

# MODALITÉS DE PILOTAGE D'UN SYSTÈME DE RETRAITE ET RÉPONSES À DES CHOCS DÉMOGRAPHIQUES ET ÉCONOMIQUES

Illustrations sur une maquette simplifiée d'un système  
de retraite en répartition<sup>1</sup>

**Christophe Albert**

*Caisse des dépôts, Direction des Retraites et de la Solidarité*

**Frédérique Nortier-Ribordy**

*Secrétariat général du Conseil d'orientation des retraites*

---

Le pilotage d'un système de retraite par répartition consiste pour les gestionnaires à choisir et ajuster les leviers dont ils disposent en vue d'atteindre les objectifs qui leur sont assignés et pour faire face à des aléas économiques et/ou démographiques auxquels ils sont confrontés. Dans ce cadre, les gestionnaires peuvent s'engager sur des règles précises, ce qui les contraint alors dans leur pilotage. Trois catégories peuvent être distinguées : les systèmes à « prestations définies » où l'engagement porte sur le montant des pensions et l'ajustement est réalisé par les cotisations ; les systèmes à « cotisations définies », où l'engagement porte sur le taux de cotisation et les ajustements se font sur l'âge de liquidation ou le montant de la pension ; et les systèmes à « rendement défini » où l'engagement porte sur le rendement des cotisations de façon à assurer à chaque génération l'équivalent actuariel de ses cotisations.

Il peut être démontré que tant que l'économie et la démographie sont stationnaires, ces trois modes de pilotage sont équivalents à taux de cotisation constant et avec des paramètres fixés de façon à respecter l'équilibre d'un système de retraite (en particulier si les droits et les pensions sont indexés sur la masse des rémunérations et si l'espérance de vie à la retraite est prise en compte à la liquidation). En revanche, les réactions du système de retraite face à des chocs démographique ou économique ne sont pas les mêmes selon le mode de pilotage privilégié.

En particulier, les systèmes à prestations définies ne s'équilibrent pas automatiquement à long terme en cas de choc démographique ou économique.

---

1. Les auteurs tiennent à remercier Pierre-Louis Bras, président du COR, Emmanuel Bretin et Anne Lavigne, du SG-COR, pour leur relecture attentive de l'article ainsi que les deux rapporteurs anonymes pour leurs remarques enrichissantes. Les analyses et résultats de l'article n'engagent que leurs auteur(e)s et non leurs institutions d'appartenance.

Avec une indexation sur la masse des rémunérations, les systèmes à cotisations définies s'équilibrent à long terme en cas de choc tant que l'espérance de vie à la retraite reste stable. Seuls les systèmes en rendement défini incorporent des mécanismes permettant de revenir à l'équilibre, quel que soit le type de choc. Des fluctuations autour de l'équilibre restent néanmoins possibles dans des systèmes de ce type et l'ajustement à un allongement de la durée de retraite dépend largement de la façon dont est anticipé ou non cet allongement.

*Mots clés* : système de retraite, pilotage, équilibre budgétaire.

---

**D**ans un système de retraite contributif fonctionnant en répartition, les transferts de revenus sont organisés entre les générations par l'intermédiaire d'un contrat implicite où les gestionnaires (ou pilotes) du système s'engagent à verser des pensions aux retraités actuels et futurs en contrepartie de leurs contributions dans un univers incertain par nature, notamment en ce qui concerne la croissance future de la masse salariale et la durée de versement de la retraite.

Trois grands objectifs lui sont en général assignés<sup>2</sup> : assurer un niveau de vie satisfaisant pour tous les retraités, veiller à l'équité entre les assurés de générations différentes ou appartenant à la même génération et enfin, garantir la pérennité financière, ce qui peut être vu plus comme une contrainte que comme un objectif en soi.

Les gestionnaires doivent ainsi choisir et ajuster au fil du temps les différents leviers dont ils disposent (synthétiquement âge de la retraite, taux de cotisation et montant relatif des pensions, cf. encadré 1 sur l'équation d'un système en répartition) en vue d'atteindre les objectifs assignés au système de retraite tout en s'adaptant aux aléas (risques) auxquels il peut être confronté (aléas économiques – croissance de la productivité, chômage, inflation – et démographiques – allongement de la vie, *baby-boom* –). S'ils choisissent de privilégier un objectif plus qu'un autre, le nombre de leviers à leur disposition s'en trouve réduit.

Cet article propose une classification des systèmes de retraite en répartition selon la forme de l'engagement qui les sous-tend, les principes de pilotage qui en découlent et leur réaction face aux aléas

---

2. D'autres objectifs, tels que la transparence et la lisibilité, ou encore un objectif d'articulation entre le système de retraite et des objectifs économiques (taux d'emploi des seniors, compétitivité des entreprises par exemple) peuvent également lui être assignés.

démographiques et/ou économiques en fonction des objectifs privilégiés. Trois modes de pilotage sont ici distingués (partie 1) :

- Dans un système dit à « prestations définies », l'engagement porte sur le montant des pensions à un âge donné et les modalités de financement s'ajustent aux conditions économiques et démographiques du moment afin de financer les engagements pris sur les dépenses ;
- Dans les systèmes dits à « cotisations définies », l'engagement porte au contraire sur le taux de cotisation. Les ajustements se font dans ce cas sur l'âge ou le montant de la pension ;
- Enfin, le gestionnaire peut s'engager sur le rendement des cotisations de façon à ce que chaque génération d'assurés reçoive l'équivalent actuariel de ses cotisations sur la base du rendement de la répartition, c'est-à-dire la croissance de la masse des rémunérations à taux de cotisation constant (système dit à « rendement défini »)<sup>3</sup>.

La typologie proposée ici reste largement théorique et stylisée car en pratique les systèmes de retraite n'affichent en général pas d'engagement explicite (ou cet engagement a été progressivement dénaturé face aux contraintes auxquelles ont été confrontés les gestionnaires) et les ajustements sont le plus souvent effectués de manière adaptative selon les chocs économiques et démographiques auxquels les systèmes sont confrontés, même si la contrainte d'équilibre financier peut être combinée avec des niveaux-cibles à atteindre ou à ne pas dépasser sur les autres objectifs (taux de cotisation maximal ou encore taux de remplacement minimal ou cible)<sup>4</sup>.

À l'aide d'une illustration sur une maquette simplifiée en générations imbriquées d'un système de retraite en répartition, l'article examine ensuite la situation financière du système et le taux de remplacement

---

3. Ce système est désigné généralement au niveau international par le terme « non financial contribution defined pension system » ou « NCD system » soit système de retraite non financier à contribution défini (voir Holzmann *et al.*, 2020). Il est parfois aussi dénommé en France « système en comptes notionnels », notamment en référence au système de retraite suédois (terminologie également utilisée dans les rapports annuels de l'Agence suédoise des pensions). L'appellation « rendement défini » est préférée ici car elle permet de mettre l'accent sur l'engagement du système envers ces assurés et permet de distinguer le pilotage du système de la technique de calcul des droits. Il ne s'agit pas non plus de cotisations définies au sens usuel puisque les taux de cotisation peuvent évoluer au fil des générations, à condition que cette évolution soit réservée aux actifs des générations qui la supporte et non aux retraités (voir COR, 2018). Enfin, le terme de « rendement défini » n'est pas synonyme de rendement garanti en niveau, celui-ci pouvant varier avec la croissance et le taux de cotisation.

4. Voir à ce sujet COR (2020).

offert face à des évolutions démographiques et économiques non anticipées (partie 2)<sup>5</sup>. Cette maquette simule l'attribution de droits en contrepartie des cotisations versées jusqu'à la liquidation de la pension. Les contraintes qui s'appliquent à cette maquette – le maintien d'un taux de remplacement, la constance des cotisations ou l'objectif de garantie d'équivalence actuarielle entre cotisations et pensions – permettent de simuler les différents objectifs décrits dans cet article.

### Encadré 1. L'équilibre d'un système de retraite

Un système de retraite par répartition est équilibré chaque année si la masse de ses ressources correspond exactement à la masse de ses dépenses – pour simplifier, la masse des pensions qu'il verse :

$$\text{Masse des ressources} = \text{Masse des pensions}$$

Ce qui peut également s'écrire

$$\frac{\text{Nombre de cotisants}}{\text{Nombre de retraités}} \times \text{taux de cotisation} = \frac{\text{Pension moyenne}}{\text{Revenu moyen d'activité}}$$

La situation financière du système de retraite va ainsi dépendre de trois facteurs qui sont fonction des conditions démographiques et économiques (sur lesquelles les pilotes du système de retraite n'ont en première approche pas d'influence directe) et des règles propres du système de retraite (qui relèvent, elles, de son pilotage) :

- Le rapport entre le nombre de cotisants et le nombre de retraités (ou rapport démographique), qui dépend des conditions démographiques (fécondité, mortalité et solde migratoire), des comportements d'activité à tous les âges de la vie et du taux de chômage. L'évolution « spontanée » de ce rapport peut être contrebalancée par les règles du système de retraite (notamment celles qui jouent sur les âges effectifs de départ à la retraite) ;
- Le taux de cotisation, qui dépend directement des règles du système de retraite. Son niveau peut cependant être contraint par son environnement (niveau global des prélèvements et incidence socio-fiscale notamment) ;
- Le rapport entre la pension moyenne de l'ensemble des retraités et le revenu d'activité moyen de l'ensemble des personnes en emploi (ou pension relative), qui dépend du cadre économique général (notamment de la productivité du travail) mais aussi des règles qui déterminent les montants de pension (règles de calcul des pensions à la liquidation, règles d'indexation des droits et des pensions, etc.).

