

# Tarification

## Prime pure / prime commerciale

# Sommaire

- 1. Retour sur les engagements élémentaires**
2. Principes de la tarification
3. Tables de mortalité
4. Taux technique / taux garantis / taux de PB
5. Chargements
6. Application aux engagements élémentaires

# Les principales garanties en assurance vie [rappel]

- Les engagements en cas de vie :
  - Le capital différé
  - Le capital constitutif de rente
- Les engagements en cas de décès :
  - La garantie temporaire décès
  - La garantie vie entière

# Le capital différé sans contre assurance [rappel]

- Un assuré d'âge  $x$  à  $t = 0$  souhaite recevoir un capital  $S$ ,  $n$  années plus tard s'il est encore en vie à cette époque.
- Afin de faire face à cet engagement, l'assureur doit demander :

$$\frac{l_{x+n}}{l_x} \cdot v^n \cdot S$$

- Mise sous forme standard :  $\frac{l_{x+n}}{l_x} \cdot v^n = \frac{l_{x+n} v^{x+n}}{l_x v^x} = \frac{D_{x+n}}{D_x} = {}_n E_x$
- $D_x$  est le premier nombre de commutation vie

${}_n E_x$  est la valeur actuelle probable d'un capital de 1 € différé de  $n$  années, sans contre assurance

## La rente viagère [rappel]

- Elle est servie tant que le bénéficiaire est en vie.
- Valeur actuelle probable d'une rente viagère versée à terme échu :

$$a_x = \sum_{t=1}^{\infty} {}_tE_x$$

- Soit encore, sous forme standard :  $a_x = \frac{N_{x+1}}{D_x}$

- Valeur actuelle probable d'une rente viagère servie à terme anticipé :

$$\ddot{a}_x = \sum_{t=0}^{\infty} {}_tE_x = \frac{N_x}{D_x}$$

## La rente différée [rappel]

- Rente viagère différée de  $m$  années, temporaire de  $n$  années, servie à terme échu :

$${}_m|a_{x:n} = \sum_{t=m+1}^{m+n} {}_tE_x = {}_mE_x \cdot a_{x+m:n}$$

- Rente viagère différée de  $m$  années, temporaire de  $n$  années, servie d'avance :

$${}_m|\ddot{a}_{x:n} = \sum_{t=m}^{m+n-1} {}_tE_x = {}_mE_x \cdot \ddot{a}_{x+m:n}$$

## Cas de la rente fractionnée [rappel]

- La plupart du temps, une rente n'est pas versée par arrérage annuel
- Plus généralement, on considère des versements de  $1/k$  € effectués chaque  $k$ -ème d'année
- Rente fractionnée à terme échu :

$$a_{x:n}^{(k)} = \frac{1}{k} \sum_{t=1}^{k \cdot n} \frac{D_{x+\frac{t}{k}}}{D_x} \approx a_{x:n} + \frac{k-1}{2k} (1 - {}_n E_x)$$

- Rente fractionnée à terme anticipé :

$$\ddot{a}_{x:n}^{(k)} = \frac{1}{k} \sum_{t=0}^{k \cdot n - 1} \frac{D_{x+\frac{t}{k}}}{D_x} \approx \ddot{a}_{x:n} - \frac{k-1}{2k} (1 - {}_n E_x)$$

## La garantie temporaire décès d'un an [rappel]

– Valeur actuelle probable (VAP) de l'engagement :  $\frac{d_{x+k}}{l_x} \cdot v^{k+\frac{1}{2}} \cdot S$

– Mise sous forme standard :  $\frac{d_{x+k}}{l_x} \cdot v^{k+\frac{1}{2}} = \frac{d_{x+k} v^{x+k+\frac{1}{2}}}{l_x \cdot v^x} = \frac{C_{x+k}}{D_x}$

–  $C_x = d_x v^{x+\frac{1}{2}}$  est le premier nombre de commutation décès.

–  $\frac{C_{x+k}}{D_x}$  est la valeur actuelle probable d'une temporaire

décès d'un an de capital 1 €, pour l'année k

# Temporaire décès : généralisation [rappel]

- L'assureur prend l'engagement de verser un capital  $S$  quelle que soit la date du décès entre  $t = 0$  et  $t = n$
- Montant nécessaire à l'assureur pour honorer cet engagement :

$$\frac{C_x + C_{x+1} + \dots + C_{x+n-1}}{D_x} \cdot S = \frac{M_x - M_{x+n}}{D_x} S$$

- $M_x = C_x + C_{x+1} + \dots + C_{\omega}$  est le deuxième nombre de commutation décès
- Valeur actuelle probable d'une garantie temporaire décès de 1 €, d'une durée de  $n$  années :

$$A_{x:n}^- = \sum_{t=0}^{n-1} \frac{d_{x+t}}{l_x} v^{t+\frac{1}{2}} = \frac{M_x - M_{x+n}}{D_x}$$

# La garantie vie entière

- Contrat par lequel l'assureur s'engage à verser un capital (ici égal à 1 €) quelle que soit l'époque du décès
- Lorsque « n tend vers l'infini »,  $M_{x+n}$  tend par construction vers 0 (nul en pratique au-delà de l'âge limite de la table)
- VAP de la garantie vie entière de capital 1 € :  $A_x = \frac{M_x}{D_x}$

# Sommaire

1. Retour sur les engagements élémentaires
- 2. Principes de la tarification**
3. Tables de mortalité
4. Taux technique / taux garantis / taux de PB
5. Chargements
6. Application aux engagements élémentaires

# Introduction

- **Trois éléments** sont utilisés pour le calcul des tarifs :
  - un taux technique
  - une table de mortalité
  - des chargements
- Les **aspects techniques de la tarification** (taux technique et table de mortalité) et du provisionnement sont **encadrés** :
  - par la réglementation française (art. A. 132-18 du code des assurances)  
  
« Les tarifs pratiqués par les entreprises d'assurance sur la vie comprennent la rémunération de l'entreprise et sont établis d'après :
    - un taux d'intérêt technique (...)
    - une tables de mortalité (...) »
- En revanche, la réglementation française n'impose (plus ou peu) **aucune contrainte directe sur le niveau des chargements**, qui constitue donc un élément concurrentiel de différenciation.

# Notions de prime pure et de chargements (1/2)

- La prime pure résulte du calcul du montant que l'assureur doit prévoir en  $t=0$  (date de début du contrat) pour fournir une garantie donnée.
- Le principe de base :

**à la souscription du contrat, les valeurs actuelles probables des engagements respectifs de l'assureur -  $VAP(A)$  - et de l'assuré -  $VAP(a)$  - sont égales.**

- Le montant égal à la valeur actuelle probable des engagements futurs de l'assureur est appelé prime unique pure

Prime pure versée en une fois par l'assuré : prime unique pure

Prime pure versée à échéances régulières : prime périodique pure

- La prime pure :
  - correspond à la tarification des engagements de l'assureur envers le bénéficiaire
  - n'intègre pas le financement des coûts commerciaux et des coûts de gestion supportés par l'assureur.

