





## *Résumé :*

Durant mon projet de fin d'études, j'ai eu l'occasion d'étudier une nouvelle méthode de financement des régimes de retraite (non encore utilisée au Maroc) et ce, en vu d'une éventuelle implémentation au cas du régime général du RCAR.

Dans un temps où les problèmes des caisses de retraite au Maroc sont au centre des débats publics et même politiques, notre étude se présente comme une option pouvant permettre l'amélioration de la viabilité du régime général du RCAR. En effet, n'ayant pas comme principe le simple changement des paramètres exogènes du régime comme l'âge de départ à la retraite, le taux de cotisation ou le taux de remplacement des pensions, notre étude constitue une réforme systémique basée sur un changement radical du mode de calcul des droits futurs.

Après avoir pris une idée sur le marché de retraite au Maroc ainsi que sur le fonctionnement du Régime Collectif d'Allocation de Retraite, nous avons entamé notre étude par une présentation théorique de la nouvelle architecture basée sur les comptes notionnels.

Ensuite, une présentation bien détaillée de la conception de cette transition de l'ancien système vers le nouveau a été effectuée, débutant par une fixation des paramètres utilisés dans la nouvelle architecture et passant aux analyses permettant le choix du mode de transition adéquat.

Une fois cette étape est achevée, nous avons procédé à la mise en place pratique du système des comptes notionnels sur la base de la population du régime général du RCAR, et ce à travers la réalisation d'un outil informatique permettant d'effectuer la projection des différents flux nécessaires au calcul des indicateurs actuariels, permettant ainsi de juger la performance du système.

Enfin, nous avons effectué une comparaison entre les attributs des deux systèmes. Nous avons aussi réalisé des tests de sensibilité sur les paramètres les plus influents du nouveau système afin de déterminer les marges de gain ou de perte en matière de pilotage du régime.

## *Dédicace:*

*A ma chère maman,*

*Aucun mot ne pourra t'exprimer mon amour, mon respect et ma reconnaissance pour les sacrifices que tu as fait pour moi. Je ferais de mon mieux pour rester à jamais un sujet de fierté à tes yeux.*

*A ma petite famille,*

*Vous serez toujours ma source de motivation et d'inspiration. C'est grâce à votre soutien permanent que j'ai pu avancer et c'est par votre présence que je peux continuer.*

*A mon amie Halima,*

*En témoignage de l'amitié sincère qui nous a lié, des bons moments passés ensemble et même des difficultés surmontées conjointement, je ne peux te dire qu'un grand merci.*

*Au corps professoral de l'INSEA,*

*Au personnel du RCAR,*

*Que toute personne m'ayant aidé de loin ou de près, trouve ici l'expression de ma reconnaissance.*

*Salima LAGSSAIBI*

## *Remerciements :*

Au terme de ce travail, et avant d'entamer tout développement de sa conception et de sa réalisation, je tiens à remercier toute personne ayant contribué à son aboutissement.

Je tiens tout particulièrement à exprimer ma gratitude et mes vifs remerciements à :

Mon encadrant au sein de l'organisme d'accueil M. AIT ALMOUH Mohammed, chef de la direction Actuariat-Juridique du pôle prévoyance de la CDG, pour la confiance qu'il m'a accordé, pour le temps qu'il m'a consacré tout au long de cette période, pour sa gentillesse et ses conseils toujours très pertinents à la fois au niveau de la réalisation et de l'organisation du travail. Je me considère très privilégiée d'avoir pu bénéficier de son expertise et de sa compétence.

Mon professeur et encadrant M. FAZOUANE Abdessalam, pour avoir accepté de m'encadrer, pour son appui, ses conseils et son suivi dans la réalisation du projet malgré ses occupations extrêmes. Pour ses encouragements et ses recommandations afin d'avoir un profil d'actuaire compétent et bien déterminé.

Mon professeur et examinateur M. MARRI Fouad, pour avoir accepté de juger mon travail.

M. ZEROUALI Ali, qui m'a donné l'opportunité de bénéficier de ce stage au sein de cet honorable établissement.

M. LABYED Mostapha actuaire au sein de la direction Actuariat-Juridique, pour le temps qu'il m'a accordé et pour ses conseils et son assistance durant l'accomplissement de ce projet.

En fin je remercie tout le corps professoral de l'INSEA, et tout le personnel du RCAR.

## ***Table des matières :***

<b>Résumé :</b> .....	<b>3</b>
<b>Dédicace:</b> .....	<b>4</b>
<b>Remerciements :</b> .....	<b>5</b>
<b>Liste des tableaux :</b> .....	<b>8</b>
<b>Liste des figures :</b> .....	<b>9</b>
<b>Liste des abréviations :</b> .....	<b>10</b>
<b>Introduction:</b> .....	<b>11</b>
<b>Partie I : Présentation de la retraite au Maroc et perception théorique du système en comptes notionnel</b> .....	<b>12</b>
<b>Chapitre1 : La retraite au Maroc.</b> .....	<b>13</b>
1-1Définition :.....	13
1-2Formes des régimes de retraite :.....	13
1-2-1Types de régimes de retraite :.....	13
1-2-2 Systèmes de financement des régimes de retraite :.....	14
1-2-3Modes de fonctionnement des régimes de retraite :.....	15
1-3Principaux régimes de retraite au MAROC :.....	17
1-3-1 Régimes de retraite du secteur public : .....	18
1-3-2 Régimes de retraite du secteur privé : .....	19
1-4La réforme de retraite au Maroc : .....	20
1-4-1Première phase : la réforme paramétrique : .....	21
1-4-2Deuxième phase : Vers une réforme systémique :.....	22
1-5Conclusion : .....	22
<b>Chapitre2 : Le Régime Collectif d’Allocation de Retraite.</b> .....	<b>23</b>
2-1 présentation et historique:.....	23
2-2Fonctionnement :.....	23
2-2-1Le régime général : .....	23
2-2-2Le régime complémentaire : .....	24
2-3Organisation et gouvernance : .....	25
2-3-1 l’organigramme du pôle prévoyance de la CDG : .....	25
2-3-2 Gouvernance du RCAR :.....	26
2-4 Situation actuarielle du régime général du RCAR : .....	26
2-4-1 Situation démographique du régime : .....	27
2-4-2 Situation financière du régime : .....	27
2-4-3 Analyse de l’équilibre du régime :.....	27
2-5Conclusion : .....	30
<b>Chapitre3 : Le système des comptes notionnels.</b> .....	<b>31</b>
3-1 Vue d’ensemble des comptes notionnels : .....	31
3-1-1 Définition: .....	31
3-1-2 Fonctionnement :.....	31
3-1-3 Avantages et limites : .....	32
3-2 Principes de base du fonctionnement technique .....	32
3-2-1 Notations :.....	33
3-2-2 Equivalence actuarielle :.....	33
3-2-3 Equilibre actuariel : .....	34
3-2-4 Anticipation et ajournement de l’âge à la retraite : .....	37
3-2-5 Comparaison avec les régimes en prestations définies : .....	39
3-3 le système de retraite Suédois .....	40
3-4Conclusion : .....	40

**Partie II : Conception de la transformation du régime général du RCAR en un régime en comptes notionnels..... 41**

**Chapitre 4 : Estimation des paramètres du système en comptes notionnels et mode de provisionnement. .... 42**

4-1 Avantages du système en comptes notionnels :	42
4-2 Estimations des paramètres à utiliser dans un système en comptes notionnels :	43
4-2-1 Age de départ à la retraite $x^r$ :	44
4-2-2 Taux de cotisation $\pi$ :	44
4-2-3 Taux de capitalisation virtuelle $r_j$ :	45
4-2-4 Taux d'actualisation $i$ :	46
4-2-5 Taux de revalorisation des pensions versées $g$ :	47
4-2-6 Coefficient de conversion $G$ :	48
4-2-7 Coefficient de correction $\beta x^*$ :	49
4-3 Mode de provisionnement pour le cas des comptes notionnels :	49
4-3-1 Définition :	49
4-3-2 fixation du mode de provisionnement :	49
4-4 Conclusion :	50

**Chapitre 5 : Gestion de la phase de transition de l'ancien vers le nouveau système. .... 51**

5-1 options de mode de transition :	51
5-1-1 Transition immédiate :	51
5-1-2 Transition progressive :	52
5-2 Le mode de transition à adopter dans notre étude :	53
5-2-1 Calcul de la pension sous le système en répartition à prestation définie :	53
5-2-2 Calcul de la pension sous le système en comptes notionnels :	54
5-2-3 Calcul de la pension reçue suite à une transition vers les NDC :	54
5-3 Conclusion :	60

**Partie III : Mise en œuvre du système des comptes notionnels :..... 61**

**Chapitre 6 : Implémentation des comptes notionnels pour le calcul des droits du régime général du RCAR. .... 62**

6-1 Schéma d'implémentation des NDC aux affiliés du RCAR :	62
6-2 Formulation mathématique des projections :	63
6-2-1 Hypothèses :	63
6-2-2 formules de projections du groupe semi fermé :	66
6-2-3 formules de projections du groupe des nouveaux entrants :	70
6-3 Application et résultats :	71
6-3 Conclusion :	73

**Chapitre 7 : Analyse des résultats et tests de sensibilité. .... 74**

7-1 Comparaison des résultats des deux Bilans Actuariels :	74
7-2 Tests de sensibilité :	76
7-3 Conclusion :	77

**Conclusion : ..... 78**

**Bibliographie : ..... 79**

**Annexe : ..... 80**

## *Liste des tableaux :*

Tableau 1:les principaux régimes de retraite au Maroc .....	17
Tableau 2: Principales hypothèses actuarielles .....	29
Tableau 3:Poids et salaire moyen des nouveaux entrants par âge.....	64
Tableau 4:Calcul du coefficient de conversion à 60 ans. ....	66
Tableau 5: Résultats du test de sensibilité. ....	76

## Liste des figures :

Figure 1:les régimes de retraite au Maroc.....	17
Figure 3:L'organigramme du pôle prévoyance de la CDG. ....	25
Figure 4:Gouvernance du RCAR. ....	26
Figure 5:répartition des pensionnés en 2014.....	27
Figure 6:évolution des réserves sur la durée de projection .....	28
Figure 7:Evolution des fonds selon le taux de rendement .....	29
Figure 7:Evolution des fonds selon le taux de valorisation .....	30
Figure 8:Schéma des populations concernées et leurs droits. ....	62
Figure 9:Evolution de la population sujette du travail et de ses droits.....	63
Figure 10: base de données du groupe semi-fermé. ....	66
Figure 11:Base de données agrégée par âges. ....	67
Figure 12:Interface de l'application.....	71
Figure 13:résultats du BA sous l'ancien régime. ....	72
Figure 14:résultats du BA sous le nouveau système .....	72
Figure 15: Evolution des cotisations sous les deux régimes. ....	74
Figure 16: Evolution des dépenses sous les deux systèmes. ....	75

## *Liste des abréviations :*

**NDC** : Comptes Notionnels.

**RCAR** : Régime collectif d'allocation de retraite.

**CDG** : Caisse de dépôt et de gestion.

**CIMR** : Caisse interprofessionnelle marocaine de retraite.

**CMR** : Caisse marocaine de retraite.

**CNSS** : Caisse nationale de sécurité sociale.

**MBI**: Moroccan Bond Index.

## *Introduction:*

De nos jours, les caisses de retraite connaissent un effondrement à court ou moyen terme de leur structure de financement. Un problème causé essentiellement par le caractère aléatoire du système financier et par le phénomène de vieillissement des populations.

