

Méthodologie de comparaison des régimes de retraite par répartition. La tarification et l'équilibre actuariel des régimes.



Laurent Vernière

Questions Retraite en direct sur votre e-mail

Si vous souhaitez recevoir automatiquement chaque mois la version pdf de Questions Retraite, il vous suffit de vous abonner gratuitement sur le site www.cdc.retraites.fr

à la rubrique Questions Retraite. Vous pouvez également, à partir du site, télécharger tous les Questions Retraite parus à ce jour.

Aussi sur www.cdc.retraites.fr :

- ▶ études et informations sur la retraite et l'indemnisation des risques professionnels pour les employeurs, les affiliés et les retraités de la CNRA, de l'Ircantec et de Fonpel,
- ▶ simulateurs de calcul de pensions,
- ▶ observatoire des débats parlementaires, recueil hebdomadaire des textes et analyses, observatoire des fonds de pension, revue de presse et analyse bimensuelle, monographie des régimes de retraite publique en Europe, comparaison des dispositifs, risques professionnels.



- 1.** *Formalisation de la carrière salariale et de l'effort contributif d'un assuré.* **5**
- 2.** *Le montant de la pension liquidée et le taux de remplacement brut du dernier salaire selon le type de régime.* **7**
- 3.** *Comparaison des trois modes d'acquisition des droits à la retraite.* **20**
- 4.** *La tarification des régimes de retraite français avant et après les réformes des retraites : une évaluation de la convergence vers l'équilibre actuariel.* **34**



CAISSE DES DÉPÔTS
ET CONSIGNATIONS
Direction des Retraites

Publication du Service des Études de la Direction des Retraites de la Caisse des dépôts - 67, rue de Lille - 75007 PARIS
Directeur de la publication : Jérôme Gallot — Réalisation : direction de la Communication
Contact : Laurent Vernière, tél. 01 58 50 99 62 — E-mail : laurent.vernieres@caissedesdepots.fr

Les vues exprimées dans cette publication ne reflètent pas nécessairement celles de la Caisse des dépôts et consignations.



La réforme des retraites de 2003 va modifier progressivement les modalités d'acquisition et de liquidation des droits à la retraite, principalement dans les régimes en annuités qui forment la base du système de retraite. L'objectif est de résorber les déséquilibres financiers à long terme de ces régimes, en diminuant leurs engagements envers les assurés et, éventuellement, en augmentant leurs ressources. Les nouvelles règles conduisent à un changement des paramètres et des barèmes : la durée d'assurance est allongée, les mécanismes de décote et de surcote sont généralisés, les règles de revalorisation des pensions sont stabilisées, les minima de pensions sont ajustés, etc. Par ailleurs, la loi a consacré le droit à l'information des assurés et a prévu un suivi et une évaluation de la réforme, à la fois au niveau des finances des régimes et par un examen des situations individuelles.

En utilisant une terminologie qui n'est pas familière dans l'analyse des systèmes de retraite publics, le contenu d'une telle réforme paramétrique des retraites serait présenté comme l'adoption d'une nouvelle « tarification » destinée à rétablir « l'équilibre actuariel » des régimes. En effet, le changement de paramètres fait varier, à des degrés divers, le nombre d'annuités à acquérir pour liquider à taux plein, le « prix d'acquisition » de ces droits et leur valeur au moment de la liquidation et durant la retraite. C'est en ce sens que le paramétrage est qualifié de « tarif » parce qu'il permet de déterminer et de comparer ce qu'un assuré verse pendant la vie active pour accumuler des droits et ce qu'il reçoit sous forme de pensions pendant la retraite. Dans les régimes publics obligatoires par répartition, ce tarif n'est pas individuel mais collectif puisqu'il mutualise les risques

démographiques et économiques entre tous les assurés. Cependant, compte tenu des profils individuels de carrière salariale, il peut plus ou moins induire des redistributions de revenus au sein et entre les cohortes, selon la nature des régimes. Sa deuxième caractéristique est qu'il devrait être fixé pour être compatible avec l'équilibre actuariel à long terme du régime, dans le sens où les recettes futures seront suffisantes pour financer les prestations, compte tenu de la progression projetée de l'assiette des cotisations. C'est le critère de solvabilité qui s'applique quel que soit le type de régime de retraite, à prestations définies ou à cotisations définies.

Comment se détermine le tarif d'équilibre ? Quel est son impact sur le niveau de la pension liquidée par chaque assuré ? Comment sont pris en compte les engagements viagers des régimes pour fixer la contrainte de solvabilité ? Quels sont les instruments de pilotage les plus efficaces pour respecter cette contrainte et suivre une trajectoire d'équilibre ? Cet ensemble de questions s'est posé à tous les pays de l'Union européenne qui se sont engagés dans de vastes réformes de leurs systèmes de retraite par répartition. La plupart d'entre eux ont choisi de garder les régimes en annuités existants et de recourir à des réformes paramétriques, synonymes d'un « tâtonnement » progressif et lent vers une nouvelle tarification, sans être toujours assurés qu'elle converge vers l'équilibre. Seul un petit nombre, la Suède et l'Italie, a d'emblée retenu l'option de changer la technique d'acquisition des droits à la retraite en créant des régimes de « comptes notionnels », les règles d'acquisition et de liquidation des droits à la retraite étant, d'une part, fixées par cohorte et, d'autre part, en permanence compatibles avec l'équilibre actuariel du régime.

L'expérience suédoise est de plus en plus examinée au niveau international et elle inspire nombre de recommandations pour la réorganisation des systèmes de retraite. Elle fournit en effet un cadre de référence parce qu'elle apporte une réponse à chacune des questions précédentes.

La réforme de 2003 a changé la tarification des régimes. Son évaluation devra donc s'appuyer sur une panoplie d'indicateurs pour apprécier dans quelle mesure les nouvelles règles convergent vers un tarif d'équilibre et à quel rythme est restaurée la solvabilité des régimes. Les paramètres institutionnels (taux de cotisation, taux de liquidation, durée d'assurance, etc.) et les indicateurs courants tel que les taux de remplacement ou les soldes financiers des régimes ne sont pas suffisants pour établir un diagnostic dans ce cadre d'analyse. En effet, la tarification intervient à deux niveaux :

- au niveau des assurés, caractérisés par la diversité de leurs profils de carrière salariale et des durées de retraite variables. La tarification d'un régime détermine les relations entre l'effort contributif réalisé et le montant de la pension liquidée. Elle fixe le prix d'achat moyen d'une unité de rente viagère et sa valeur de service,
- au niveau du régime, elle doit également satisfaire la contrainte de solvabilité. Elle va donc dépendre du montant et la valorisation des engagements du régime et de l'évolution de l'assiette des cotisations.

L'approche par la tarification est donc inséparable de l'examen des conditions de réalisation de l'équilibre actuariel. Il faut « traduire » le paramétrage sous la forme d'un tarif et vérifier s'il contribue à l'équilibre du

régime. Il existe toutefois plusieurs modes d'acquisition des droits à la retraite et donc, plusieurs ensembles de paramètres. On distingue en effet deux types principaux de régimes par répartition, les régimes à prestations définies en annuités et les régimes à cotisations définies en points. La réforme suédoise a ajouté un troisième type de régime à cotisations définies, les régimes de comptes notionnels.

Cette innovation trouve son origine dans la volonté des autorités suédoises de créer un régime autorégulé dont la tarification est toujours à l'équilibre. On peut en conséquence supposer que la technique d'acquisition des droits est plus ou moins susceptible de favoriser le pilotage des régimes.

C'est pour pouvoir examiner simultanément ces différents axes d'analyse que l'on a développé une méthodologie de comparaison des trois types régimes de retraite par répartition pour isoler les facteurs constitutifs de la tarification et leur contribution à l'équilibre actuariel. Cette méthodologie s'appuie d'abord sur une formalisation simple des profils individuels de la carrière salariale et une mesure de l'effort contributif par l'intermédiaire d'un agrégat, le « capital virtuel de cotisations ».

Dans un deuxième temps, le calcul du montant de la pension liquidée et du taux de remplacement brut du dernier salaire est utilisé pour illustrer le fonctionnement des différents types de régimes et présenter l'ensemble de leurs paramètres. Dans une troisième partie, le tarif de chaque régime est établi sous la forme d'un coefficient de conversion s'appliquant au capital virtuel de cotisations. Les propriétés de ces tarifications sont ensuite examinées du point de vue de l'é-

quilibre actuariel des régimes. Enfin, dans la dernière partie, à titre d'illustration, cette méthodologie est appliquée à deux régimes en annuités, la Cnavts et la CNRACL, pour évaluer l'impact des réformes sur leur tarification et l'écart par rapport à un tarif d'équilibre.

L'intérêt de cette méthodologie est d'unifier la description du fonctionnement des trois types de régimes à l'aide d'un corps unique de variables. Elle permet en outre d'établir le tarif d'un régime qui peut ensuite être comparé à un tarif de référence.

1. Formalisation de la carrière salariale et de l'effort contributif d'un assuré.

La carrière d'un assuré a un salaire de début, un profil d'évolution et un salaire de fin de carrière, utile à connaître pour le comparer à la première pension liquidée. Les cotisations pour la retraite sont inscrites sur son compte de droits. Elles forment un « capital virtuel de cotisations », que l'on suppose être revalorisé annuellement. Le taux de croissance du salaire individuel et le taux de revalorisation du capital virtuel de cotisations sont les deux variables essentielles pour déterminer le montant des droits à la retraite acquis durant la vie active, quel que soit le type de régime.

a) Le profil de la carrière salariale.

- La durée de cotisation se déroule durant N années civiles $i = 1, \dots, N$
- L'assuré perçoit un salaire brut S_1 en début de carrière puis son salaire croît au taux nominal k_i :

$$\forall i = 2, \dots, N \quad S_i = S_{i-1} \times (1 + k_i).$$

La somme des salaires bruts reçus durant la vie active est notée MS_N :

$$MS_N = \sum_{i=1}^N S_i = S_1 + \sum_{i=2}^N S_{i-1} \times (1 + k_i)$$

- Les salaires perçus au cours de la vie active s'expriment en fonction des salaires de début ou de fin de carrière, S_1 ou S_N , en utilisant les coefficients α_i définis de la façon suivante :

$$\alpha_1 = 1 \quad \forall i = 2, \dots, N$$

$$\alpha_i = \prod_{j=2}^i (1 + k_j)$$

Il en résulte que :

$$\begin{aligned} \forall i > 1 &\Rightarrow S_i = S_1 \times \alpha_i \\ &\Rightarrow S_i = S_N \times \frac{\alpha_i}{\alpha_N} \end{aligned}$$

La suite des coefficients α_i représente le profil de la carrière salariale individuelle. La somme des salaires perçus au cours de la vie active se réécrit en fonction des coefficients α_i et du dernier salaire d'activité S_N :

$$MS_N = \sum_{i=1}^N S_i = \frac{S_N}{\alpha_N} \times \sum_{i=1}^N \alpha_i$$

b) L'effort contributif.

- Le taux de cotisation pour la retraite (salarie + employeur) est noté tc_i et les cotisations retraite C_i versées l'année i sont égales à :

$$\forall i \quad C_i = tc_i \times S_i$$

$$C_i = \frac{S_N}{\alpha_N} \times (tc_i \times \alpha_i)$$

- Les cotisations retraite sont inscrites sur le compte individuel de l'assuré. Leur accumulation forme un capital KC_i , appelé « capital virtuel » de cotisations. On fait l'hypothèse que ce capital virtuel individuel est revalorisé annuellement selon un taux de rendement h_i ($h_i > 0, \forall i$).

$$KC_1 = C_1$$

$$\forall i > 1 \quad KC_i = C_i + (1 + h_i) \times KC_{i-1}$$

On définit les coefficients β_i de la façon suivante :

$$\forall i = 1, \dots, N-1 \quad \beta_i = \prod_{j=i+1}^N (1 + h_j)$$

$$i = N \quad \beta_N = 1$$

La suite des coefficients β_i est décroissante : $\beta_i < \beta_j, \forall i > j$.

À la fin de la carrière, le capital virtuel accumulé, KC_N , s'exprime en fonction de quatre

paramètres : le dernier salaire d'activité S_N , les suites de coefficients α_i et β_i qui représentent les indices d'évolution du salaire individuel et de revalorisation du capital virtuel, les taux de cotisation tc_i :

$$KC_N = \frac{S_N}{\alpha_N} \times \sum_{i=1}^N (tc_i \times \alpha_i \times \beta_i)$$

c) Cas particuliers concernant h_i et k_i .

c.1) $\forall i, k_i = h_i$

Quand le taux de croissance du salaire individuel k_i et le taux de rendement du capital virtuel h_i sont égaux chaque année, c'est-à-dire quand $k_i = h_i \forall i$, alors, pour $1 \leq i \leq N$:

$$\alpha_i \times \beta_i = \alpha_N = \beta_1$$

(la suite des $\alpha_i \times \beta_i$ est constante)

$$\Rightarrow \sum_{i=1}^N (tc_i \times \alpha_i \times \beta_i) = \alpha_N \times \sum_{i=1}^N tc_i$$

On en déduit que le capital virtuel individuel est égal au produit de N fois le dernier salaire d'activité par le taux de cotisation moyen de la période d'activité, soit \bar{tc} , égal à la moyenne arithmétique des taux de cotisation tc_i :

$$KC_N = S_N \times N \times \frac{\sum_{i=1}^N tc_i}{N}$$

$$KC_N = S_N \times N \times \bar{tc}$$

c.2) $\forall i, k_i = k$ et $h_i = h$

Quand sont constants le taux de croissance du salaire individuel, $k_i = k \forall i = 1, \dots, N$, et le taux de rendement du capital virtuel, $h_i = h \forall i = 1, \dots, N$, on définit le rapport Π entre le taux de rendement du capital virtuel et le taux de croissance du salaire :

$$\Pi = \frac{1+h}{1+k}$$

$$\sum_{i=0}^{N-1} \Pi^i = \frac{1-\Pi^N}{1-\Pi}$$

On a les résultats suivants :

$$k = h \Rightarrow \frac{1-\Pi^N}{1-\Pi} = N$$

(on retrouve le cas précédent)

$$k > h \Rightarrow \frac{1-\Pi^N}{1-\Pi} < N$$

$$k < h \Rightarrow \frac{1-\Pi^N}{1-\Pi} > N$$

Le capital virtuel s'exprime alors en fonction du produit du dernier salaire d'activité S_N multiplié par le coefficient $\frac{1-\Pi^N}{1-\Pi}$ et d'un taux de cotisation moyen, \bar{tc} , égal à la moyenne des taux de cotisation tc_i pondérée par les poids Π^i :

$$KC_N = S_N \times \frac{1-\Pi^N}{1-\Pi} \times \frac{\sum_{i=1}^N (tc_i \times \Pi^{N-i})}{\frac{1-\Pi^N}{1-\Pi}}$$

$$KC_N = S_N \times \frac{1-\Pi^N}{1-\Pi} \times \bar{tc}$$

2. Le montant de la pension liquidée et le taux de remplacement brut du dernier salaire selon le type de régime.

Ces formulations de la carrière salariale et des cotisations versées en fonction du taux de croissance du salaire individuel et de la revalorisation du capital virtuel peuvent être directement utilisées pour déterminer le montant des droits à la retraite acquis et leur valorisation dans trois types de régime de retraite par répartition, les régimes à prestations définies en annuités, les régimes à cotisations définies en points et les régimes à cotisations définies fonctionnant selon la technique des comptes notionnels.

a) Les régimes à prestations définies en annuités.

Dans les régimes à prestations définies en annuités, le montant de la pension liquidée ne dépend pas des cotisations versées. Il est calculé en appliquant un taux de liquidation à un salaire brut de référence. Le taux de liquidation dépend du taux d'annuité et du nombre d'annuités validées. Dans les régimes en annuités qualifiés de « contributifs », le salaire brut de référence représente la moyenne des r meilleurs salaires bruts d'activité portés au compte de l'assuré, revalorisés théoriquement selon un index représentatif de l'évolution du salaire moyen¹. Les coefficients de revalorisation permettent d'actualiser la séquence des salaires perçus durant la carrière pour les convertir en pouvoir d'achat de l'année courante. Dans son principe, l'index utilisé pour actualiser les salaires portés au compte de l'assuré est similaire à la suite des

coefficients β_i ($\forall i = 1, \dots, N$) utilisés pour revaloriser le capital virtuel de cotisations KC_N , sauf que cet index s'applique aux salaires.