Pour faire face à ces coûts, la prime pure sera majorée de chargements par l'assureur.

## Notions de prime pure et de chargements (2/2)

- La tarification consiste en le calcul des engagements respectifs de l'assureur et de l'assuré
- On distinguera les engagements :
  - En cas de décès :
    - Prestations immédiates / différées
    - Temporaires ou illimitées / viagères
    - Paiement en début/milieu/fin d'année
    - Prestation fixe ou variable
  - En cas de vie
    - Rentes annuelles / fractionnées
    - Payables d'avance / à terme échu
    - Immédiatement ou avec différé
    - Temporairement ou viagèrement
    - Prestation fixe ou variable

# Sommaire

1. Retour sur les engagements élémentaires
2. Principes de la tarification
- 3. Tables de mortalité**
4. Taux technique / taux garantis / taux de PB
5. Chargements
6. Application aux engagements élémentaires

# Les tables de mortalité – généralités [rappel]

- Une table de mortalité met en regard, pour tous les âges, le nombre de survivants dans un groupe fermé
- Elle est le fruit d'une étude statistique
- Elle permet en particulier de déterminer pour chaque âge le taux annuel de mortalité et l'espérance de vie
- La connaissance de la table de mortalité d'une population permet de modéliser de manière fine son évolution démographique probable.
- C'est sur cette base que sont calculés les engagements liés à la durée de la vie : prévoyance, retraite, etc.

# Présentation d'une table de mortalité [rappel]

Table de mortalité TF 00-02

| x  | lx      | x  | lx     | x  | lx     | x   | lx     |
|----|---------|----|--------|----|--------|-----|--------|
| 0  | 100 000 | 29 | 98 960 | 58 | 94 131 | 87  | 46 362 |
| 1  | 99 616  | 30 | 98 921 | 59 | 93 741 | 88  | 41 868 |
| 2  | 99 583  | 31 | 98 879 | 60 | 93 329 | 89  | 37 319 |
| 3  | 99 562  | 32 | 98 833 | 61 | 92 892 | 90  | 32 821 |
| 4  | 99 545  | 33 | 98 782 | 62 | 92 425 | 91  | 28 469 |
| 5  | 99 531  | 34 | 98 725 | 63 | 91 923 | 92  | 24 328 |
| 6  | 99 519  | 35 | 98 662 | 64 | 91 382 | 93  | 20 444 |
| 7  | 99 508  | 36 | 98 593 | 65 | 90 797 | 94  | 16 860 |
| 8  | 99 498  | 37 | 98 518 | 66 | 90 164 | 95  | 13 618 |
| 9  | 99 488  | 38 | 98 435 | 67 | 89 476 | 96  | 10 750 |
| 10 | 99 478  | 39 | 98 343 | 68 | 88 726 | 97  | 8 277  |
| 11 | 99 467  | 40 | 98 242 | 69 | 87 907 | 98  | 6 204  |
| 12 | 99 456  | 41 | 98 130 | 70 | 87 010 | 99  | 4 516  |
| 13 | 99 444  | 42 | 98 007 | 71 | 86 024 | 100 | 3 185  |
| 14 | 99 431  | 43 | 97 872 | 72 | 84 941 | 101 | 2 171  |
| 15 | 99 415  | 44 | 97 724 | 73 | 83 751 | 102 | 1 426  |
| 16 | 99 395  | 45 | 97 563 | 74 | 82 442 | 103 | 900    |
| 17 | 99 371  | 46 | 97 387 | 75 | 80 998 | 104 | 544    |
| 18 | 99 342  | 47 | 97 197 | 76 | 79 402 | 105 | 314    |
| 19 | 99 309  | 48 | 96 993 | 77 | 77 633 | 106 | 172    |
| 20 | 99 274  | 49 | 96 776 | 78 | 75 671 | 107 | 89     |
| 21 | 99 239  | 50 | 96 546 | 79 | 73 496 | 108 | 44     |
| 22 | 99 205  | 51 | 96 304 | 80 | 71 088 | 109 | 20     |
| 23 | 99 171  | 52 | 96 049 | 81 | 68 423 | 110 | 9      |
| 24 | 99 137  | 53 | 95 778 | 82 | 65 478 | 111 | 4      |
| 25 | 99 103  | 54 | 95 489 | 83 | 62 233 | 112 | 1      |
| 26 | 99 068  | 55 | 95 180 | 84 | 58 680 |     |        |
| 27 | 99 033  | 56 | 94 851 | 85 | 54 828 |     |        |
| 28 | 98 997  | 57 | 94 501 | 86 | 50 706 |     |        |

## Lecture de la table :

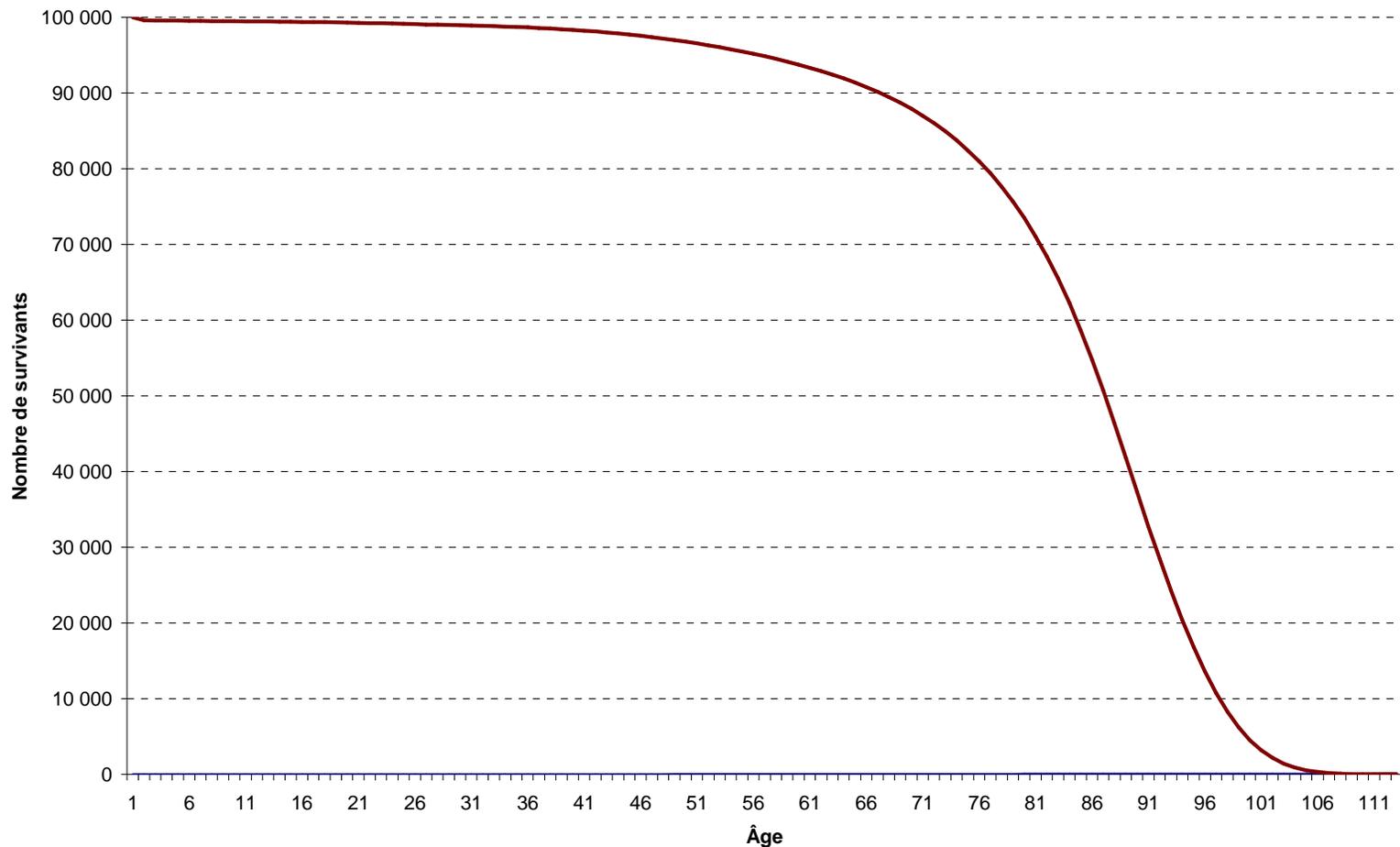
Sur 100 000 naissances, seules :