A l'instar des pays du monde entier, le vieillissement des populations commence d'être senti au Maroc. En effet, la caisse marocaine de retraite est supposée être prochainement dans un état d'insuffisance des ressources.

Le régime général du RCAR est un régime mixte. Il fonctionne selon une méthode de financement sensible à l'aléa démographique. La partie gérée en répartition peut, au cas où l'effectif des retraités est en augmentation par rapport à celui des affiliés, causer une insuffisance des ressources pour la couverture des engagements.

Puisqu'un changement des paramètres du régime ne peut générer qu'un réajustement temporaire de son équilibre, nous devons penser à une possibilité de réforme systémique en migrant vers une architecture basée sur les comptes notionnels. C'est un système de financement qui garantit la neutralité et l'équité vis-à-vis des affiliés.

Notre document va être décomposé en 3 parties ; la perception théorique des comptes notionnels, la conception de la migration vers cette nouvelle architecture et enfin son implémentation.

**Partie I : Présentation de la retraite au Maroc et perception  
théorique du système en comptes notionnel**

## *Chapitre1 : La retraite au Maroc.*

La retraite au MAROC, comme ailleurs connaît ces derniers temps un véritable progrès structurel ; elle est au centre des débats publics et elle est sujette à de multiples réformes visant à garantir sa pérennité.

Avant de se lancer dans la présentation du secteur de retraite au MAROC ainsi que de ses principaux acteurs, nous allons commencer par une explication du mécanisme de la sécurité sociale et des types de régimes de retraite et de leurs modes de financement.

### **1-1Définition :**

Historiquement, la notion de régime de retraite, tout en étant un mécanisme organisé sur une base légale ou réglementaire d'attribution de prestations aux personnes âgées, est relativement récente.

Le régime de retraite est l'ensemble constitué :

- ⊙ Des droits et obligations réciproques des employés et des employeurs.
- ⊙ D'une caisse de sécurité sociale.

### **1-2Formes des régimes de retraite :**

#### **1-2-1Types de régimes de retraite :**

Les régimes de retraite peuvent être classés suivant différents types :

- ⊙ Régimes **obligatoires** VS Régimes **facultatifs**.
- ⊙ Régimes **de base** VS Régimes **complémentaires**.
- ⊙ Régimes **mono-pilier** VS Régimes **multi-piliers**.

#### **1-2-1-1 Régimes obligatoires VS Régimes facultatifs :**

- Régimes obligatoires :

C'est un régime légal de prévoyance auquel l'individu est soumis obligatoirement en fonction de son statut professionnel (salarié, indépendant...). Ce régime peut être de base ou complémentaire.

- Régimes facultatifs :

C'est un régime auquel l'adhésion est au gré de l'assuré, et ce en fonction de son statut professionnel. C'est le cas des régimes complémentaires.

### **1-2-1-2 Régimes de base VS Régimes complémentaires:**

- Régimes de base :

L'objectif de ce régime est d'assurer une prestation minimale qui peut être forfaitaire comme elle peut être variable selon le salaire de référence et l'ancienneté dans le régime.

- Régimes complémentaires :

La mission de ce régime est de compléter la pension du régime de base, en rapprochant le niveau de la pension calculée de celui du dernier salaire ou d'une fraction significative de ce dernier. Il permet de s'affranchir des limites d'assiette et de montant fixés par le régime de base.

### **1-2-1-3 Régimes mono-pilier VS Régimes multi-piliers :**

La conception moderne en matière des régimes de retraite repose sur la théorie des trois piliers, où un régime peut respecter les 3 composantes de cette théorie ou quelques unes seulement.

#### **1<sup>er</sup> pilier:** la prévoyance étatique (garantie du minimum vital) :

Garantir la sécurité sociale au niveau général du pays et permettre d'octroyer un premier niveau de base en matière de pension.

#### **2<sup>ème</sup> pilier :** la prévoyance professionnelle (maintien du niveau de vie) :

Repose sur un système d'épargne par capitalisation destiné à maintenir le niveau de vie habituel de l'assuré et de celui de ses ayants cause en cas de vieillesse, d'invalidité ou de décès ; et ce en association avec le 1er pilier.

#### **3<sup>ème</sup> pilier:** la prévoyance privée (complémentaire individuelle) :

Facultatif, vise à répondre aux besoins d'ordre privé : suppression des limites de prévoyance qui ne sont couvertes ni par le premier ni par le deuxième pilier. Repose sur un système d'épargne par capitalisation.

### **1-2-2 Systèmes de financement des régimes de retraite :**

C'est une sorte de planification dans le temps de ses recettes compte tenu de ses dépenses prévisibles : la façon d'allouer ses ressources pour pouvoir faire face à ses engagements futurs.

Les deux systèmes financiers extrêmes sont : la capitalisation et la répartition, et on peut envisager des systèmes financiers intermédiaires entre ces deux limites, à savoir les systèmes mixtes.

### **1-2-2-1 Financement par répartition :**

C'est une méthode de financement fondée sur un contrat de solidarité intergénérationnelle entre les actifs et les retraités ; les cotisations données par les actifs dans une période sont utilisées pour payer les retraités de la même période.

Du coup, elle est basée sur le principe d'équivalence, à tout instant, entre d'une part les cotisations versées par les actifs, et d'autre part les prestations de pensions versées à tous les pensionnés.

Et par suite elle repose essentiellement sur le ratio **cotisants/retraités** et sur la capacité financière des cotisants. Elle permet de subventionner les personnes qui n'ont jamais ou qui ont peu cotisé afin de réaliser une redistribution du revenu et elle permet de Préserver les assurés des aléas financiers comme l'inflation.

### **1-2-2-2 Financement par capitalisation :**

C'est une méthode de financement dans laquelle les pensions de retraite sont financées grâce à l'épargne accumulée par les cotisants et aux revenus des placements de cette épargne. Contrairement à la méthode précédente il n'y a pas lieu de solidarité ; chaque actif finance durant sa vie active sa propre retraite. En effet, il y a une équivalence entre la valeur actuelle des cotisations versées durant l'activité et la valeur actuelle des pensions payées après la retraite.

Elle permet de construire une masse financière considérable qui doit être investie afin de développer le marché des capitaux et simuler la croissance, et elle permet de préserver les assurés contre les écarts dus à la dégradation de la structure démographique.

Chacune de ces deux méthodes de financement pose des limites ; Les fonds dégagés par la répartition sont faibles pour financer les investissements, et la capitalisation ne permet pas d'attribuer des droits gratuits aux pauvres et aux gens qui n'ont pas cotisé.

D'où l'avènement des régimes mixtes ; régimes caractérisés par le rapport entre le montant des fonds de réserves et les engagements actuariels nécessaires en capitalisation. Suivant l'importance de ce rapport, le système est proche de la répartition ou de la capitalisation.

### **1-2-3 Modes de fonctionnement des régimes de retraite :**

#### **1-2-3-1 Régimes contributifs/Régimes non contributifs :**

- Régimes contributifs :

Dans ce système, les prestations ne sont allouées qu'en contre partie de cotisations. Ces cotisations peuvent être individualisées pour chacun des risques couverts ou fixées globalement.

▪ Régimes non contributifs :

Dans ce système, les affiliés ne sont pas obligés de cotiser (par exemples en cas de chômage ou de maladie...) pour percevoir des prestations. En effet, son but est d'assurer aux individus et à leurs familles des ressources permettant de couvrir les besoins de base, tout en favorisant leur insertion sociale et professionnelle progressive.

**1-2-3-2 Régimes à prestations définies/ Régimes à cotisations définies :**

▪ Régimes à prestations définies (Primauté des prestations) :

Ici ce sont les prestations qui sont fixées à l'avance. Elles sont exprimées en fonction d'une base de calcul (dernier salaire, moyen des salaires sur un nombre fixe d'années...), et en fonction du nombre d'années d'assurance et d'un taux d'annuité. C'est un régime transparent car l'assuré connaît parfaitement le niveau de prestation qu'il recevra à sa retraite.

▪ Régimes à cotisations définies (Primauté des cotisations) :

Ici seul le niveau de cotisations est fixé, mais le niveau des pensions futures reste inconnu car il dépend des rendements financiers futurs. Du coup, le montant des prestations ne dépend plus d'un salaire de référence mais du niveau des cotisations et des rendements financiers. C'est un régime qui permet une grande maîtrise des coûts.

Il y a un plan de prévoyance intermédiaire entre ces deux modes, qu'est les régimes en bi-primauté, cela permet de compléter par exemple les pensions des actifs jeunes atteints d'invalidité qui reçoivent souvent de faible prestations suite aux régimes à cotisations définies.

**1-2-3-3 Systèmes en points/ Systèmes en annuités :**

L'expression des droits acquis en contre partie des cotisations diffère selon qu'il s'agit d'un système en points ou en annuités.

▪ Régimes en points :

Régime dans lequel chaque année, les cotisations donnent lieu à l'acquisition par l'assuré d'un certain nombre de points. C'est le montant de la cotisation versée divisé par une grandeur dite « salaire de référence » (révisé tout les ans en fonction d'un indice de prix ou de salaires) ou « valeur d'acquisition d'un point de retraite ». Ce nombre de points acquis est multiplié au départ à la retraite par une grandeur dit « valeur de service du point » (qui peut être indexée aussi sur les prix ou sur les salaires). C'est en quelques sortes un régime à cotisations définies.

▪ Régimes en annuités :

C'est un régime par répartition en annuités où les droits de pensions liquidées lors du départ en retraite dépendent : des caractéristiques individuelles relatives à la carrière professionnelle de l'assuré et des paramètres de liquidation adoptés par le régime et où le taux de cotisation n'intervient pas dans le calcul des droits à la retraite.

### 1-2-3-4 Régimes en comptes notionnels :

C'est un mélange de solidarité et d'équité. Il y a solidarité de la répartition mais avec une meilleure équité individuelle et ce en reliant directement les prestations obtenues aux cotisations versées.

*'Nous allons détailler ce type de régime dans le troisième chapitre vu que c'est le centre de réflexion de notre travail'*

### 1-3 Principaux régimes de retraite au MAROC :

Acronyme	Nom complet	ancienneté
<b>CMR</b>	Caisse Marocaine des Retraites	86
<b>CIMR</b>	Caisse Interprofessionnel Marocaine des Retraites	67
<b>CNSS</b>	Caisse Nationale de la Sécurité Sociale	57
<b>RCAR</b>	Régime Collectif d'Allocation de Retraite	39

Tableau 1:les principaux régimes de retraite au Maroc

A l'instar des autres pays du monde, le Maroc s'est doté d'un système de protection sociale, qui octroi des prestations à des personnes dans différentes situations sociales. Ce système est caractérisé par une pluralité d'acteurs intervenants et de sociétés gérantes. En effet, la mission de protection sociale au Maroc est assurée par plusieurs organismes ; 4 caisses à caractère général en plus des caisses internes et d'autres petits régimes tels ceux de Bank Al Maghreb, des membres de la Chambre des représentants et de la Chambre des conseillers. Une mission qui concerne le secteur public et le secteur privé à la fois.