5. Pour une discussion plus approfondie des propriétés d'un système en rendement défini à partir de la même maquette, voir Albert et Nortier-Ribordy (2019).

L'analyse se concentre ici sur la partie purement contributive du système de retraite, c'est-à-dire telle qu'elle résulte directement du calcul des pensions selon les différents modes d'acquisition des droits et le pilotage retenu. Cependant, quelle que soit la nature du système, il est possible d'inclure des mécanismes de solidarité (traitement des périodes de chômage involontaire, maternité, maladie, etc.) permettant de garantir une plus grande équité intragénérationnelle. Le degré de solidarité du système de retraite résulte ainsi d'un choix politique et non de la nature de son pilotage.

## 1. Les modes de pilotage d'un système de retraite et le calcul des pensions

Les gestionnaires du système de retraite peuvent s'engager sur des règles précises en matière de cotisations ou de niveau de pensions, ce qui les contraint alors dans leur pilotage, notamment en réaction à des chocs démographiques et économiques. Les modes de pilotage peuvent dans ce cas être distingués en trois catégories<sup>6</sup>.

Il convient de souligner que la priorisation des objectifs et le mode de pilotage retenu peut conduire à privilégier des modes de calcul des droits (cf. encadré 2) et des pensions au détriment d'autres, certaines techniques permettant d'actionner plus ou moins facilement les leviers privilégiés, même s'il est possible de les rendre équivalentes sous certaines conditions. Cependant, la technique de calcul des droits à la retraite doit être clairement dissociée du mode de pilotage du système.

### 1.1. Présentation des trois modes de pilotage d'un système de retraite

*Dans les systèmes à prestations définies*, l'engagement des gestionnaires vis-à-vis des assurés porte sur le niveau de la pension future à âge donné et non sur le niveau des cotisations qui permettent de le financer. Les modalités de financement, notamment les taux de cotisation, s'ajustent aux conditions économiques et démographiques du moment afin de financer les engagements pris sur les dépenses. Sauf exception, ce mode de calcul est simple : la retraite perçue est fixée forfaitairement ou en pourcentage du salaire de l'assuré<sup>7</sup>, option de

---

6. Voir COR (2018).

7. Ce pourcentage est le plus souvent fixé en fonction de l'âge et/ou de la durée d'assurance.

garantie de taux de remplacement privilégiée ici (voir l'annexe 1). Pour matérialiser cet engagement, les droits à retraite doivent normalement être exprimés en fonction des rémunérations de carrière et non des cotisations versées. Le salaire pris en compte pour le calcul de la pension peut être le dernier salaire ou le salaire moyen de tout ou partie de sa carrière. Ces règles ainsi fixées ne sont pas susceptibles d'évoluer dans le temps pour équilibrer le système.

L'objectif mis en avant dans ces systèmes est d'assurer un niveau de pension satisfaisant, en maintenant le taux de remplacement et ainsi le niveau relatif des pensions aux salaires constants au fil du temps. Cet engagement est susceptible de favoriser la confiance des assurés en tant que futurs retraités dans le système de retraite si le gestionnaire parvient à garantir sa pérennité financière, d'autant plus qu'il est facilement compréhensible. Il permet en outre un lissage de la baisse de revenu sur l'ensemble de la carrière et non la seule période de la retraite, si l'ajustement porte sur le taux de remplacement. Dans ce cas, ce sont les générations d'actifs seuls qui garantissent la pérennité financière, ce qui peut entraîner des redistributions intergénérationnelles non désirées<sup>8</sup>.

*Dans les systèmes à cotisations définies*, la séquence de l'ajustement est inversée par rapport aux systèmes à prestations définies : l'engagement des gestionnaires vis-à-vis des assurés porte sur le niveau des cotisations, non sur le montant de la retraite. Les ajustements se font dans ce cas sur l'âge ou le montant des pensions (à la liquidation ou en cours de service).

Le principe général est de mettre en avant le degré de contributivité du système<sup>9</sup> : le niveau du taux de cotisation est déterminé à l'avance et fixe dans le temps et reflète ce que l'assuré apporte au système. Il détermine ainsi le niveau des droits acquis, la contrepartie monétaire de ces droits n'étant connue par l'assuré qu'au moment de la liquidation (voir l'annexe 1). Une modification des paramètres servant au calcul de la pension et une indexation des droits et des pensions sur la masse des rémunérations affectent en théorie toutes les générations ; les risques sont alors partagés entre les actifs et les retraités. Une modification des conditions de liquidation n'affecte en revanche que les

---

8. Dès lors qu'une hausse des taux de cotisation ne génère pas de droits supplémentaires, la génération d'actifs qui supporte la hausse des cotisations bénéficiera d'un rendement de son opération retraite moindre que celui des générations antérieures.

9. Ces systèmes peuvent tout de même offrir des mécanismes de solidarité.

actifs et une modification de la revalorisation des pensions en cours de service que les retraités ; les risques ne sont alors plus partagés entre les générations.

Dans les **systèmes à rendement défini**, l'engagement des gestionnaires porte sur le rendement attendu par les assurés de leurs cotisations. Dans ces systèmes, chaque génération reçoit sous forme de pension l'équivalent actuariel de ses cotisations sur la base du rendement de la répartition, égal à la croissance de la masse des rémunérations (à taux de cotisation constant)<sup>10</sup>. Pour assurer cette égalité (voir l'annexe 1), le calcul du montant des prestations doit respecter les deux principes suivants pour une génération donnée<sup>11</sup> :

- Les droits acquis en cours de carrière et le montant des pensions liquidées doivent être revalorisés sur la base de l'évolution de la masse des rémunérations (à taux de cotisation constant)<sup>12</sup>. Rendement défini ne signifie donc pas rendement intangible puisque les évolutions de la masse réelle des rémunérations peuvent différer au fil des générations<sup>13</sup> ;
- L'espérance de vie à l'âge de la retraite doit être prise en compte à la liquidation. Le niveau des prestations entre générations pour un âge de départ donné est donc appelé à diminuer si l'espérance de vie à la retraite augmente. Sa prise en compte permet aux systèmes en rendement défini d'incorporer un équilibrage automatique qui n'est pas présent dans les autres modes de pilotage décrits tant que ses évolutions sont bien anticipées.

---

10. Il faut noter toutefois que ce critère ne peut être respecté en phase de montée en régime d'un système par répartition puisqu'un tel système offre par construction des taux de rendements élevés aux premières générations qui ont peu (voire pas du tout) cotisé. Un système à rendement défini ne peut donc se concevoir que pour les systèmes en répartition à maturité.

11. L'égalité actuarielle rendement/cotisation vaut pour la génération mais ne vaut pas pour chaque individu (pour qui le rendement de l'opération retraite dépendra de la durée de vie individuelle), la retraite ayant pour vocation de mutualiser les durées de survie.

12. L'évolution de la masse des rémunérations attendue pendant la période de retraite peut être incorporée dans le calcul des pensions à la liquidation, ce qui permet d'augmenter le taux de remplacement (*frontloading*). Les pensions doivent ensuite évoluer comme la croissance constatée de la masse des rémunérations diminuée de la croissance anticipée (voir Albert et Nortier-Ribordy, 2019). L'intérêt de cette option est de favoriser les retraités ayant les espérances de vie à la retraite les plus courtes par rapport à ceux ayant les espérances de vie les plus longues. Elle est donc plutôt plus favorable aux hommes qu'aux femmes et aux personnes ayant de moindres revenus, dès lors que l'espérance de vie est liée aux niveaux de vie.

13. Les différences sont toutefois par construction relativement faibles entre deux générations proches qui auront connu sur leur cycle de vie les mêmes conditions démographiques et économiques sur une durée plus ou moins longue.

### Encadré 2. Les différents modes de calcul des droits à la retraite en répartition

Dans les systèmes de retraite fonctionnant en répartition, les droits et les pensions peuvent être calculés selon trois modes : en annuités, en points ou en euros. Même si ces modes de calcul des droits diffèrent à première vue, ils peuvent être rendus équivalents selon les règles d'indexation des droits et des pensions, les conditions de liquidation, la prise en compte de l'espérance de vie à la retraite et les taux de cotisation. Toutefois, la priorisation de certains objectifs et le mode de pilotage retenu peuvent conduire à privilégier un mode de calcul des droits et des pensions plus facilement qu'un autre.

Avec un *calcul des droits en annuités*, la pension à la liquidation est le produit de trois éléments : le taux d'annuité (rapport entre un taux de liquidation et une durée d'assurance de référence), le salaire de référence de l'assuré et sa durée d'assurance. Des décotes/surcotes par rapport à un âge du taux plein peuvent également s'appliquer. Dans ces régimes, le montant de la retraite ne dépend pas du taux de cotisation. La contributivité est assurée de façon implicite par le fait que le montant de la pension est directement lié au montant des salaires perçus (et donc de la cotisation acquittée et de la durée de versement).