- 99 274 personnes survivront jusqu'à 20 ans
- 98 242 personnes jusqu'à 40 ans

La table suppose qu'aucune personne ne survivra au-delà de 112 ans. C'est l' « âge limite » de la table.

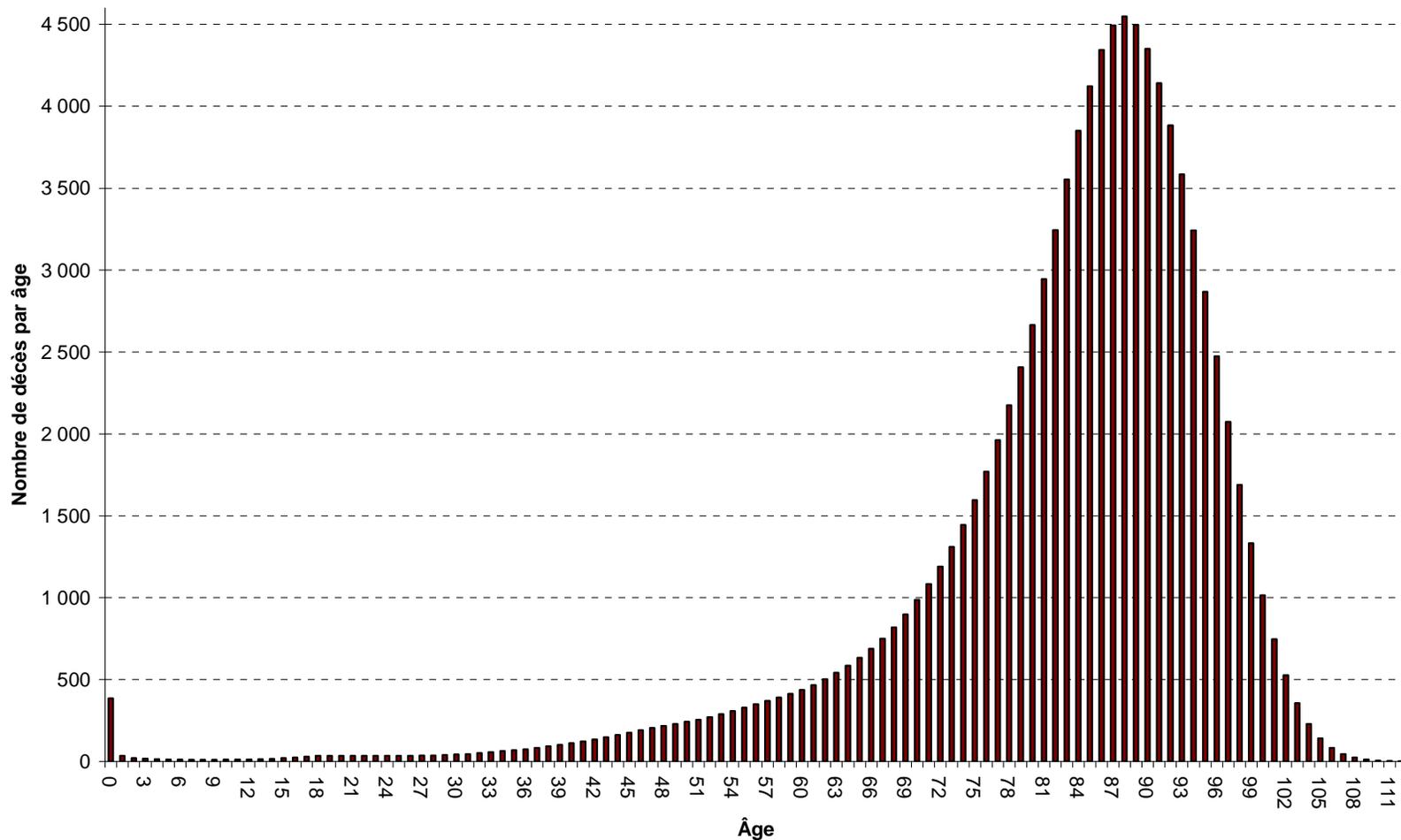
# Le nombre de survivants par âge [rappel]

- Notation :  $l_x$
- Nombre de survivants par âge, à tout âge, au sein d'une génération, pour 100 000 naissances (table TF 00-02)