Ceci peut être résumé dans le schéma suivant :

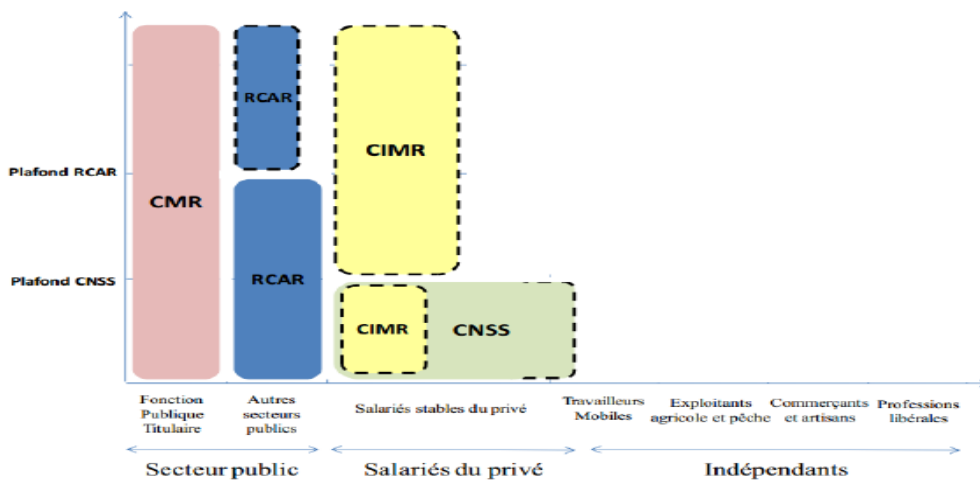


Figure 1:les régimes de retraite au Maroc

### **1-3-1 Régimes de retraite du secteur public :**

La couverture du secteur public et semi-public est assurée par deux entités, à savoir la Caisse Marocaine de Retraite(CMR) et le Régime Collectif d'Allocation de Retraite(RCAR). Ces deux organismes prennent en charge les agents de l'Etat, des collectivités locales et des établissements publics. Il existe aussi des caisses internes pour certains établissements publics notamment le régime de Bank Al Maghreb, de l'OCP (*l'office chérifien du phosphate*) et de l'ONCF (*l'Office national des chemins de fer*).

- La caisse Marocaine de Retraite :

La CMR a été créée par le Dahir du 2mars 1930. C'est un établissement public doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière. Elle est également soumise au contrôle financier de l'Etat.

La CMR gère principalement deux grands régimes de retraite mis en place en 1971 ; un régime des pensions civiles et un régime des pensions militaires. Ces deux régimes, civil et militaire, sont globalement similaires et ne diffèrent fondamentalement que par les populations auxquelles ils sont adressés et l'âge de mise à la retraite. Elle gère également pour le compte de l'Etat des régimes non contributifs notamment, les pensions des anciens résistants et les pensions d'invalidité civiles et militaires, ainsi que des régimes dits «particuliers» qui sont en voie d'extinction, tels que les aides renouvelables, les allocations forfaitaires, les rentes forfaitaires, etc.

Depuis 2005, la caisse assure la gestion d'un régime de retraite complémentaire facultatif basé sur le principe de la capitalisation individuelle dit «Attakmili» destiné aux affiliés des régimes civil et militaire. Le financement de ce régime est assuré par les seules cotisations des salariés. Ce produit reste cependant peu développé et son volume d'activité reste marginal.

Avant 1996, la gestion des prestations servies par la CMR avait un caractère proprement budgétaire. Celle-ci percevait les cotisations salariales et les contributions patronales de ses adhérents ainsi que des subventions d'équilibre ponctuelles versées par le Trésor lorsque les ressources de la Caisse sont insuffisantes pour lui permettre d'assurer le service des prestations.

- Le Régime Collectif d'Allocation de Retraite :

C'est une institution gérée par la Caisse Nationale de Retraite et d'Assurance (CNRA) qui est doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière.

Le RCAR assure le risque vieillesse, risque invalidité-décès et des droits personnels. En particulier il gère la retraite du personnel des établissements publics soumis au contrôle financier de l'Etat et celle du personnel non titulaire de l'Etat et des collectivités locales.

Il est constitué d'un régime général et un régime complémentaire et couvre 5% du total des affiliés des régimes de retraite au Maroc et assure 10% des prestations allouées au total des bénéficiaires des caisses de retraite nationales.

Le régime général du RCAR a été créé en 1977 par le Dahir portant loi n°1-77-216. C'est un régime général obligatoire mixant répartition (1/3) et capitalisation (2/3). Il s'applique obligatoirement au personnel contractuel de droit commun, temporaire, journalier et occasionnel de l'Etat et des collectivités locales, ainsi qu'au personnel des organismes soumis au contrôle financier de l'Etat et des sociétés et organismes bénéficiant du concours financier de l'Etat.

En 1993, un régime complémentaire a été créé afin de pouvoir garantir d'autres prestations pour les affiliés disposant d'une rémunération supérieure au salaire plafond du régime général. C'est un régime conventionnel ; l'obligation d'y adhérer est conditionnée par la signature d'une convention d'adhésion entre l'employeur et le régime. Il est à cotisations définies (3% salariales et 3% patronales) en points. Il assure des pensions de retraite, d'invalidité, de décès en cours d'activité ou de réversion aux ayants cause en cas de décès des pensionnés.

*'Sachant bien que le Régime Collectif d'Allocation de Retraite est le sujet sur lequel notre étude va être appliquée, nous allons consacrer tout le deuxième chapitre à sa gestion, sa gouvernance et son fonctionnement théorique et technique'.*

### **1-3-2 Régimes de retraite du secteur privé :**

Ces régimes couvrent le personnel du secteur privé, il s'agit des activités commerciales et agricoles. Le régime de base obligatoire, qui prend en charge l'ensemble de ce secteur, est celui de la Caisse Nationale de Sécurité Sociale. Au quel s'ajoute la Caisse Interprofessionnelle Marocaine de retraite comme régime complémentaire.

#### ▪ La Caisse Nationale de Sécurité Sociale :

La CNSS gère un régime de retraite obligatoire, par répartition, à prestations définies. Les affiliés de ce régime sont :

- Les apprentis et salariés travaillant pour un ou plusieurs employeurs dans l'industrie, le commerce et les professions libérales ou occupés au service d'un notaire, d'une association, d'un syndicat, d'une société civile ou d'un groupement quelles que soient la nature de leur rémunération, la forme ou la validité de leurs contrats .
- Les personnes employées par les coopératives.
- Les personnes employées par les propriétaires d'immeubles à usage d'habitation et à usage commercial.
- Les marins pêcheurs à la part.
- Les salariés travaillant dans les entreprises artisanales.
- Les travailleurs des exploitations agricoles, forestières et leurs dépendances.

Les prestations assurées par le régime général de la CNSS s'organisent en trois branches distinctes:

- Les allocations familiales.
- Les prestations à court terme relatives aux indemnités journalières en cas de maladie ou d'accident non régis par la législation sur les accidents de travail et les maladies professionnelles, aux indemnités journalières en cas de maternité, à l'allocation en cas de décès et au congé de naissance ;
- Les prestations à long terme ; à savoir la pension d'invalidité, la pension de vieillesse et la pension de survivants.

Ces trois catégories de prestations sont gérées comme des branches indépendantes, de telle manière que chacune est censée assurer son propre équilibre.

Sans oublier le fait que la CNSS intervient aussi dans le domaine de la santé.

▪ La Caisse Interprofessionnelle Marocaine de retraite :

La CIMR a été créée en 1949 sur l'initiative d'un ensemble d'employeurs du secteur privé. Elle gère un régime à adhésion facultative, ouvert aux salariés du secteur privé à titre de régime complémentaire à celui de la CNSS.

L'adhésion peut concerner soit l'ensemble des salariés soit une catégorie homogène du personnel.

Le montage financier adopté par la CIMR jusqu'en 2003 est un système mixte (capitalisation - répartition).

En 2003, la CIMR a adopté une réforme qui vise essentiellement à ramener le rendement du régime à 10% à l'horizon 2010. Elle récupère les cotisations salariales au titre des années 2003 et ultérieures et les gère en répartition. En effet suite à l'AGE de 2003 la CIMR a instauré plusieurs réformes, les principales sont :

- reprendre la gestion des cotisations salariales qui étaient gérées par les assurances afin de conforter son équilibre financier. Ces cotisations seront inscrites dans un compte (notionnel) et capitalisées à 3.25% annuellement plus une revalorisation annuelle fixée par le CA de la CIMR.
- Suppression des majorations familiales.
- Révision des méthodes de gouvernance.
- L'adoption d'un système par points.

### **1-4La réforme de retraite au Maroc :**

La réforme des systèmes de retraite revêt le caractère d'une problématique mondiale à cause de trois facteurs majeurs : le changement de la structure démographique, l'allongement de l'espérance de vie et l'insuffisance des instruments de pilotage orientés souvent vers le court terme.

Vers la fin des années 1980, les régimes de retraite par répartition avaient déjà commencé à montrer des signes de faiblesse touchant leur équilibre financier et partant leur viabilité et leur

pérennité. C'est ce qui explique que lors des trois dernières décennies, plusieurs pays ont entrepris et mis en œuvre des réformes de leurs systèmes de retraite. Dans de nombreux pays, l'âge légal de départ à la retraite a déjà été relevé à 67 ans voire même davantage. Par ailleurs, il convient de préciser que dans le domaine de la retraite, il n'existe pas de modèle universel applicable à tous les contextes, indépendamment des spécificités de chaque pays. Chaque Etat a construit son système de retraite en fonction de sa propre histoire économique et sociale, de sa culture et de son niveau de développement. En revanche, il y'a une nette tendance à converger de plus en plus vers des référentiels communs.

L'observation de différentes expériences amène à conclure qu'aucun système de retraite ne peut être pérenne, viable et sécurisé s'il n'est pas assis sur une base solide, cohérente et stable dans toutes ses dimensions : technique, juridique, sociale, politique et économique.

Une réflexion sur la réforme du système de retraite Marocain a été entamée en 1997 par le gouvernement en vue d'identifier des solutions aux problèmes menaçant sa viabilité et sa capacité à faire face à ses engagements envers les prestataires de pensions.

La démarche a franchi plusieurs étapes au fil des années.

La dernière mise en perspective d'une réforme de la retraite au Maroc a eu lieu en 2011, en effet un diagnostic du système de retraite a mis en évidence des dysfonctionnements majeurs : le premier concerne la gravité de la dette implicite et de son impact sur l'horizon de viabilité et l'équilibre financier de certains régimes et sur leur capacité à faire face à leurs engagements au profit des actuels et futurs pensionnés. Une situation qui varie d'un régime à l'autre et qui se pose avec plus d'acuité et de manière plus urgente pour le régime des pensions civiles de la CMR, mais également à long terme pour la CNSS. Le second s'exprime par le faible taux de couverture. Sans oublier les insuffisances en matière de gouvernance et de gestion. De manière générale, la réforme globale du système de retraite au Maroc devrait répondre aux objectifs fondamentaux de l'équité, de la pérennité et de l'efficacité.