Avec un *calcul des droits en points*, les assurés acquièrent chaque année des points soit en divisant les cotisations versées par la valeur d'achat du point (le nombre de points acquis est fonction du taux de cotisation), soit en fonction d'un barème défini selon la rémunération perçue (le nombre de points acquis ne dépend pas du taux de cotisation). Les points sont cumulés tout au long de la carrière et le montant de la retraite est égal au total des points acquis au moment de la liquidation multiplié par la valeur de service du point. Le rapport entre la valeur de service du point et sa valeur d'achat représente le rendement instantané du régime. Des décotes et des surcotes peuvent être appliquées par rapport à un âge de référence. Dans son principe, un tel système est contributif (de façon directe ou indirecte), mais cette contributivité peut être affaiblie par l'introduction d'un taux d'appel qui correspond à des cotisations non génératrices de droits.

Dans un *système de comptes en euros*, chaque assuré accumule au cours de sa carrière des droits en euros correspondant à la somme des cotisations versées, revalorisées chaque année selon un indice défini. Le compte est dit « notionnel » dans le sens où les cotisations ne sont pas réellement versées sur un compte comme en capitalisation mais servent immédiatement à payer les pensions des retraités. Au moment de la liquidation, le montant de la pension est calculé en multipliant le montant total accumulé en euros par un coefficient de conversion. Un tel système est directement contributif puisque le montant de la pension à la liquidation est proportionnel aux cotisations versées tout au long de la carrière.

\* Sur ce sujet, voir le document n° 5 de la séance du COR du 14 février 2018.



Le gestionnaire peut, en revanche, agir sur le taux de cotisation, contrairement à un système à cotisations définies, pour augmenter ou diminuer le niveau futur des prestations sous réserve que cette augmentation (diminution) ne serve pas à améliorer (détériorer) immédiatement la situation des retraités<sup>14</sup>. Deux objectifs sont mis en avant dans ces systèmes : d'une part assurer la pérennité financière du système et, d'autre part, permettre l'équité entre les générations. Ces principes permettent en effet d'explicitier les effets intergénérationnels. L'allongement de l'espérance de vie se répercute sur chaque génération concernée et une hausse (baisse) de la fécondité conduit mécaniquement à l'accumulation de réserves (ou décaissement). Il n'y a donc pas de mutualisation entre générations des effets des évolutions démographiques. Les fluctuations économiques affectent les actifs et les retraités par l'indexation des droits et des pensions sur la masse des rémunérations.

Les ajustements sont automatiques et offrent ainsi une vraie garantie aux assurés (celle de recevoir l'équivalent actuariel de ce qu'ils ont versé) tout en encadrant les interventions des décideurs. Il peut cependant être source de méfiance de la part des assurés qui peuvent ne pas percevoir la garantie car le fonctionnement d'un tel système est très complexe à expliquer.

## 1.2. Le calcul des pensions dans le système de retraite

Le principe de la maquette est de créer des chroniques d'individus et de rémunérations qui sont utilisées pour calculer les ressources puis les pensions servies. Schématiquement, au cours de sa carrière, chaque assuré acquiert des droits qui se calculent directement à partir des cotisations versées<sup>15</sup> ou des rémunérations portées au compte. Ces droits sont exprimés en euros. L'unité de compte ne change pas la nature du système et sert d'intermédiaire de calcul.

Les droits s'accumulent et sont revalorisés selon un index fixé au cours de la carrière avant d'être convertis en rente à l'aide d'un coefficient de conversion ou d'un taux de liquidation visant à garantir les modalités de pilotage retenus par le gestionnaire. Les soldes négatifs

---

14. Il faut noter toutefois qu'une baisse des cotisations entraîne des besoins de financement pérennes et suppose donc que le dispositif soit mis en place avec des réserves significatives. Symétriquement, une hausse des cotisations a pour conséquence la constitution de réserves pérennes et est donc plus facile à envisager que la première opération.

15. Par lui-même, son employeur ou un tiers au titre de la solidarité.

(respectivement positifs) sont financés par emprunt ou utilisation (respectivement abondement) des réserves sans modification des droits futurs.

Les masses de prestations sont calculées en trois temps. Le capital de droits moyen accumulé par une génération parvenant à la retraite est égal à la somme des cotisations annuelles ou à la moyenne des salaires annuels revalorisés en cours de carrière selon l'indexation retenue.

Au moment de la liquidation, le coefficient de conversion ou le taux de liquidation permet de déterminer la rente annuelle à verser à la génération. Il peut être fixé de façon plus ou moins libre par le gestionnaire :

- Dans un système à prestations définies, le taux de liquidation doit permettre de respecter l'objectif de taux de remplacement (exprimé dans cet article comme le rapport entre la première pension perçue et le dernier salaire de carrière) fixé par les gestionnaires ;
- Dans un système à cotisations définies, il peut évoluer de façon à respecter l'équilibre du système de retraite ou rester fixe ;
- Dans un système à rendement défini, en revanche, le coefficient est calculé par génération et doit prendre en compte l'espérance de vie à la liquidation.

Une fois calculée la pension à la liquidation, la masse des pensions est ensuite égale à la somme des rentes annuelles des différentes générations revalorisées selon l'indexation retenue.

## 2. Les effets de chocs démographiques et économiques selon le mode de pilotage retenu

Pour faciliter la compréhension des effets des différents chocs dans les différents systèmes, il est utile de se placer d'abord dans le cadre d'un système de retraite à l'équilibre financier et dans un monde sans choc (appelé ici « régime de croisière »). Les chocs démographiques (*baby-boom* et allongement de l'espérance de vie) et économiques (productivité) sont ensuite étudiés séparément.

## 2.1. En régime de croisière, les modes de pilotage sont équivalents

Le régime de croisière correspond à une situation fictive où la croissance de l'économie (égale à la population en emploi multipliée par la rémunération moyenne) est régulière et où l'espérance de vie à la retraite<sup>16</sup> et le ratio démographique sont constants.

Le cadre de départ suppose que les générations successives travaillent 40 ans avant de partir à la retraite pendant 20 ans. En tendanciel, la croissance annuelle de la population est égale à 0,1 % et la croissance réelle du salaire moyen de 1 % par an. Le taux de cotisation est de 25 %<sup>17</sup>.

Les paramètres du système de retraite sont fixés de façon à respecter la contrainte d'équilibre de long terme en régime de croisière. Notamment, les droits et les pensions sont indexés sur la masse des rémunérations (à taux de cotisation constant)<sup>18</sup> et le calcul de la pension à la liquidation intègre l'espérance de vie à la retraite (neutralité actuarielle). Ces choix ne sont pas imposés dans le cas des systèmes en prestations et cotisations définies alors qu'ils sont obligatoires par nature dans les systèmes en rendement défini.

En régime de croisière, et sous l'hypothèse d'un taux de cotisation constant, les trois modalités de pilotage sont équivalentes du point de vue de l'équilibre financier du système de retraite et du taux de remplacement offert par le régime (voir annexe 1).

Les systèmes en cotisations définies ou en rendement défini sont équivalents si le rendement des cotisations<sup>19</sup> est déterminé de façon à respecter l'équilibre de long terme dans un système à cotisations définies et si le taux de cotisation est constant en rendement défini (voir annexe 2). Dans ce cas, les conditions et calcul des droits et de la pension à la liquidation sont identiques dans les deux modes de pilotage. L'équivalence peut aussi se démontrer entre ces deux systèmes et un système à prestations définies si le taux de liquidation est également fixé de façon à respecter l'équilibre de long terme et si l'économie est

---

16. Par simplification, il n'y a pas de mortalité avant l'âge de la retraite.

17. Ces hypothèses correspondent globalement au cas du système de retraite français.

18. Une approche alternative aurait consisté à indexer les droits et les pensions sur les rémunérations moyennes. Cette indexation est souvent privilégiée par les gestionnaires pour des raisons de lisibilité par les assurés et parce qu'elle rend relativement insensible la pension relative aux évolutions de l'emploi. Cette option permet également d'afficher à la liquidation un coefficient de conversion ou un taux de liquidation des pensions plus élevé.

19. Résultant de la combinaison de l'indexation des droits et des pensions et du coefficient de conversion des droits en pension.

en régime de croisière (le taux de croissance de la masse des rémunérations est constant).

Sous ces conditions, l'équilibre financier est assuré et le taux de remplacement est alors en fonction du dernier revenu est égal au produit du taux de cotisation, de la durée d'activité<sup>20</sup>, rapporté à l'espérance de vie de la génération à la date de son départ à la retraite<sup>21</sup>, quel que soit le mode de pilotage retenu pour le système de retraite.