# Le nombre de décès par âge [rappel]

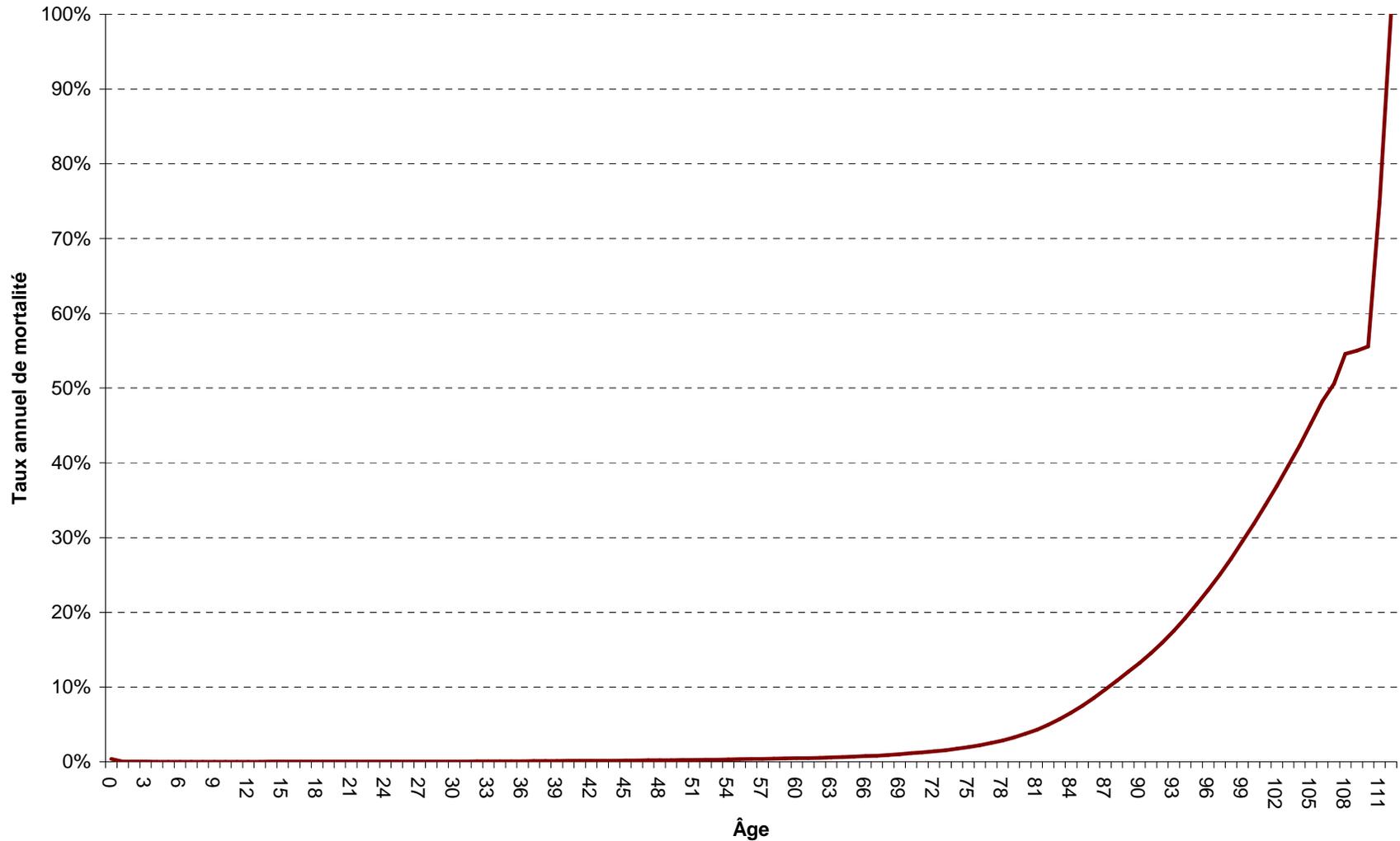
- Notation :  $d_x = l_x - l_{x+1}$  (TF 00-02)



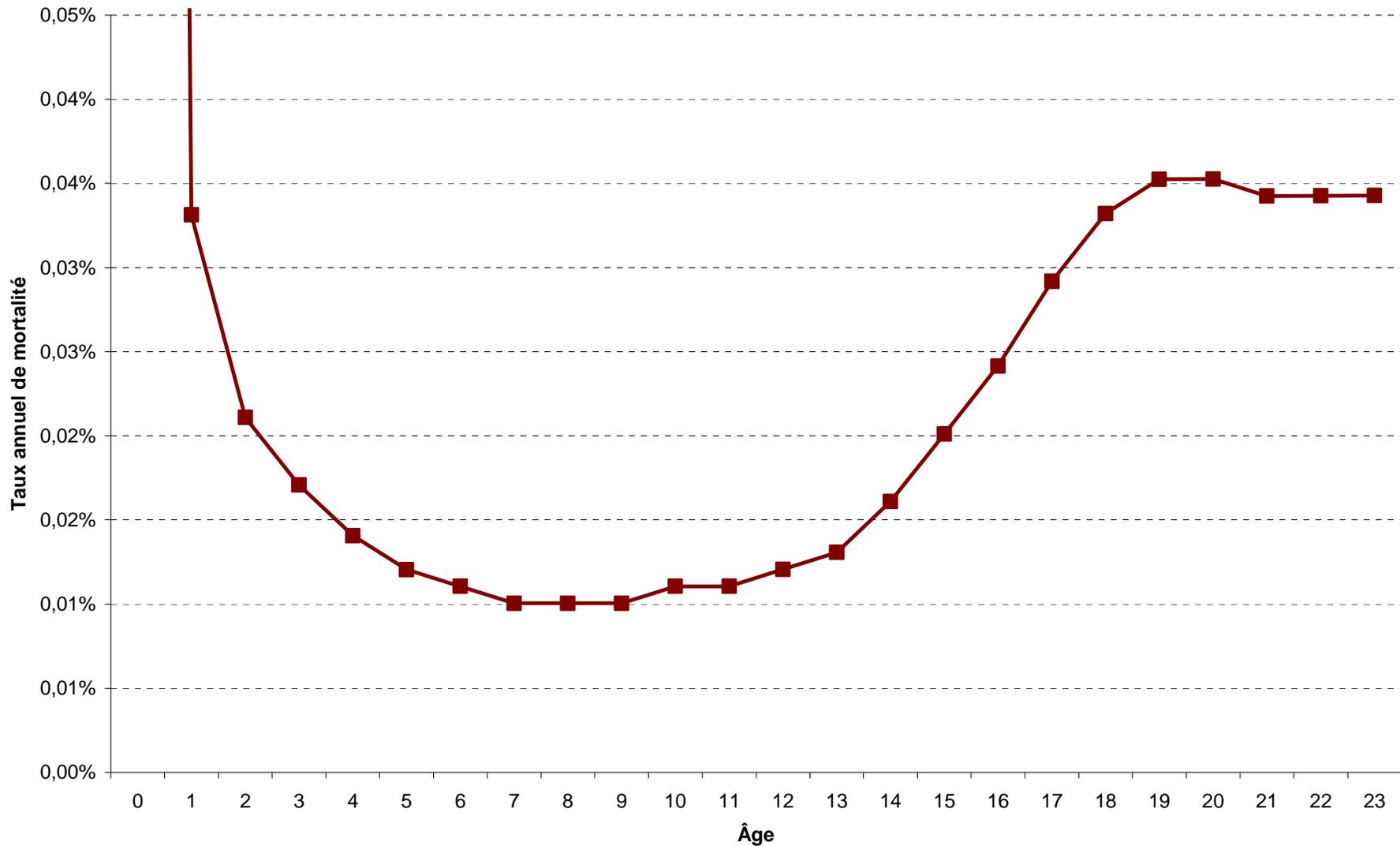
NB : « pics » de décès post-natals et aux âges élevés

# Le taux annuel de décès par âge (1/2) [rappel]

- Notation :  $q_x = \frac{d_x}{l_x}$  (TF 00-02)



# Le taux annuel de décès par âge (2/2) [rappel]



# La tarification - réglementation- Art. A.132-18 (1/2)

## Article A. 132-18 du code des assurances (arrêté 2006 / 2015)

« **Les tarifs** pratiqués par les entreprises d'assurance sur la vie et de capitalisation **comprennent la rémunération de l'entreprise** et sont établis d'après les éléments suivants :

1° Un taux d'intérêt technique (...)