En notant h_i le taux de revalorisation des salaires portés au compte correspondant à l'année i , on définit $SA_{i,N}$ le salaire perçu l'année i et actualisé en N à l'aide des coefficients de revalorisation β_i tels qu'ils ont été définis précédemment :

$$\begin{aligned} \forall i = 1, \dots, N - 1 \quad \beta_i &= \prod_{j=i+1}^N (1 + h_j) \\ i = N \quad \beta_N &= 1 \\ \forall i = 1, \dots, N, \Rightarrow SA_{i,N} &= S_i \times \beta_i \\ \Rightarrow SA_{i,N} &= \frac{S_N}{\alpha_N} \times \alpha_i \times \beta_i \end{aligned}$$

Comme la suite des $\alpha_i \times \beta_i$, la suite des salaires revalorisés $SA_{i,N}$ sera croissante ou décroissante selon que le taux de croissance du salaire individuel est supérieur ou inférieur au taux de revalorisation des salaires portés au compte :

$k_i > h_i \forall i \Rightarrow$ la suite des salaires actualisés $SA_{i,N}$ est strictement croissante,

$k_i = h_i \forall i \Rightarrow$ la suite des salaires actualisés $SA_{i,N}$ est constante,

$k_i < h_i \forall i \Rightarrow$ la suite des salaires actualisés $SA_{i,N}$ est strictement décroissante.

Le choix des r meilleurs salaires actualisés va en conséquence dépendre de la position respective de k_i par rapport à h_i . Dans l'hypothèse d'une carrière salariale ascendante, avec un taux de croissance du salaire indivi-

¹ Ils sont également « contributifs » parce que c'est le montant de la cotisation acquittée qui détermine la durée de cotisation validée.

duel toujours supérieur ou égal au taux d'actualisation des salaires portés au compte ($k_i \geq h_i \forall i$), les salaires actualisés $SA_{i,N}$ pris en compte pour déterminer le salaire de référence $SR_N(r)$ au moment de la liquidation, seront les r derniers salaires. Le salaire de référence $SR_N(r)$ aura donc l'expression suivante :

$$SR_N(r) = \frac{\sum_{i=N-r+1}^N SA_{i,N}}{r}$$

$$SR_N(r) = \frac{S_N}{\alpha_N} \times \frac{\sum_{i=N-r+1}^N (\alpha_i \times \beta_i)}{r}$$

En appelant TI le taux de liquidation, le montant brut de la pension liquidée P sera égal à :

$$P = TI \times SR_N(r)$$

$$P = TI \times \frac{S_N}{\alpha_N} \times \frac{\sum_{i=N-r+1}^N (\alpha_i \times \beta_i)}{r}$$

Comme le montant de la pension liquidée est exprimé en fonction du dernier salaire d'activité S_N , on peut calculer directement le taux de remplacement brut du dernier salaire, noté TR :

$$TR = \frac{P}{S_N} = \frac{TI}{\alpha_N} \times \frac{\sum_{i=N-r+1}^N (\alpha_i \times \beta_i)}{r}$$

Remarquons que le ratio entre le salaire de référence et le dernier salaire d'activité ($SR_N(r)/S_N$) est égal au ratio entre le taux de remplacement et le taux de liquidation :

$$\frac{SR_N(r)}{S_N} = \frac{TR}{TI}$$

À taux de liquidation TI fixé et constant, une diminution du ratio $SR_N(r) / S_N$ induit une diminution du taux de remplacement brut TR.

Le cas particulier des régimes en annuités rétributifs.

Parmi les régimes en annuités, il existe le cas particulier des régimes rétributifs pour lesquels le salaire de référence est le dernier salaire d'activité :

$$SR_N = S_N \quad P = TI \times S_N$$

Pour comparer les modes de calcul de la pension dans les deux types de régimes en annuités, on note \overline{SR}_N le salaire de référence calculé sur la totalité de la carrière salariale :

$$\overline{SR}_N = \frac{\sum_{i=1}^N SA_{i,N}}{N}$$

$$\overline{SR}_N = \frac{S_N}{\alpha_N} \times \frac{\sum_{i=1}^N (\alpha_i \times \beta_i)}{N}$$

En général, dès lors que $k_i \neq h_i$, les différents salaires de référence obéissent à la relation suivante :

$$\overline{SR}_N < SR_N(r) < S_N$$

Par contre, lorsque, $\forall i, k_i = h_i$, c'est-à-dire lorsque le taux de revalorisation des salaires portés au compte est strictement égal au taux de croissance du salaire individuel, le salaire de référence (cf. supra) est toujours égal au dernier salaire d'activité :

$$\forall i \quad k_i = h_i \quad \Rightarrow \quad \alpha_i \times \beta_i = \alpha_N$$

$$\Rightarrow \quad \overline{SR}_N = SR_N(r) = S_N$$

Retenir le dernier salaire d'activité comme salaire de référence est équivalent à calculer ce dernier sur une partie ou sur la totalité de la carrière en utilisant comme index de revalorisation des salaires portés au compte les taux d'évolution du salaire individuel. Les régimes rétributifs représentent en consé-

quence un cas particulier puisqu'il y a donc autant d'index de revalorisation que de pro-

fils individuels de carrière salariale.

Encadré 1. Le taux de liquidation dans les régimes en annuités.

À la suite de la réforme des retraites du 21 août 2003, la formule de liquidation de la pension dans les régimes en annuités, « contributifs » (Cnavts et régimes alignés) et rétributifs (régimes des fonctions publiques), a été unifiée. On note :

- T la durée d'assurance tous régimes requise pour liquider à taux plein,
- DT_a la durée d'assurance tous régimes validée par l'assuré à l'âge a,
- DR_a la durée d'assurance dans le régime validée par l'assuré à l'âge a ($DR_a \leq DT_a$),
- Φ le taux de liquidation à taux plein (50 % à la Cnavts, 75 % dans les régimes des fonctions publiques),
- δ le taux de décote,
- À la limite d'âge où ne s'applique plus le mécanisme de décote,
- SR le salaire de référence (les r meilleurs salaires actualisés pour la Cnavts et les régimes alignés, le traitement indiciaire des 6 derniers mois dans les régimes des fonctions publiques),
- P_a la pension liquidée à l'âge a,

On détermine l'expression des taux de liquidation s'appliquant au salaire de référence quand sera achevée la phase de transition de la réforme. Trois situations sont possibles en fonction du rapport entre la durée d'assurance tous régimes validée DT_a et la durée d'assurance requise pour liquider à taux plein T.

a) $DT_a = T$

$$P_a = \Phi \times \frac{DR_a}{T} \times SR$$

Le taux de liquidation TI a l'expression suivante :

$$\Rightarrow TI = \Phi \times \frac{DR_a}{T}$$

où le ratio $\frac{DR_a}{T}$ est appelé taux de proratisation.

b) $DT_a < T$. Le mécanisme de la décote s'applique.

$$P_a = \Phi \times (1 - \delta \times \min((A - a), (T - DT_a))) \times \frac{DR_a}{T} \times SR$$

$$\Rightarrow TI = \Phi \times (1 - \delta \times \min((A - a), (T - DT_a))) \times \frac{DR_a}{T}$$

c) $DT_a > T$. Le mécanisme de surcote s'applique et on note :

- $DS_{a > 60}$ la durée d'assurance accomplie après 60 ans quand la condition $DT_a > T$ est remplie,

- γ le taux de surcote,

$$P_a = \Phi \times (1 + \gamma \times DS_{a > 60}) \times \frac{DR_a}{T} \times SR$$

$$\Rightarrow TI = \Phi \times (1 + \gamma \times DS_{a > 60}) \times \frac{DR_a}{T}$$

Dans les régimes en annuités, le taux de liquidation d'un individu dépend de deux catégories de paramètres :

- des paramètres institutionnels : le taux de liquidation à taux plein, la durée d'assurance requise pour liquider à taux plein, les taux de décote et de surcote, l'âge maximal de départ à la retraite, les taux de revalorisation des salaires portés au compte, la période de calcul du salaire de référence,

• des paramètres individuels : les durées d'assurance validées (tous régimes et dans chaque régime), la durée d'assurance accomplie après 60 ans quand la condition d'assurance tous régimes est remplie, le profil de la carrière salariale.

Le taux d'annuité, T_a , est égal au rapport entre le taux de liquidation et la durée d'assurance validée dans le régime :

$$T_a = \frac{TI}{DR_a}$$

Quand la durée d'assurance tous régimes validée est égale à la durée d'assurance requise pour liquider à taux plein ($DT_a = T$), le taux d'annuité est égal au rapport entre le taux de liquidation à taux plein et la durée d'assurance requise pour liquider à taux plein :

$$T_a = \frac{\Phi}{T}$$

b) Les régimes à cotisations définies en points.

Dans un régime en points, les points acquis par un assuré l'année i , notés NP_i , sont déterminés en divisant les cotisations versées C_i par la valeur d'achat du point (ou salaire de référence), notée VA_i . La somme des points acquis durant la carrière est notée KP_N .

Points acquis dans l'année :

$$\forall i = 1, \dots, N \quad NP_i = \frac{C_i}{VA_i}$$

$$NP_i = \frac{S_N}{\alpha_N} \times \frac{tc_i \times \alpha_i}{VA_i}$$

Points acquis durant la carrière :

$$KP_N = \sum_{i=1}^N NP_i$$

$$KP_N = \frac{S_N}{\alpha_N} \times \sum_{i=1}^N \frac{(tc_i \times \alpha_i)}{VA_i}$$

Le fonctionnement d'un régime en points est en fait identique à celui d'un régime dans lequel les cotisations versées chaque année créditent le compte de l'assuré et forment un capital virtuel, revalorisé au même taux auquel est revalorisé la valeur d'achat du point VA. Autrement dit, le taux de rendement du capital virtuel de cotisations est égal au taux

de revalorisation de la valeur d'achat du point. On en déduit alors le résultat important suivant : au terme de la carrière, le capital points, KP_N , valorisé avec la valeur d'achat du point en N, VA_N , est exactement égal au capital virtuel de cotisations, KC_N .

En notant h_j le taux de revalorisation de la valeur d'achat du point VA_i et la suite des β_i définie comme précédemment :

$$VA_i = VA_{i-1} \times (1 + h_j)$$

$$\forall i = 1, \dots, N-1 \quad \beta_i = \prod_{j=i+1}^N (1 + h_j)$$

$$i = N \quad \beta_N = 1$$

$$\forall i = 1, \dots, N, \Rightarrow \beta_i = \frac{VA_N}{VA_i}$$

Dans la formule donnant KP_N , on remplace VA_i par son expression :

$$KP_N = \frac{S_N}{\alpha_N} \times \sum_{i=1}^N \frac{(tc_i \times \alpha_i \times \beta_i)}{VA_N}$$

$$\Rightarrow KP_N = \frac{KC_N}{VA_N}$$

Le nombre de points accumulé par un assuré est égal au capital virtuel de cotisations

divisé par la valeur d'achat du point de la dernière année. Dans un régime en points, la pension liquidée est calculée en multipliant le capital points KP_N par la valeur de service du point, notée VS_N . Compte tenu du résultat précédent, elle s'exprime également à partir du rendement du régime et du capital virtuel de cotisations. Rappelons que le rendement brut effectif d'un régime en points, noté R_i , est égal au rapport entre la valeur de service et la valeur d'achat du point de l'année courante :

$$\forall i \quad R_i = \frac{VS_i}{VA_i}$$

$$P = KP_N \times VS_N$$

$$P = (KP_N \times VA_N) \frac{VS_N}{VA_N}$$

$$\Rightarrow P = R_N \times KC_N$$

$$\Rightarrow P = R_N \times \left(\frac{S_N}{\alpha_N} \times \sum_{i=1}^N (tc_i \times \alpha_i \times \beta_i) \right)$$

La pension P liquidée est égale au produit du capital virtuel de cotisations KC_N et du rendement du régime R_N . Dans cette formulation, le rendement du régime R_N s'interprète comme le coefficient de conversion du capital virtuel de cotisations en annuité viagère.

L'expression du taux de remplacement brut TR du dernier salaire d'activité par la pension s'obtient immédiatement. Il est fonction du rendement du régime au moment de la liquidation, des taux de cotisation durant la carrière, du taux de croissance du salaire individuel et du taux de revalorisation de la valeur d'achat du point :

$$TR = \frac{R_N}{\alpha_N} \times \sum_{i=1}^N (tc_i \times \alpha_i \times \beta_i)$$

Encadré 2. Le pilotage des régimes en point.

Un régime en points est piloté par l'intermédiaire des valeurs d'achat et de service du point de retraite, c'est-à-dire via le rendement R_i du régime. Le point de retraite est appelé unité de rente. Lorsque, l'année i , un cotisant, quel que soit son âge, verse un euro de cotisations, il acquiert, aux conditions de l'année i , R_i euros de rente viagère qui lui seront versés au moment du départ à la retraite jusqu'à son décès (y compris éventuellement la réversion au bénéfice des ayants-droits). Cette promesse de rente est matérialisée par le nombre de points résultant de la division des cotisations par la valeur d'achat du point VA_i , points valorisés

par la valeur de service courante du point VS_i . C'est un engagement du régime vis-à-vis de l'assuré.

L'inverse du rendement du régime ($1 / R_i$) s'interprète comme le prix (hors frais de gestion) que paie chaque cotisant, quel que soit son âge, pour acquérir un euro de rente viagère annuelle différée. C'est donc l'équivalent du prix d'une annuité viagère différée. Le rendement ou son inverse constituent le « tarif » du régime.

Dans les régimes en points obligatoires et collectifs, ce tarif est unique pour tous les cotisants et il est fixé annuellement. Il est

donc établi pour l'ensemble de la population du régime : il mutualise en conséquence les différentes situations individuelles caractérisées par l'âge, les probabilités de survie, les durées de cotisation, etc. Ce tarif unique est normalement déterminé pour que le régime soit viable à long terme, c'est-à-dire en tenant compte des engagements que fait naître le versement des cotisations.

Pour représenter simplement le principe de tarification et de pilotage d'un régime en points, on considère un régime dont les cotisants d'âge a , au nombre N_a , versent une cotisation C_a , e et d étant les âges d'entrée et de sortie du régime. L'année i , les cotisations du régime sont donc égales à :

$$C(i) = \sum_{a=e}^{d-1} N_a(i) \times C_a(i)$$

En contrepartie des cotisations versées, les cotisants acquièrent des droits à la retraite. La valeur actuelle probable de ces droits constitue les engagements $E(i)$ du régime, égaux au montant des prestations que devra verser le régime quand les cotisants liquideront leurs droits jusqu'à leur décès. L'évaluation des engagements est réalisée en multipliant les droits acquis à chaque âge par le prix d'achat d'une annuité viagère différée qui donne la valeur actuelle d'une unité de rente versée durant la retraite. On note $AV_{a,d-a}(i)$ l'annuité viagère différée à l'âge d de la liquidation quand le cotisant a l'âge a ($a < d$ et $d - a$ est le différé). Ces annuités viagères sont déterminées à l'aide des tables de mortalités relatives à la population du régime et d'un taux d'actualisation s (on suppose pour simplifier qu'il n'y a pas de réversion) :

$$a < d \quad AV_{a,d-a} = \sum_{j=0}^{\infty} \frac{L_{d+j}}{L_a \times (1+s)^{d-a+j}}$$

où L_a est la probabilité de survie à l'âge a de la population du régime.