## 2.2. La réaction du système de retraite à des chocs démographiques ou économiques en l'absence d'ajustements

Trois chocs sont simulés :

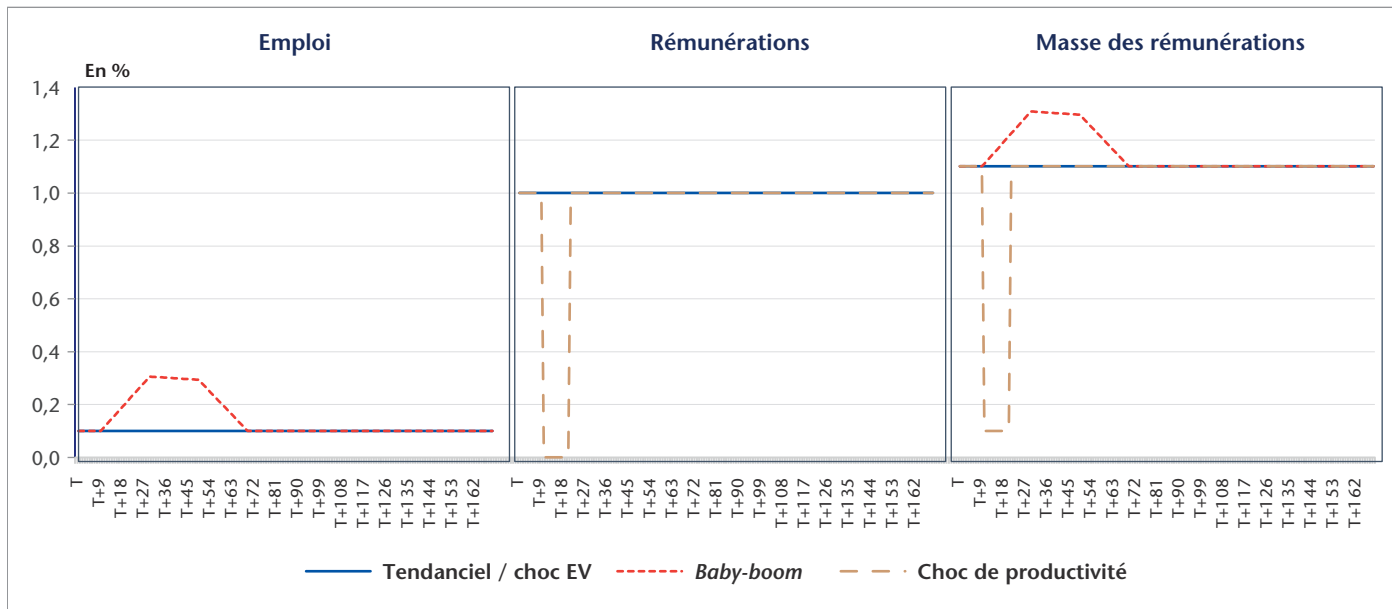
- Dans le premier choc, la durée de retraite augmente d'une année tous les 5 ans entre la cinquième et la centième période, passant ainsi de 20 ans à 40 ans sans aucune modification des carrières. Il s'agit ici d'hypothèses légèrement plus fortes que le constat pour la France : selon les calculs du SG-COR effectués à partir des dernières projections démographiques de l'INSEE, les gains d'espérance de vie par génération à 60 ans seraient de l'ordre de 0,75 année toutes les 5 générations (de 19 années pour la génération 1900 à 33,5 ans projetés pour la génération 2000) ;
- Le deuxième choc correspond à un choc comparable au *baby-boom* ; le nombre de nouveaux cotisants augmente progressivement plus qu'en tendancier (jusqu'à + 0,3 % au lieu de 0,1 %) pendant 50 ans (de T+15 à T+64). Ce choc peut dans un premier temps être assimilé à un choc économique puisqu'il augmente directement l'offre de travail tant que les générations concernées sont actives ;
- Le choc économique revient à considérer une croissance nulle du salaire moyen de T+10 à T+20, année où la croissance revient à sa tendance initiale de 1 % par an. Au cours de ce choc, la masse des rémunérations croît donc au rythme de la seule taille des générations.

Le tableau 1 récapitule les valeurs paramétriques de calibrage et les variantes de chocs étudiées. Le graphique 1 retrace l'impact des chocs sur la croissance de l'emploi, les rémunérations et la masse salariale.

20. *Modulo* la revalorisation des salaires au cours de la carrière.

21. Voir le document n° 6 de la séance du COR du 28 janvier 2009.

Graphique 1. Croissance de l'emploi, des rémunérations et de la masse des rémunérations des rémunérations en tendanciel et selon le choc simulé



Source : maquette SG-COR 2019.

Tableau 1. Hypothèses retenues pour les simulations

Variable	En tendance	Choc simulé ou alternative
Durées de carrière	40 périodes	/
Durées de retraite	20 périodes	De 20 à 40 années
Croissance démographique	0,1 %	0,5 % de T+15 à T+64
Croissance de la productivité*	1,0 %	0 % de T+10 à T+20
Taux de cotisation	25 %	/
Ratio cotisants / retraités	2,06 cotisants pour 1 retraités	Variable selon choc simulé
Taux de remplacement	51,5 % du dernier salaire	Variable selon choc simulé

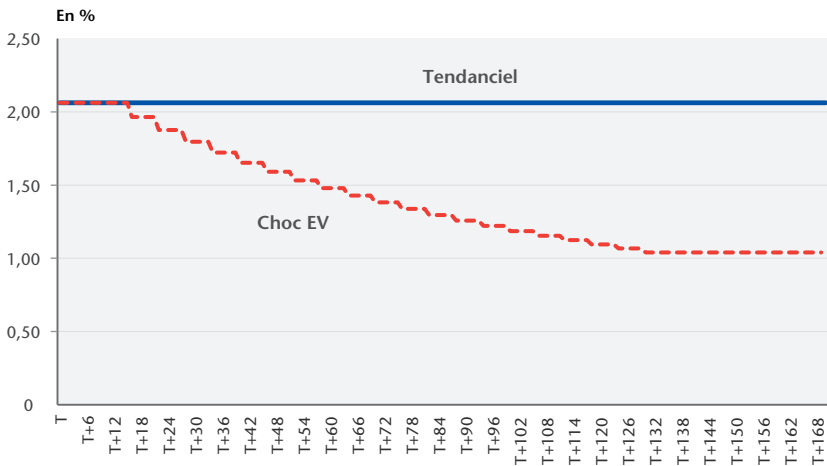
\* égale à la rémunération moyenne par tête (RMPT);

Source : auteurs.

### i) Les effets des gains d'espérance de vie

Dans la simulation qui suit, l'augmentation de la durée de retraite sur une période de 95 ans se traduit par une dégradation continue du ratio démographique (calculé comme le rapport entre le nombre de cotisants et le nombre de retraités) qui passe de 2,06 en T15 à 1,04 à partir de T130 (graphique 2). Cette dégradation provient de l'augmentation du nombre de retraités alors que le nombre de cotisants reste stable.

Graphique 2. Rapport entre le nombre de cotisants et le nombre de retraités selon la durée de retraite

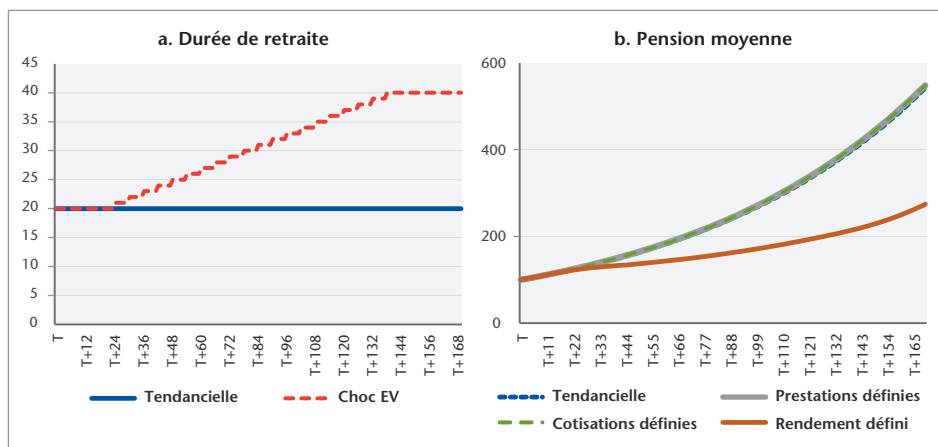


Lecture : en tendanciel, il y a 2,06 cotisants pour 1 retraité. Avec une augmentation de la durée de retraite de 20 à 40 ans et en l'absence d'ajustements, ce rapport passerait à 1,04 pour 1.

Source : maquette SG-COR 2019.

Dans un système de retraite à prestations définies ou à cotisations définies, à âge de départ à la retraite inchangé, l'allongement de l'espérance de vie à la retraite pèse alors directement sur le solde du système (ou sur les prélèvements sans lien avec les droits constitués), car il conduit à une augmentation de la durée moyenne de retraite (graphique 3a), sans effets sur le niveau des pensions (graphique 3b). Les paramètres (indexation<sup>22</sup> et taux de liquidation ou rendement) ne s'ajustent en effet pas automatiquement et les taux de remplacement restent constants. Par voie de conséquence, la masse des pensions va progressivement doubler par rapport à ce qu'elle aurait été en régime de croisière alors que la masse des cotisations reste inchangée.

Graphique 3. Durée de retraite et croissance cumulée de la pension moyenne en cas d'allongement de l'espérance de vie et selon le mode de pilotage privilégié (en %)



Lecture : la pension moyenne du système en rendement défini évolue plus lentement qu'en cotisations ou prestations définies en cas d'allongement de l'espérance de vie, en raison de la baisse du coefficient de conversion.

