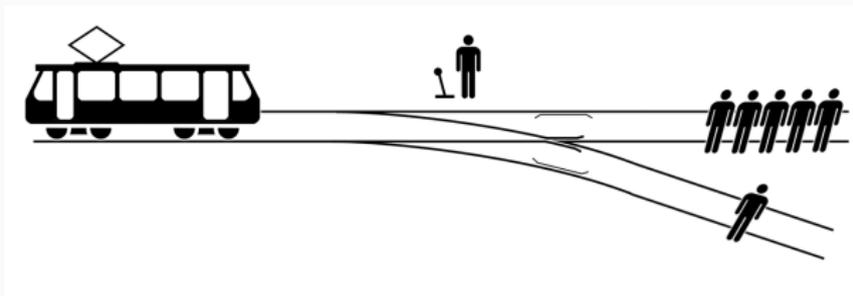


Effectuons quelques expériences de pensée à partir des données INSEE (pour les hommes métropolitains de moins de 100 ans en 2019).



- ▶ on remplace  $p_0$  par  $0,9p_0$  :
- ▶ on remplace  $p_{44}$  par  $0,8p_{44}$  :
- ▶ on remplace  $p_{80}$  par 0 :

Effectuons quelques expériences de pensée à partir des données INSEE (pour les hommes métropolitains de moins de 100 ans en 2019).



- ▶ on remplace  $p_0$  par  $0,9p_0$  : **72,0 ans**
- ▶ on remplace  $p_{44}$  par  $0,8p_{44}$  : **72,3 ans**
- ▶ on remplace  $p_{80}$  par 0 : **73,6 ans**

En se limitant à une population donnée, on peut obtenir les  $p_k$  correspondant à cette population puis déduire l'espérance de vie pour ce groupe.

En se limitant à une population donnée, on peut obtenir les  $p_k$  correspondant à cette population puis déduire l'espérance de vie pour ce groupe. Les exemples fréquents dans la presse sont

- ▶ les hommes ou les femmes
- ▶ une classe d'âge
- ▶ une classe sociale
- ▶ les titulaires d'un certain niveau de diplômes

En se limitant à une population donnée, on peut obtenir les  $p_k$  correspondant à cette population puis déduire l'espérance de vie pour ce groupe. Les exemples fréquents dans la presse sont

- ▶ les hommes ou les femmes
- ▶ une classe d'âge
- ▶ une classe sociale
- ▶ les titulaires d'un certain niveau de diplômes

On peut aussi chercher non le décès mais la perte d'autonomie ou une dégradation significative de santé ; on obtient avec le même algorithme une espérance de vie "en bonne santé".

## Espérance de vie à divers âges

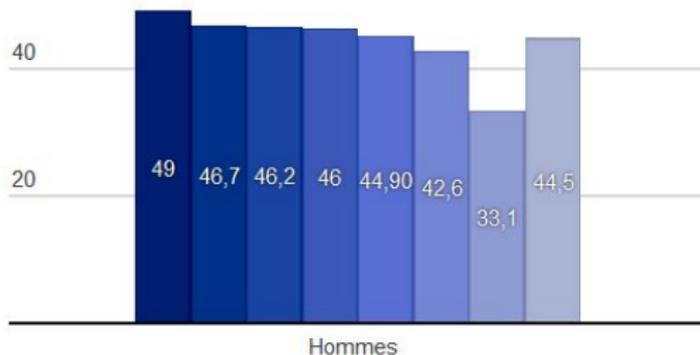
*en années*

Année	Espérance de vie des femmes						Espérance de vie des hommes					
	à 0 an	à 1 an	à 20 ans	à 40 ans	à 60 ans	à 65 ans	à 0 an	à 1 an	à 20 ans	à 40 ans	à 60 ans	à 65 ans
2020 (p) (r)	85,1	84,4	65,6	45,9	27,3	23,0	79,1	78,4	59,6	40,4	22,7	18,9
2019 (p)	85,6	84,9	66,0	46,4	27,8	23,4	79,7	79,0	60,3	41,1	23,4	19,6
2018 (p)	85,4	84,7	65,9	46,3	27,7	23,3	79,5	78,8	60,1	40,9	23,3	19,5
2017	85,3	84,6	65,8	46,1	27,6	23,2	79,4	78,7	60,0	40,8	23,2	19,4
2016	85,3	84,6	65,7	46,1	27,6	23,2	79,3	78,6	59,8	40,6	23,1	19,3
2015	85,1	84,4	65,6	45,9	27,4	23,0	79,0	78,3	59,6	40,4	22,9	19,1

Données actualisées le 29 mars 2021

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/2416631>

Nombre d'années restant à vivre à l'âge de 35 ans (données 2009-2013)



- 1 : Cadres
- 2 : Professions intermédiaires
- 3 : Agriculteurs
- 4 : Artisans, commerçants, chefs d'entreprise
- 5 : Employés
- 6 : Ouvriers
- 7 : Inactifs non retraités
- 8 : Ensemble

# Alternative

L'espérance de vie concerne une population (plus ou moins grande) pas un individu donné.