Les engagements nés du versement des cotisations $C(i)$ ont pour expression :

$$E(i) = \sum_{a=e}^{d-1} N_a(i) \times C_a(i) \times \frac{VS(i)}{VA(i)} \times AV_{a,d-a}(i) \quad (1)$$

L'équilibre du régime est obtenu quand les cotisations encaissées sont égales aux engagements qu'elles engendrent :

$$C(i) = E(i) \quad (2)$$

C'est à partir de la relation (2) que l'on détermine deux variables importantes pour le pilotage d'un régime en points : « l'âge actuariel théorique » et le rendement théorique d'équilibre. Pour cela, on représente la population des cotisants du régime par un cotisant fictif d'âge moyen \hat{a} ayant versé une cotisation égale à $C(i)$ et ayant acquis un nombre de points égal à $C(i) / VA(i)$. Les engagements relatifs à ce cotisant fictif sont alors égaux à :

$$E(i) = \left(\sum_{a=e}^{d-1} N_a(i) \times C_a(i) \right) \times \frac{VS(i)}{VA(i)} \times AV_{\hat{a},d-\hat{a}}(i) \quad (3)$$

où $AV_{\hat{a},d-\hat{a}}$ est l'annuité viagère différée, relative à l'ensemble de la population des cotisants du régime représentée par le cotisant fictif, à l'âge \hat{a} et un différé $d - \hat{a}$. Compte tenu des relations (1) et (3), on a :

$$AV_{\hat{a},d-\hat{a}}(i) = \frac{\sum_{a=e}^{d-1} N_a(i) \times C_a(i) \times AV_{a,d-a}(i)}{\sum_{a=e}^{d-1} N_a(i) \times C_a(i)} \quad (4)$$

La relation (2) permet alors, en égalisant cotisations versées et engagements, de déterminer simultanément les deux variables d'intérêt dans un régime en points : d'une part, après

résolution de la relation ⁽⁴⁾, l'âge moyen \hat{a} du cotisant fictif appelé « l'âge actuariel théorique » du régime, et, d'autre part, le rendement théorique d'équilibre du régime, $\hat{R}(i)$, égal à :

$$\hat{R}(i) = \frac{1}{AV_{\hat{a}, d - \hat{a}}(i)} \quad (5)$$

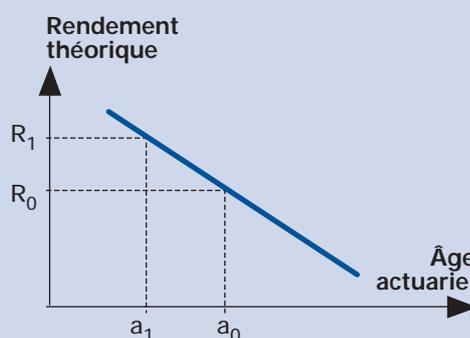
Le rendement théorique $\hat{R}(i)$ a trois caractéristiques :

- C'est une fonction décroissante de l'âge actuariel théorique \hat{a} : quand ce dernier augmente, le rendement diminue. Il est donc essentiel pour la tarification d'examiner comment se renouvelle la population du régime via les entrées et les sorties, c'est-à-dire le rajeunissement ou le vieillissement de cette population,
- C'est également une fonction décroissante de la durée de retraite, c'est-à-dire de l'espérance de vie à l'âge de départ à la retraite. Il faut donc utiliser des tables de mortalité représentatives de la population du régime,
- C'est une fonction croissante du taux d'actualisation utilisé pour calculer l'annuité viagère différée. Le choix du taux d'actualisation dépend étroitement des perspectives d'évolution de l'assiette des cotisations du régime et de la règle d'indexation des pensions.

Parce qu'il est déterminé à partir des engagements que font naître les cotisations versées, le rendement est qualifié d'indicateur de la « performance actuarielle » à long terme du régime. Tel qu'il a été défini, l'âge actuariel théorique est un âge moyen d'équilibre prenant en compte la structure par âge des cotisations versées par la popula-

tion du régime et les risques assurés caractérisés par la mortalité de cette population et le taux d'actualisation.

Quelles sont les conséquences de la tarification ? Pour examiner cette question, on a représenté dans le graphique suivant la relation décroissante entre le rendement théorique et l'âge actuariel d'équilibre d'un régime.



- On suppose que l'âge actuariel de la population du régime est a_1 auquel correspond le rendement théorique R_1 . Dans l'hypothèse où les gestionnaires du régime fixent le rendement effectif du régime à R_0 , avec $R_0 < R_1$, alors cette tarification permet de dégager un excédent technique pour le régime. En effet, le rendement R_0 correspond à un prix d'achat d'une unité de rente plus élevé que celui correspondant au rendement d'équilibre R_1 du régime. Les cotisants « paient » une unité de rente à un prix plus élevé que le prix d'équilibre correspondant à leurs caractéristiques démographiques. L'excédent technique est prélevé sur les « jeunes », c'est-à-dire ceux dont l'âge est inférieur à a_1 .
- À l'inverse, si l'âge actuariel de la population du régime est a_0 auquel correspond le rendement théorique d'équilibre R_0 et si le rendement effectif est fixé à R_1 , alors le régime subira une perte technique parce qu'il aura sous-tarifé le prix d'achat d'une unité

de rente. En effet, les cotisants « paient » une unité de rente à un prix moins élevé que le prix d'équilibre correspondant à leurs caractéristiques démographiques.

Le pilotage d'un régime en points s'effectue donc en réalisant régulièrement des projections à long terme permettant de calculer les

engagements du régime. Le rendement du régime est fixé annuellement à partir de ces travaux de projection permettant de connaître les deux variables de référence que sont l'âge actuariel théorique et le rendement d'équilibre.

c) Les régimes à cotisations définies de « comptes notionnels ».

Les régimes de comptes notionnels, tels qu'ils ont été mis en place par la Suède et l'Italie, sont similaires à des régimes en points, avec toutefois la particularité que les paramètres de liquidation des pensions sont fixés par génération. Ainsi, bien que fonctionnant en répartition, ces régimes à cotisations définies privilégient une approche par génération pour déterminer, au moment de la liquidation, le « tarif » d'équilibre. Ce tarif d'équilibre est représenté par le coefficient de conversion appliqué au capital virtuel de cotisations pour calculer le montant de la pension liquidée. La pension liquidée est donc calculée actuariellement en ce sens que la valeur actualisée du flux de pensions perçues au cours de la période de retraite est égale au capital virtuel accumulé au moment du départ à la retraite.

Chaque assuré est repéré par la génération g à laquelle il appartient. Il dispose d'un compte individuel sur lequel sont inscrites les cotisations retraite qu'il verse. L'accumulation de ces cotisations forme un capital virtuel $KC_{g,i}$ revalorisé chaque année à un taux h_i . En conservant les notations utilisées dans la première partie, l'assuré a accumulé au moment du départ à la retraite un capital virtuel $KC_{g,N}$:

$$KC_{g,N} = \frac{S_N}{\alpha_N} \times \sum_{i=1}^N (tc_i \times \alpha_i \times \beta_i)$$

Pour déterminer le montant brut de la pension liquidée, le capital virtuel de cotisations est converti en rente viagère en lui appliquant un coefficient de conversion. L'inverse du coefficient de conversion est le prix d'achat d'une annuité viagère immédiate, c'est-à-dire la valeur actuelle probable d'une unité de rente, déterminée par génération, en fonction de l'âge de départ à la retraite, de la durée moyenne de retraite et d'un taux d'actualisation. Dans le langage actuariel, le montant de la pension liquidée est obtenu en divisant le capital virtuel par la valeur d'une annuité viagère immédiate payable d'avance. Il dépend donc des probabilités de survie de la cohorte durant la période de retraite et, en conséquence, de sa durée moyenne de la retraite.

Dans le cas le plus simple où il n'y a pas de réversion, l'expression du coefficient de conversion $c_{g,a}$, relatif à la génération notée g et liquidant à l'âge noté a , dépend de trois termes :

- les probabilités de survie, $L_{g,a}$, de l'âge a jusqu'à l'âge du décès $(\omega - a)$, pour prendre en compte l'espérance de vie au moment de la liquidation,
- du taux de revalorisation r des pensions reçues pendant la période de retraite, que l'on suppose constant,

- du taux de rendement n_j du capital virtuel restant dû pendant la période de retraite (il est équivalent à un « taux d'intérêt » payé aux retraités sur le capital virtuel restant dû).

En partant de l'égalité entre capital virtuel de cotisations et valeur actuelle probable des pensions versées pendant la retraite, on déduit l'expression du coefficient de conversion $c_{g,a}$, dans l'hypothèse où la pension est versée annuellement et d'avance :

$$KC_{g,N} = \sum_{j=0}^{\omega-a} \left(\frac{1+r}{1+n_j} \right)^j \times \frac{L_{g,a+j}}{L_{g,a}} \times P_{g,a}$$

$$\Rightarrow P_{g,a} = c_{g,a} \times KC_{g,N}$$

$$\Rightarrow c_{g,a} = \frac{1}{\sum_{j=0}^{\omega-a} \left(\frac{1+r}{1+n_j} \right)^j \times \frac{L_{g,a+j}}{L_{g,a}}}$$

($1/c_{g,a}$ est l'expression du prix d'achat d'une annuité viagère immédiate payable d'avance).

Le taux de remplacement brut de l'assuré appartenant à la génération g est fonction du taux de conversion $c_{g,a}$, des taux de cotisation tc_i , du profil de la carrière salariale (suite des α_i) et du taux de revalorisation du capital virtuel (suite des β_i) :

$$TR_{g,a} = \frac{c_{g,a}}{\alpha_N} \times \sum_{i=1}^N (tc_i \times \alpha_i \times \beta_i)$$

L'expression du taux de remplacement brut est similaire à celle d'un régime en points sauf que le coefficient de conversion $c_{g,a}$ relatif à la génération g remplace le rendement du régime R_N .

Encadré 3. Le taux d'actualisation.

En faisant l'hypothèse que le taux de rendement n_j est constant ($n_j = n \forall j$), le taux d'actualisation s ($s > -1$) appliqué au flux de pensions perçues durant la retraite dans la formule du coefficient de conversion est donc égal à :

$$\frac{1}{1+s} = \frac{1+r}{1+n}$$

$$\Rightarrow s = \frac{n-r}{1+r}$$

Le taux d'actualisation s est approximativement égal à la différence entre le taux de rendement du capital virtuel et le taux de revalorisation des pensions. Le choix du taux d'actualisation utilisé dans la formule du coefficient de conversion n'est donc pas arbitraire : il dépend directement des hypothèses retenues pour l'index de revalorisation des pensions versées pendant la durée

de la retraite et pour le taux de rendement du capital virtuel pendant la période de retraite. Au moment de l'établissement des coefficients de conversion, il est en général difficile de disposer de prévisions de ces paramètres. L'Italie et la Suède ont contourné cette difficulté en fixant a priori le taux d'actualisation s et en rendant exogène l'un des deux paramètres, r ou n :

- en Italie, le taux d'actualisation a été fixé à 1,5 % et la variable exogène est l'index de revalorisation des pensions égal à l'indice des prix à la consommation. Il en résulte que la variable endogène est le taux de rendement nominal du capital virtuel pendant la période de retraite :

$$n = (1+s) \times (1+r) - 1$$

avec $s = 1,5 \%$ et $r =$ indice des prix,

• en Suède, le taux d'actualisation a été fixé à 1,6 % et la variable exogène est le taux de rendement du capital virtuel égal au taux de croissance du salaire moyen par tête des actifs. Il en résulte que la variable endogène est le taux de revalorisation des pensions pendant la période de retraite :

$$r = \frac{1+n}{1+s} - 1 \approx n - s = n - 1,6 \%$$

avec $s = 1,6 \%$ et $n =$ taux de croissance nominal du salaire moyen par tête.

Quand, en termes réels, le taux de croissance du salaire moyen par tête dépasse 1,6 %, du pouvoir d'achat est distribué aux retraités via la revalorisation des pensions. Dans le cas inverse, les pensions perdent du pouvoir d'achat. Les gains de pouvoir d'achat des pensions dépendent en conséquence de l'écart entre les gains de pouvoir d'achat du salaire moyen par tête et la norme de 1,6 %. C'est l'exemple d'un mécanisme de partage des risques sur les revenus entre les actifs et les retraités.

Encadré 4. Le coefficient de conversion.

Le coefficient de conversion $c_{g, a}$ est une fonction croissante du taux d'actualisation s . Cela signifie que plus le taux d'actualisation s est élevé, plus le montant initial de la pension liquidée est élevé et, donc, plus le taux de remplacement brut du dernier salaire est élevé. Mais, dans les régimes de comptes notionnels, le niveau du taux de remplacement n'est pas indépendant du choix de la politique de revalorisation des pensions pendant la période de retraite. Comme $s \approx (n - r)$, on voit que le choix du taux d'actualisation est le résultat d'un arbitrage entre deux options :

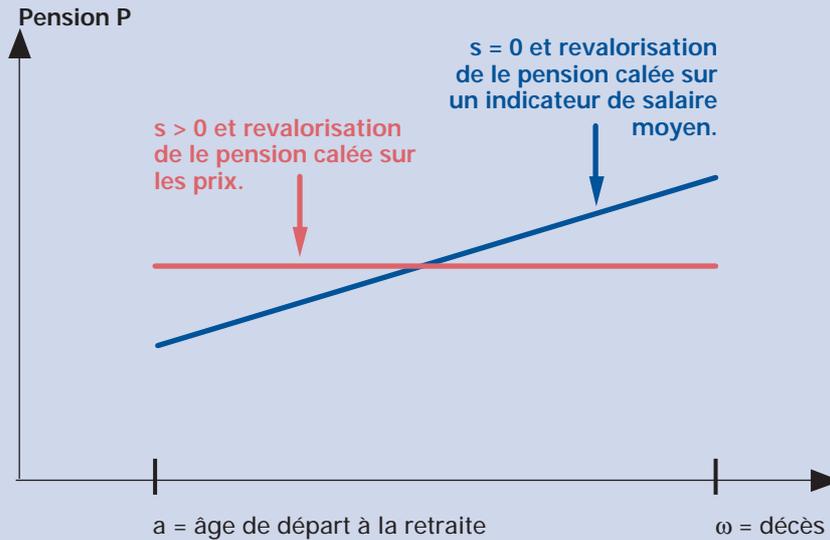
- soit fixer un niveau initial élevé de la pension liquidée ($s > 0$ et donc $r < n$) et, ensuite, distribuer pas ou peu de pouvoir d'achat aux pensions pendant la durée de la retraite,
- soit retenir un niveau initial plus faible de la pension liquidée ($s \approx 0$) et, ensuite, distribuer du pouvoir d'achat aux pensions pendant la durée de retraite via le taux de revalorisation des pensions (r proche de n).

Il en résulte que les coefficients de conver-

sion sont une fonction décroissante de l'index de revalorisation des pensions. L'Italie et la Suède ont clairement privilégié la première option, la Suède ayant néanmoins adopté un mécanisme plus sophistiqué de partage des revenus entre les actifs et les retraités (cf. encadré précédent). Ce choix leur permet d'afficher des taux de remplacement bruts du dernier salaire élevés mais avec l'inconvénient de ne pas, ou peu, revaloriser en termes réels les pensions pendant la retraite. Cette situation engendre inévitablement des inégalités de niveau de vie entre les cohortes successives de retraités et un décrochage du niveau des pensions des retraités les plus âgés par rapport au salaire moyen des actifs.

Le graphique suivant résume les termes de l'arbitrage entre le taux de remplacement initial et la règle d'indexation des pensions : pour le même capital virtuel de cotisations au moment de la liquidation, on a deux profils d'évolution de la pension liquidée, exprimée en termes réels, selon le choix du taux d'actualisation.

Profil d'évolution de la pension en termes réels en fonction du choix du taux d'actualisation et de la règle d'indexation.



Généralement, le taux de rendement n du capital virtuel pendant le période de retraite est pris égal à un index représentatif de l'évolution de l'assiette des cotisations, afin de respecter la règle d'or relative à l'équilibre soutenable d'un régime de retraite selon laquelle le rendement du régime doit être au plus égal au taux de croissance de l'assiette des cotisations (cf. infra). L'indexation des pensions sur un index de salaire moyen des actifs n'est donc pas une norme absolue d'équité puisqu'elle dépend de l'arbitrage avec le taux de remplacement de la pension liquidée, sous la contrainte de l'équilibre à long terme du régime de retraite.

Pour un taux d'actualisation donné, les coefficients de conversion ont deux autres caractéristiques. Ils sont une fonction croissante de l'âge de départ à la retraite a et une fonction décroissante des probabilités de survie $L_{g,a}$:

- Au sein d'une cohorte, retarder le départ à la retraite permet d'augmenter le montant de la pension liquidée, d'une part, parce

que le capital virtuel accumulé est plus important, d'autre part, parce que le coefficient de conversion est plus élevé en raison d'une durée de retraite plus courte. $\forall i > 0$,

$$C_{g,a+i} > C_{g,a}$$

$$KC_{g,N+i} > KC_{g,N}$$

$$\Rightarrow P_{g,a+i} > P_{g,a}$$

Le capital virtuel de cotisations est plus élevé et converti en pensions servies sur une durée de retraite plus courte.

- Pour un âge donné de départ à la retraite, les coefficients de conversion diminuent lorsque l'espérance de vie à cet âge augmente d'une cohorte à la suivante. $\forall i > 0$:

$$L_{g+i,a} > L_{g,a}$$

$$\Rightarrow C_{g+i,a} < C_{g,a}$$

Cette diminution n'induit pas nécessairement une baisse, en niveau absolu, du montant de la pension liquidée à un âge donné. Elle peut en effet être compensée par l'augmentation du capital virtuel de cotisations accumulé,

engendré par la croissance en termes réels du salaire individuel au sein des cohortes successives. Elle conduit cependant à une diminution du taux de remplacement brut.