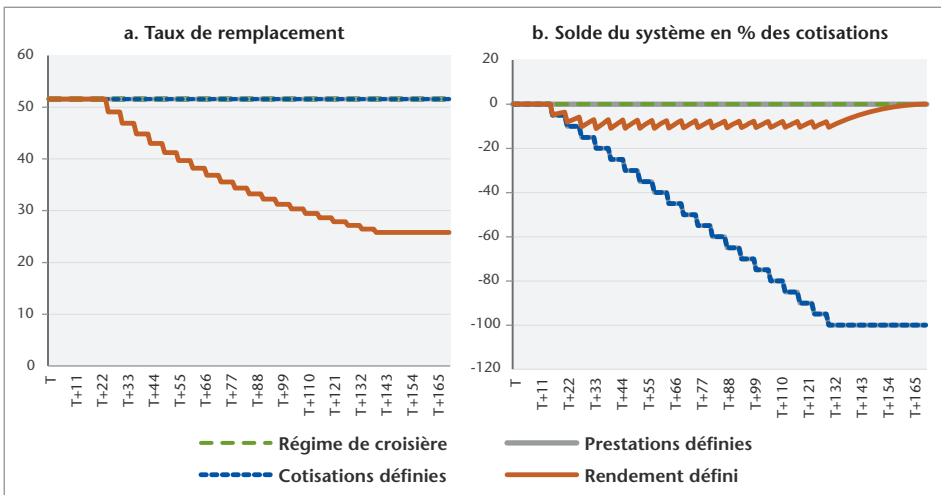
Source : maquette SG-COR 2019.

Dans un système en rendement défini, au contraire, le calcul de la pension prend en compte les gains d'espérance de vie, par le biais du coefficient de conversion qui dépend de l'espérance de vie moyenne à la retraite de chaque génération. L'hypothèse retenue ici est que les coefficients s'ajustent avec retard quand les gains d'espérance de vie sont effectivement constatés par les gestionnaires (au moment du

22. Le taux de croissance des rémunérations et du nombre de cotisants étant inchangé, les droits servant au calcul de la pension ne sont pas modifiés.

décès de la génération)<sup>23</sup>. Cela conduit à un ajustement spontané mais décalé à la baisse du niveau des pensions en l'absence d'ajustement des âges de liquidation face à l'allongement de l'espérance de vie. Le système revient à l'équilibre une fois que l'espérance de vie est à nouveau constante. Les taux de remplacement (graphique 4a) suivent l'évolution du coefficient de conversion, avec une chute de moitié en 100 périodes et une stabilisation à terme en cas d'adaptation même retardée aux gains de durée de retraite.

Graphique 4. Taux de remplacement et solde du système de retraite en cas d'allongement de la durée de retraite et selon le mode de pilotage privilégié (en %)



Lecture : par rapport à un système fonctionnant en régime de croisière (quel que soit le mode de pilotage), le solde du système de retraite atteint un niveau maximal de -100 % des cotisations en T120 quand il est piloté en prestations ou cotisations définies, une fois l'allongement de l'espérance de vie stabilisé et avec un taux de remplacement constant.

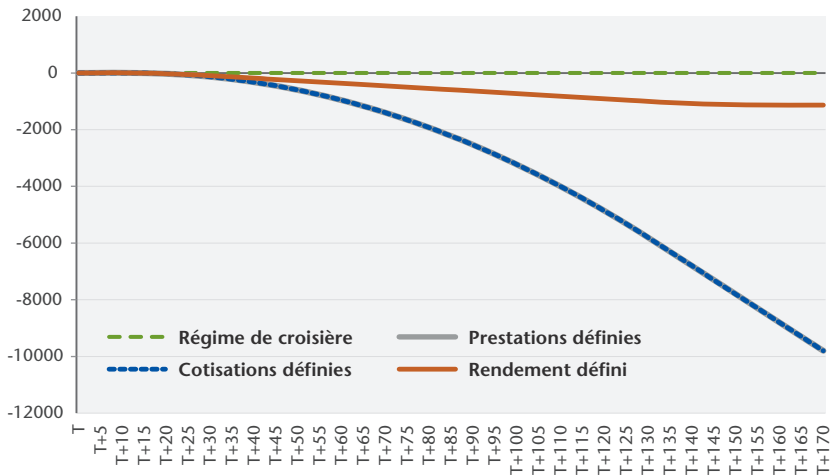
Source : maquette SG-COR 2019.

Les trois systèmes connaissent un déficit (graphique 4b) dont le cumul (graphique 5) est explosif dans les systèmes à prestations et cotisations définies et se stabilise dans le système en rendement défini où le système de retraite revient spontanément à l'équilibre financier quand l'espérance de vie n'augmente plus. Cependant les déficits enregistrés pendant la période où son allongement était mal anticipé ne sont jamais compensés.

23. Les coefficients sont donc toujours décalés de 20 générations et sous-estiment jusqu'à la 120<sup>e</sup> période les gains réels de durée de retraite.



Graphique 5. Solde cumulé du système de retraite en pourcentage des cotisations en cas d'allongement de la durée de retraite et selon le mode de pilotage privilégié



Lecture : par rapport à un système fonctionnant en régime de croisière (quel que soit le mode de pilotage), le système de retraite en rendement défini enregistre une dette pérenne mais stabilisée, une fois l'allongement de l'espérance de vie stabilisé et avec un taux de remplacement constant. Cette dette continue à se dégrader quand le système est piloté en prestations ou cotisations définies.

Source : maquette SG-COR 2019.

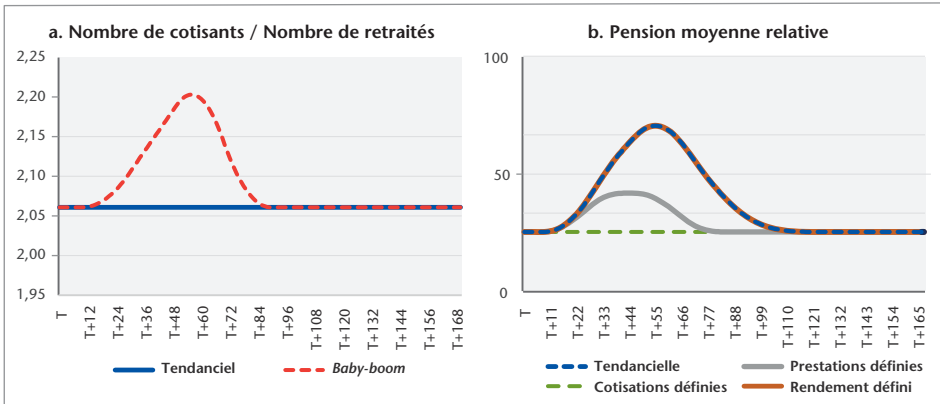
## ii) Les effets d'un baby-boom

Dans cette simulation, le ratio démographique évolue sous l'effet d'abord du nombre de cotisants (quand ils sont en âge de travailler), passant de 2,06 à 2,20 (graphique 6a). Les cotisations totales augmentent ainsi plus rapidement qu'en tendancier alors même que les revenus d'activité moyens progressent au même rythme. Le ratio démographique retourne ensuite progressivement à son niveau de croisière au fur et à mesure que les cotisants plus nombreux arrivent à l'âge de la retraite.

Quel que soit le mode de pilotage, la pension moyenne (graphique 6b) relative commence par s'améliorer sous l'effet de l'indexation des pensions sur la masse des rémunérations. Cette amélioration est plus sensible dans le cas des systèmes en cotisations ou rendement définis. En effet, dans ces systèmes, le taux de remplacement de chaque génération dépend du dynamisme de la masse des rémunérations lorsqu'elle est active : il est ainsi plus élevé au fur et à mesure que les générations du *baby-boom* arrivent à l'âge de la retraite, ce qui amplifie les effets du choc démographique sur la pension moyenne. Cet effet ne se retrouve pas quand le système fonctionne en prestations

définies où par construction le taux de remplacement est constant entre les générations, ce qui vient contrebalancer l'amélioration des droits acquis pendant la carrière (voir le graphique 7a).

Graphique 6. Rapport entre le nombre de cotisants et le nombre de retraités et pension moyenne relative aux revenus moyens d'activité en cas de choc démographique de type *baby-boom* et selon le mode de pilotage privilégié (en %)



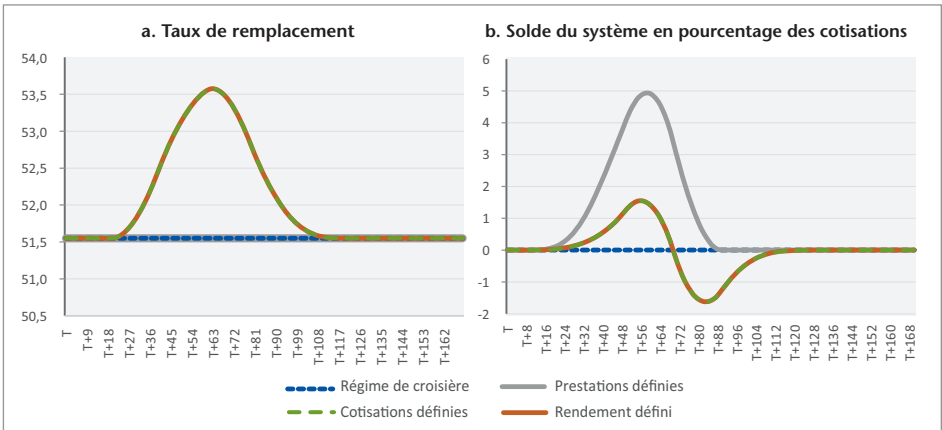
Lecture : en tendanciel, il y a 2,06 cotisants pour 1 retraité. En cas de *baby-boom*, ce rapport passerait à 2,20 pour 1 puis reviendrait à son niveau initial. La pension moyenne relative aux revenus d'activité serait plus élevée qu'en tendanciel : elle serait ainsi en T+52 de 52,5 % dans un système à prestations définies et de 54,2 % dans un système à cotisations définies ou en rendement défini en cas de choc démographique de type *baby-boom*, contre 51,5 % en régime de croisière, quel que soit le mode de pilotage.