2° Une des tables de mortalité suivantes :

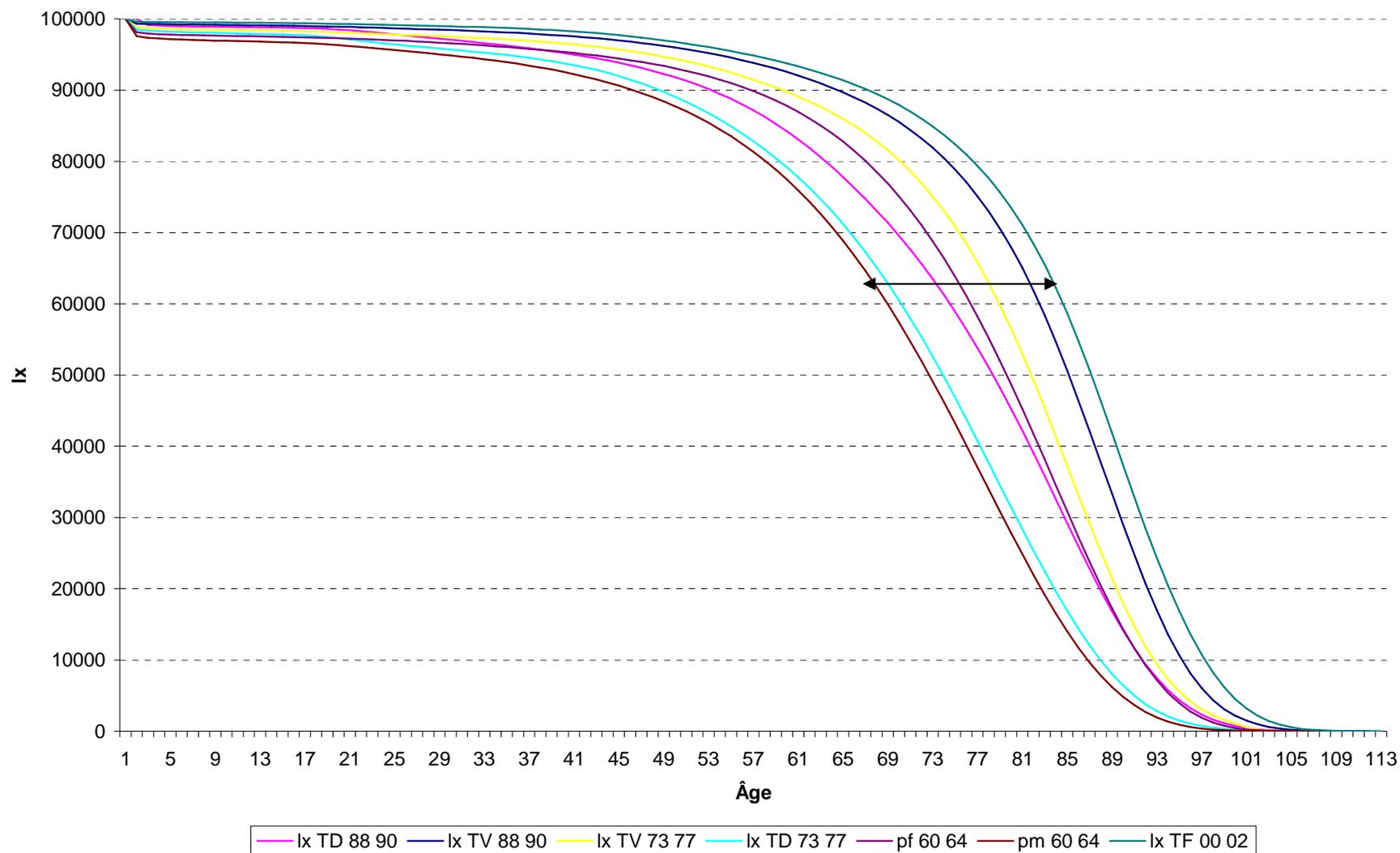
- **Tables homologuées** par arrêté du ministre de l'économie et des finances, **établies par sexe**,
  - sur la base de populations d'assurés pour les contrats de rente viagère
  - sur la base de données publiées par l'Institut national de la statistique et des études économiques pour les autres contrats
- **Tables établies ou non par sexe par l'entreprise d'assurance et certifiées par un actuare** indépendant de cette entreprise, agréé à cet effet par l'une des associations d'actuaire reconnues par l'autorité de contrôle.

Ces tables sont établies d'après des données d'expérience de l'entreprise d'assurance, ou des données d'expérience démographiquement équivalentes »

## La tarification - réglementation- Art. A.132-18 (2/2)

- **Lorsque les tarifs sont établis d'après des tables homologuées par arrêté** (tables « standards »), et dès lors qu'est retenue une **table unique** pour tous les assurés, celle-ci correspond à la **table conduisant au tarif le plus prudent**.
  - Engagements en cas de décès => table mortalité masculine
  - Engagements en cas de vie => table mortalité féminine
- Pour les **contrats en cas de vie autres que les contrats de rente viagère**, les tables « standards » sont utilisées **en corrigeant l'âge de l'assuré** (décalages d'âge).
- **Pour les contrats de rentes viagères**, en ce compris celles revêtant un caractère temporaire, et à l'exception des contrats relevant du chapitre III du titre IV du livre Ier (retraite professionnelle), **le tarif déterminé en utilisant des tables certifiées ne peut être inférieur à celui qui résulterait de l'utilisation des tables « standards » appropriées**.
- **Pour les contrats collectifs en cas de décès résiliables annuellement**, le tarif peut être établi d'après les tables « standards » avec une méthode forfaitaire si celle-ci est justifiable.

# Comparaison des tables de mortalité [rappel]



## Décalages d'âge (cf. A. 132-19)

- Les tables réglementaires (TH TF 00-02) sont construites à partir de données sur la population générale.
- Pour les engagements en cas de vie, il est nécessaire de les ajuster en intégrant un coefficient de réduction des tables pour la tarification de ces contrats.

| ÂGE        | DÉCALAGE |
|------------|----------|
| [16 ; 38]  | -13      |
| [39 ; 62]  | -7       |
| [63 ; 64]  | -6       |
| [65 ; 74]  | -4       |
| 75 et plus | -3       |

TH brute

|    | lx TH   | qx      | qx corrigé | lx TH aggravée |
|----|---------|---------|------------|----------------|
| 0  | 100 000 | 0,4890% | 0,4890%    | 100 000        |
| 1  | 99 511  | 0,0382% | 0,0382%    | 99511          |
| 2  | 99 473  | 0,0271% | 0,0271%    | 99473          |
| 3  | 99 446  | 0,0221% | 0,0221%    | 99446          |
| 4  | 99 424  | 0,0181% | 0,0181%    | 99424          |
| 5  | 99 406  | 0,0161% | 0,0161%    | 99406          |
| 14 | 99 276  | 0,0262% | 0,0262%    | 99276          |
| 15 | 99 250  | 0,0373% | 0,0373%    | 99250          |
| 16 | 99 213  | 0,0504% | 0,0221%    | 99213          |
| 17 | 99 163  | 0,0666% | 0,0181%    | 99191          |
| 18 | 99 097  | 0,0827% | 0,0161%    | 99173          |
| 19 | 99 015  | 0,0949% | 0,0141%    | 99157          |
| 20 | 98 921  | 0,1021% | 0,0131%    | 99143          |