Pour maintenir le taux de remplacement brut, il est nécessaire d'allonger la durée de cotisation et donc de repousser l'âge de départ à la retraite.

Encadré 5. La durée de récupération actuarielle.

L'inverse du coefficient de conversion $c_{g,a}$ est appelé diviseur, noté $D_{g,a}$, parce qu'il divise le capital virtuel pour déterminer le montant de la pension :

$$P_{g,a} = \frac{KC_{g,a}}{D_{g,a}}$$

$$\Rightarrow D_{g,a} = \sum_{i=0}^{\omega-a} \left(\frac{1}{1+s} \right)^i \times \frac{L_{g,a+i}}{L_{g,a}}$$

Comme on l'a indiqué, le diviseur est la formule d'une annuité viagère immédiate, payable d'avance, calculée avec les probabilités de survie de la cohorte g à partir de l'âge a et un taux d'actualisation s . Le diviseur représente la « durée de récupération actuarielle », durée au terme de laquelle les pensions versées pendant la retraite épuisent le capital virtuel accumulé durant la vie

active. La durée de récupération actuarielle s'interprète donc comme l'espérance de vie de la pension calculée à partir du montant des droits matérialisés par le capital virtuel.

En notant $EV_{g,a}$ l'espérance de vie de la cohorte g à l'âge a , on observe que :

- Pour $s = 0$, $D_{g,a} = EV_{g,a}$: quand le taux d'actualisation est nul, la durée de récupération actuarielle est exactement égale à l'espérance de vie de la cohorte. Dans ce cas de figure, l'index de revalorisation des pensions est égal au taux de rendement du capital virtuel (cf. encadré 4),
- Dès que $s > 0$, $D_{g,a} < EV_{g,a}$: en raison d'un rendement positif du capital virtuel restant dû pendant la période de retraite, l'espérance de vie de la pension est inférieure à l'espérance de vie de la cohorte.

Encadré 6. Le taux de rendement d'équilibre du capital virtuel.

On a défini deux taux de rendement du capital virtuel de cotisations : h_i pendant la phase de constitution des droits et n_i pendant la phase de service de la pension. Deux questions se posent pour le pilotage du régime : faut-il différencier le taux de rendement pendant les phases d'accumulation et de décumulation du capital virtuel, à quel niveau maximum peut-il être fixé pour que le financement du régime soit soutenable.

On voit donc que cette variable joue un rôle fondamental pour évaluer d'une part l'équité

entre les actifs et les retraités et, d'autre part, l'équilibre actuariel du régime, c'est-à-dire l'équilibre qui rend soutenable le financement du régime sans reporter sur les générations futures la charge du financement d'une fraction des engagements des générations antérieures.

Concernant l'équité, les pays ayant adopté les régimes de comptes notionnels ont retenu un taux de rendement uniforme du capital virtuel pour les actifs et les retraités :

$$\forall i \quad h_i = n_i$$

C'est un principe de neutralité qui signifie qu'il n'y a pas de redistribution implicite entre les actifs et les retraités, les deux populations recevant un traitement identique. Cette neutralité est obtenue en moyenne.

En matière d'équilibre actuariel du régime, la « règle d'or » est que le taux de rendement de l'opération retraite pour une cohorte doit être au plus égal au taux de croissance de l'assiette des cotisations du régime. En notant λ_i le taux de croissance de l'effectif des cotisants du régime et θ_i le taux de croissance de leur salaire moyen par tête, la condition pour un équilibre soutenable s'écrit :

$$h_i = n_i = (1 + \lambda_i) (1 + \theta_i) - 1$$

Pour une cohorte, le taux de rendement du capital virtuel est également le taux de rendement interne de l'opération retraite, c'est-à-dire le taux d'actualisation qui égalise le flux actualisé de cotisations versées et des

pensions reçues. En supposant pour simplifier que le taux de rendement du capital virtuel est constant et égal à h pendant les période de cotisation et de retraite, on a :

$$\sum_{i=0}^{N-1} \frac{C_{i+j}}{(1+h)^i} = \sum_{i=N}^{\infty} \frac{(1+r)^{i-N} \times L_{a+i-N} \times P}{(1+h)^i \times L_a}$$

où C_i sont les cotisations versées et P la pension liquidée par la cohorte à l'âge a . Le flux de pensions P est revalorisé au taux r , le montant de la pension liquidée étant déterminé par application du coefficient de conversion au capital virtuel de cotisations.

Ce taux de rendement pour une cohorte, satisfaisant l'équilibre actuariel, ne doit pas être confondu avec le taux de rendement qu'obtiendra effectivement un individu. Que le régime soit soutenable ou non, ce taux de rendement individuel est en effet directement fonction du profil de la carrière salariale et de la durée de retraite effective de l'assuré.

3. Comparaison des trois modes d'acquisition des droits à la retraite.

Les méthodes de comparaison des différents régimes s'appuient généralement sur l'examen d'indicateurs de situations individuelles. C'est ainsi par exemple que le taux de remplacement brut du dernier salaire est souvent utilisé pour mesurer les « performances » comparées des différents modes d'acquisition des droits à la retraite, c'est-à-dire la capacité pour les régimes à procurer un niveau de vie satisfaisant pendant la retraite. Comme cet indicateur dépend des paramètres des régimes, il faudrait au préalable s'assurer que ces derniers sont compatibles avec l'équilibre actuariel et qu'ils n'induisent pas de redistributions indésirables au sein ou entre les cohortes. C'est pourquoi les situations individuelles n'ont d'intérêt que si elles sont replacées dans un cadre plus large prenant en compte deux aspects essentiels du fonctionnement économique et financier des régimes de retraite :

- Les conditions de réalisation de l'équilibre actuariel, c'est-à-dire, compte tenu des paramètres qui établissent la tarification, comment leurs engagements viagers seront financés de façon soutenable,
- La capacité à les piloter à long terme afin de les maintenir, ou à les ramener, sur leur trajectoire d'équilibre.

En effet, les régimes de retraite sont des régimes collectifs qui mutualisent un certain nombre de risques et, quand ils sont par répartition, ils reportent, par construction, sur les générations futures le financement des droits que les assurés acquièrent pendant

leur vie active. Ces caractéristiques amènent à prendre en considération :

- la dimension intertemporelle parce que, d'une part, l'acquisition et la liquidation de droits à la retraite se déroule sur la longueur d'un cycle de vie adulte (durée de la vie active + durée de la retraite) et que, d'autre part, les cohortes se succèdent dans le temps. La contrainte budgétaire des régimes est fixée à un horizon lointain dans le futur,
- la variation du prix d'achat et de la valeur de service des droits à la retraite parce que, sur la durée du cycle de vie, l'évolution de l'environnement sociodémographique peut déplacer la contrainte d'équilibre et conduire à modifier les paramètres des régimes.

L'évaluation des situations individuelles intégrant les deux critères relatifs au fonctionnement des régimes de retraite que sont l'équité intra et intergénérationnelle et l'équilibre actuariel, est un exercice qui n'a commencé que récemment quand l'intérêt s'est de plus en plus porté sur le choix de la technique d'acquisition des droits à la retraite la plus apte à satisfaire ces deux critères. La réforme suédoise, avec la création de régimes de comptes notionnels, a été à ce sujet le facteur déclenchant de cet intérêt. Tout en conservant le financement par répartition, elle a introduit des mécanismes régulateurs qui permettent de remplir les conditions de l'équilibre à long terme du régime avec un partage des risques sur les revenus plus équitable entre les actifs et les retraités. C'est pourquoi elle apparaît de plus en plus comme une réforme fournissant un cadre de référence pour de nombreux pays. Toutefois, les régimes en points français pourraient tout autant occuper cette place si leur fonctionnement était mieux expliqué.

Afin de comparer les situations individuelles dans les trois modes d'acquisition et de liquidation des droits à la retraite en se plaçant du point de vue de l'équilibre des régimes, on s'intéresse dans un premier temps à l'indicateur le plus courant, le taux de remplacement brut du dernier salaire, pour isoler les variables contribuant à la formation du revenu de retraite. Dans un deuxième temps, on se demande comment fixer la tarification d'équilibre en comparant le montant de pension liquidée résultant d'un effort contributif identique dans les différents types de régime.

a) Le taux de remplacement brut du dernier salaire par la pension liquidée.

Le tableau suivant récapitule les formules de taux de remplacement brut du dernier salaire dans les trois régimes, établies avec la formalisation de la carrière salariale présentée précédemment. Les paramètres de chaque type régime sont rappelés, afin d'évaluer s'ils sont suffisamment flexibles pour être modifiés rapidement quand il faut rétablir le tarif d'équilibre.

Taux de remplacement brut du dernier salaire selon le type de régime.

Régime	Taux de remplacement brut	Paramètres du régime
Régime en annuités « contributifs »	$TR = \frac{TI}{\alpha_N} \times \frac{\sum_{i=N-r+1}^N (\alpha_i \times \beta_i)}{1}$	<ol style="list-style-type: none"> Durée d'assurance et taux de liquidation à taux plein, taux de décote et de surcote, résumés par le taux de liquidation TI Suite des β_i Taux de cotisation tc_i
Régime en points	$TR = \frac{R_N}{\alpha_N} \times \sum_{i=1}^N (tc_i \times \alpha_i \times \beta_i)$ <p>avec</p> $R_N = \frac{VS_N}{VA_N}$	<ol style="list-style-type: none"> Rendement R_N (valeurs d'achat et de service du point) Suite des β_i Taux de cotisation tc_i
Régime de comptes notionnels	$TR_{g,a} = \frac{c_{g,a}}{\alpha_N} \times \sum_{i=1}^N (tc_i \times \alpha_i \times \beta_i)$ <p>avec</p> $c_{g,a} = \frac{1}{\sum_{j=0}^{\omega-a} \left(\frac{1+r}{1+n_j}\right)^j \times \frac{L_{g,a+j}}{L_{g,a}}}$	<ol style="list-style-type: none"> Coefficients de conversion de la génération $c_{g,a}$, c'est-à-dire le taux de revalorisation r des pensions et le taux de rendement n_j du capital virtuel pendant la retraite Suite des β_i Taux de cotisation tc_i

La comparaison fournit plusieurs enseignements qui peuvent être analysés sous différents angles :

- Quel que soit le type de régime, le taux de remplacement brut du dernier salaire est une fonction décroissante du profil de la carrière salariale représenté par la suite des coefficients α_i / α_N . Dans les régimes en annuités contributifs, le montant du salaire de référence dépend étroitement de ce profil,
- Les coefficients de revalorisation β_i sont présents dans tous les types de régimes. Ils sont utilisés pour actualiser la variable de référence à partir de laquelle est déterminé le montant de la pension :
 - les salaires portés au compte dans les régimes en annuités,
 - la valeur d’achat du point qui détermine le nombre de points acquis dans les régimes en points,
 - le capital virtuel de cotisations dans les régimes de comptes notionnels.

Les coefficients β_i font partie des paramètres que fixe chaque régime. Les taux de remplacement bruts sont une fonction croissante de ces coefficients de revalorisation.

- Dans les régimes à cotisations définies (régimes en points et de comptes notionnels), le taux de remplacement brut est une fonction croissante des taux de cotisation, alors que, dans les régimes en annuités, il est indépendant de l’effort contributif réalisé,
- Les régimes de comptes notionnels utilisent explicitement la durée moyenne de retraite projetée pour déterminer les coefficients de conversion de la cohorte au moment de la liquidation. Les régimes en points utilisent

les durées moyennes de retraite de l’ensemble des cohortes de cotisants pour évaluer la valeur probable des engagements relatifs aux droits acquis,

- Dans les régimes en annuités français, la variable pivot est la durée d’assurance tous régimes qui permet de liquider à taux plein à condition d’avoir atteint un âge minimal de départ à la retraite. Le taux de liquidation à taux plein est a priori un paramètre fixe et, à condition de respecter les règles d’ouverture des droits, il est indépendant de l’âge à la liquidation et de l’année de liquidation. Le taux de liquidation individuel TI dépend du nombre d’annuités validées par rapport à la durée requise pour liquider à taux plein. Le taux de remplacement est donc une fonction croissante du nombre d’annuités validées via le taux de liquidation,
- Dans les régimes en points, le coefficient de conversion, R_N , est égal au rendement du régime l’année où est liquidée la pension. Il dépend en conséquence directement du fonctionnement courant du régime. Le rendement est en effet normalement fixé en relation avec l’âge actuariel théorique de la population des cotisants du régime et en fonction d’un âge donné de départ à la retraite. Il est égal à l’inverse du prix d’une annuité viagère différée calculée pour ces deux âges.

Dans les régimes de comptes notionnels, bien que de même nature que le rendement d’un régime en points, le coefficient de conversion s’en différencie sur plusieurs aspects :

- Il est établi par cohorte et il varie selon l’âge à la liquidation des membres de la cohorte,
- il est égal à l’inverse du prix d’une annuité viagère immédiate calculée à l’âge de départ

à la retraite et il dépend de la durée de service de la pension,

- Il prend en compte la politique de revalorisation des pensions.

En résumé, le taux de remplacement brut est donc un indicateur dépendant de deux catégories de variables :

- Dans chaque type de régime, des variables relatives au passé (suite des coefficients α_i , représentatifs de la carrière salariale individuelle, suite des coefficients β_i et des taux de cotisation tc_i),
- Dans les régimes à cotisations définies, des variables relatives au futur utilisées pour déterminer le rendement R_N ou le coefficients de conversion $c_{g,a}$ (tables de survie, index de revalorisation des pensions, taux d'actualisation). Ces deux paramètres sont fixés en fonction des engagements viagers que fait naître le versement de cotisations.

Dans les régimes en annuités, ces variables prospectives n'interviennent pas pour déterminer le taux de liquidation, celui-ci étant a priori un paramètre constant et indépendant des cotisations versées.

b) Effort contributif, montant de la pension et tarif d'équilibre.

Après avoir analysé la formulation du taux de remplacement brut, on cherche à présent à comparer le montant de la pension qu'un assuré est susceptible de liquider dans les trois types de régime après avoir réalisé le même effort contributif. Cet effort contributif est représenté par le capital virtuel de cotisations KC_N qu'il aura accumulé au terme de sa carrière professionnelle. À la base de cet exercice de comparaison, il s'agit d'exami-

ner dans quelles conditions le paramétrage des régimes est compatible, d'une part, avec le traitement équitable des différentes cohortes et, d'autre part, avec l'équilibre actuariel à long terme des régimes. Deux hypothèses liées sont donc testées :

- à effort contributif identique, les différentes techniques d'acquisition et de liquidation des droits à la retraite conduisent-elles au même niveau de pension ?
- en moyenne, au sein d'une cohorte, les pensions reçues pendant la retraite sont-elles égales à l'effort contributif réalisé, de sorte que les engagements du régime vis-à-vis de cette cohorte ont été préalablement financés ?

On se situe en conséquence au moment de la liquidation en considérant à la fois le niveau de la pension liquidée et le flux des pensions perçues pendant la retraite. L'assuré a donc un profil de carrière salariale représenté par la suite des coefficients α_i . Les caractéristiques sociodémographiques de la population des trois régimes sont par construction identiques ainsi que le taux de cotisation. La pension liquidée est exprimée en fonction du capital virtuel de cotisations KC_N et d'un coefficient de conversion intégrant les paramètres de liquidation de chacun des régimes. La comparaison du niveau de la pension liquidée portera donc sur la formulation des coefficients de conversion.

L'équivalence des montants de capital virtuel de cotisations, KC_N , signifie qu'un taux identique est utilisé pour revaloriser :

- les salaires portés au compte dans le régime en annuités contributifs,
- la valeur d'achat du point dans le régime en points,

- le capital virtuel dans le régime de comptes notionnels.

Comme on l'a déjà indiqué, quel que soit le type de régime, la variable synthétique représentée par la suite des coefficients β_i joue ainsi un rôle fondamental pour déterminer le montant des droits à la retraite.