Source : maquette SG-COR 2019.

Au final, les ressources du système de retraite augmentent dans un premier temps plus que les pensions puis cet effet s'érode progressivement lorsque les générations nombreuses partent à la retraite ; les ressources augmenteraient alors moins rapidement que les pensions. Ces évolutions conduiraient à des déficits modérés (graphique 7b) dans le cas des systèmes en cotisations définies ou en rendement défini et à un retour à l'équilibre dans le cas d'un système en prestations définies.

Les trois modes de systèmes connaissent ainsi une accumulation de réserves (graphique 8) pendant la période où les générations du *baby-boom* sont actives. Ces réserves sont logiquement de moindre ampleur dans les systèmes en cotisations ou rendement défini que dans les systèmes en prestations définies où les excédents sont plus élevés (de l'ordre de 40 % des cotisations contre 160 %). En outre, comme les systèmes en cotisations définies ou en rendement défini connaissent ensuite des déficits, les réserves accumulées s'épuisent progressivement au fur et à mesure tandis qu'elles sont pérennes dans le cas d'un système en prestations définies.

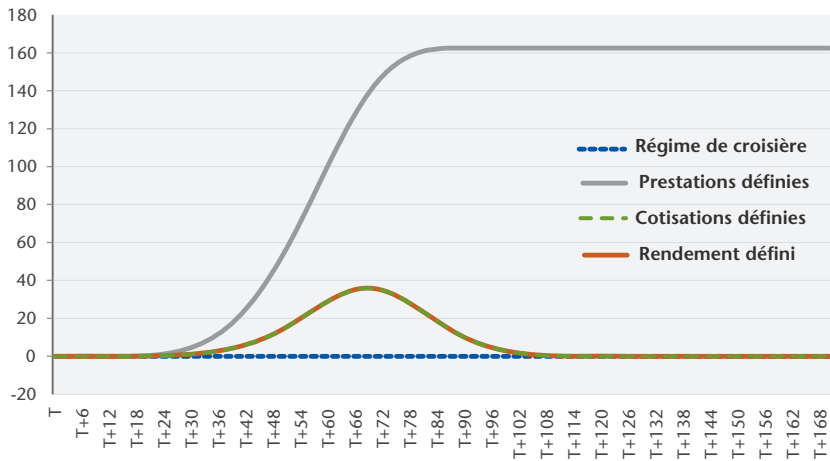
Graphique 7. Taux de remplacement et solde du système de retraite en cas de choc démographique de type *baby-boom* et selon le mode de pilotage privilégié (en %)



Lecture : par rapport à un système fonctionnant en régime de croisière (quel que soit le mode de pilotage), le solde du système de retraite atteint un niveau maximal de +5 % des cotisations en T55 quand les générations nombreuses du *baby-boom* sont toutes en emploi et quand il est piloté en prestations définies où le taux de remplacement est constant.

Source : maquette SG-COR 2019.

Graphique 8. Solde cumulé du système de retraite en pourcentage des cotisations en cas de choc démographique de type *baby-boom* et selon le mode de pilotage privilégié (en %)



Lecture : par rapport à un système fonctionnant en régime de croisière (quel que soit le mode de pilotage), le système de retraite quand il est piloté en cotisations ou rendement définis enregistre des réserves s'élevant progressivement à près de 40 % des cotisations entre T+18 et T+69. Ces réserves s'amenuisent pour s'éteindre en T+114.

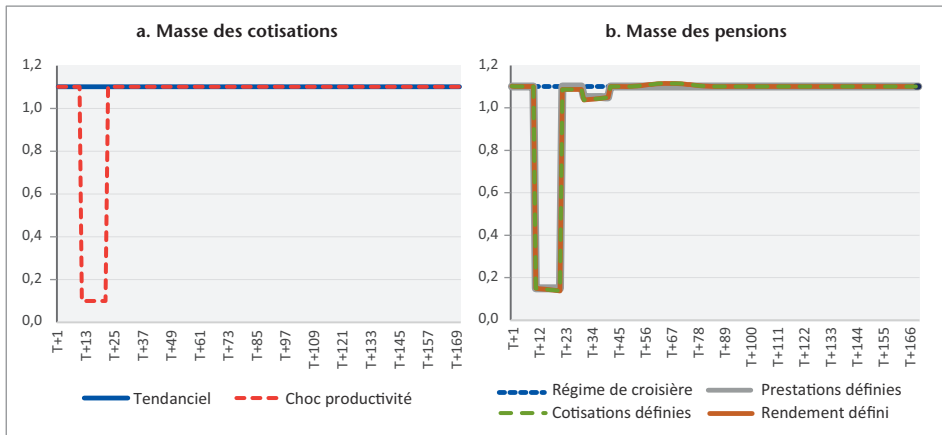
Source : maquette SG-COR 2019.

### iii) Les effets d'un choc de productivité dans les différents systèmes

Les évolutions économiques, en particulier celles de la productivité du travail (graphiques 9a et 9b), représentent un autre facteur susceptible d'affecter notablement la situation financière d'un système de retraite.

Le choc économique négatif dégrade le solde du système de retraite avant de l'améliorer à la suite de la baisse des droits acquis. Les premiers effets sont liés à la baisse des salaires moyens et donc de la masse des cotisations, avant que le retour à la croissance tendancielle du salaire moyen n'améliore les comptes du système de retraite. Avec une indexation des droits et des pensions sur la masse des rémunérations, les pensions augmentent ainsi moins rapidement qu'en tendanciel tant que le salaire moyen conserve encore en mémoire le choc économique initial dans les systèmes en cotisations définies ou en rendement défini. En revanche, la constance du taux de remplacement (graphique 10a) dans le cas des systèmes en prestations définies permet de compenser la baisse des droits acquis en cours de carrière mais au prix d'un déficit plus important (graphique 10b).

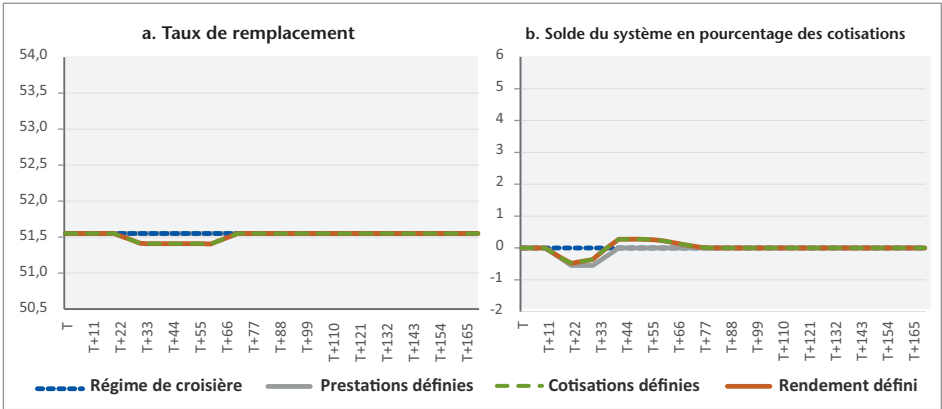
Graphique 9. Croissance de la masse des cotisations et de la masse des pensions en cas de choc de productivité et selon le mode de pilotage privilégié (en %)



LECTURE : par rapport à un système fonctionnant en régime de croisière (quel que soit le mode de pilotage), la masse des pensions croîtrait de 0,15 % et non de 1,1 % au cours du choc économique.

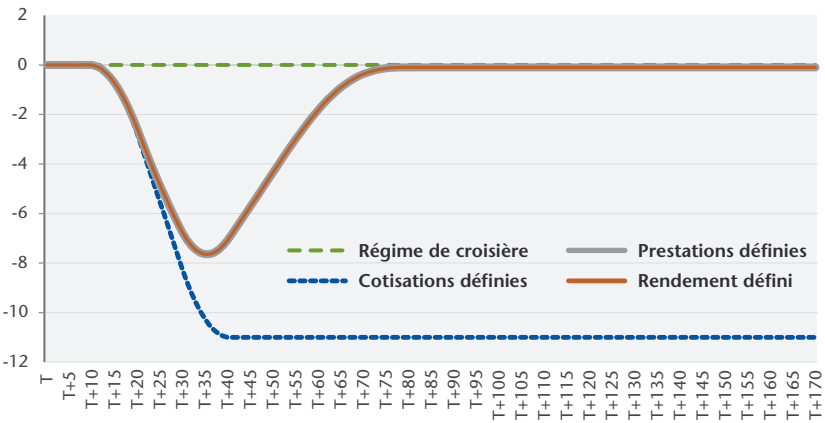
SOURCE : maquette SG-COR 2019.

Graphique 10. Taux de remplacement et solde du système de retraite en cas de choc de la productivité et selon le mode de pilotage privilégié (en %)



Lecture : par rapport à un système fonctionnant en régime de croisière (quel que soit le mode de pilotage), le solde du système de retraite atteint un niveau maximal de -0,55 % des cotisations de T20 à T30 quand il est piloté en prestations définies et lors du choc sur les salaires à taux de remplacement constant.  
 Source : maquette SG-COR 2019.