Nous divisons les modalités de réforme de retraite en deux phases :

#### **1-4-1 Première phase : la réforme paramétrique :**

Les principaux objectifs pouvant être assignés à la réforme paramétrique s'énoncent comme suit :

- S'aligner sur les bonnes pratiques internationales en prenant notamment en considération l'évolution de l'espérance de vie, le pouvoir d'achat des cotisants et pensionnés ainsi que la compétitivité économique du pays.
- Augmenter l'horizon de viabilité des régimes fragiles.
- Diminuer la dette des régimes à travers la réduction des engagements non ou faiblement couverts envers les futurs pensionnés, en adoptant des mesures visant à limiter la constitution de nouveaux droits sur la base des anciens paramètres et réduire ainsi les déséquilibres en matière d'engagements futurs.

▪ Assurer autant que possible une harmonisation des principaux paramètres des régimes (âge, taux de cotisation, annuité, base de liquidation, taux de remplacement, ...) de manière à en rapprocher les règles de fonctionnement.

Pour répondre à ces objectifs, la solution sera d'augmenter l'âge de départ à la retraite, d'augmenter le taux de cotisation, changer l'assiette de liquidation, diminuer le taux d'annuité ou même mettre en place un nouveau mode d'évolution des pensions. Ce qui montre que la réforme serait en quelques sortes portée totalement sur le dos des affiliés, au lieu qu'elle soit partagée entre affiliés et patrons ou même entre affiliés, patrons et gouvernement. Ceci nous pousse, nécessairement à penser à d'autres formes de réforme.

#### **1-4-2Deuxième phase : Vers une réforme systémique :**

Les réformes paramétriques resteront insuffisantes pour corriger, sur le long terme, les dysfonctionnements et les limites du système actuel de retraite. Il sera alors nécessaire de penser à passer à une deuxième phase de réformes qui soit plus profonde et systémique. D'une part, elle constitue le cadre de référence qui permet, de corriger les anomalies générées par les systèmes existants notamment sur le plan de la tarification des prestations et droits. Et d'autre part, d'assurer une plus large extension de la couverture du risque vieillesse pour la population active ainsi qu'une plus grande équité et efficacité des mécanismes de solidarité dans le système.

#### **1-5Conclusion :**

Dans ce chapitre préliminaire, nous avons présenté la notion de « retraite » ainsi que ses principales variantes. Nous nous sommes focalisés sur le régime de retraite Marocain en présentant ses principaux facteurs ainsi que les principales décisions prises en matière de la réforme de ce secteur.

Le but de notre projet étant d'étudier la possibilité d'amélioration de la viabilité du régime général du RCAR, nous allons consacrer le chapitre qui suit à une présentation détailler de cet organisme; son fonctionnement, sa gouvernance, et son Etat d'équilibre financier.

## Chapitre2 : Le Régime Collectif d'Allocation de Retraite.

### 2-1 présentation et historique:

Vu comme une extension de la CNRA (caisse nationale de retraites et d'assurances), le RCAR fut le dernier né des régimes de retraite au Maroc, il a été créé en 1977 pour gérer la retraite du personnel des établissements publics soumis au contrôle financier de l'État ainsi que celle du personnel non titulaire de l'État et des Collectivités locales.

Du coup c'est une institution dotée de la personnalité morale et de l'autonomie financière, dont la gestion est assurée par la CNRA du groupe CDG.

Il est constitué d'un régime **général** et un régime **complémentaire** et couvre 5% du total des affiliés des régimes de retraite au Maroc et assure 10% des prestations allouées au total des bénéficiaires des caisses de retraite nationales.

### 2-2Fonctionnement :

#### 2-2-1Le régime général :

C'est un régime qui s'applique obligatoirement au personnel contractuel de droit commun temporaire, journalier et occasionnel de l'Etat et des collectivités locales, ainsi qu'au personnel soumis au contrôle financier de l'Etat (les offices, établissements publics, sociétés concessionnaires, organismes bénéficiant du concours financier de l'Etat ou des collectivités publiques).

Et garantit:

- des pensions de **retraite**, en général à 60 ans.
- des pensions d'**invalidité**.
- des pensions d'**ayant cause**.
- des **allocations familiales** au titre des enfants à charge pour les bénéficiaires des pensions.

L'allocation de ces pensions est régit comme suit :

- La **pension de retraite** est liquidée à condition que l'affilié ait accumulé un minimum de 3 ans de services. Elle est égale à 2% par année de service valable du salaire annuel moyen de carrière revalorisé. Et elle peut être anticipée dès l'âge de 55 ans ou après 21 ans de services valables et sans condition d'âge. Ce départ anticipé entraîne une réduction de 0,4% par mois d'anticipation avec un maximum de 24%.

La pension est réversible, par parts égales, en cas de décès du retraité au profit de ses conjoints (50%) et ses orphelins (50%). De même la pension du conjoint est réversible en cas de décès ou de remariage sur la tête des orphelins et la pension des orphelins est elle-même réversible sur la tête des autres orphelins en cas de décès ou après 21 ans.

- La **pension d'invalidité** est allouée si l'affilié est atteint d'une incapacité totale et définitive d'exercer ses fonctions. Elle est calculée de la même manière que la pension de retraite en tenant compte gratuitement des années restant à courir de la date d'effet d'invalidité jusqu'à l'âge de 60 ans, sans dépasser 30 ans pour ceci.  
Cette pension est réversible dans les mêmes conditions que la pension de retraite.
- En cas de décès en activité, une pension est liquidée au profit des **ayants cause** ; Elle est calculée de la même manière que la pension d'invalidité et est réversible dans les mêmes conditions que la pension de retraite.

Les cotisations salariales et patronales sont respectivement de 6 et 12 % de la rémunération plafonnée.

Le régime financier du RCAR fonctionne selon un système **mixte** ; 1/3 répartition (pour les contributions patronales variables), 2/3 capitalisation (pour les cotisations salariales et les contributions patronales fixes).

En effet, la capitalisation est décrite par les fonds vieillesse, constitués à base des 12% (6 % de cotisations salariales et 6 % des contributions patronales fixes inscrites au livret individuel qui est capitalisé à 4,75% l'an). Et la répartition concerne la contribution patronale variable (6%) constituée des fonds d'invalidité-décès (1%), des fonds des allocations familiales (0,65%) et des fonds de péréquation (4,35%).

Au moment de la liquidation, le capital constitutif de la pension est financé par le livret individuel et un complément qui est prélevé soit :

- du fonds de péréquation s'il s'agit d'un départ en retraite.
- du fonds invalidité décès s'il s'agit d'une invalidité ou d'un décès en activité ; le fonds de péréquation peut être mis à contribution en cas d'insuffisance du fonds invalidité décès.

Le régime général du RCAR aligne annuellement et automatiquement les pensions sur l'augmentation du salaire moyen du régime. Tel que la charge de revalorisation est prélevée du fonds de péréquation.

### **2-2-2Le régime complémentaire :**

C'est un régime facultatif qui s'applique aux affiliés du régime général dont la rémunération est supérieure au plafond de ce dernier. Il peut être aussi étendu aux personnels justifiant déjà de leur assujettissement à un régime de base.

Les cotisations salariales et les contributions patronales sont assises sur la tranche de rémunération supérieure au plafond du régime général. Tel que, les taux sont fixés à 3% pour chacune des deux parts. En particulier, le taux de cotisation patronale peut être augmenté selon les prévisions d'équilibre financier du dit régime.

Ce régime complémentaire est un régime **en points**, où : Le salaire de référence évolue comme le salaire moyen du régime (régime général et régime complémentaire).

Si la valeur de service du point est inférieure à la valeur en cours, la contribution patronale est alors augmentée.

Son financement se fait par un système mixte, en effet :

- Les cotisations salariales sont gérées par capitalisation ; elles sont inscrites dans un livret individuel et capitalisées à 4.75% l'an. Alors que,
- Les cotisations patronales sont gérées par répartition ; elles sont affectées chaque année au :
  - paiement des allocations en complément des rentes provenant des livrets individuels.
  - la couverture des frais de gestion.
  - la constitution d'une réserve de sécurité.

**2-3 Organisation et gouvernance :**

**2-3-1 l'organigramme du pôle prévoyance de la CDG :**

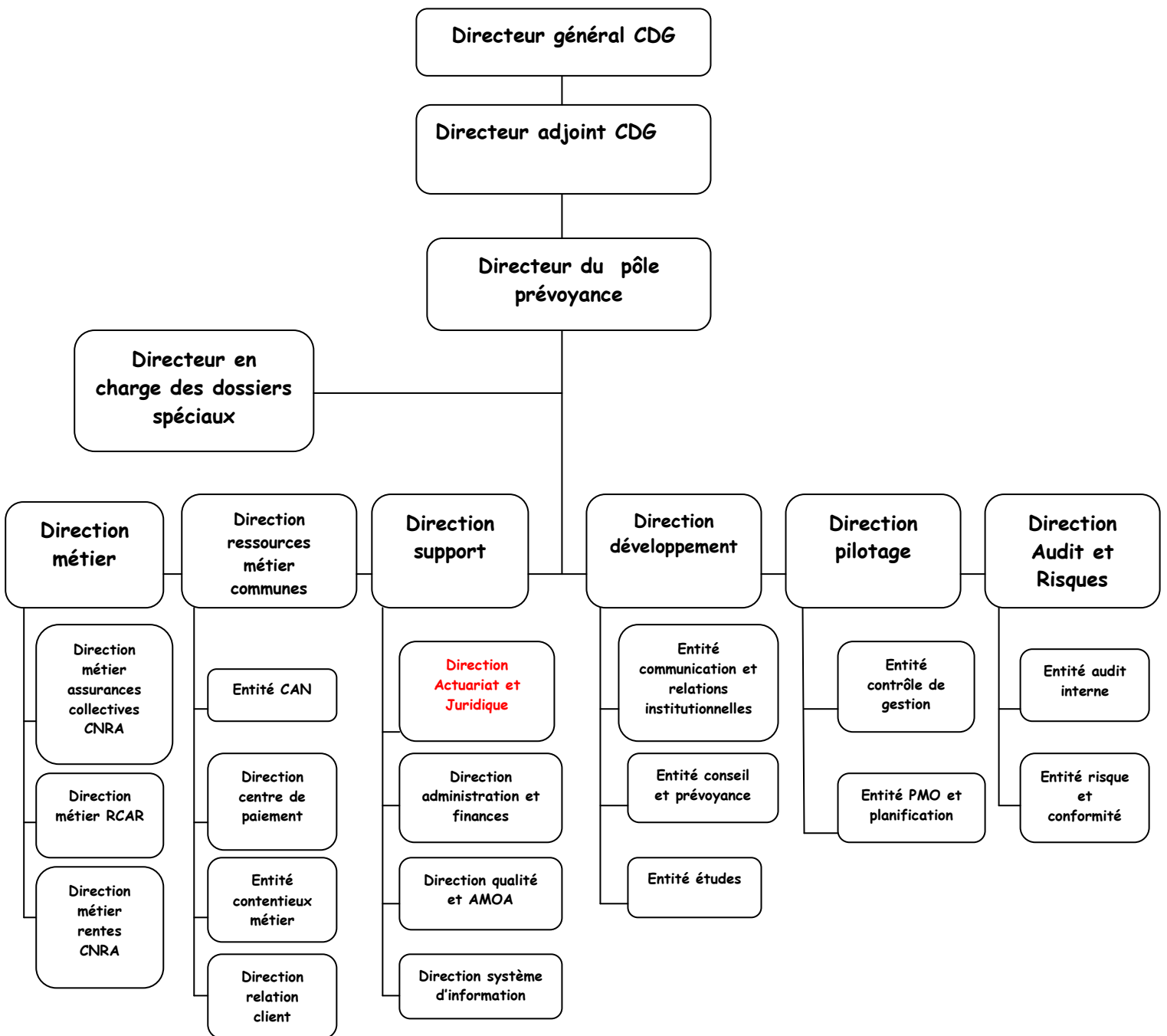


Figure 2:L'organigramme du pôle prévoyance de la CDG.