# Sommaire

1. Retour sur les engagements élémentaires
2. Principes de la tarification
3. Tables de mortalité
- 4. Taux technique / taux garantis / taux de PB**
5. Chargements
6. Application aux engagements élémentaires

## La tarification : le taux technique (A.132-1)

- Les tarifs pratiqués par les entreprises d'assurance vie doivent être établis d'après un taux
  - au plus égal à 75% du taux moyen des emprunts de l'Etat français (TME) calculé sur une base semestrielle
  - sans pouvoir dépasser, au-delà de huit ans, le plus bas des deux taux suivants : 3,5% et 60% du TME
- **Pour les contrats à primes périodiques, quelle que soit leur durée, ce taux ne peut excéder le plus bas des deux taux suivants : 3,5 % ou 60 % du TME.**
- Ces règles sont à appliquer en fonction des **taux en vigueur au moment de la souscription**

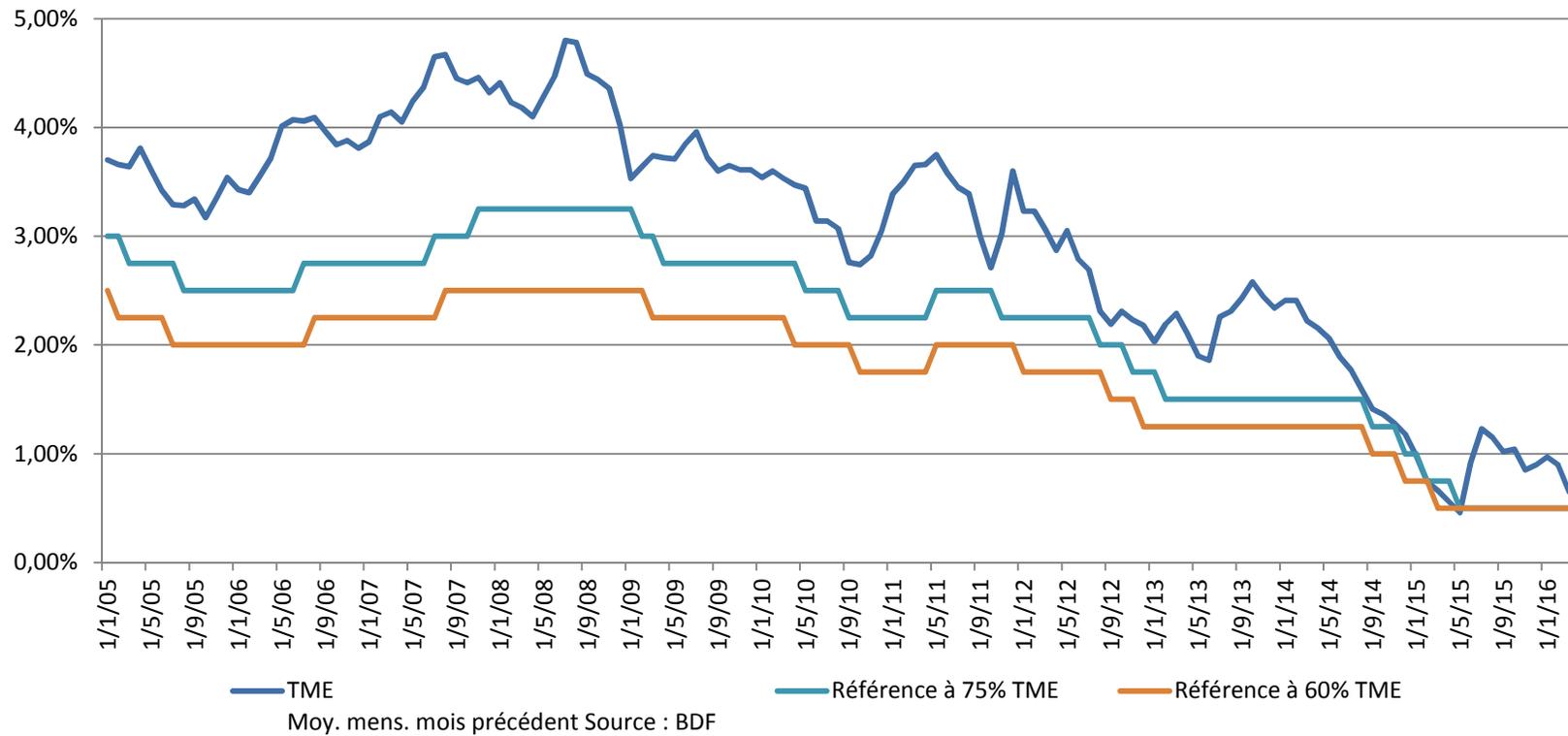
Elles ne sont **pas applicables aux opérations de prévoyance collective** visées au chapitre Ier du titre IV du livre IV du code des assurances (régimes 441).

**Dans le cas de versements non programmés aux termes du contrat, ces règles sont à apprécier au moment de chaque versement.**

# La tarification : le taux technique (A.132-1-1) (1/2)

- Pour l'application de l'article A. 132-1, le taux moyen des emprunts d'Etat sur **base semestrielle** est déterminé en effectuant la **moyenne arithmétique sur les six derniers mois** des taux observés sur les marchés primaire et secondaire.  
Le résultat de la multiplication par 60% ou 75% de cette moyenne est dénommé "taux de référence mensuel".
- **Le taux d'intérêt technique maximal applicable aux tarifs est fixé sur une échelle de taux d'origine 0 et de pas de 0,25 point.**  
Il évolue selon la position du taux de référence mensuel par rapport au dernier taux technique maximal en vigueur :
  - tant que le taux de référence mensuel n'a pas diminué d'au moins 0,1 point ou augmenté d'au moins 0,35 point par rapport au dernier taux technique maximal en vigueur, ce dernier demeure inchangé ;
  - si le taux de référence mensuel sort de ces limites précédemment définies, le nouveau taux technique maximal devient le taux immédiatement inférieur au taux de référence mensuel sur l'échelle de pas de 0,25 point.
- **Lorsqu'un nouveau taux d'intérêt technique maximal est applicable, les entreprises disposent de trois mois pour opérer cette modification.**

# Historique des TME



|             | TME<br>Moy. mens. mois précédent<br>Source : BDF | Moyenne<br>semestrielle<br>TME | Taux technique maximal en vigueur |  |                        |
|-------------|--|--------------------------------|-----------------------------------|--|------------------------|
|             |  |                                |                                   |  | Référence à 60%<br>TME |
| 1 mars 2017 | 1,11%  | 0,69%                          |                                   |  | <b>0,25%</b>           |

# La tarification : les taux garanti (A.132-2)

Attention à la distinction taux technique – taux de participation aux bénéfices

## Article A 132-2 : Taux minimum garanti

Les entreprises vie peuvent,

- dans certaines conditions (fixées à l'article A.132-3),
- garantir dans leurs contrats un **montant total d'intérêts techniques et de participations aux bénéfices**
- qui, rapporté à la fraction des provisions mathématiques desdits contrats sur laquelle prend effet la garantie, ne sera pas inférieur à des taux minima garantis.