Graphique 11. Solde cumulé du système de retraite en pourcentage des cotisations en cas de choc de productivité et selon le mode de pilotage privilégié (en %)



Lecture : par rapport à un système fonctionnant en régime de croisière (quel que soit le mode de pilotage), le système de retraite enregistre une dette pérenne mais stabilisée de -11 % des cotisations environ à partir de T+30 quand il est piloté en prestations définies.  
 Source : maquette SG-COR 2019.

Au final, les systèmes en cotisations définies ou en rendement défini sont équilibrés à long terme (graphique 11) puisque les excédents de la seconde période permettent progressivement d'apurer la dette contractée en première période, de l'ordre de -8 % des cotisations. En

revanche, les systèmes en prestations définies ne sont pas équilibrés sur le long terme (les déficits de la première période ne sont pas compensés par des excédents en seconde période), la dette s'établissant à -11 % des cotisations.

### 2.3. Les ajustements à apporter en cas de choc et leurs effets macro-économiques

En cas de choc démographique ou économique, et en l'absence de recours à de l'emprunt ou à un fonds de réserve tel que décrit ci-avant, l'ampleur des ajustements paramétriques à apporter découle directement de l'équation d'équilibre d'un système de retraite.

Dans *un système en prestations définies*, l'équation d'équilibre du système de retraite s'écrit :

$$\text{taux de cotisation} = \frac{\text{Pension moyenne}}{\text{Revenu moyen d'activité}} \times \frac{\text{Nombre de retraités}}{\text{Nombre de cotisants}}$$

En dehors d'un ajustement sur l'âge de départ à la retraite, la seule marge de manœuvre des gestionnaires consiste à ajuster le taux de cotisations<sup>24</sup> aux évolutions économiques ou démographiques afin de respecter leurs engagements en termes de niveau de pension tout en assurant la pérennité financière du système de retraite à plus ou moins long terme et selon l'horizon de pilotage retenu. L'ajustement nécessaire découle de l'équation d'équilibre réécrite ci-dessus et devra alors être égal à la variation du rapport démographique et/ou à celle de la pension relative.

Dans le cas du choc démographique dû à un allongement de l'espérance de vie décrit, le taux de cotisation devrait ainsi quasi doubler (de 25 % à 49,5 %) pour assurer l'équilibre annuel du système de retraite.

Du point de vue macroéconomique, ce mode d'ajustement peut toutefois avoir des effets négatifs de plus ou moins long terme sur l'emploi et le PIB. Schématiquement, les hausses de cotisations (patronales ou salariales) pèsent sur les évolutions de la compétitivité et la demande de travail des entreprises en renchérissant le coût du travail et ont également un effet à la baisse sur le pouvoir d'achat des ménages, particulièrement s'il vient s'ajouter à un choc sur les

24. Cette variation du taux de cotisation ne modifie pas les droits futurs dans la même proportion puisque le calcul de la pension est fonction des rémunérations et non des cotisations.

salaires<sup>25</sup>. Elles peuvent ainsi entraîner une baisse de la demande intérieure et extérieure et/ou une augmentation du chômage. L'effet de la hausse des cotisations sur le solde du système de retraite initialement prévue par la simple équation comptable est ainsi moins important qu'attendu à court terme, voire à moyen-long terme, dès lors qu'il n'est pas tenu compte qu'une telle mesure peut entraîner des effets récessifs sur l'activité<sup>26</sup>.

*Dans les systèmes à cotisations définies ou en rendement défini*, la logique d'interprétation de l'équation d'équilibre du système de retraite est renversée par rapport aux systèmes en prestations définies, de sorte que :

$$\frac{\text{Pension moyenne}}{\text{Revenu moyen d'activité}} \times \frac{\text{Nombre de retraités}}{\text{Nombre de cotisants}} = \text{taux de cotisation}$$

En cas de déséquilibre dans un système en cotisations définies, le gestionnaire doit agir en proportion de l'ajustement nécessaire sur le ratio démographique, *via* l'âge de départ à la retraite (avec de multiples modalités d'action) et/ou la pension relative (essentiellement à l'aide de l'indexation retenue pour le calcul des droits et des pensions) afin de garantir la soutenabilité financière du système de retraite<sup>27</sup>. Cet ajustement discrétionnaire peut être annuel si l'objectif est de ne pas accumuler de dettes ou de réserves dans un système en cotisations définies alors qu'il est automatique et se fait par génération dans les systèmes fonctionnant en rendement défini, quitte à connaître des déséquilibres transitoires.

Dans le cas du choc démographique dû à un allongement de l'espérance de vie décrit, la pension moyenne relative aux revenus d'activité serait ainsi deux fois moins élevée à terme (passant de 51,5 % à 26 %) pour assurer l'équilibre annuel du système de retraite, ce qui veut dire qu'en moyenne, les pensions devraient augmenter deux fois moins rapidement que les salaires. Si les gestionnaires du système souhaitent maintenir la pension relative, il leur faudrait alors reculer l'âge de la retraite de 13,3 ans (sur 40 années initiales de cotisations, soit une progression de 33 %) pour maintenir le ratio démographique constant.

25. L'ampleur de ces effets dépendra notamment de l'incidence socio-fiscale d'une hausse des cotisations.

26. Voir la séance du COR du 17 octobre 2019 consacrée aux effets de bouclage macroéconomique.

27. La soutenabilité financière du système de retraite peut englober l'objectif de pérennité mais aussi l'objectif de ne pas lier le coût du travail aux évolutions des besoins de financement du système.

Les conséquences en termes macroéconomiques sont différentes selon le levier privilégié (montant des pensions ou âge).

En cas d'ajustement sur les pensions, la baisse du pouvoir d'achat qui en résulte a un effet négatif sur la demande qui se traduit par un recul de l'activité et une hausse du chômage à court terme. L'amélioration du solde est moins élevée qu'espérée mécaniquement. Cet effet s'estompe à plus ou moins long terme.

En cas d'ajustement portant sur l'âge de départ à la retraite, l'augmentation de la population active qui en résulte provoque à court terme une hausse du chômage, voire d'autres dispositifs tels que l'invalidité, et une moindre amélioration qu'attendue du solde. À plus long terme, cette hausse du chômage entraînerait une modération des salaires permettant d'augmenter progressivement l'emploi et une hausse de la demande. L'activité s'en trouverait durablement plus élevée et l'amélioration du solde du système de retraite pourrait être plus importante que celle attendue d'un seul effet mécanique.

En outre, un système à cotisations définies ou en rendement défini peut inciter les travailleurs âgés à poursuivre leur activité dans la mesure où tout travail rémunéré donne des droits supplémentaires. Cette incitation, si elle semble positive puisque permettant l'augmentation du taux d'emploi des seniors, suppose toutefois un fonctionnement du marché du travail optimal.

### 3. Conclusion

Cet article visait à proposer une classification des systèmes de retraite en répartition selon la forme de l'engagement qui les soutient, les principes de pilotage qui en découlent et leur réaction face aux aléas démographiques et/ou économiques en fonction des objectifs privilégiés.

Les simulations menées dans cette étude montrent que, quel que soit le mode de pilotage retenu, un système de retraite peut connaître des déséquilibres inhérents à son fonctionnement en répartition lorsqu'il est soumis à des chocs démographiques et économiques.

Cependant, quand ils fonctionnent en cotisations définies ou en rendement défini et si les droits et les pensions sont indexés sur la masse des rémunérations (respect de la règle d'or d'un système de retraite pour être équilibré), les systèmes sont spontanément à



l'équilibre sur le long terme, tant que l'espérance de vie à la retraite est inchangée. Les systèmes en prestations définies, s'ils reviennent à l'équilibre instantané en cas de choc, ne permettent pas l'équilibre de long terme. Le respect de la règle d'or par l'indexation sur la masse des rémunérations est dans ce cas contrebalancé par la contrainte de stabilité du taux de remplacement. Ce type de pilotage peut alors sembler moins rassurant pour les décideurs s'ils veulent se prémunir des chocs négatifs. En revanche, il permet de mieux répondre à l'objectif d'adéquation des pensions aux revenus des actifs.

Enfin, seuls les systèmes en rendement défini permettent par construction un retour automatique à l'équilibre en cas de choc sur l'espérance de vie, qui conduit à un creusement moins important des déficits dans un système en rendement défini que dans un système à prestations définies ou à cotisations définies dont le rendement ne serait pas ajusté en proportion aux gains d'espérance de vie.

Pendant, même dans un système en rendement défini, l'équilibre peut être remis en cause si les prévisions sur l'espérance de vie à chaque âge prise en compte lors de la liquidation s'avèrent finalement erronées. Ainsi, le système présentera un déséquilibre si l'espérance de vie projetée diffère de celle observée ex-post. De plus, la prise en compte de l'espérance de vie est basée sur une valeur moyenne, alors qu'elle pourrait être pondérée des espérances de vie par niveau de retraite compte tenu du lien entre ces deux variables<sup>28</sup>. L'espérance de vie la plus pertinente serait ainsi une espérance de vie « pondérée » pour prendre en compte le fait qu'une personne à retraite élevée pèse plus dans le système de retraite qu'une personne à retraite plus faible<sup>29</sup>.