# Alternative

L'espérance de vie concerne une population (plus ou moins grande) pas un individu donné.

Voici quelques questions d'une déclaration d'état de santé pour obtenir une assurance de prêt :

Votre situation vis-à-vis des organismes sociaux		Oui	Non	Commentaires
1	Etes-vous titulaire d'une pension, rente ou allocation au titre d'une inaptitude au travail ou d'une invalidité ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui, depuis quelle date ? ..... / ..... / .....
				Pourquoi ?
				A quel taux / quelle catégorie ?
				Organisme qui verse la prestation :
2	Etes-vous actuellement en arrêt de travail sur prescription médicale, pour raison de santé ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui, pourquoi ?
				Depuis quand ?
3	Avez-vous eu un ou plusieurs arrêt(s) de travail de plus de 21 jours au cours des 5 dernières années, sur prescription médicale, pour raison de santé ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui, pour chacun des arrêts :
				Pourquoi ?
				Quand ? ..... (mm/aaaa)
				Durée : .....
4	Etes-vous ou avez-vous été pris(e) en charge à 100 % pour raison médicale par un organisme de sécurité sociale au cours des dix dernières années ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui, pourquoi ?
				Quand ? ..... (mm/aaaa)
				Durée : .....

7	Vous a-t-on déjà prescrit un traitement médical de plus de 21 jours au cours des 10 dernières années ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui, pour chaque traitement :
				Lequel ?
				Pourquoi ?
				Quand ? ..... (mm/aaaa) Durée : .....
8	Au cours des 10 dernières années, avez-vous subi une radiothérapie, une chimiothérapie ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui, pourquoi ?
				Quand ? ..... (mm/aaaa) Durée : .....
				Si oui, pour quelle(s) raison(s) ?
				Date(s) : ..... Résultats :
9	Au cours des 10 dernières années, avez-vous été hospitalisé(e) ou opéré(e) (autre que pour : appendicite, hernies de la paroi abdominale guéries, hémorroïdes, amygdales, végétations, déviation de la cloison nasale, vésicule biliaire, varices, dents de sagesse) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui, pourquoi ?
				Quand ? ..... (mm/aaaa) Durée de traitement ou de surveillance :
				Si oui, pour quelle(s) raison(s) ?
				Date(s) : ..... Résultats :
10	Au cours des 5 dernières années, avez-vous effectué un ou plusieurs examens médicaux (analyse de sang, radiographie, scanner, IRM, électrocardiogramme, échographie, scintigraphie ou autres examens) qui se soient révélés anormaux et/ou qui aient nécessité un traitement ou une surveillance ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui, pourquoi ?
				Quand ? ..... (mm/aaaa) Durée de traitement ou de surveillance :
				Si oui, pour quelle(s) raison(s) ?
				Date(s) : ..... Résultats :

7	Vous a-t-on déjà prescrit un traitement médical de plus de 21 jours au cours des 10 dernières années ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui, pour chaque traitement :
				Lequel ?
8	Au cours des 10 dernières années, avez-vous subi une radiothérapie, une chimiothérapie ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pourquoi ?
				Quand ? ..... (mm/aaaa)
				Durée : .....
9	Au cours des 10 dernières années, avez-vous été hospitalisé(e) ou opéré(e) (autre que pour : appendicite, hernies de la paroi abdominale guéries, hémorroïdes, amygdales, végétations, déviation de la cloison nasale, vésicule biliaire, varices, dents de sagesse) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui, pourquoi ?
				Quand ? ..... (mm/aaaa)
				Durée : .....
				Si oui, pour quelle(s) raison(s) ?
10	Au cours des 5 dernières années, avez-vous effectué un ou plusieurs examens médicaux (analyse de sang, radiographie, scanner, IRM, électrocardiogramme, échographie, scintigraphie ou autres examens) qui se soient révélés anormaux et/ou qui aient nécessité un traitement ou une surveillance ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Date(s) : .....
				Résultats :
				Si oui, pourquoi ?
				Quand ? ..... (mm/aaaa)
				Durée de traitement ou de surveillance :

		Oui	Non	Commentaires
<b>Au cours des 12 derniers mois avez-vous :</b>				
12	a) réalisé un bilan sanguin pour contrôler le taux de vos lipides (cholestérol, triglycérides) ou de votre sucre (glycémie) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui, le(s)quel(s) ? Le résultat était-il dans les normes du laboratoire ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	b) réalisé un bilan sanguin pour contrôler votre fonction hépatique (transaminases, gamma-GT) ou votre fonction rénale (créatinine) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui, le(s)quel(s) ? Le résultat était-il dans les normes du laboratoire ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	c) consulté un médecin pour un contrôle cardio-vasculaire (ex : hypertension artérielle, troubles du rythme cardiaque) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui, pourquoi ? Résultats :
	d) consulté un médecin (hormis dans le cadre de la médecine du travail ou du suivi gynécologique systématique) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si oui, pourquoi ?