# La tarification : le taux garanti (A.132-2) (1/2)

## Article A 132-3 : (août 2010)

### Garantie de taux minimum : pour l'année suivante, indexation

I.- Pour un exercice donné, le montant total de participations aux bénéfices garanti devra être inférieur à un **plafond calculé** comme la différence positive, entre :

- 80% du produit de la moyenne des taux de rendement de l'actif sur 2 ans, par les provisions mathématiques (...) au 31 décembre de l'exercice précédent ; et
- la somme des intérêts techniques attribués aux contrats mentionnés au tiret précédent lors de l'exercice précédent.



**Le montant total de participations aux bénéfices garanti pour l'exercice en cours mais également le cas échéant pour l'exercice suivant doit être imputé sur l'enveloppe**

# La tarification : le taux garanti (A.132-2) (2/2)

## Article A 132-3 (août 2010)

**Garantie de taux minimum : pour l'année suivante, indexation**

II.- Les taux sont **exprimés sur une base annuelle** et sont fixés sur une durée continue au moins égale à six mois et au plus égale à la période séparant la date d'effet de la garantie de la fin de l'exercice suivant.

Toutefois cette durée peut être inférieure à six mois, dès lors que l'ensemble des assurés d'un contrat collectif ou de contrats individuels ayant les mêmes conditions d'affectation de la PB bénéficie de cette garantie depuis le début de l'exercice.

III.- Les taux garantis ne peuvent excéder

Min (150% \* 75%TME ; Max (120% \* 75% TME ; 110% taux PB moyens 2 exercices précédents) soit

**Min (112,5% TME ; Max (90% TME ; 110% Taux PB n ; n-1)**

# Sommaire

1. Retour sur les engagements élémentaires
2. Principes de la tarification
3. Tables de mortalité
4. Taux technique / taux garantis / taux de PB
- 5. Chargements**
6. Application aux engagements élémentaires

# Tarification : les frais

- La commercialisation et la gestion des contrats comporte des frais pour les entreprises d'assurance :
  - Frais d'acquisition : commercialisation, commissions, préparation des dossiers...
  - Frais de gestion des contrats : encaissements des primes et comptabilisation, relation client, relevés annuels de situation, etc.
  - Frais de gestion des sinistres : paiement des capitaux, des rentes, gestion des contentieux, etc.
  - Frais de gestion financière : gestion des investissements (personnel, délégation), coûts de transaction, etc.
  - Frais généraux / frais d'administration : direction générale, comptabilité générale, commissariat aux comptes, etc.

# Tarification : notions de prime d'inventaire et de prime commerciale

- Coût probable du risque → **prime pure (P)**
- Prime pure + frais de gestion → **prime d'inventaire (P')**
- Prime d'inventaire + frais d'acquisition → **prime commerciale (P'')**

# Sommaire

1. Retour sur les engagements élémentaires
2. Principes de la tarification
3. Tables de mortalité
4. Taux technique / taux garantis / taux de PB
5. Chargements
- 6. Application aux engagements élémentaires**

## Application : tarification d'une garantie mixte

- Moyennant le paiement à terme anticipé de  $p$  primes annuelles, l'assureur s'engage à verser à  $t = n$  ( $n \geq p$ ), un capital  $C$  si l'assuré est toujours en vie.
- Si l'assuré décède entre  $t = 0$  et  $t = n$ , le même capital  $C$  est versé à ses ayants droits à l'époque du décès.
- On considère par ailleurs que l'assureur paie chaque année les sommes suivantes :
  - $\theta \cdot P''$  au titre des frais commerciaux, dont  $(\theta - \alpha) \cdot P''$  pour les frais d'acquisition et  $\alpha \cdot P''$  pour les frais d'encaissement
  - $g_1 \cdot C$  par année de durée du contrat (frais informatique...)
  - $g_2 \cdot C$  par année de paiement des primes (quittancement)

## Calcul de la prime annuelle pure (PAP)

- Engagement de l'assuré : versement de  $p$  primes, de  $VAP(a)$  :

$$\ddot{a}_{x:p^{-}} \cdot PAP$$

- Engagement de l'assureur :

$${}_n E_x \cdot C \quad \text{en cas de vie}$$

$$A_{x:n^{-}} \cdot C \quad \text{en cas de décès}$$

- Rappel du principe de calcul de la prime pure : égalisation des valeurs actuelles probables des engagements de l'assureur et de l'assuré

- Montant de la prime annuelle pure :

$$PAP = \frac{1}{\ddot{a}_{x:p^{-}}} ({}_n E_x + A_{x:n^{-}}) \cdot C$$

## Calcul de la prime annuelle commerciale (1/2)

- Engagement de l'assuré avec frais commerciaux

$$\ddot{a}_{x:p^-} \cdot PAP''$$

- « Engagements » de l'assureur avec frais commerciaux
  - les engagements mentionnés lors du calcul de la prime pure
  - les engagements correspondant aux frais commerciaux :

$$\ddot{a}_{x:p^-} \cdot \theta \cdot PAP''$$

- les frais de gestion liés au paiement des primes :

$$\ddot{a}_{x:p^-} \cdot g_2 \cdot C$$

- les autres frais de gestion :

$$\ddot{a}_{x:n^-} \cdot g_1 \cdot C$$

## Calcul de la prime annuelle commerciale (2/2)

- Principe de calcul de la prime annuelle commerciale : égalisation des engagements de l'assuré avec frais commerciaux et des engagements de l'assureur avec frais commerciaux et frais de gestion
- Montant de la prime annuelle commerciale :

$$PAP'' = \frac{1}{(1-\theta) \cdot \ddot{a}_{x:p^-}} \left( {}_nE_x + A_{x:n^-} + g_1 \cdot \ddot{a}_{x:n^-} + g_2 \cdot \ddot{a}_{x:p^-} \right) \cdot C$$

## Calcul de la prime annuelle d'inventaire

- Il s'agit de la prime obtenue en rajoutant à l'engagement de l'assuré l'engagement lié aux frais d'acquisition, ou de manière équivalente, en **ne tenant pas compte des frais d'acquisition** dans le calcul de la valeur actuelle probable des engagements de l'assureur
- Montant de la prime annuelle d'inventaire

$$PAP' = \frac{1}{(1-\alpha) \cdot \ddot{a}_{x:p^-}} \left( {}_nE_x + A_{x:n^-} + g_1 \cdot \ddot{a}_{x:n^-} + g_2 \cdot \ddot{a}_{x:p^-} \right) \cdot C$$