Les résultats présentés dans cet article restent largement théoriques. En pratique, des problématiques conjoncturelles et/ou la négociation sur la mise en place d'un nouveau mode de pilotage peuvent conduire les décideurs à s'éloigner des principes qu'ils ont définis. Le système de retraite peut alors durablement s'écarter des objectifs qui lui ont été fixés.

---

28. Voir Blanpain N. (2018).

29. Par exemple, en supposant une personne dont la retraite s'élève à 100 et dont l'espérance de vie est de 20 ans à la liquidation et une autre personne dont la retraite est égale à 200 et dont l'espérance de retraite est de 30 ans, l'espérance de vie moyenne de ces deux personnes est de 25 ans mais l'espérance de vie pertinente pour le système de retraite est de  $(20 \cdot 100 + 30 \cdot 200) / 300 = 26,7$  ans.

## Références

- Albert C., Nortier-Ribordy F., 2019, *Les modalités de mise en œuvre d'un système de retraite à rendement défini. Illustrations sur une maquette simplifiée d'un système de retraite en répartition*, Cinquième conférence AFSE - DG Trésor Évaluation des Politiques Publiques, 12 décembre.
- Blanchet D., Bozio A. et Rabaté S., 2016, « Quelles options pour réduire la dépendance à la croissance du système de retraite français ? », *Revue économique*, vol. 67, n°4, pp. 879 à 911.
- Blanpain N., 2018, « L'espérance de vie par niveau de vie : chez les hommes, 13 ans d'écart entre les plus aisés et les plus modestes », *Insee Première*, n° 1687, février.
- Bozio A., Rabaté S., Tô M et Rain A., 2019, « *Quelles règles de pilotage pour un système de retraite à rendement défini ?* », *Rapport IPP*, n° 23.
- COR, 2009, *Le fonctionnement des régimes en comptes notionnels*, document n° 6 de la séance du 28 janvier 2009.
- COR, 2010, *Retraites : annuités, points ou comptes notionnels ? Options et modalités techniques*, Septième rapport du Conseil d'orientation des retraites.
- COR, 2018, *Les différents modes de pilotage d'un système de retraite en répartition : un essai de typologie*, document n° 2 de la séance du 18 octobre 2018.
- COR, 2018, *Quelles modalités de mise en œuvre pour un système de retraite à rendement défini ?*, document n° 5 de la séance du 18 octobre 2018.
- COR, 2020, *Panorama des systèmes de retraite en France et à l'étranger*, Quinzième rapport du Conseil d'orientation des retraites.
- Holzmann, R., E. Palmer, R., Palacios and S. Sacchi (eds.), 2020, *Progress and Challenges of Nonfinancial Defined Contribution Pension Schemes*, World Bank, Washington DC)
- Settergren O. et Mikula, B. D., 2006, « The Rate of Return of Pay-As-You-Go Pension Systems : A More Exact Consumption-Loan Model of Interest », in Holzmann, R. et Palmer, E. (eds), *Pension Reform : Issues and Prospects for Non-Financial Defined Contribution (NDC) Schemes*, pp. 117-147.
- Settergren O., 2003, « Financial and Inter-generational Balance? An introduction to how the new Swedish pension system manages conflicting ambitions », *NFT*, 2/2003, pp. 99-114.
- Samuelson P. A., 1958, « An Exact Consumption-Loan Model of Interest with or without the Social Contrivance of Money », *Journal of Political Economy*, vol. 66, n° 6, décembre, pp. 467-482.

## ANNEXE 1. Modes de calcul de la pension

En prestations définies, le calcul de la pension  $P$  s'écrit de la façon suivante (avec un calcul du salaire pris comme référence sur l'ensemble de la carrière) :

$$P = L \cdot \frac{\sum_{i=1}^d S \cdot (1 + g_{obs})^{1+d-i}}{Dc}$$

### Notations

- $P$  = pension annuelle
- $L$  = taux de liquidation de la pension = objectif en prestations déterminées
- $d$  = dernière année de carrière
- $S$  = salaire annuel
- $g_{obs}$  = rendement observé des droits
- $Dc$  = durée de carrière

En cotisations définies, le calcul de la pension est égal à :

$$P = R \cdot C$$

Avec

$$C = \tau_c \cdot \sum_{i=1}^d S \cdot (1 + g_{obs})^{1+d-i}$$

### Notations

- $P$  = pension annuelle
- $R$  = rendement des cotisations
- $C$  = capital de droits
- $\tau_c$  = taux de cotisation = objectif en cotisations déterminées
- $d$  = dernière année de carrière
- $S$  = salaire annuel
- $g_{obs}$  = rendement observé des droits

Enfin, en rendement défini, le calcul de la pension  $P$  s'écrit ainsi de la façon suivante :

$$P = CC \cdot C$$

Avec

$$C = \sum_{i=1}^d \tau_c \cdot S \cdot (1 + g_{obs})^{1+d-i}$$

### Notations

$P$  = pension annuelle

$CC$  = coefficient de conversion des droits acquis en pension annuelle

$C$  = capital de droits acquis

$d$  = dernière année de carrière

$\tau_c$  = taux de cotisation

$S$  = salaire annuel

$g_{obs}$  = rendement observé des droits

Le calcul du coefficient de conversion découle alors du respect de la condition d'équilibre de long terme imposée dans un système en rendement défini où les pensions actualisées doivent s'égaliser aux cotisations actualisées par génération et dans le cas où la revalorisation des pensions est égale au taux d'actualisation (*i.e.* au taux de croissance), ce qui s'écrit :

$$C = \sum_{x=d+1}^{\delta} \frac{P \cdot (1+r)^{x-d-1}}{(1+g_{proj})^{x-d-1}} \cdot p(d+1; x)$$

D'où

$$CC = \sum_{x=d+1}^{\delta} \frac{P \cdot (1+r)^{x-d-1}}{(1+g_{proj})^{x-d-1}} \cdot p(d+1; x)$$

Comme  $EV = \sum_{x=d+1}^{\delta} p(d+1; x)$ ,

$$CC = \sum_{x=d+1}^{\delta} \frac{P \cdot (1+r)^{x-d-1}}{(1+g_{proj})^{x-d-1}} \times EV$$

### Notations

$r$  = taux de revalorisation de la pension

$g_{proj}$  = rendement projeté des droits

$p(d+1; x)$  = probabilité de survie entre la première année de retraite et l'âge  $x$

$EV$  = durée de retraite

$\delta$  = âge maximal de décès

## ANNEXE 2. Équivalence

En régime de croisière, et sous l'hypothèse d'un taux de cotisation constant, les trois modalités de pilotage sont équivalentes du point de vue de l'équilibre financier du système de retraite et du taux de remplacement offert par le régime.

L'équivalence est limpide entre cotisations définies et rendement défini si le rendement des cotisations est déterminé de façon à respecter l'équilibre de long terme dans un système à cotisations définies et si le taux de cotisations est constant en rendement défini.

Dans ce cas,

$$R = CC$$

Et la formule de pension peut s'écrire de façon équivalente entre les deux systèmes, soit :

$$P = CC \cdot \tau_c \cdot \sum_{i=1}^d S \cdot (1 + g_{obs})^{1+d-i}$$

L'équivalence peut aussi se démontrer entre ces deux systèmes et un système à prestations définies si le taux de liquidation est également fixé de façon à respecter l'équilibre de long terme et si l'économie est en régime de croisière (le taux de croissance de la masse des rémunérations est constant).

Dans ce cas, le calcul du taux de liquidation dans les systèmes en prestations définies doit permettre de respecter l'égalité entre somme des cotisations versées et somme des pensions perçues.

Soit

$$P = L \cdot \sum_{i=1}^d \frac{S \cdot (1 + g_{obs})^{1+d-i}}{Dc}$$

et

$$C = \sum_{i=1}^d \tau_c \cdot S \cdot (1 + g_{obs})^{1+d-i}$$

D'où

$$\sum_{i=1}^d \tau_c \cdot S \cdot (1 + g_{obs})^{1+d-i} = \sum_{x=d+1}^{\delta} \frac{P \cdot (1+r)^{x-d-1}}{(1+g_{proj})^{x-d-1}} \cdot EV$$

Avec  $\tau_c$  constant et  $g_{obs} = r = g_{proj}$

$$\tau_c \cdot S \cdot Dc = P \cdot EV$$

D'où

$$\frac{P}{S} = \tau_c \cdot Dc \cdot \frac{1}{EV} = L$$

Comme  $L = A \times D = \text{taux de liquidation de la pension}$

$$A = \tau_c \cdot \frac{1}{EV}$$

Soit en réécrivant la formule de la pension en prestations définies :

$$P = \frac{1}{EV} \cdot \tau_c \cdot \sum_{i=1}^d S \cdot (1 + g_{obs})^{1+d-i}$$

Quel que soit le mode de pilotage du système de retraite, l'équilibre financier est assuré et le taux de remplacement en fonction du dernier revenu est égal au produit du taux de cotisation, de la durée d'activité<sup>30</sup>, rapporté à l'espérance de vie de la génération à la date de son départ à la retraite<sup>31</sup> : l'équilibre d'un régime en répartition impose en effet une relation entre taux de cotisation, ratio démographique et taux de remplacement qui ne dépend pas du mode de calcul et de pilotage des retraites.

30. *modulo* la revalorisation des salaires au cours de la carrière.

31. Voir le document n° 6 de la séance du COR du 28 janvier 2009.