### 2-3-2 Gouvernance du RCAR :

Le RCAR se dote d'un système de gouvernance spécifique, indépendamment des autres composantes du pôle prévoyance de la CDG, on peut le résumer par le schéma suivant :



Figure 3:Gouvernance du RCAR.

### 2-4 Situation actuarielle du régime général du RCAR :

Juger la situation actuarielle d'un régime de retraite se base sur l'analyse de son bilan actuariel. C'est un document qui retrace l'état du régime en fin d'exercice selon une approche prospective en se basant sur les règles actuelles de son fonctionnement. Il consiste en l'évaluation des engagements actuariels et des ressources du régime et ce, sur une période de projection pouvant aller jusqu'à 100 ans. Ces projections permettent d'apprécier la pérennité du régime à travers les deux principaux indicateurs suivants:

- **L'horizon de viabilité**, représentant l'année d'épuisement des fonds du régime.
- **Le taux de préfinancement** des engagements qui est le rapport entre, d'une part, les ressources du régime (réserves et cotisations futures) et, d'autre part, les engagements du régime.

Nous allons nous intéresser à l'analyse du dernier bilan actuariel **officiel** disponible pour le régime général du RCAR, à savoir celui de 2014.

#### 2-4-1 Situation démographique du régime :

En fin 2014, l'effectif des **affiliés** en catégorie actifs se chiffre à 205.847.

La répartition, par sexe, de cette population dont l'âge moyen est de 42 ans, n'a pas connu d'évolution par rapport à l'année précédente se situant toujours à 80 % d'hommes et 20% de femmes.

Concernant les **pensionnés**, le nombre des bénéficiaires de pensions, à la fin de 2014, s'élève à 112.372, réparti comme suit :

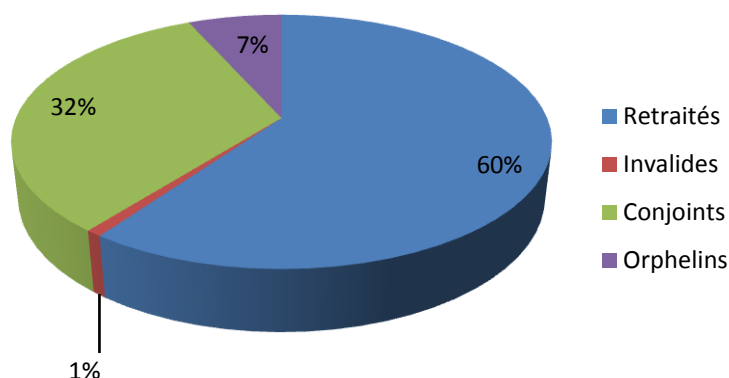


Figure 4:répartition des pensionnés en 2014

Nous remarquons que les pensionnés omni présent sont les retraités suivis des conjoints et puis des orphelins, ceci revient à la rareté du phénomène d'invalidité qui lui donne un poids assez faible parmi les autres types de sorties.

#### 2-4-2 Situation financière du régime :

Le régime a procédé, durant l'exercice 2014, au recouvrement de **cotisations** et **contributions** pour un montant de 2.274,71 MDH.

S'agissant des **pensions** émises, le régime a procédé au service de pensions d'un montant total de 4.258,16 MDH.

Enfin, le montant de la valeur marché des **réserves** constituées par le régime à la fin de 2014 s'élève à 100.636 MDH.

#### 2-4-3 Analyse de l'équilibre du régime :

Analyser le bilan actuariel du régime nécessite une projection des engagements et des ressources du régime. Cette projection est effectuée selon l'une des logiques suivantes:

- *Groupe semi – fermé*: Où le régime est fermé aux nouveaux entrants. Toutefois, les affiliés actifs actuels continuent de cotiser au régime jusqu'à totale extinction.
- *Groupe fermé*: Où on assiste à une fermeture du régime aux affiliations futures et également à l'arrêt des nouvelles cotisations issues du stock d'affiliés à la date d'évaluation. L'évaluation des droits passés est faite soit sur la base des salaires projetés jusqu'à l'âge de la retraite (Approche PBO), soit sur la base des salaires actuels (Approche ABO).
- *Groupe ouvert* : traduit le fonctionnement normal du régime dans l'hypothèse de la continuité de l'activité jusqu'à épuisement des fonds.

Nous allons analyser l'évolution de la couverture des prestations par les ressources au fil des années jusqu'à atteinte de l'horizon de viabilité du régime sous la dernière logique de projection puisque c'est elle qui traduit le fonctionnement normal du régime.

La montée en charge du régime et l'effet de la revalorisation des droits conduiraient à une insuffisance de trésorerie au-delà de 2041 ; horizon de viabilité du régime. En effet, les ressources totales du régime, pour un montant de 100 636 MDH en 2015, couvriraient 20 années de prestations contre 4 années en 2035, 2 mois en 2041 et 0 année en 2042, date d'épuisement des réserves.

Le graphique ci-dessous retrace l'évolution des réserves sur la durée de projection:

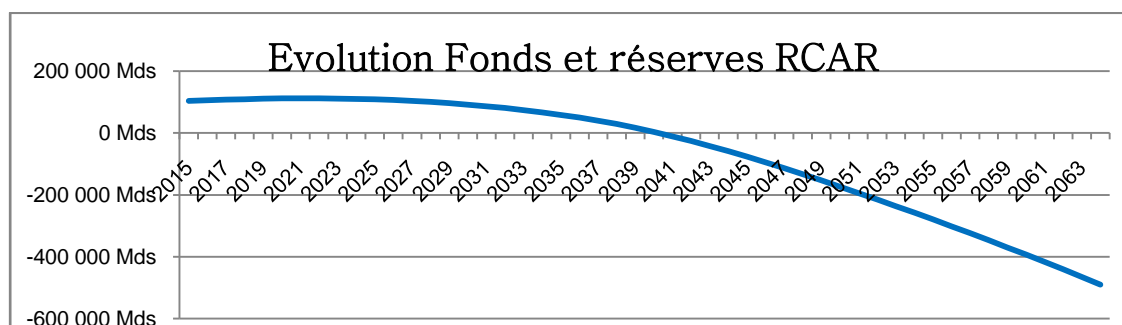


Figure 5: Evolution des réserves sur la durée de projection

Certes, l'horizon de viabilité du régime du RCAR est assez éloigné comparé à celui d'autres caisses, comme la CMR par exemple, cependant son amélioration reste toujours la finalité principale d'une réforme, que ce soit une réforme systémique ou juste une réforme paramétrique.

Ces résultats ont été conclus sur base de beaucoup d'hypothèses actuarielles, où les principales sont :

Paramètres	Valeurs retenues
Date d'évaluation	31/12/2014
Accroissement des affiliés	Organismes publics (OP) : <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1% durant les 20 premières années</li> <li>• Stagnation à partir de la 21<sup>ème</sup> année</li> </ul> Etat et Collectivités Locales (ECL) : 0%
Valeur réserves	Valeur Marché (100 635,88 MDH)
Taux de rendement financier	5%
Taux de revalorisation des pensions	3%
Frais de gestion	1,232% des prestations et cotisations
Table de mortalité	TV 88-90

Tableau 2: Principales hypothèses actuarielles

Par ailleurs, des tests de sensibilité ont été effectués sur les paramètres les plus influents, à savoir:

- Le taux de rendement financier (4,5% et 5,5%).
- Le taux de revalorisation des pensions (2% et 4%).

\*En effet, pour le taux de rendement financier, on peut dire qu'une baisse de ce dernier entraîne un recul de l'horizon de viabilité ainsi qu'une baisse du taux de préfinancement, et vice versa.

Ceci peut être résumé dans le graphique suivant :

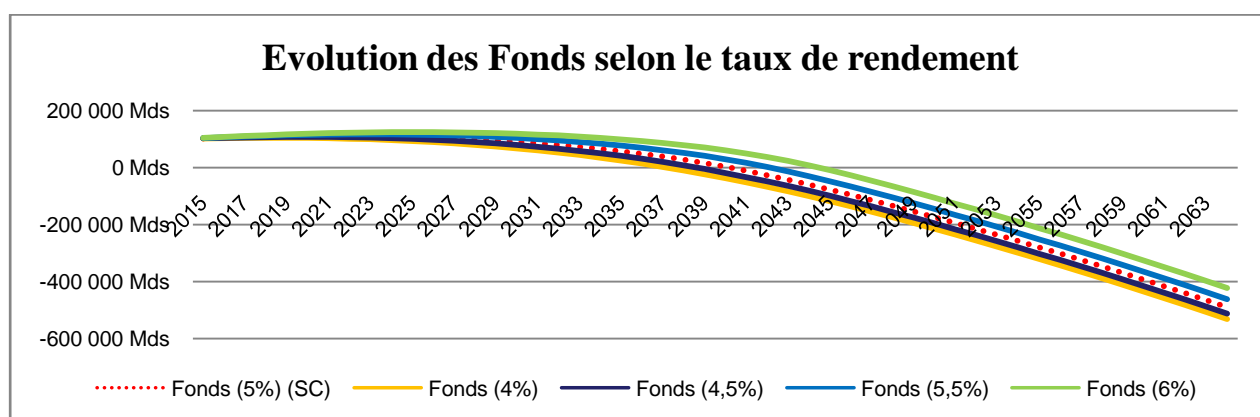


Figure 6: Evolution des fonds selon le taux de rendement

\*pour le taux de revalorisation des pensions ; une hausse entraîne un recul de l'horizon de viabilité et une baisse du taux de préfinancement et vice versa, cet impact sur l'équilibre du régime se résume dans le graphique suivant :