Dans ce cadre, au terme de la carrière professionnelle, le capital virtuel de cotisations KC_N accumulé par l'assuré sera égal à :

$$KC_N = \frac{S_N}{\alpha_N} \times \sum_{i=1}^N (tc_i \times \alpha_i \times \beta_i)$$

On suppose (cf. supra) que, $\forall i, k_i \neq h_i$ et donc que $\alpha_i \times \beta_i \neq \alpha_N$. On note KS_N la somme des salaires actualisés perçus durant la vie active et \bar{tc} le taux de cotisation moyen défini comme le rapport entre le capital virtuel de cotisations et la somme des salaires actualisés :

$$KS_N = \frac{S_N}{\alpha_N} \times \sum_{i=1}^N (\alpha_i \times \beta_i)$$

$$\Rightarrow KC_N = N \times \bar{SR}_N$$

$$\Rightarrow \bar{tc} = \frac{KC_N}{KS_N} = \frac{\sum_{i=1}^N (tc_i \times \alpha_i \times \beta_i)}{\sum_{i=1}^N (\alpha_i \times \beta_i)}$$

On en déduit que :

$$KC_N = \bar{tc} \times N \times \bar{SR}_N$$

Pour les régimes en annuités, on note respectivement $A1$ et $A2$ le rapport du salaire de référence $SR_N(r)$ dans les régimes contributifs (moyenne des r meilleurs salaires actualisés) et S_N dans les régimes rétributifs au salaire de référence calculé sur la totalité de la carrière :

$$A1 = \frac{SR_N(r)}{SR_N}$$

$$A2 = \frac{S_N}{SR_N}$$

Pour une carrière salariale normale, $A2 > A1 > 1$. De plus, pour faciliter la comparaison, on fait l'hypothèse que l'assuré cotise toute sa carrière dans un seul régime et qu'il remplit les conditions pour liquider à taux plein dans le régime en annuités (avec les notations précédentes, $TI = \Phi$). De plus, pour rendre comparable les montants de pension liquidée, on considère que l'âge de départ à la retraite est identique quel que soit le régime. Enfin, on fait l'hypothèse que les pensions sont revalorisées selon le même index dans les trois régimes.

Avec ces notations et ces hypothèses, le montant de la pension liquidée est égal au capital virtuel de cotisations multiplié par le coefficient de conversion du régime considéré :

- dans le régime en annuités contributif,

$$P = TI \times SR_N$$

$$\Rightarrow P = \frac{TI}{N \times \bar{tc}} \times A1 \times KC_N$$

En notant le taux d'annuité $TA_1 = \frac{TI}{N}$ pour une carrière complète dans le régime en annuité contributif, alors

$$\Rightarrow P = \frac{Ta_1}{\bar{tc}} \times A1 \times KC_N$$

- dans le régime en annuités rétributif, où Ta_2 est le taux d'annuité :

$$\Rightarrow P = \frac{Ta_2}{\bar{tc}} \times A2 \times KC_N$$

- dans le régime en points,

$$P = R_N \times KC_N$$

où R_N est le rendement brut effectif du régime à l'âge normal de la liquidation.

- dans le régime de comptes notionnels,

$$P = c_{g,a} \times KC_N$$

où $c_{g,a}$ est le coefficient de conversion qui dépend de la cohorte et de l'âge à la liquidation de l'assuré.

Le tableau suivant récapitule les coefficients de conversion du capital virtuel de cotisations utilisés dans chaque type de régime.

Coefficients de conversion du capital virtuel selon le type de régime.

• Régime en annuités « contributifs »	$\frac{Ta_1}{tc} \times A1$
• Régime en annuités rétributifs	$\frac{Ta_2}{tc} \times A2$
• Régime en points	$R_N = \frac{VS_N}{VS_N}$
• Régime de comptes notionnels	$c_{g,a} = \frac{1}{\sum_{j=0}^{\omega-a} \left(\frac{1+r}{1+n_j} \right)^j \times \frac{L_{g,a+j}}{L_{g,a}}}$

Hypothèse : $\forall i, k_i \neq h_i$ soit $\alpha_i \times \beta_i \neq \alpha_N^2$.

Un effort contributif identique, mesuré par le capital virtuel KC_N , ne conduit au même montant de pension dans les trois modes d'acquisition des droits à la retraite que si les coefficients de conversion sont égaux, à l'âge a de départ à la retraite. Quand, par exemple, on compare un régime en annuités et un régime en points, cette égalité signifie que, en termes de montant de droits à la retraite acquis en contrepartie d'une année de cotisations, une annuité validée dans le régime en annuités est équivalente au nombre de points acquis dans l'année dans le régime en points.

La lecture du tableau précédent montre que l'égalité de ces coefficients de conversion a peu de chances d'être vérifiée à chaque instant et pour chaque génération. Dans les ré-

gimes à cotisations définies, les coefficients de conversion dépendent directement de l'année, de la génération et de l'âge à la liquidation alors que, dans les régimes en annuités, ils sont partiellement indépendants de ces variables. Devant ce constat, une première question consiste à chercher les multiples facteurs qui peuvent expliquer les écarts entre les coefficients de conversion.

Une deuxième question concerne la définition de l'équilibre actuariel à long terme d'un régime de retraite et l'articulation entre la tarification d'un régime et la réalisation de l'équi-

2 Dans l'hypothèse où, $\forall i, k_i = h_i$, c'est-à-dire $\alpha_i \times \beta_i = \alpha_N$, on a vu précédemment que $KC_N = S_N \times N \times \overline{tc}$, avec \overline{tc} égal à la moyenne arithmétique des taux de cotisation tc_i . Les coefficients de conversion dans les régimes en annuités sont alors respectivement égaux à Ta_1 / \overline{tc} et Ta_2 / \overline{tc} .

libre actuariel. En effet, quel que soit le type de régime par répartition dans lequel les pensions sont financées par les cotisations, tout versement de cotisation permet d'acquérir des droits à la retraite, qu'ils soient matérialisés par la validation d'une annuité, l'accumulation de points ou d'un capital virtuel de cotisations. Ces droits acquis forment les engagements viagers du régime et devront être financés dans le futur au moment où ils seront liquidés. Quand un effort contributif identique ne donne pas la même pension, on pourrait conclure intuitivement que, dans certains régimes, les paramètres d'acquisition et de liquidation des droits à la retraite, conduiront dans le futur à des déséquilibres actuariels, en ce sens qu'une partie des engagements ne pourra pas être financée à taux de cotisation constants. Dans le langage de la tarification d'un régime, cela signifie que le prix d'achat d'une unité de rente ne permet pas de couvrir le « coût » du service de la promesse de pension. Toutefois, la tarification peut se concevoir à des niveaux différents de mutualisation des risques.

Les réponses à ces questions ne sont pas simples mais ces aspects sont importants quand on veut définir la fonction de pilotage d'un régime par répartition, à savoir les objectifs à atteindre et les variables de pilotage à mettre en œuvre. Ils sont également essentiels pour définir les indicateurs utilisés, d'une part, pour comparer les situations individuelles, d'autre part, pour suivre l'équilibre d'un régime.

b.1) L'interprétation des coefficients de conversion.

L'intérêt de calculer le montant de la pension en fonction de l'effort contributif résulte du fait que les coefficients de conversion peuvent être

interprétés comme étant la « tarification » des régimes. On définit le tarif d'un régime comme étant le prix que paie un assuré pour acquérir une unité de rente annuelle différée.

• Dans les régimes à prestations définies en annuités.

On constate que le coefficient de conversion comprend au dénominateur le taux de cotisation moyen $\bar{t}c$. Cette formulation est due au fait qu'on a choisi d'exprimer le montant de la pension en fonction de l'effort contributif alors que, dans ces régimes, la pension liquidée est indépendante des cotisations versées. Quand, par exemple, le taux de cotisation moyen augmente, il augmente le capital virtuel de cotisations accumulé mais, simultanément, il diminue le coefficient de conversion de ce capital. Au total, l'impact du taux de cotisation est neutre sur le montant de la pension liquidée, ce qui est le résultat attendu dans les régimes en annuités.

Néanmoins, cette formulation est intéressante parce qu'elle permet de montrer quel a été, pour un assuré, le « prix d'achat » moyen d'une unité de rente viagère différée, exprimé en fonction des paramètres du régime. Ce prix est égal à l'inverse du coefficient de conversion et, donc, égal au ratio entre le taux de cotisation moyen $\bar{t}c$ et le produit du taux d'annuité Ta et du coefficient A_1 :

Prix d'achat moyen d'une unité de rente viagère différée = $\frac{\bar{t}c}{Ta \times A_1}$

Pour un assuré, le prix d'achat moyen d'une unité de rente viagère dépend du profil de la carrière salariale individuelle puisque la suite des coefficients α_i intervient au niveau du taux de cotisation moyen et du salaire de référence. Il dépend également des paramètres du régime.

Par exemple, il augmente :

- quand le taux moyen de cotisation $\bar{t}c$ augmente à la suite de la hausse des taux de cotisation institutionnels,
- quand le taux d'annuité Ta diminue, c'est-à-dire quand est allongée la durée d'assurance tous régimes nécessaire pour liquider à taux plein ou quand le taux de liquidation à taux plein est diminué,
- quand diminue A_1 , c'est-à-dire quand la période de calcul du salaire de référence est allongée ou quand une partie des salaires portés au compte est sous revalorisée par rapport à l'évolution en pouvoir d'achat du salaire moyen.

Cette notion de prix d'achat moyen d'une unité de rente viagère est importante parce qu'elle permet de combler l'une des insuffisances de l'indicateur de taux de remplacement qui ne prend pas en compte le coût de la pension mesuré par l'effort contributif. Ainsi, deux assurés ayant un profil de carrière salariale identique et ayant liquidé un montant de pension identique, ont pu « payer » un prix moyen différent parce qu'ils n'ont pas fait face aux mêmes conditions d'acquisition des droits à la retraite, au niveau du taux de cotisation, de la durée de cotisation nécessaire pour liquider à taux plein ou du mode de calcul du salaire de référence.

Avec la formulation du coefficient de conversion, on peut également directement comparer le prix d'achat moyen d'une unité de rente viagère avec celui fixé dans les autres types de régimes. Cependant, dans les régimes en annuités, cette tarification n'est habituellement pas fixée par référence aux engagements viagers inscrits au passif des régimes.

Parmi les régimes en annuités, les régimes rétributifs sont normalement plus « avantageux » que les régimes « contributifs » par l'intermédiaire du coefficient A_2 relatif au salaire de référence, sauf si le taux d'annuité est ajusté pour prendre en compte l'écart de salaire de référence au moment de la liquidation, c'est-à-dire si :

$$Ta_1 = Ta_2 \times \frac{A_2}{A_1}$$

• **Dans les régimes à cotisations définies.**

Dans les régimes à cotisations définies, le montant de la pension liquidée est directement lié à l'effort contributif et le coefficient de conversion est synonyme de rendement dans le sens de la conversion du capital en annuités viagères. Comme on l'a déjà indiqué, l'inverse du rendement du régime s'interprète comme le prix d'achat moyen qu'a payé l'assuré durant sa vie active pour acquérir une unité de rente viagère. Il y a toutefois une différence d'interprétation de ce prix d'achat moyen entre les régimes en points et les régimes de comptes notionnels.

Dans les régimes en points, le coefficient de conversion est le rendement R_N du régime au moment où le pension est liquidée. Pour une année donnée, l'inverse de ce rendement est le prix d'achat d'une annuité viagère différée pour la population des cotisants et il est fixé en fonction de l'âge actuariel théorique \hat{a} de cette population des cotisants et pour un âge donné fixe de départ à la retraite d . Dans les régimes de comptes notionnels, le prix d'achat est celui d'une annuité viagère immédiate parce qu'il est déterminé, d'une part, par cohorte et, d'autre part, au moment de la liquidation, c'est-à-dire après l'achèvement de la carrière professionnelle, selon l'âge à la liquidation.

C'est la méthode de mutualisation du risque viager qui explique les écarts de coefficients de conversion entre un régime en points et un régime de comptes notionnels : dans les régimes en points, la mutualisation est réalisée sur l'ensemble des cohortes de cotisants au moment où les cotisations sont versées alors que, dans les régimes de comptes notionnels, elle n'est opérée qu'au niveau de la cohorte, au moment de la liquidation. Il n'y a égalité des coefficients de conversion dans les deux régimes, $R_N = c_{g,a}$, que dans le cas particulier où, pour un taux d'actualisation identique, les deux conditions suivantes sont réunies :

- Les tables de survie des différentes cohortes de cotisants du régime en points sont identiques à la table de survie de la cohorte g . Autrement dit, toutes les cohortes de cotisants présentes dans le régime l'année où liquide la cohorte g à l'âge d ont une durée de retraite identique à celle de la cohorte g ,
- l'âge actuariel théorique \hat{a} de la population des cotisants dans le régime en points est égal à l'âge de départ à la retraite d utilisé pour calculer les engagements viagers.

$$\Rightarrow R_N (\hat{a} = d) = c_{g,d}$$

Quand ces deux conditions ne sont pas vérifiées, la situation la plus probable est celle où le rendement du régime en points est supérieur au coefficient de conversion du régime de comptes notionnels, à l'âge d de départ à la retraite :

$$R_N (\hat{a} < d) > c_{g,d}$$

Une présentation alternative de l'écart de rendement entre les régimes en points et les régimes de comptes notionnels est de dire que lorsque l'âge actuariel théorique des cotisants est faible en raison de nombreuses entrées de « jeunes » cotisants dans le régime, il est préférable d'instituer un régime en points qui offrira de meilleures perspectives de rendement. À l'inverse, quand cet âge moyen est élevé, comme il tend à l'être actuellement, et que la population des cotisants stagne, le choix d'instituer un régime de comptes notionnels peut être préférable en raison des possibilités d'afficher une plus grande flexibilité de l'âge de départ à la retraite.

b.2) Une synthèse des écarts entre les coefficients de conversion.

Le tableau suivant récapitule certains des facteurs susceptibles d'affecter les coefficients de conversion selon le type de régime, coefficients considérés comme le « tarif » des régimes.

Facteurs déterminant les coefficients de conversion selon le type de régime.

	Régimes à prestations définies		Régimes à cotisations définies	
	Régime en annuités		Régime en points	Régime de comptes notionnels
	Contributif	Rétributif		
• La génération	Non	Non	Non	Oui
• L'âge actuariel théorique de la population des cotisants	Non	Non	Oui ⁽²⁾	Non
• L'âge de départ à la retraite	Non	Non	Oui ⁽²⁾	Oui
• L'année de la liquidation	Non	Non	Oui	Oui ⁽³⁾
• La durée de retraite	Non ⁽¹⁾	Non ⁽¹⁾	Oui ⁽²⁾	Oui
• Le taux de revalorisation des pensions	Non	Non	Non	Oui ⁽⁴⁾
• Le taux de rendement du capital virtuel pendant la retraite	Non	Non	Oui ^{(2) (4)}	Oui ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Sauf si la durée d'assurance requise pour liquider à taux plein est indexée sur la durée moyenne de retraite.

⁽²⁾ On fait l'hypothèse que le rendement du régime en points est fixé en calculant régulièrement les engagements viagers du régime.

⁽³⁾ Via la combinaison de la génération et de l'âge à la liquidation.

⁽⁴⁾ Via le choix du taux d'actualisation.

La lecture du tableau montre que les régimes à prestations définies en annuités se différencient fortement des régimes à cotisations définies. Ce résultat n'est pas nouveau mais il permet de rappeler que les facteurs tels que la politique de revalorisation des pensions, le choix de l'âge de départ à la retraite, la durée de retraite sont en général mal pris en compte pour établir le « tarif d'équilibre » des régimes en annuités. Celui-ci apparaît assez largement indéterminé, d'autant plus qu'il ne peut pas être rapidement et régulièrement ajusté en fonction des engagements viagers que font naître les droits acquis résultant du versement des cotisations. Comme il n'y a pas de lien entre l'effort contributif et le montant de la pension liquidée et que ce dernier dépend de paramètres difficilement révisables annuellement (taux de liquidation à taux plein, durée

d'assurance requise pour liquider à taux plein), il en résulte que la seule variable rapidement ajustable quand survient un déséquilibre permanent du régime, est le taux de cotisation. Quand il est augmenté, le montant de la pension n'est pas modifié mais le prix d'achat d'une unité de cette pension augmente. L'inconvénient avec ce mode de régulation est que l'ensemble de la population des cotisants subit cette augmentation, qui peut avoir été provoquée par des événements qui ne les concernent pas, comme par exemple, l'augmentation de la durée de retraite.

Autrement dit, les risques sur les revenus survenant à la suite de chocs démographiques ou économiques sont le plus souvent exclusivement supportés par les cotisants.

b.3) L'équilibre actuariel et la tarification des différents régimes de retraite.

L'équilibre actuariel d'un régime de retraite par répartition ne dépend pas du mode d'acquisition des droits à la retraite. Par contre, la tarification d'un régime peut dépendre à quel niveau on détermine l'équilibre actuariel. L'écart entre les coefficients de conversion dans les deux types de régimes à cotisations définies est un exemple qui illustre ce point : dans les régimes de comptes notionnels, les coefficients de conversion sont déterminés par cohorte au moment de la liquidation alors que, dans les régimes en points, le rendement est fixé toutes cohortes confondues au moment de l'acquisition des droits.