# 5 year mortality predictors in 498 103 UK Biobank participants: a prospective population-based study

*Andrea Ganna, Erik Ingelsson*

## Summary

**Background** To our knowledge, a systematic comparison of predictors of mortality in middle-aged to elderly individuals has not yet been done. We investigated predictors of mortality in UK Biobank participants during a 5 year period. We aimed to investigate the associations between most of the available measurements and 5 year all-cause and cause-specific mortality, and to develop and validate a prediction score for 5 year mortality using only self-reported information.

The Lancet, 08/08/2015

- ▶ Collecte d'informations déclaratives de 498103 patients âgés entre 40 et 70 ans pendant 5 ans (8532 morts)
- ▶ Constitution et assainissement de la base de données
- ▶ Analyse statistique des liens entre données collectées et mortalité
- ▶ Détermination et calcul d'un *prognostic score* de mortalité à partir d'un questionnaire (13 questions pour les hommes et 11 pour les femmes)

En complément de cet article, a figuré un questionnaire en ligne utilisable par tout internaute. Voici le questionnaire pour un homme britannique entre 40 et 70 ans :

- ▶ Quel est votre âge ?
- ▶ Fumez-vous du tabac actuellement ?
- ▶ Dans le passé, à quelle fréquence avez-vous fumé du tabac ?
- ▶ Un médecin vous a-t-il déjà dit que vous étiez diabétique ?
- ▶ Un médecin vous a-t-il déjà dit que vous aviez eu un cancer ?
- ▶ Comment décririez-vous votre rythme de marche habituel ?
- ▶ Comment qualifieriez-vous votre état de santé général ?

- ▶ Au cours des deux dernières années, avez-vous connu l'une des situations suivantes : maladie grave, blessure ou agression ; maladie grave, blessure ou agression d'un proche parent ; décès d'un proche parent ; décès d'un conjoint ou d'un partenaire ; séparation/divorce ; difficultés financières ?

- ▶ Au cours des deux dernières années, avez-vous connu l'une des situations suivantes : maladie grave, blessure ou agression ; maladie grave, blessure ou agression d'un proche parent ; décès d'un proche parent ; décès d'un conjoint ou d'un partenaire ; séparation/divorce ; difficultés financières ?
- ▶ En vous incluant, combien de personnes vivent dans votre foyer ?

- ▶ Au cours des deux dernières années, avez-vous connu l'une des situations suivantes : maladie grave, blessure ou agression ; maladie grave, blessure ou agression d'un proche parent ; décès d'un proche parent ; décès d'un conjoint ou d'un partenaire ; séparation/divorce ; difficultés financières ?
- ▶ En vous incluant, combien de personnes vivent dans votre foyer ?
- ▶ Quel est le lien de parenté entre les autres personnes qui vivent avec vous ? enfant, parent, petit-enfant, autre personne sans lien de parenté ?

- ▶ Au cours des deux dernières années, avez-vous connu l'une des situations suivantes : maladie grave, blessure ou agression ; maladie grave, blessure ou agression d'un proche parent ; décès d'un proche parent ; décès d'un conjoint ou d'un partenaire ; séparation/divorce ; difficultés financières ?
- ▶ En vous incluant, combien de personnes vivent dans votre foyer ?
- ▶ Quel est le lien de parenté entre les autres personnes qui vivent avec vous ? enfant, parent, petit-enfant, autre personne sans lien de parenté ?
- ▶ Combien de voitures ou de fourgonnettes sont possédées, ou disponibles pour être utilisées, par vous ou par les membres de votre foyer ?

# Conclusion

- ▶ L'espérance de vie est un indicateur construit sur un modèle probabiliste

# Conclusion

- ▶ L'espérance de vie est un indicateur construit sur un modèle probabiliste
- ▶ Comme tous les résultats issus d'une modélisation, l'interprétation de cet indicateur dépend des hypothèses et de la qualité de la modélisation

# Conclusion

- ▶ L'espérance de vie est un indicateur construit sur un modèle probabiliste
- ▶ Comme tous les résultats issus d'une modélisation, l'interprétation de cet indicateur dépend des hypothèses et de la qualité de la modélisation
- ▶ Cet indicateur permet essentiellement de comparer son évolution dans le temps ou les valeurs prises pour des populations distinctes

# Conclusion

- ▶ L'espérance de vie est un indicateur construit sur un modèle probabiliste
- ▶ Comme tous les résultats issus d'une modélisation, l'interprétation de cet indicateur dépend des hypothèses et de la qualité de la modélisation
- ▶ Cet indicateur permet essentiellement de comparer son évolution dans le temps ou les valeurs prises pour des populations distinctes
- ▶ Pour obtenir des prédictions sur un individu donné, il existe d'autres outils (avec d'autres mathématiques)