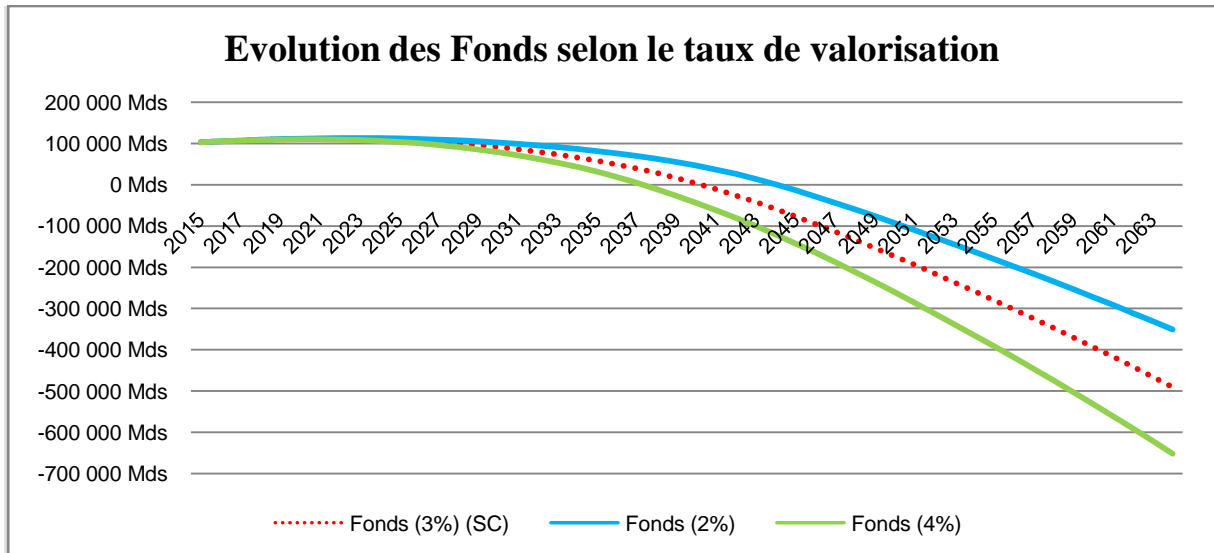


Figure 7: Evolution des fonds selon le taux de valorisation

Du coup, un premier réajustement de ces taux peut nous être utile en matière d'amélioration de la viabilité du régime.<sup>1</sup>

## **2-5 Conclusion :**

Au vu des résultats de ce diagnostic, penser à une possibilité de réforme du système de retraite du RCAR paraît fondamentale. Une simple action sur les paramètres, en conservant l'architecture actuelle, pourrait allonger l'horizon de viabilité, mais ne pourrait résoudre le problème de la pérennité. D'où la nécessité de considérer toute réforme paramétrique à adopter juste comme une étape préliminaire vers une réforme globale. C'est ainsi que nous avons pensé à étudier l'apport de l'application du système des comptes notionnels. Nous allons d'abord consacrer le chapitre suivant à la présentation et le fonctionnement théorique de ce système.

<sup>1</sup> Ces graphiques ainsi que les tableaux des hypothèses actuarielles sont tirés du Bilan Actuariel de 2014.

## Chapitre3 : Le système des comptes notionnels.

Les régimes en comptes notionnels apparaissent au milieu des années 90. Tout en étant par répartition, ils visent à assurer l'équilibre actuariel entre les cotisations versées et les pensions reçues par chaque génération, compte tenu des modalités particulières d'acquisition et de liquidation des droits à la retraite. De façon similaire aux régimes en points, ils sont contributifs, c'est-à-dire que la pension obtenue lors du départ à la retraite est proportionnelle aux cotisations versées au cours de la carrière.

Les régimes en comptes notionnels sont aujourd'hui en place dans cinq pays : l'Italie, la Suède, la Pologne, la Lettonie et la Roumanie.

### 3-1 Vue d'ensemble des comptes notionnels :

#### 3-1-1 Définition:

Un régime de retraite fonctionnant selon les comptes notionnels(NDC), appelé aussi un régime de « capitalisation individuelle », est un régime à cotisations définies, ayant un taux de cotisation fixé au départ, et dont les prestations seront individualisées et étroitement liées à l'effort contributif de l'individu durant sa vie active.

C'est un mélange de **solidarité** et d'**équité**. En effet les actifs du moment paient pour les retraités du moment. Mais, avec une meilleure équité individuelle, et ce en reliant directement les prestations obtenues aux cotisations versées ; les pensions sont calculées à partir des cotisations réellement versées.

Dans ce système, il n'y a pas d'accumulation financière (les cotisations ne font pas objet de placement dans le marché financier), comme c'est le cas pour un système de *capitalisation*.

#### 3-1-2 Fonctionnement :

Le déroulement et la succession des étapes de fonctionnement de ce système se fait comme suit :

- Création d'un compte d'épargne *virtuel* (notionnel) individuel dans lequel les cotisations sont inscrites et *fictivement* capitalisées.
- A l'âge de retraite, cette épargne est convertie en pension de retraite (selon les principes actuariels classiques d'équivalence qui tiennent compte en particulier de l'espérance de vie à cet âge). Ces comptes ne servent que d'intermédiaire de calcul des prestations, en fait il n'y a pas d'épargne réelle puisque le mécanisme est basé sur la répartition.
- Pour un départ tardif ou anticipé, le calcul est totalement maîtrisé par le système des comptes notionnels. En effet, pour un départ anticipé l'épargne fictive sera convertie en pension à cet âge là, et pour un départ tardif, ceci va entraîner une récompense puisque on serait face à plus d'épargne qui doit être convertie sur un nombre inférieur d'années.

C'est un régime qui fonctionne avec un financement en répartition mais qui est vu au niveau du calcul des prestations comme un système en contributions définies par capitalisation.

### 3-1-3 Avantages et limites :

#### 3-1-3-1 Avantages :

- Flexibilité de l'âge de départ à la retraite ; seul un âge minimum de départ à la retraite doit être fixé.
- Neutralité actuarielle face à une anticipation ou un ajournement de l'âge de retraite.
- Une meilleure reconnaissance des carrières longues ce qui incite à prolonger la vie active. L'âge de départ à la retraite relève alors d'un arbitrage individuel. Cela permet une meilleure gestion des départs anticipés.
- S'adapter automatiquement aux évolutions démographiques car l'espérance de vie est intégrée aux paramètres. Ce qui permet de corriger les injustices liée à cette dernière.
- Toute hausse de cotisation augmente aussi les engagements, ce qui se répercute au final sur le régime

#### 3-1-3-2 limites :

- L'indexation basée sur l'évolution du revenu moyen et non sur celle de l'inflation, ce qui peut entraîner une perte du pouvoir d'achat en cas de crise.
- Absence de mutualisation des situations personnelles. En cas de situation défavorable, un individu ne bénéficiera pas d'une compensation avec les autres composantes du groupe. Pour faire face à cela, la mise en place de mécanismes de solidarité est indispensable.

## 3-2 Principes de base du fonctionnement technique

Dans un régime classique de répartition en prestations définies, les prestations sont explicitement définies en fonction d'un certain nombre de paramètres tels que le salaire final et le nombre d'années de travail. La méthode des comptes notionnels part d'une toute autre approche ; Les travailleurs accumulent tout au long de leur carrière professionnelle les cotisations de retraite sur un compte individuel. Les cotisations passées sont revalorisées chaque année non seulement en fonction de l'inflation, mais également en appliquant un rendement réel (en plus de l'inflation) garanti par l'État, qui correspond au taux de croissance de la masse salariale. Au terme de sa vie active, le travailleur a ainsi accumulé un certain capital retraite, qui mesure l'ampleur de ses droits à la retraite. Son capital est converti en rente avec un *coefficient de conversion* qui dépend de l'espérance de vie de sa génération et du choix de revalorisation des pensions. Les trois paramètres clés du système sont donc **le taux de cotisations, le taux de rendement** garanti par l'État et **les conditions de liquidation du capital retraite**. Avec un niveau de cotisations défini, on vérifie la réalisation d'une équivalence actuarielle entre les cotisations versées durant la période d'activité et les pensions à verser à partir de l'âge de retraite. Ce calcul se fait bien entendu individu par individu. Tout se passe donc comme si chaque affilié disposait d'un compte d'épargne, transformé en rente à

l'âge de retraite. Bien sur ces comptes sont virtuels et ne servent que d'intermédiaire de calcul ; nous sommes bien ici en répartition et non pas en capitalisation.

L'objectif de la méthode est à la fois l'équilibre actuariel et l'équité; chacun recevant une prestation basée sur son propre apport financier au régime.

### 3-2-1 Notations :

$x_r$  : L'âge de départ à la retraite.

$x_0$  : L'âge d'entrée dans le régime ou l'âge de l'affiliation.

$L(x, t)$  : L'effectif de la population ayant l'âge  $x$  à l'instant  $t$ .

$\overline{s(t)}$  : Salaire moyen à l'instant  $t$ .

$\overline{P(t)}$  : Pension moyenne en  $t$ .

$P^{(i)}(x_r)$  : La pension de retraite à verser à partir de l'âge  $x_r$ .

$g$  : Taux de revalorisation annuelle de la rente à verser.

$i$  : taux d'actualisation.

$P(x_r, x)$  : Probabilité de survie entre les âges  $x_r$  et  $x$ .

$S^{(i)}(x)$  : Salaire de l'individu  $i$  à l'âge  $x$ .

$\pi$  : Taux de cotisation (système en contributions définies).

$x_1$  : L'âge d'entrée en activité.

$r_j$  : Taux de capitalisation virtuelle entre l'âge  $j$  et l'âge  $j+1$ .

### 3-2-2 Equivalence actuarielle :

Au niveau d'un individu  $i$ , la pension de retraite à verser à partir de l'âge  $x_r$ , notée  $P^{(i)}(x_r)$  est supposée être indexée annuellement suite à un facteur  $(1+g)$ . Elle est solution de l'équation d'équivalence actuarielle suivante:

$$P^{(i)}(x_r) * \ddot{a}_{x_r} = \sum_{x=x_1}^{x_r-1} \pi * S^{(i)}(x) * \left( \prod_{j=x}^{x_r-1} (1+r_j) \right) (*)$$

Où :

$$\ddot{a}_{x_r} = \sum_{x=x_r}^{\omega} \frac{(1+g)^{x-x_r}}{(1+i)^{x-x_r}} * P(x_r, x).$$

Il y a donc équivalence entre :

- D'une part, le *capital constitutif* à l'âge de la retraite d'une rente indexée de montant initial  $P^{(i)}(x_r)$ .
- Et d'autre part, l'*épargne fictive* accumulée à l'âge de la retraite par capitalisation de toutes les cotisations versées durant la période d'activité.

Cette équivalence actuarielle peut également s'écrire sous la forme simplifiée suivante :

$$P^{(i)}(x_r) = G * C$$

Où

- $G = \frac{1}{\ddot{a}_{x_r}}$  Est appelé coefficient de conversion.
- $C$  le capital virtuel accumulé à l'âge de retraite.

L'objectif est donc de définir des prestations plus équitables au niveau individuel (au sens où chacun obtient du régime ce qu'il a déjà versé) tout en préservant la dynamique de la répartition. Nous remarquons également que le coefficient de conversion  $G$  dépend de la probabilité de survie estimée à l'âge de la retraite (le calcul de la conversion se faisant à cet âge) ; ce coefficient est donc amené à évoluer génération après génération. La méthode induit ainsi naturellement à une prise en compte du risque de longévité. En particulier si le taux de revalorisation  $g$  est égal au taux d'actualisation  $i$ , le coefficient de conversion est égal à l'inverse de l'espérance de vie à l'âge de la retraite.