L'équilibre actuariel d'un régime est évalué, pour un horizon temporel donné, en calculant l'indicateur de solvabilité suivant : le ratio entre le solde des recettes et des dépenses actualisées et l'assiette des cotisations actualisées. Selon que cet indicateur est supérieur ou inférieur à zéro, le régime dégage, à l'horizon retenu, un surplus ou un déficit actuariel. À côté de cet indicateur de solvabilité, on connaît également des conditions nécessaires pour que la tarification du régime n'engendre pas de déficit actuariel. Ces conditions sont en général formulées en termes de taux de rendement implicite de l'opération retraite (cotisations versées, prestations reçues) qui ne doit pas être supérieur au taux de croissance de l'assiette des cotisations (cf. supra encadré 6).

La tarification d'un régime est l'ensemble des paramètres d'un régime qui fixent les conditions d'acquisition et de liquidation des droits à la retraite. On appelle tarif d'équilibre celui compatible avec la solvabilité du régime. Dans le bilan comptable d'un régime, le pas-

sif (les engagements) est au moins couvert par l'actif du régime (les cotisations à recevoir plus les réserves quand elles existent). Restaurer le tarif d'équilibre quand il y a déficit actuariel permanent d'un régime consiste à utiliser une combinaison des mesures destinées à augmenter l'actif et/ou à réduire le passif. Cela revient, directement ou indirectement selon le type de régime, soit à augmenter le prix d'achat d'une unité de rente, soit à diminuer la valeur des droits à la retraite acquis.

Le tarif est constitué d'une part, du taux de cotisation et de la suite des coefficients β_i pendant la phase de constitution des droits et, d'autre part, des paramètres intervenant au niveau des coefficients de conversion pendant la phase de liquidation et de service de la pension, c'est-à-dire :

- Dans les régimes à cotisations définies, les probabilités de survie qui permettent de prendre en compte l'évolution de la durée de service des pensions et le taux d'actualisation qui résume la combinaison de l'index de revalorisation des pensions et du taux de rendement du capital virtuel,
- Dans les régimes à prestations définies, le taux d'annuité lié au taux de liquidation et à la durée d'assurance requise pour liquider à taux plein.

Quand on fait l'hypothèse que le taux de cotisation est exogène, on a vu précédemment que, en matière de fixation du tarif d'équilibre, les trois types de régimes sont susceptibles de se différencier fortement :

- Dans les régimes de comptes notionnels, le tarif est par construction le tarif d'équilibre mais il est fixé par cohorte. Au moment de la liquidation, le capital virtuel de cotisa-

tions KC_N accumulé par les assurés d'une cohorte représente exactement, à cet instant, les engagements du régime vis-à-vis des membres de la cohorte puisque les pensions versées sont calculées en convertissant ce capital en annuités. Le coefficient de conversion prend en compte la politique de revalorisation pendant la durée de service des pensions et le taux de rendement du capital virtuel est choisi pour respecter d'emblée la « règle d'or » de l'équilibre soutenable du régime,

- Dans les régimes en points, le tarif, représenté par le rendement, est unique pour tous les cotisants et fixé annuellement. Il est normalement déterminé après avoir calculé les engagements au moment où les cotisations sont versées. Il dépend de l'âge actuariel théorique de la population des cotisants. La revalorisation du flux des pensions versées et le rendement du capital virtuel sont pris en compte via le taux d'actualisation utilisé dans le prix d'achat d'une annuité viagère différée,
- Dans les régimes à prestations définies, le tarif d'équilibre est largement indéterminé dès lors que le montant de la pension liquidée est indépendant de l'effort contributif. En effet, il n'y a pas de correspondance entre les engagements du régime nés des droits acquis par les assurés et les cotisations encaissées. Comme le taux de liquidation est un paramètre fixe, il ne peut pas être régulièrement ajusté pour rétablir cette correspondance quand apparaît un déséquilibre actuariel.

En raison de cette indétermination, il est toujours difficile de piloter en temps continu un régime en annuité en fixant un tarif d'équilibre ajustable. Ce sont les inconvénients de

cette indétermination qui ont largement motivé le processus de réforme en Suède et conduit au remplacement des régimes en annuités par un régime de comptes notionnels. Cette réforme peut ainsi être interprétée comme l'implantation d'un régime de retraite dont les conditions de réalisation en permanence de l'équilibre actuariel déterminent les modalités de fixation des paramètres d'acquisition et de liquidation des droits à la retraite. C'est donc un renversement de perspective puisque le régime de retraite est conçu pour exercer effectivement la fonction de pilotage. Néanmoins, de nombreux pays ne sont pas allés aussi loin dans la transformation de leur système de retraite. Ils ont conservé leurs régimes en annuités mais ont dû s'engager dans des réformes paramétriques constamment remises en chantier, en raison des multiples difficultés à adopter rapidement, et à faire accepter, de nouveaux barèmes représentatifs du tarif d'équilibre.

b.4) Les réformes des régimes de retraite en annuités et l'équilibre actuariel.

Les difficultés du pilotage annuel des régimes en annuités ne permettent pas de corriger rapidement l'apparition de déséquilibres actuariels. Au cours des deux dernières décennies, en raison du ralentissement du rythme de la croissance économique et du vieillissement de la population, les perspectives financières à moyen et long terme des régimes de retraite se sont rapidement détériorées, signalant une inadaptation croissante de leur paramétrage. Pour contrecarrer cette spirale, les autorités de la plupart des pays européens qui ont conservé ce type de régime, ont été contraintes de mettre en œuvre des processus complexes de réformes dont le contenu revient pour l'essentiel à fixer

de nouveaux paramètres d'acquisition et de liquidation des droits à la retraite, c'est-à-dire à adopter un nouveau tarif qui s'approche le plus possible du tarif d'équilibre. L'objectif est de ralentir la progression du montant des engagements inscrits au passif des régimes et de n'utiliser qu'en dernier ressort l'augmentation des taux de cotisation. La complexité des réformes réalisées au cours de la dernière décennie pour calibrer les nouveaux tarifs vient de l'ampleur des déséquilibres qui s'explique pour une part par l'arrivée à l'âge de la retraite des générations du baby boom, c'est-à-dire par un « effet volume » imputable aux effectifs qui masque l'effet dû au tarif. Dans un contexte où les déséquilibres financiers ont été présentés comme étant d'abord induits par des chocs exogènes (démographie, chômage), les cohortes nombreuses d'assurés approchant de l'âge de départ à la retraite ont interprété les propositions de changement de tarif comme une remise en cause de leurs droits à la retraite considérés comme acquis.

Dans tous les pays, cette remise en cause du contrat « implicite » au cœur de la répartition a impliqué une gestion « politique » des réformes des régimes en annuités, ayant amené les pouvoirs publics à retenir une mise en œuvre graduelle des mesures. En étalant sur plusieurs années et plusieurs générations la fixation du nouveau tarif, ils ont introduit une phase de transition plus ou moins longue avant d'obtenir l'effet plein des ajustements. Durant la transition, le nouveau tarif, s'il a été correctement construit, converge vers son niveau d'équilibre mais il ne s'applique qu'aux liquidations, c'est-à-dire aux flux de nouveaux retraités. Pour amplifier l'effet financier des réformes avant l'achèvement de la phase de transition, la plupart des pays a également

adopté des mesures concernant le stock de retraités en instituant des règles moins favorables de revalorisation des pensions. Ce type de mesure peut s'interpréter comme le moyen de modifier a posteriori le tarif dont ont bénéficié les retraités au moment de la liquidation.

La décomposition des deux formules de liquidation de la pension dans un régime en annuité présentées précédemment contient les principaux paramètres modifiés à l'occasion des réformes paramétriques pour établir le nouveau tarif. Rappelons que l'objectif d'une réforme est de ralentir la progression des engagements des régimes pour que leur financement soit soutenable. Indépendamment de « l'effet volume », les engagements progressent trop rapidement quand les cohortes reçoivent un taux de rendement interne largement supérieur au taux de croissance de l'assiette des cotisations (cf. supra encadrés). Dans ces conditions, établir un nouveau tarif compatible avec l'équilibre actuariel du régime revient à diminuer ce taux de rendement interne, ce qui est équivalent à augmenter le prix moyen d'achat d'une unité de rente. Cette augmentation est obtenue soit en cotisant plus ou plus longtemps pour obtenir une unité de rente viagère, soit en recevant moins d'unités de rente viagère en contrepartie d'une unité de cotisation.

- Pension liquidée exprimée en fonction du salaire de référence :

$$P = TI \times SR_N(r)$$

$$\Rightarrow P = N \times Ta_1 \times \frac{S_N}{\alpha_N} \times \frac{\sum_{i=N-r+1}^N (\alpha_i \times \beta_i)}{r}$$

- Pension liquidée exprimée en fonction du capital virtuel de cotisations :

$$KC_N = \frac{S_N}{\alpha_N} \times \sum_{i=1}^N (tc_i \times \alpha_i \times \beta_i)$$

$$\Rightarrow P = \frac{TI}{N \times tc} \times A_1 \times KC_N = \frac{Ta_1}{tc} \times A_1 \times KC_N$$

Le rétablissement de l'équilibre actuariel d'un régime en annuités en fixant un nouveau tarif peut s'obtenir par trois voies :

a) Par l'augmentation des recettes du régime :

- directement en augmentant le taux de cotisation t_c ,
- indirectement en allongeant la durée de cotisation N nécessaire pour liquider à taux plein, sans modifier le taux de cotisation,

b) Par la diminution de la somme des pensions versées durant la retraite sans réduire le montant de la pension liquidée :

- en repoussant l'âge minimal de départ à la retraite,
- en allongeant la durée de cotisation N et/ou en réduisant la durée de retraite,
- en réduisant la revalorisation des pensions versées aux retraités,

c) Par la diminution du montant de la pension liquidée :

- via le salaire de référence : en sous-indexant les salaires portés au compte de l'assuré, par exemple en choisissant des taux de revalorisation h_i inférieurs au taux de croissance du salaire moyen, en allongeant la période de calcul r du salaire de référence,
- en diminuant directement le taux de liquidation T_l et donc le taux d'annuité T_a (éventuellement en introduisant des mécanismes de décote).

On retrouve dans cette liste l'ensemble des paramètres actionnés, simultanément ou successivement, à l'occasion des différentes réformes réalisées par les pays européens. Dans l'évaluation de ces réformes, un aspect

est cependant demeuré peu exploré, formulé par la question suivante : les nouvelles combinaisons de paramètres aboutissent-elles à un tarif d'équilibre, la notion d'équilibre étant entendue du point de vue, d'une part, de l'équilibre actuariel des régimes et, d'autre part, de la satisfaction des critères d'équité intergénérationnelle. Cette question concerne en fait la cohérence qui doit toujours être observée entre les trois paramètres suivants :

- Les taux de revalorisation h_i des salaires portés au compte de l'assuré utilisés pour déterminer le salaire de référence, représentés par la suite des coefficients β_i ,
- Le taux d'annuité T_a , qui résume le taux de liquidation T_l et la durée d'assurance N ,
- Les règles de revalorisation des pensions durant la retraite.

C'est cette cohérence qui permet que, dans un régime équilibré, chaque cohorte récupère sous forme de pensions, la contrepartie des cotisations qu'elle a versé, majorées du « rendement » qu'induit la progression de l'assiette des cotisations du régime. Les trois paramètres doivent donc être déterminés simultanément et, quand l'un d'entre eux est modifié, il est nécessaire de s'assurer que la règle de cohérence continue d'être vérifiée.

L'examen des réformes paramétriques des régimes en annuités montre que beaucoup d'entre elles n'ont pas eu la préoccupation de respecter à la lettre cette contrainte de cohérence, essentiellement pour deux raisons : d'une part, parce que l'impact financier des réformes aurait été insuffisant, d'autre part, parce qu'il était difficile d'afficher une diminution des taux de liquidation ou de relever fortement l'âge de départ à la retraite.

4. La tarification des régimes de retraite français avant et après les réformes des retraites : une évaluation de la convergence vers l'équilibre actuariel.

Le système de retraite français comprend les deux types de régimes en annuités : le régime général (Cnavts) est « contributif » et les régimes des fonctions publiques (régime des pensions civiles et militaires et CNRACL) sont rétributifs. Malgré l'ampleur de leurs déséquilibres financiers à long terme, ils ont été conservés et pour rétablir leur équilibre actuariel, deux réformes paramétriques ont été mises en œuvre successivement, en 1993 et 2003, dont le contenu illustre les moyens d'action utilisés pour modifier leur tarification.

La première réforme paramétrique votée en 1993 n'a concerné que le régime général (la Cnavts, régime de base des salariés du secteur privé et les régimes alignés), avec une mise en application étalée entre 1994 et 2008. Quatre mesures phares la caractérisaient :

- la durée d'assurance tous régimes nécessaire pour liquider à taux plein allongée de 150 à 160 trimestres entre 1994 et 2003,
- une règle de revalorisation des pensions calée sur les prix à la consommation (maintien du pouvoir d'achat), avec éventuellement des « coups de pouce »,
- la période de calcul du salaire de référence allongée des 10 aux 25 meilleures années entre 1994 et 2008,
- Les coefficients de revalorisation des salaires portés au compte identiques à ceux ap-

pliqués aux pensions, ce qui revient à sous indexer ces salaires par rapport à la progression en termes réels du salaire moyen.

La réforme des retraites votée en 2003 est générale parce qu'elle s'adresse à l'ensemble des assurés du système de retraite. Elle est fondée sur deux principes : l'alignement progressif des conditions d'acquisition et d'ouverture des droits à la retraite dans les différents régimes en annuités et leur durcissement pour encourager l'allongement de la durée d'activité et le report de l'âge de départ à la retraite. Les régimes des fonctions publiques demeurent toutefois des régimes rétributifs puisque le salaire de référence utilisé pour calculer le montant de la pension liquidée restera le dernier salaire d'activité.

Durant la phase de transition programmée jusqu'en 2020, deux périodes sont à distinguer :

- entre 2004 et 2008, les règles des régimes des fonctions publiques sont alignées sur celles du régime général : introduction du paramètre de durée d'assurance tous régimes, portée de 150 à 160 trimestres, mise en place de mécanismes de décote et de surcote, revalorisation des pensions sur les prix à la consommation, réforme du minimum contributif, etc.,
- entre 2009 et 2020, la phase de transition se poursuit avec l'uniformisation des mécanismes de décote mais la principale innovation est l'augmentation programmée de la durée d'assurance tous régimes pour liquider à taux plein.

Depuis 1994 et pendant encore près de 15 ans, l'ensemble des paramètres de calcul des pensions des régimes en annuités va donc changer, sauf l'âge légal de départ à la

retraite³ et les taux de liquidation à taux plein qui restent fixés à 50 % dans le régime général, dans la limite du plafond de la Sécurité sociale, et à 75 % dans les régimes des fonctions publiques. L'ajustement des taux de cotisation n'a pas été programmé, à l'exception d'une augmentation de 0,2 point en 2006 dans le régime général. Il faut en outre

remarquer que, durant la phase de transition, les nouveaux paramètres de liquidation sont fixés pour l'année où les générations atteignent l'âge d'ouverture de leurs droits à la retraite. Dans la suite, on a retenu un âge d'ouverture des droits de 60 ans, de sorte que l'année de naissance des cohortes est égal à l'année d'ouverture des droits moins 60 ans.

1993-2012. Paramètres des régimes en annuités.

Année d'ouverture des droits	Régime général (CNAVTS)				Régimes des fonctions publiques		
	Durée d'assurance tous régimes	Période de calcul du salaire de référence	Taux d'annuité	Taux de liquidation à taux plein	Durée d'assurance tous régimes	Taux d'annuité	Taux de liquidation à taux plein
	Trimestre	Meilleures années	En %	En %	Trimestre	En %	En %
• 1993	150	10	1,333 %	50 %	150	2,000 %	75 %
• 1994	151	11	1,325 %	50 %	150	2,000 %	75 %
• 1995	152	12	1,316 %	50 %	150	2,000 %	75 %
• 1996	153	13	1,307 %	50 %	150	2,000 %	75 %
• 1997	154	14	1,299 %	50 %	150	2,000 %	75 %
• 1998	155	15	1,290 %	50 %	150	2,000 %	75 %
• 1999	156	16	1,282 %	50 %	150	2,000 %	75 %
• 2000	157	17	1,274 %	50 %	150	2,000 %	75 %
• 2001	158	18	1,266 %	50 %	150	2,000 %	75 %
• 2002	159	19	1,258 %	50 %	150	2,000 %	75 %
• 2003	160	20	1,250 %	50 %	150	2,000 %	75 %
• 2004	160	21	1,250 %	50 %	152	1,974 %	75 %
• 2005	160	22	1,250 %	50 %	154	1,948 %	75 %
• 2006	160	23	1,250 %	50 %	156	1,923 %	75 %
• 2007	160	24	1,250 %	50 %	158	1,899 %	75 %
• 2008	160	25	1,250 %	50 %	160	1,875 %	75 %
• 2012	164	25	1,220%	50 %	164	1,829 %	75 %

Le taux d'annuité est défini par le ratio entre le taux de liquidation à taux plein et la durée d'assurance tous régimes pour liquider à taux plein. De plus, on fait l'hypothèse d'une carrière complète dans un seul régime.