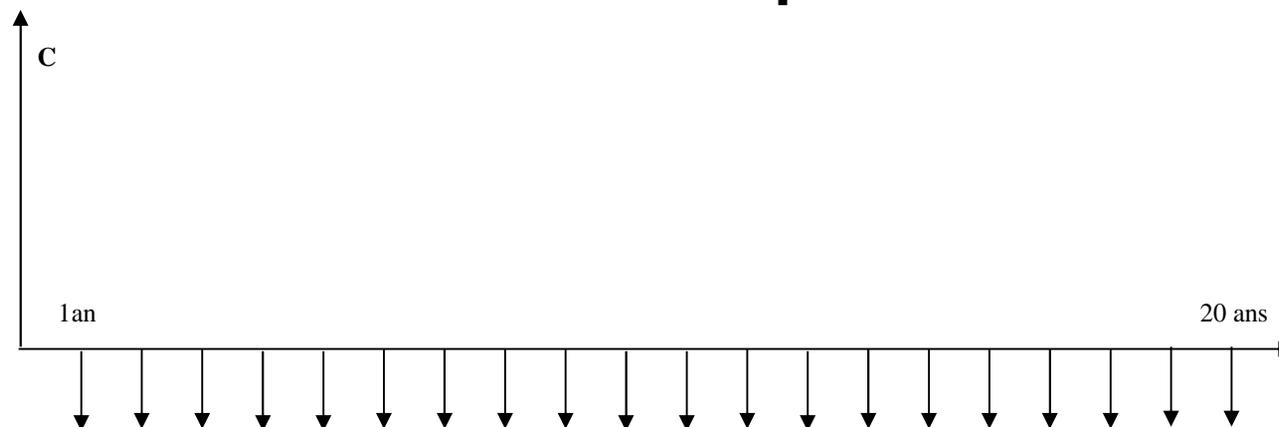
## Exemple : l'emprunt immobilier (1/3)

Une personne de 40 ans souhaite souscrire un emprunt immobilier d'un montant de 200 000 €.

La banque lui propose un emprunt à annuités constantes (versées en fin d'année, à terme échu), remboursable sur 20 ans, au taux annuel de 4%.

**Quel est le montant de l'annuité ?**

**Quel est le montant de la prime annuelle ?**



## Exemple : l'emprunt immobilier (2/3)

- Calcul de l'annuité

$$200\,000 = \text{Annuité} / (1+4\%) + \text{Annuité} / (1+4\%)^2 + \dots + \text{Annuité} / (1+4\%)^{20}$$

$$\Rightarrow \text{Annuité} = 14\,716 \text{ €}$$

- Décomposition entre le remboursement du principal et des intérêts

|    | CRD début | Intérêt | Amortissement | Annuité  | CRD fin   |
|----|-----------|---------|---------------|----------|-----------|
| 1  | 200 000 € | 8 000 € | 6 716 €       | 14 716 € | 193 284 € |
| 2  | 193 284 € | 7 731 € | 6 985 €       | 14 716 € | 186 299 € |
| 3  | 186 299 € | 7 452 € | 7 264 €       | 14 716 € | 179 034 € |
| 4  | 179 034 € | 7 161 € | 7 555 €       | 14 716 € | 171 479 € |
| 5  | 171 479 € | 6 859 € | 7 857 €       | 14 716 € | 163 622 € |
| 6  | 163 622 € | 6 545 € | 8 171 €       | 14 716 € | 155 451 € |
| 7  | 155 451 € | 6 218 € | 8 498 €       | 14 716 € | 146 952 € |
| 8  | 146 952 € | 5 878 € | 8 838 €       | 14 716 € | 138 114 € |
| 9  | 138 114 € | 5 525 € | 9 192 €       | 14 716 € | 128 922 € |
| 10 | 128 922 € | 5 157 € | 9 559 €       | 14 716 € | 119 363 € |
| 11 | 119 363 € | 4 775 € | 9 942 €       | 14 716 € | 109 421 € |
| 12 | 109 421 € | 4 377 € | 10 340 €      | 14 716 € | 99 081 €  |
| 13 | 99 081 €  | 3 963 € | 10 753 €      | 14 716 € | 88 328 €  |
| 14 | 88 328 €  | 3 533 € | 11 183 €      | 14 716 € | 77 145 €  |
| 15 | 77 145 €  | 3 086 € | 11 631 €      | 14 716 € | 65 515 €  |
| 16 | 65 515 €  | 2 621 € | 12 096 €      | 14 716 € | 53 419 €  |
| 17 | 53 419 €  | 2 137 € | 12 580 €      | 14 716 € | 40 839 €  |
| 18 | 40 839 €  | 1 634 € | 13 083 €      | 14 716 € | 27 756 €  |
| 19 | 27 756 €  | 1 110 € | 13 606 €      | 14 716 € | 14 150 €  |
| 20 | 14 150 €  | 566 €   | 14 150 €      | 14 716 € | 0 €       |

# Exemple : l'emprunt immobilier (3/3)

- Table : TH 00-02 (engagement décès)
- Taux technique : 60% TME = 0,5%

|    | CRD début | Intérêt | qx    | Actualisation | PAP   |                |
|----|-----------|---------|-------|---------------|-------|----------------|
| 1  | 200 000 € | 8 000 € | 0,21% | 100%          | 423 € | <b>8 955 €</b> |
| 2  | 193 284 € | 7 731 € | 0,24% | 99%           | 450 € |                |
| 3  | 186 299 € | 7 452 € | 0,26% | 99%           | 483 € |                |
| 4  | 179 034 € | 7 161 € | 0,29% | 98%           | 513 € |                |
| 5  | 171 479 € | 6 859 € | 0,33% | 98%           | 543 € |                |
| 6  | 163 622 € | 6 545 € | 0,36% | 97%           | 571 € |                |
| 7  | 155 451 € | 6 218 € | 0,40% | 97%           | 596 € |                |
| 8  | 146 952 € | 5 878 € | 0,43% | 96%           | 613 € |                |
| 9  | 138 114 € | 5 525 € | 0,47% | 96%           | 621 € |                |
| 10 | 128 922 € | 5 157 € | 0,51% | 95%           | 619 € |                |
| 11 | 119 363 € | 4 775 € | 0,54% | 95%           | 609 € |                |
| 12 | 109 421 € | 4 377 € | 0,58% | 94%           | 590 € |                |
| 13 | 99 081 €  | 3 963 € | 0,62% | 94%           | 563 € |                |
| 14 | 88 328 €  | 3 533 € | 0,67% | 93%           | 527 € |                |
| 15 | 77 145 €  | 3 086 € | 0,72% | 93%           | 480 € |                |
| 16 | 65 515 €  | 2 621 € | 0,77% | 93%           | 420 € |                |
| 17 | 53 419 €  | 2 137 € | 0,82% | 92%           | 344 € |                |
| 18 | 40 839 €  | 1 634 € | 0,87% | 92%           | 250 € |                |
| 19 | 27 756 €  | 1 110 € | 0,93% | 91%           | 137 € |                |
| 20 | 14 150 €  | 566 €   | 1,00% | 91%           | 3 €   |                |