### 3-2-3 Equilibre actuariel :

Il est naturel de se poser la question de l'équilibre collectif de la méthode : la formule (\*) des comptes notionnels définit pour tous les retraités un niveau de pension ; un financement en répartition pure de taux de cotisation  $\pi$  permet-il vraiment d'assurer ce niveau de prestations sans déficits et sans excédents ? Question, à première vue anodine, n'est pas aussi simple en réalité. Elle est intimement liée à la recherche d'une équivalence entre répartition et capitalisation (le financement étant supposé en répartition et les prestations définies en capitalisation virtuelle).

On peut donc appliquer ici les *conditions de Samuelson*. Dans le cadre d'une population stationnaire<sup>2</sup> la relation d'équilibre de Samuelson stipule l'égalité entre le **taux de capitalisation** et la somme du **taux de croissance des salaires** et du **taux de croissance de la population** (ces différents taux étant exprimés en continu) :

$$\delta = \rho + \sigma$$

---

<sup>2</sup>Une **population stationnaire** est une population stable à taux d'accroissement nul. Pour chaque unité de temps, le nombre de naissances est, en l'absence de migrations, égal au nombre de décès. Il est résulte que, sans immigration ni émigration, le taux de natalité (ou d'intégration dans notre cas) et le taux de mortalité sont égaux entre eux et égaux à l'inverse de l'espérance de vie.

Avec :

$$\begin{aligned} e^\delta &= (1 + i) = \text{facteur de capitalisation.} \\ e^\sigma &= (1 + g) = \text{facteur d'indexation.} \\ e^\rho &= \text{facteur démographique.} \end{aligned}$$

Montrons alors que le choix suivant pour les taux de capitalisation virtuelle permet l'équilibre actuariel en répartition :

$$r_j + 1 = \frac{e^\delta}{1p_j} = \frac{e^{\rho+\sigma}}{1p_j} (**) \quad (j=x_1, \dots, x_r-1)$$

On suppose pour ce, un salaire moyen et une pension moyenne uniforme :

$$S^{(i)}(x) = S(x) = S(x_1) * e^{\sigma(x-x_1)} = S(x_r) * e^{-\sigma(x_r-x)} \forall i.$$

$$P^{(i)}(x_r) = P(x_r) \forall i.$$

La relation d'équilibre peut alors s'écrire sous la forme :

$$P(x_r) * \sum_{x=x_r}^{\omega} e^{\sigma(x-x_r)} * e^{-\delta(x-x_r)} * {}_{x-x_r}P_{x_r} = \sum_{x=x_1}^{x_r-1} \pi * S(x_1) * e^{\sigma(x-x_1)} * \frac{e^{\delta(x_r-x)}}{{}_{x_r-x}P_x}$$

En isolant le taux de cotisation  $\pi$  et en tenant compte de l'équilibre entre les paramètres ( $\delta=\rho+\sigma$ ) il vient :

$$\pi = \frac{P(x_r) * \sum_{x=x_r}^{\omega} e^{-\rho(x-x_r)} * {}_{x-x_r}P_{x_r}}{S(x_1) \sum_{x=x_1}^{x_r-1} e^{\sigma(x-x_1)} * \frac{e^{\delta(x_r-x)}}{{}_{x_r-x}P_x}}$$

En multipliant haut et bas cette expression par  $A \cdot {}_{x_r-x_1}P_{x_1} e^{\rho t} e^{-\rho(x_r-x_1)}$  on a :

$$\pi = \frac{P(x_r) A e^{\rho t} * \sum_{x=x_r}^{\omega} e^{-\rho(x-x_1)} * {}_{x-x_1}P_{x_1}}{S(x_1) e^{\sigma(x_r-x_1)} A e^{\rho t} \sum_{x=x_1}^{x_r-1} e^{-\rho(x-x_1)} * {}_{x-x_1}P_{x_1}}$$

On sait d'autre part que l'effectif d'âge  $x$  à l'instant  $t$  d'une population stationnaire de taux de croissance instantané  $\rho$  est donné par :

$$L(x, t) = A \cdot {}_{x-x_1}P_{x_1} \cdot e^{\rho t} \cdot e^{-\rho(x-x_1)}$$

Donc on peut écrire :

$$\pi = \frac{P(x_r) \sum_{x=x_r}^{\omega} L(x, t)}{S(x_r) \sum_{x=x_1}^{x_r-1} L(x, t)}$$

Cette dernière expression est bien compatible avec l'hypothèse de financement en répartition : le numérateur représente à l'instant t la masse des dépenses alors que le dénominateur représente le montant total des salaires soumis à la cotisation. Compte tenu de la forme optimale des facteurs de capitalisation, l'expression de la prestation peut alors s'écrire :

$$P(x_r) = \frac{\pi S(x_1) e^{\sigma(x-x_r)} \sum_{x=x_1}^{x_r-1} * e^{\rho(x_r-x)} / {}_{x_r-x}P_x}{\sum_{x=x_r}^{\omega} e^{-\rho(x-x_r)} {}_{x_r-x}P_x}$$

Cette dernière expression peut se mettre sous la forme suivante :

$$P(x_r) = \pi S(x_r) \cdot \frac{\ddot{a}_{x_1, \overline{x_r-x_1}}}{{}_{x_r-x_1}E_{x_1} \cdot \ddot{a}_{x_r}} (***)$$

Notons bien que les éléments actuariels classiques sont calculés à un taux d'actualisation égal non pas à un taux de capitalisation mais au taux d'accroissement de la population  $\rho$  :

$$\ddot{a}_{x_1, \overline{x_r-x_1}} = \sum_{x=x_1}^{x_r-1} e^{-\rho(x-x_1)} * {}_{x-x_1}P_{x_1}$$

$${}_{x_r-x_1}E_{x_1} = {}_{x_r-x_1}P_{x_1} e^{-\rho(x_r-x_1)}$$

$$\ddot{a}_{x_r} = \sum_{x=x_r}^{\omega} e^{-\rho(x-x_r)} * {}_{x-x_r}P_{x_r}$$

En particulier dans une population à l'état stationnaire absolu ( $\rho=0$ ) il vient :

$$\begin{aligned} \ddot{a}_{x_1, \overline{x_r-x_1}} &= \sum_{x=x_1}^{x_r-1} {}_{x-x_1}P_{x_1} = \sum_{x=x_1}^{\omega} {}_{x-x_1}P_{x_1} - \sum_{x=x_r}^{\omega} {}_{x-x_1}P_{x_1} \\ &= (1 + e_{x_1}) - {}_{x_r-x_1}P_{x_1} \sum_{x=x_r}^{\omega} {}_{x-x_r}P_{x_r} \end{aligned}$$

$$= (1 + e_{x_1}) - {}_{x_r-x_1}P_{x_1} (1 + e_{x_r})$$

$${}_{x_r-x_1}E_{x_1} = {}_{x_r-x_1}P_{x_1}$$

$$\ddot{a}_{x_r} = \sum_{x=x_r}^{\omega} {}_{x-x_r}P_{x_r} = 1 + e_{x_r}$$

La relation de la prestation octroyée par le régime devient donc dans ce cas particulier,

$$P(x_r) = \pi S(x_r) \cdot \left( \left( \frac{1 + e_{x_1}}{1 + e_{x_r}} \right) * \frac{1}{{}_{x_r-x_1}P_{x_1}} - 1 \right)$$

La formule (\*\*\*) permet également facilement de calculer le taux de remplacement offert par un tel régime sous forme de multiple du taux de cotisation :

$$tr = \frac{P(x_r)}{S(x_r)} = \pi \cdot \frac{\ddot{a}_{x_1, \overline{x_r-x_1}}}{{}_{x_r-x_1}E_{x_1} \cdot \ddot{a}_{x_r}}$$

Les différents éléments actuariels étant à nouveau actualisés au taux d'accroissement de la population.

La formule d'équilibre (\*\*) illustre à la fois la force mais aussi la faiblesse des comptes notionnels : il est possible de déterminer des taux de capitalisation virtuels qui assurent l'équilibre structurel du système et donc une parfaite stabilité dans le temps des charges. Mais pour que l'équilibre soit atteint, il faut relier ces taux de capitalisation aux taux de croissance de la population. En particulier, pour une population en décroissance, cette formule conduit à une capitalisation inférieure au taux de croissance des salaires. Elle revient en réalité à capitaliser virtuellement à un taux annuel correspondant à la croissance globale de la masse salariale.

### 3-2-4 Anticipation et ajournement de l'âge à la retraite :

Un des avantages des comptes notionnels réside dans sa neutralité actuarielle en cas d'anticipation ou d'ajournement de l'âge de la retraite. En effet, la formule de calcul de la prestation notionnelle (\*), exprimée sous l'hypothèse d'un départ à l'âge légal de la retraite  $x_r$ , peut s'appliquer à un autre âge effectif de prise de la pension.

Si l'affilié prend sa retraite à un autre âge noté  $x^*$  (avec  $x^* < x_r$  en cas d'anticipation et  $x^* > x_r$  en cas d'ajournement), le principe d'égalité des cotisations et des dépenses s'exprime à cet âge et la formule devient :

$$P^{(i)}(x^*) * \ddot{a}_{x^*} = \sum_{x=x_1}^{x^*-1} \pi * S^{(i)}(x) * \left( \prod_{j=x}^{x^*-1} (1 + r_j) \right)$$

Pour une anticipation, nous remarquons qu'il y aura d'une part dans le membre de droite moins de cotisations payées (termes de la somme) revalorisées moins longtemps (termes du produit)

et d'autre part dans le membre de gauche des prestations à payer plus longtemps (annuité plus importante).

En notant  $C$  le capital virtuel accumulé à l'âge effectif de prise de la pension, on a donc :

$$P^{(i)}(x^*) = \frac{1}{\ddot{a}_{x^*}} C$$

Nous déduisons que par rapport à une liquidation à l'âge normal de la retraite il y a donc application d'un coefficient correcteur :

$$P^{(i)}(x^*) = G\beta_{x^*} C$$

Avec :

$$\beta_{x^*} = \frac{\ddot{a}_{x_r}}{\ddot{a}_{x^*}}$$

Le coefficient de correction sur la formule des prestations pour tenir compte d'un âge effectif de départ différent de l'âge légal de la retraite s'exprime donc sous la forme d'un rapport d'annuités.

En particulier :

En cas d'anticipation ( $x^* < x_r$ ) :  $\beta_{x^*} < 1$  la prestation est réduite actuariellement.

En cas d'ajournement ( $x^* > x_r$ ) :  $\beta_{x^*} > 1$  la prestation est majorée (incitation directe à différer la prise de pension).

Cette correction automatique dans ce cadre notionnel est beaucoup plus problématique dans les régimes classiques en prestations définies :

Alors que la pénalité est implicite en notionnel, elle doit être explicitée dans un régime en prestations définies et peut donc être perçue de manière très négative pour les affiliés ;

La pénalité utilisée est souvent de forme linéaire (réduction du taux  $\alpha$  au prorata du nombre d'années d'affiliation par rapport au nombre d'années théoriques jusqu' à l'âge de la retraite) ;

Cette neutralité actuarielle suite au phénomène d'anticipation dans les régimes en comptes notionnels en constitue certainement un des atouts majeurs à la lumière notamment des deux éléments suivants :

- 1- l'importance des pensions prises de manière anticipée par rapport aux âges légaux de retraite.
- 2- l'intérêt d'inciter l'individu à différer librement sa prise de retraite, et ce indépendamment de mesures obligatoires plus contraignantes de relèvement de l'âge légal de retraite.