Les réformes vont progressivement changer la tarification de ces régimes en annuités et la question est de se demander si les mesures adoptées seront suffisantes pour converger vers le tarif d'équilibre. Rappelons qu'au

niveau d'un régime, le tarif est à l'équilibre quand le passif (les engagements viagers)

³ La réforme 2003 a néanmoins abaissé l'âge légal de départ à la retraite pour les assurés ayant validé de très longues carrières.

est couvert par l'actif (les recettes de cotisations et les réserves). Comme les réformes modifient les barèmes pour les cohortes successives qui liquideront durant la phase de transition, une méthode alternative pour analyser la convergence vers le tarif d'équilibre est d'examiner si la somme des pensions reçues par chaque cohorte est la contrepartie des cotisations qu'elle a versées, augmentée du « rendement » procuré par la croissance de l'assiette des cotisations. C'est pourquoi on s'appuie sur la méthodologie développée précédemment : pour différents profils de carrière salariale, les coefficients de conversion de chaque cohorte sont calculés dans les régimes en annuités et comparés à une situation de référence, en l'occurrence les coefficients de conversion qui auraient été utilisés pour ces cohortes si les régimes fonctionnaient selon la technique des comptes notionnels. Par construction, ces coefficients de conversion dans les régimes de comptes notionnels sont représentatifs du tarif d'équilibre dans une approche par cohorte. En comparant les coefficients de conversion

dans les deux types de régime, on peut ainsi évaluer les écarts par rapport au tarif d'équilibre et dans quelle mesure les réformes paramétriques contribuent à les réduire.

Cette analyse de la convergence est ainsi conduite en deux étapes :

- dans un premier temps, on calcule les coefficients de conversion $c_{g,a}$ pour les générations 1944 à 1952 à différents âges à la liquidation, coefficients qui seraient utilisés dans des régimes de comptes notionnels,
- dans un deuxième temps, on calcule les coefficients de conversion pour ces générations liquidant à la Cnavts et à la CNRACL, en utilisant les nouveaux paramètres fixés par les réformes.

a) Les coefficients de conversion des régimes de comptes notionnels.

On considère les cohortes 1944 à 1952 qui liquideront à partir de 60 ans de 2004 à 2012 dont l'espérance de vie à 60 et 65 ans est rappelée dans le tableau suivant.

Espérance de vie à 60 et 65 ans des générations 1944 à 1952.

Âge à	Génération 1944	Génération 1945	Génération 1946	Génération 1947	Génération 1948	Génération 1952
60 ans	27,9 ans	28,0 ans	28,2 ans	28,3 ans	28,4 ans	28,9 ans
65 ans	23,7 ans	23,8 ans	23,9 ans	24,1 ans	24,2 ans	24,6 ans

L'espérance de vie à 60 et 65 ans des générations a été calculée à l'aide des tables de mortalité prospectives établies par l'INSEE pour la période 2000-2050. Elle est égale à la moyenne des espérances de vie des deux sexes

Dans les régimes de comptes notionnels, les coefficients de conversion $c_{g,a}$ sont utilisés, au moment de la liquidation, pour déterminer le montant de la pension liquidée à partir du capital virtuel de cotisations accumulé (cf. supra). Ils sont égaux à l'inverse du prix d'achat d'une annuité immédiate. Ils ont été calculés :

- pour les cohortes g nées entre 1944 et 1952,
- pour les hommes et les femmes, avec l'hypothèse d'un taux de nuptialité de 100 %,
- avec un éventail large de taux d'actualisations allant de 1 % à 5 %,
- pour des âges à la liquidation a compris entre 60 et 65 ans,

- avec les tables de survie $L_{g,a}$ des générations établies à l'aide des tables de mortalité prospectives de l'INSEE pour la période 2000-2050,
- avec un taux de réversion de 50 % et un écart d'âge de 3 ans entre les conjoints.

En omettant l'indice g de la génération, pour un homme d'âge a dont le conjoint a l'âge $b = a - 3$, l'expression du coefficient de conversion est la suivante, pour des pensions versées à terme échu :

$$c_a = \frac{1}{\sum_{j=1}^{\omega-a} \frac{1}{(1+s)^j} \times \frac{L_{a+j}}{L_a} + 0,5 \times \left(\sum_{j=1}^{\omega-b} \frac{1}{(1+s)^j} \times \frac{L_{b+j}}{L_b} - \sum_{j=1}^{\omega-\sup(a,b)} \frac{1}{(1+s)^j} \times \frac{L_{a+j} \times L_{b+j}}{L_a \times L_b} \right)}$$

Les coefficients de conversion calculés pour chaque cohorte sont égaux à la demi-somme des coefficients par sexe. Ils minorent les coefficients réels compte tenu de l'hypothèse d'un taux de nuptialité de 100 % pour tous les assurés. Par ailleurs, dans cette formule, aucune condition d'âge ou de ressources n'est introduite pour le bénéfice de la pension de réversion.

Rappelons que, dans l'hypothèse où l'index de revalorisation des pensions est l'indice des prix à la consommation, le taux d'actualisation s est égal au taux de rendement réel du capital virtuel (cf. encadrés 3 et 6). Dans un régime équilibré, ce rendement réel devrait être au plus égal au taux de croissance de l'assiette des cotisations.

Coefficients de conversion des générations 1944 à 1952 entre 60 et 65 ans, selon différents taux d'actualisation.

Génération g	Âge à la liquidation	Taux d'actualisation s				
		1 %	2 %	3 %	4 %	5 %
• Génération 1944	60 ans	3,87 %	4,52 %	5,21 %	5,94 %	6,71 %
	63 ans	4,20 %	4,84 %	5,52 %	6,25 %	7,01 %
	65 ans	4,45 %	5,09 %	5,77 %	6,49 %	7,25 %
• Génération 1945	60 ans	3,86 %	4,50 %	5,19 %	5,92 %	6,70 %
	63 ans	4,18 %	4,82 %	5,51 %	6,23 %	6,99 %
	65 ans	4,43 %	5,07 %	5,75 %	6,47 %	7,23 %
• Génération 1946	60 ans	3,85 %	4,49 %	5,18 %	5,91 %	6,68 %
	63 ans	4,16 %	4,81 %	5,49 %	6,22 %	6,98 %
	65 ans	4,41 %	5,05 %	5,74 %	6,46 %	7,21 %
• Génération 1947	60 ans	3,83 %	4,47 %	5,16 %	5,90 %	6,67 %
	63 ans	4,15 %	4,79 %	5,47 %	6,20 %	6,96 %
	65 ans	4,40 %	5,04 %	5,72 %	6,44 %	7,19 %
• Génération 1948	60 ans	3,82 %	4,46 %	5,15 %	5,88 %	6,65 %
	63 ans	4,14 %	4,78 %	5,46 %	6,18 %	6,94 %
	65 ans	4,38 %	5,02 %	5,70 %	6,42 %	7,18 %
• Génération 1952	60 ans	3,78 %	4,42 %	5,10 %	5,83 %	6,60 %
	63 ans	4,09 %	4,72 %	5,40 %	6,13 %	6,89 %
	65 ans	4,33 %	4,96 %	5,64 %	6,36 %	7,11 %

On retrouve des résultats connus :

- les coefficients de conversion augmentent avec le taux d'actualisation,
- pour une cohorte donnée, ils augmentent avec l'âge à la liquidation parce que la durée de retraite diminue,
- entre les cohortes successives, ils diminuent parce que l'espérance de vie à l'âge à la liquidation augmente.

On observe que, pour un taux d'actualisation

et un âge à la liquidation donnés, compte tenu des tables de survie, les coefficients de conversion devraient faiblement varier. Par contre, le choix du taux d'actualisation et de l'âge à la liquidation ont un fort impact sur le montant de la pension liquidée. Pour calibrer des coefficients de conversion de référence auxquels seront comparés ceux calculés pour les régimes en annuités, on peut retenir les ordres de grandeur moyens suivants pour une liquidation à 60 et à 65 ans dans les dix prochaines années.

Régimes de comptes notionnels. Synthèse des coefficients de conversion de référence.

Taux d'actualisation	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %
• Coefficients de conversion Liquidation à 60 ans	3,8 %/3,9 %	4,4 %/4,5 %	5,1 %/5,2 %	5,8 %/5,9 %	6,6 %/6,7 %
• Coefficients de conversion Liquidation à 65 ans	4,3 %/4,5 %	5,0 %/5,1 %	5,6 %/5,8 %	6,4 %/6,5 %	7,1 %/7,3 %

Comme on l'a déjà indiqué, l'Italie et la Suède ont respectivement retenu un taux d'actualisation de 1,5 % et 1,6 %. Pour la France, au niveau de l'ensemble de l'économie, les hypothèses conventionnellement utilisées pour projeter l'évolution de la masse salariale dans les prochaines décennies retiennent un taux de croissance réel moyen du salaire par tête de 1,6 % par an et pour les effectifs de cotisants, une stabilité ou, au mieux, une légère progression si les comportements d'activité aux âges élevés changent. Il en résulte qu'une hypothèse moyenne serait de retenir un taux d'actualisation de 2 %, ce qui conduit à des coefficients de conversion de référence de 4,5 % pour une liquidation à 60 ans et de 5 % pour une liquidation à 65 ans.

b) Régime général. Les coefficients de conversion et les autres indicateurs.

Le régime général (la Cnavts) est un régime

en annuités « contributif ». Pour représenter l'impact progressif des réformes, on a considéré trois cohortes, la première née en 1938 et ayant liquidé à 60 ans en 1998, la deuxième née en 1944 et qui liquidera en 2004 au début de la seconde vague de réformes et la troisième née en 1948 et liquidant en 2008 avant que soit à nouveau allongée la durée d'assurance tous régimes au delà de 40 annuités. Plusieurs indicateurs ont été calculés, dont les coefficients de conversion, sous les hypothèses suivantes :

- les profils de carrière salariale sont simples : les carrières démarrent au SMIC et le salaire individuel croît ensuite linéairement à un taux annuel constant (les coefficient k_i et α_i) compris, en termes réels, entre 1 % et 6 %. On a donc 6 profils de carrière salariale croissants,
- les durées de carrière validées sont celles nécessaires pour liquider à taux plein,

- de 2004 à 2008, on fait l'hypothèse que le taux d'inflation est de 1,5 % par an,
- les salaires portés au compte sont revalorisés avec le barème publié par la Cnavts (les coefficients k_i et β_i). Pour la liquidation en 2008, ce barème est recalculé en considérant que les salaires sont revalorisés comme les prix à la consommation entre 2004 et 2008,
- pendant la retraite, les pensions sont indexées sur les prix à la consommation.

Pour chacun des profils de carrière salariale, quatre indicateurs, tels qu'ils ont été définis précédemment, ont été calculés :

- le taux de cotisation moyen,
- le taux de remplacement brut du dernier salaire,
- le coefficient de conversion,
- le taux de rendement interne réel, c'est-à-dire le taux d'actualisation qui égalise les sommes actualisées des cotisations versées et des pensions reçues, en termes réels. Pour cet indicateur, on a ignoré, au niveau des pensions reçues, les possibilités de réversion au bénéficiaire du conjoint. L'hypothèse est donc que la durée de retraite moyenne est l'espérance de vie à 60 ans de la cohorte.

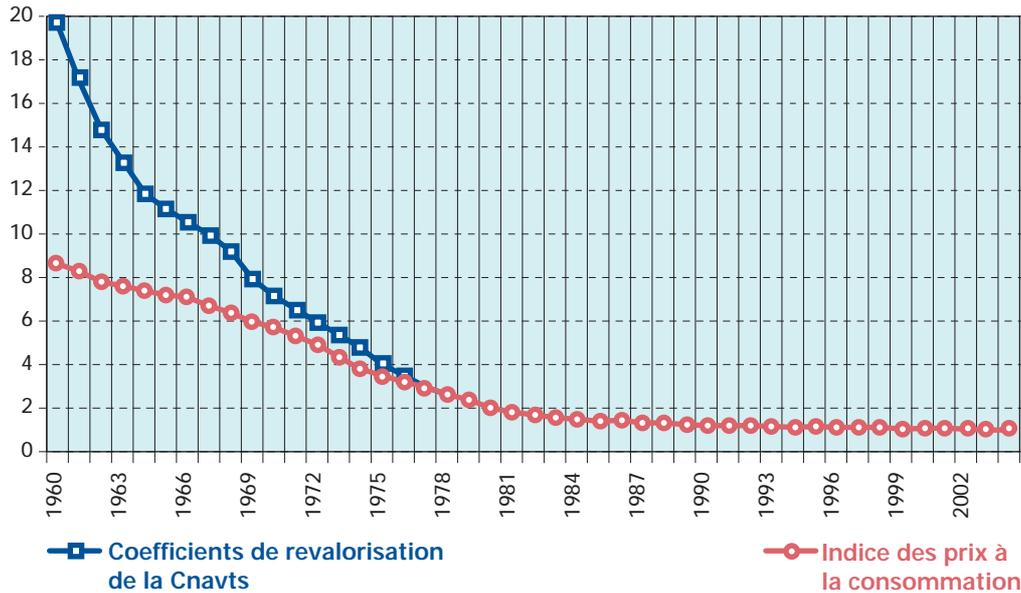
Rappelons que le coefficient de conversion a la formulation suivante :

$$c_{g, 60} = \frac{T_a}{\bar{t}c} \times A1$$

où T_a est le taux d'annuité pour une carrière complète, $\bar{t}c$ le taux de cotisation moyen et $A1$ est le rapport entre le salaire de référence calculé sur les r meilleures années et le salaire de référence calculé sur la totalité de la carrière. Appliqué au capital virtuel de cotisations, il détermine le montant de la pension liquidée, compte tenu des barèmes en vigueur.

Rappelons également que les coefficients de revalorisation des salaires portés au compte (la suite des coefficients β_i jouent un rôle important dans la détermination du montant de la pension liquidée via le montant du salaire de référence. Le graphique suivant compare ce barème avec l'indice des prix à la consommation qui convertit en euro 2004 les valeurs nominales passées. On constate que les deux courbes sont quasiment confondues depuis 1978, ce qui signifie que, au cours des 25 dernières années, les salaires portés au compte des assurés ne sont revalorisés que nominalement, sans prendre en compte les gains de pouvoir d'achat du salaire moyen. Compte tenu des profils de carrière salariale retenus, le taux de croissance du salaire individuel k_i est supérieur au taux de revalorisation des salaires h_i . Il en résulte (cf. supra partie 2. a) que, dès que les gains de pouvoir d'achat du salaire individuel dépasse 1 % par an, ce sont les r derniers salaires revalorisés qui sont utilisés pour déterminer le salaire de référence.

Régime général. 1960-2004.
Coefficients de revalorisation des salaires et indice des prix à la consommation.



Le fait d'indexer en moyenne, depuis 25 ans, les salaires portés au compte sur les prix à la consommation conduit à diminuer relativement le salaire de référence par rapport au dernier salaire d'activité. Cela diminue en conséquence le montant de la pension liquidée. Ces aspects peuvent également être analysés du point de vue de la constitution du capital virtuel de cotisations. Ce barème de revalorisation des salaires représente en effet le taux de rendement imputé sur ce capital virtuel (coefficients k_i et β_i). Revaloriser les salaires comme les prix à la consommation re-

vient à ne donner au capital virtuel qu'un taux de rendement réel nul. Par rapport à un taux de rendement positif, le capital virtuel de cotisations accumulé au terme de la carrière sera donc moins élevé et sa conversion en rente donnera un montant de pension liquidée plus faible. Pour illustrer ce point, le tableau suivant présente, pour les cohortes 1938 à 1948, à quels taux de rendement réel annuel moyen du capital virtuel de cotisations correspondent les barèmes de revalorisation des salaires.

Effet du barème de revalorisation des salaires. Taux de rendement réel annuel moyen du capital virtuel de cotisations des générations 1938 à 1948.

Génération 1938	Génération 1944	Génération 1948
2,3 %	1,1 %	0,6 %

La revalorisation des salaires sur les prix à la consommation depuis 25 ans est synonyme d'une diminution forte et régulière du taux de rendement réel du capital virtuel. Les quatre indicateurs calculés sont présentés dans

le tableau suivant pour les trois cohortes retenues. Ils sont analysés selon deux axes : d'une part, le profil de la carrière salariale, d'autre part selon les cohortes et, en conséquence, l'année de la liquidation.

Régime général. Comparaison de différents indicateurs selon le profil de la carrière salariale, pour une liquidation à l'âge de 60 ans.

Génération <i>g</i>	Taux de croissance du salaire individuel, en termes réels					
	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %
	Taux de cotisation moyen					
• Génération 1938	11,79 %	12,16 %	12,53 %	12,89 %	13,24 %	13,34 %
• Génération 1944	13,19 %	13,54 %	13,87 %	14,18 %	14,46 %	14,56 %
• Génération 1948	14,10 %	14,40 %	14,67 %	14,91 %	15,10 %	15,12 %
	Taux de remplacement brut du dernier salaire					
• Génération 1938	57,0 %	46,7 %	41,8 %	39,0 %	36,7 %	30,5 %
• Génération 1944	47,6 %	41,3 %	37,8 %	34,7 %	32,0 %	26,5 %
• Génération 1948	45,2 %	39,8 %	35,8 %	32,5 %	28,6 %	21,8 %
	Coefficients de conversion					
• Génération 1938	12,54 %	12,05 %	12,47 %	13,29 %	14,13 %	14,36 %
• Génération 1944	10,12 %	10,73 %	10,86 %	11,39 %	11,86 %	12,05 %
• Génération 1948	9,33 %	9,63 %	10,03 %	10,38 %	10,64 %	10,68 %
	Taux de rendement interne réel					
• Génération 1938	4,36 %	4,33 %	4,57 %	4,93 %	5,30 %	5,38 %
• Génération 1944	3,42 %	3,58 %	3,87 %	4,16 %	4,44 %	4,51 %
• Génération 1948	2,97 %	3,25 %	3,50 %	3,75 %	3,93 %	3,83 %

Hypothèse : versement annuel de la pension à terme échu.

b.1) le taux de cotisation moyen \bar{t}_c .

- Compte tenu de l'évolution des taux de cotisation institutionnels dans le passé, les cohortes successives liquidant à 60 ans entre 1998 et 2008 font face à un taux de cotisation moyen de plus en plus élevé,
- Le profil de la carrière salariale a également un impact puisque plus la progression du salaire individuel est rapide, plus le taux de cotisation moyen est élevé.

b.2) Le taux de remplacement brut du dernier salaire.

C'est un indicateur souvent utilisé dans les comparaisons internationales. Son interprétation peut toutefois conduire à des diagnostics erronés, d'autant plus qu'il ne donne aucune indication sur l'équilibre du régime.

- Quel que soit le profil de la carrière salariale, les réformes contribuent à le diminuer pour les cohortes successives : entre la génération 1938 et la génération 1948, il devrait être inférieur d'environ 9 points. Cette diminution est directement imputable au barème de revalorisation des salaires portés au compte qui réduit relativement le salaire de référence par rapport au dernier salaire,
- Plus le profil de la carrière salariale est ascendant, plus le taux de remplacement brut du dernier salaire est faible.

b.3) Les coefficients de conversion.

Les coefficients de conversion représentent l'indicateur qui apporte le plus d'informations sur la tarification du régime général :

- en premier lieu, on observe qu'ils sont élevés, presque tous supérieurs à 10 % quels que soient la cohorte et le profil de carrière salariale. De plus, les écarts par rapport aux coefficients de conversion d'un régime de comptes notionnels sont importants. Une partie de ces écarts s'expliquent par le fait que les cotisations sociales versées par les assurés ne représentaient au cours des années récentes qu'environ 70 % des ressources du régime général. Les pensions sont donc en partie financées par des ressources extérieures au régime et non pas en totalité par le seul effort contributif des assurés. Cela se traduit mécaniquement par des coefficients de conversion élevés.

Les coefficients de conversion correspondant à la fraction de la pension financée par l'effort contributif mesuré par le taux de cotisation moyen \bar{t}_c devraient en conséquence représenter environ 70 % des coefficients calculés à l'aide des barèmes. Malgré cette correction, ils demeureraient particulièrement élevés, bien supérieurs aux coefficients d'équilibre. Implicitement, cela signifie que le taux d'actualisation sous-jacent est supérieur à 5 %, ce qui représente un taux irréaliste de progression en termes réels de l'assiette des cotisations, compte des résultats enregistrés au cours des deux dernières décennies et des perspectives attendues dans le futur.

Dans un régime par répartition, ces écarts par rapport au tarif d'équilibre conduisent à un flux important de redistribution de revenus des générations futures d'actifs vers les générations actuelles de retraités : les cohortes ayant liquidé reçoivent un montant de pensions excédant les cotisations qu'elles ont versé parce qu'elles ont bénéficié d'un tarif « avantageux ».

Une autre façon d'évaluer l'écart par rapport au tarif d'équilibre est de considérer la « durée de récupération actuarielle », égale à l'inverse du coefficient de conversion (cf. encadré 5). C'est la durée de service de la pension qui permet de récupérer le capital virtuel de cotisations. Pour les cohortes 1938 à 1948, elle est inférieure ou égale à 10 ans, alors que l'espérance de vie à 60 ans dépasse 28 ans. Bien qu'il n'y ait pas de norme quant à cette durée de récupération puisqu'elle dépend du taux de rendement du capital virtuel, on observe néanmoins qu'elle est courte au regard de l'espérance de vie, ce qui signale qu'une fraction des pensions versées n'a pas eu pour contrepartie un effort contributif préalable.

- En deuxième lieu, quels que soient les profils de carrière salariale, les coefficients de conversion diminuent entre la génération 1938 et la génération 1948. En plus de l'impact de l'augmentation du taux de cotisation moyen, c'est l'impact des réformes qui explique cette diminution, en raison de la baisse du taux d'annuité et de la moindre revalorisation des salaires retenus pour calculer le salaire de référence.

Les réformes ont effectivement pour objectif de réduire les coefficients de conversion afin de les ramener vers leur niveau d'équilibre mais, concernant le régime général, ce mouvement est encore loin d'être achevé.

- En troisième lieu, hormis pour la génération 1938 et les profils de carrière salariale inférieurs à 2 %, on observe que les coefficients de conversion sont croissants avec le profil de la carrière salariale : plus le taux de croissance du salaire individuel est rapide, plus le coefficient de conversion est élevé. Comme l'inverse du coefficient de conversion a été défini comme le prix d'a-

chat moyen d'une unité de rente, cela signifie que les assurés ayant une carrière salariale rapide paient en moyenne une unité de rente moins cher que ceux ayant une carrière salariale lente. C'est pour cette raison que l'on considère souvent que les régimes en annuités désavantagent les carrières lentes ou plates.

Ce résultat n'est pas neutre quand on examine les propriétés redistributives des différents types de régimes. Il montre également que l'analyse des seuls taux de remplacement bruts est insuffisante pour évaluer le fonctionnement des régimes en annuités.

b.4) le taux de rendement interne réel.

Le résultat précédent est confirmé par le calcul des taux de rendement interne réels. Ceux-ci sont croissants avec le profil de la carrière salariale. Bien que les assurés ayant une carrière salariale lente ont un taux de remplacement brut du dernier salaire plus élevé et ont contribué à un taux de cotisation moyen plus faible, leur participation au régime leur rapporte un taux de rendement interne plus faible par rapport aux carrières fortement ascendantes.

Quels que soient les profils de carrière salariale, les taux de rendement internes diminuent d'une cohorte à l'autre à la suite des réformes mais ils demeurent élevés, dépassant 3 % en termes réels. Comparés aux rythmes tendanciels passé et projeté de croissance de l'assiette des cotisations, ces taux de rendement sont incompatibles avec l'équilibre actuariel du régime.

b.5) Les implications en matière de tarification du régime.

La panoplie des indicateurs calculés pour les cohortes liquidant à 60 ans entre 1998 et 2008

apporte trois types d'enseignements :

- Le premier, et le plus important, est que la tarification actuelle du régime général est encore éloignée, malgré les réformes, du tarif d'équilibre. Cela signifie qu'une fraction des engagements viagers du régime n'est pas financée et que, dans le futur, certains paramètres devront à nouveau être modifiés,
- Le deuxième a trait aux mécanismes implicites de redistribution intragénérationnelle mis en évidence par la comparaison des profils de carrière salariale. L'évaluation des régimes en annuités ne doit pas ignorer cet aspect et leur paramétrage pourrait éventuellement en tenir compte,
- Le troisième concerne la cohérence qui devrait exister entre les différents paramètres de calcul des droits à la retraite. Si l'on prend par exemple la cohorte 1944, on observe que :
 - Le taux de rendement annuel moyen réel du capital virtuel, calculé à partir des barèmes de revalorisation des salaires, a été de 1,1 %, c'est-à-dire un taux de rendement modéré,
 - Les coefficients de conversion corrigés sont compris, selon le profil de la carrière salariale, entre 7 % et 8,5 %, supérieurs de 2 à 3 points aux coefficients de conversion d'équilibre dans une approche par cohorte. Cela correspond à un taux d'actualisation sous-jacent supérieur à 5 %,
 - Les taux de rendement interne, sans prise en compte de la réversion, sont, en termes réels, compris entre 3,4 % et 4,5 %,
 - Les pensions sont indexées sur les prix à la consommation.

Les écarts entre les taux de rendement et d'actualisation suggèrent que, malgré la progressive convergence vers la tarification d'équilibre, la cohérence entre les principaux paramètres d'un régime en annuités, à savoir la durée de cotisation, le taux de liquidation, les règles de revalorisation des pensions et le taux de rendement du capital virtuel, tend à être de moins en moins vérifiée. C'est là l'une des faiblesses des réformes paramétriques dont le risque est de « distordre » la tarification, ce qui peut entraîner à terme des inéquités entre les cohortes.

Cette incohérence pourrait en partie s'atténuer avec l'allongement programmé de la durée de cotisation qui diminuera le taux d'annuité et qui retardera l'âge de départ à la retraite.

c) La CNRACL. Les coefficients de conversion et les autres indicateurs.

La CNRACL est un régime en annuités rétributif, le salaire de référence étant le dernier salaire d'activité. Comme on l'a montré précédemment, il en résulte deux caractéristiques :

- Le taux de remplacement brut du dernier salaire est immédiatement donné par le taux de liquidation,

- Les coefficients de conversion des cohortes successives ont une formulation simple puisqu'il n'y a pas de barème de revalorisation des salaires : ils sont égaux au ratio entre le taux d'annuité T_a et le taux de cotisation moyen \bar{t}_c (moyenne arithmétique des taux de cotisation pendant la carrière) :

$$c_{g, 60} = \frac{T_a}{\bar{t}_c}$$

Parce que le régime est rétributif, le profil de la carrière salariale individuelle n'a aucune influence sur les coefficients de conversion : que ces profils aient été rapides ou lents, réguliers ou heurtés, les coefficients de conversion sont identiques pour tous les membres d'une cohorte liquidant au même âge. Par ailleurs, à taux d'annuité donné, l'impact de la cohorte ou de l'âge à la liquidation est indirect puisqu'il ne transite que via le taux de cotisation moyen.

Il en résulte qu'une réforme paramétrique conservant le caractère rétributif du régime ne dispose en fait que d'un seul instrument, le taux d'annuité, pour modifier les coefficients de conversion. C'est ce que montre le tableau suivant présentant les coefficients de conversion calculés pour les générations 1930 à 1948 liquidant à 60 ans entre 1990 et 2008.

CNRACL. Taux de cotisation moyen et coefficients de conversion des générations 1930 à 1948 liquidant à 60 ans à taux plein.

	Liquidant à 60 ans en	Taux de cotisation moyen	Taux d'annuité	Coefficient de conversion
• Génération 1930	1990	23,41 %	2,0 %	8,54 %
• Génération 1935	1995	24,12 %	2,0 %	8,29 %
• Génération 1940	2000	25,27 %	2,0 %	7,91 %
• Génération 1943	2003	26,08 %	2,0 %	7,67 %
• Génération 1944	2004	26,33 %	1,974 %	7,50 %
• Génération 1948	2008	27,29 %	1,875 %	6,87 %

Hypothèse : le taux d'annuité est calculé pour une liquidation à taux plein. De 2004 à 2008, le taux de cotisation institutionnel est inchangé.

- Jusqu'en 2003, pour les générations 1930 à 1943, le coefficient de conversion a diminué lentement sous le seul effet de l'augmentation du taux de cotisation moyen,
- À partir de 2004, l'effet de la réforme va progressivement se faire sentir puisque, à l'augmentation du taux de cotisation moyen qui pourrait être plus importante si les taux de cotisation institutionnels poursuivent leur progression, s'ajoute l'impact de la diminution du taux d'annuité en raison de l'allongement programmé de la durée d'assurance pour une liquidation à taux plein.

Comparés aux coefficients de référence établis pour un régime de comptes notionnels, les coefficients de conversion de la CNRACL sont particulièrement élevés puisqu'ils sont supérieurs à 7 % jusqu'en 2008. Ils seraient encore plus élevés s'ils avaient été calculés avec les taux de cotisation effectivement nécessaires pour financer uniquement les dépenses du régime. En effet, à l'inverse du régime général, une partie des recettes de la CNRACL est transférée aux autres régimes de retraite dans le cadre des mécanismes de compensation et de surcompensation.

Ces transferts représentent actuellement près de 25 % des cotisations encaissées et, dans le passé, ils ont approché 30 %. Autrement dit, entre un quart et un tiers des contributions ne sont pas destinés à financer l'acquisition des droits à la retraite des assurés de la CNRACL. En ne retenant que les taux de cotisation nécessaires au financement du régime, on aboutirait à des coefficients de conversion corrigés encore plus élevés, supérieurs à 10 % à comparer avec un coefficient d'équilibre établi à 4,5 %.

En dépit de la ponction opérée par ces transferts hors du régime, la tarification de la CNRACL demeure donc « avantageuse » pour les assurés en termes de montant de la pension liquidée par rapport à l'effort contributif réalisé. Comme pour le régime général, cette tarification s'écarte notablement du tarif d'équilibre et engendre des déséquilibres actuariels du régime qui conduiront à de fortes redistributions de revenus dans le futur. Au niveau des coefficients de conversion, elle revient à prendre un taux d'actualisation sous-jacent supérieur à 6 %, taux largement incompatible avec la progression projetée de l'assiette des cotisations.

Ce constat est également confirmé par le calcul des taux de rendement internes réels pour les six profils de carrière salariale rete-

nus, avec des conclusions similaires à celles formulées pour la Cnavts :

CNRACL. Taux de rendement interne réel.

	Taux de croissance du salaire individuel, en termes réels					
	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %
• Génération 1938	2,89 %	3,50 %	4,11 %	4,72 %	5,33 %	5,94 %
• Génération 1943	2,90 %	3,50 %	4,09 %	4,69 %	5,29 %	5,89 %
• Génération 1948	2,56 %	3,16 %	3,75 %	4,35 %	4,94 %	5,53 %

Hypothèse : versement annuel de la pension à terme échu.

- Les taux de rendement internes sont élevés et croissants avec le profil de la carrière salariale. Il est d'autant plus avantageux de cotiser à un régime en annuités que la carrière est fortement ascendante,
- Ils sont similaires pour les cohortes 1938 à 1943 malgré l'augmentation du taux de cotisation moyen. À partir de la cohorte 1944 liquidant en 2004, la réforme des retraites devrait progressivement les réduire, de l'ordre de 0,1 point par an.

Une tarification ne convergeant que lentement vers l'équilibre signifie que les générations futures devront contribuer plus fortement pour financer des pensions des assurés dont le taux de rendement réel est supérieur à 3 %. C'est en ce sens que l'on peut dire qu'une fraction des engagements via-

gers du régime ne sont pas financés aux conditions actuelles de prélèvement.

Une deuxième conclusion concerne la capacité à piloter le régime. On observe que, dans un régime en annuités rétributif, peu d'instruments sont disponibles pour ramener plus rapidement le tarif vers l'équilibre, c'est-à-dire pour diminuer les coefficients de conversion. Lorsque le taux de liquidation reste inchangé, la baisse du taux d'annuité ne peut être obtenue que par un allongement de la durée d'assurance qui est nécessairement programmé pendant une phase de transition longue. L'efficacité de cet ajustement est renforcée quand elle s'accompagne d'un changement rapide des comportements de liquidation aboutissant à un âge de départ à la retraite beaucoup plus tardif.