### 3-2-5 Comparaison avec les régimes en prestations définies :

La technique des comptes notionnels, construite sur une base de contributions définies, présente en fait de manière sous jacente des similitudes importantes avec un système de type prestations définies tenant compte des salaires de l'ensemble de la carrière. En effet, en réalité, la technique des comptes notionnels, sous une apparence de contributions définies, conduit à un système en prestations définies tenant compte des salaires de l'ensemble de la carrière.

Dans un système de type prestations définies sur moyenne de carrière revalorisées la prestation de pension d'un individu  $i$  peut s'écrire :

$$P^{(i)}(x_r) = \frac{\alpha}{(x_r - x_1)} \sum_{x=x_1}^{x_r-1} S^{(i)}(x) * g(x)$$

Où :

- $g(x)$  est la fonction de revalorisation des salaires entre l'âge  $x$  et la retraite,
- $\alpha$  est le pourcentage accordé par le régime.

D'autre part, la formule des comptes notionnels conduit à la prestation de pension :

$$P^{(i)}(x_r) = \frac{1}{\ddot{a}_{x_r}} \pi \sum_{x=x_1}^{x_r-1} S^{(i)}(x) * \left( \prod_{j=x}^{x_r-1} (1 + r_j) \right)$$

L'équivalence entre les deux expressions se fait naturellement en posant :

- fonction de revalorisation des salaires :

$$g(x) = \prod_{j=x}^{x_r-1} (1 + r_j)$$

- pourcentage accordé par le régime :

$$\alpha = \frac{\pi(x_r - x_1)}{\ddot{a}_{x_r}} = \pi G(x_r - x_1) (***)$$

De ce fait, un système de comptes notionnels correspond à un système de prestations définies sur moyenne de salaires revalorisées où :

- la fonction de revalorisation est construite à partir des taux de capitalisation virtuelle.
- le taux de prestation est le produit du taux de cotisation, du coefficient de conversion et de la durée complète de carrière.

### **3-3 le système de retraite Suédois**

Dans les années 1980, il apparaît clairement que le financement des retraites et en particulier, de la retraite complémentaire, ne pourra pas être assuré à long terme. Une commission d'enquête parlementaire à laquelle participaient les syndicats confirme ces problèmes de financement dus surtout à la baisse du taux de natalité, à l'allongement de l'espérance de vie et à la hausse trop importante des pensions retraite. Pour pouvoir faire survivre le système, il aurait fallu augmenter le taux de cotisation jusqu'à 28-30 % des salaires. En même temps, la situation économique ne cessait de se dégrader. Entre 1990 et 1993, le taux de chômage est passé de 2 % à plus de 10 % de la population active et le déficit public s'est creusé jusqu'à 16 % du PIB en 1993. Une nouvelle Commission a été créée afin de réfléchir à un changement du système de retraite Suédois. Au final, 90 % des députés et 5 grands partis politiques ont approuvé en juin 1994 la mise en place de la réforme. Quatre ans plus tard, la loi définitive instaurant un nouveau régime de retraite a été votée. Mais les premières prestations du nouveau régime n'ont été versées qu'en 2003, aux cotisants nés en 1938 et atteignant l'âge légal du départ à la retraite ; 65 ans. Toutefois, une disposition prévoit à ce que ceux atteignant l'âge de 61 peuvent toucher une pension minimum. Le processus de mise en place de la réforme a été très long. Néanmoins, le résultat final est très proche de la première ébauche du processus.

Aujourd'hui, les personnes nées en 1937 et avant restent affiliées à l'ancien régime. Celles nées entre 1938 et 1953 sont affiliées aux deux systèmes de la manière suivante : les affiliés nés en 1938 touchent 16/20 de la pension qu'ils auraient eue avec l'ancien système et les 4/20 restants du nouveau système. A partir de 1938, la part de la pension touchée grâce à l'ancien système baisse tous les ans (15/20, 14/20, etc.) jusqu'en 1954, où les pensionnés nés en postériori touchent une pension calculée intégralement sous les comptes notionnels ; Tous leurs points de retraite dans l'ancien système ont été convertis dans le système NDC. Cette conversion a facilité la transition vers le nouveau système. Depuis le 31 décembre 2007, plus de 75 % des droits à la pension de la population active relèvent du nouveau système et seulement 25 % de l'ancien. Depuis 2002, l'indexation des pensions sur les prix a été remplacée par une indexation sur les revenus.

A la place du système traditionnel à prestations définies basé sur les revenus d'activité, on introduit deux systèmes de retraites à cotisations définies complétés par une pension minimum financée par l'impôt sur le revenu.

### **3-4 Conclusion :**

Nous avons présenté dans ce chapitre une définition du concept des comptes notionnels, ainsi que toutes les formules mathématiques nécessaires pour le contourner d'avantage.

Les comptes notionnels permettent une neutralité actuarielle quant au choix de l'âge de départ à la retraite ; le traitement des pensions tient compte, d'après ce qui précède, du nombre d'années supplémentaires du travail.

En vue de mettre la théorie des comptes notionnels en pratique, nous allons d'abord déterminer les hypothèses financières et démographiques nécessaires pour une telle implémentation.

## **Partie II : Conception de la transformation du régime général du RCAR en un régime en comptes notionnels**

## Chapitre 4 : Estimation des paramètres du système en comptes notionnels et mode de provisionnement.

Avant de faire une transition du régime général du RCAR vers une architecture basée sur les comptes notionnels, nous allons tout d'abord consacrer cette deuxième partie à la conception de cette transformation. Nous allons réserver ce chapitre à la fois aux raisons qui nous ont poussées à penser à une émigration vers ce système, à l'estimation des paramètres à utiliser ainsi qu'au mode provisionnement adéquat.

### 4-1 Avantages du système en comptes notionnels :

Certes, nous avons cité quelques avantages des comptes notionnels de manière brève dans le chapitre 3, mais dans ce paragraphe nous allons de plus en plus expliciter les qualités de ce système qui nous ont poussées à le prendre comme suggestion de solution aux problèmes que connaît le système actuel. En effet, un système en comptes notionnels assure ;

- Une **meilleure reconnaissance des carrières longues** ; en effet si on prend le cas de deux salariés qui ont le même profil ce qui veut dire le même salaire, mais qui n'ont pas commencé à travailler au même âge, dans le système actuel, ils auront la même pension de retraite puisqu'il s'agit du même profil et puisque le départ à la retraite va se faire au même âge. Cependant en comptes notionnels, on remarque que ces deux affiliés n'ont pas cotisé de la même manière ce qui veut dire qu'ils n'ont pas constitué le même capital virtuel. De plus si on suppose qu'ils appartiennent à la même génération (même coefficient de conversion), on trouve qu'il ne s'agit pas de la même pension de retraite; celui ayant la carrière la plus longue est privilégié.

En effet,

$$P^{(i)}(x_r) = G * C$$

Où :

$$C = \sum_{x=x_1}^{x_r-1} \pi * S^{(i)}(x) * (\prod_{j=x}^{x_r-1} (1 + r_j))$$

- Une **meilleure prise en compte de l'inégalité des espérances de vie**, et ce en l'intégrant dans le calcul du coefficient de conversion. Par suite, une espérance de vie longue va introduire une diminution du coefficient de conversion ce qui se voit équitable en cas de deux profils qui ont constitués le même capital virtuel mais qui auront des durées de retraite différentes.

En effet ;

$$G = \frac{1}{\ddot{a}_{x_r}} = \frac{1}{\sum_{x=x_r}^{\omega} \frac{(1+g)^{x-x_r}}{(1+i)^{x-x_r}} * P(x_r, x)}$$

- Tenir compte de **toutes les années de cotisation** au lieu d'une utilisation du dernier salaire. Ce qui montre une vérification de la clause de la contribution comparée à un système de répartition à prestations définies.

- Une **meilleure reconnaissance des carrières salariales modestes** ; en effet, au lieu de subventionner les pensions des salariés qui ont une forte progression, ces salariés ne financent que leurs propres pensions. Et en plus ces pensions sont basées sur l'intégralité de leur vie active non seulement sur les meilleures années de leur cotisation. Cette catégorie est caractérisée par une plus faible progression salariale dans le temps. Or, en pratique, le profil de carrière salariale est fortement et positivement corrélé avec le niveau de salaire moyen sur l'ensemble de la carrière : les salaires moyens plus élevés connaissent (en moyenne) une plus forte progression au cours de leur carrière, alors que les salaires moyens plus faibles connaissent (en moyenne) une carrière salariale plus plate.
- Une **flexibilité de l'âge de départ à la retraite**, seul un minimum qui est fixé.
- Une **neutralité actuarielle** face à une anticipation ou un ajournement de l'âge de retraite. La formule de calcul de la prestation notionnelle, exprimée sous l'hypothèse d'un départ à l'âge légal de la retraite  $x_r$ , peut s'appliquer à un autre âge effectif de prise de la pension. Si l'affilié prend sa retraite à un autre âge noté  $x^*$  (avec  $x^* < x_r$  en cas d'anticipation et  $x^* > x_r$  en cas d'ajournement), le principe d'égalité des cotisations et des dépenses s'exprime à cet âge et la formule devient :

$$P^{(i)}(x^*) * \ddot{a}_{x^*} = \sum_{x=x_1}^{x^*-1} \pi * S^{(i)}(x) * \left( \prod_{j=x}^{x^*-1} (1 + r_j) \right)$$

## **4-2 Estimations des paramètres à utiliser dans un système en comptes notionnels :**

Dans cette étape nous allons déterminer les variables à utiliser dans un système en comptes notionnels, leurs significations et leurs modes d'estimation. En d'autres termes, on va donner une fiche explicative ou une carte d'identité pour chaque variable.

#### 4-2-1 Age de départ à la retraite $x_r$ :

Signification :

C'est l'âge légal d'ouverture des droits, ou en d'autres termes l'âge *minimal* de liquidation.

Méthode d'estimation :

Dépend des **caractéristiques** de la population étudiée. En effet, on fait recours aux probabilités de départ à la retraite par âge par exemple, et on se focalise sur les âges pour lesquels la probabilité départ à la retraite est grande.

Fixation de valeur :

On remarque que, d'après les données du bilan actuariel de 2014, la probabilité de départ à la retraite la plus importante que ce soit pour le personnel des collectivités locales ou pour celui des offices publics est aux alentours de 60 et 61 ans.

Et même en jetons un coup d'œil sur l'expérience Suédoise, on remarque qu'on peut avoir sa retraite dès un âge de 60 ans avec une limite à 67 ans. De plus comme les affiliés du régime du RCAR font référence au personnel de l'Etat ou celui soumis à la direction de l'Etat, alors fixer un âge de départ inférieur à 60 ans nécessite une succession d'étapes législatives.

Du coup ce paramètre va être fixé à **60 ans**.

#### 4-2-2 Taux de cotisation $\pi$ :

Signification :

C'est une variable totalement **exogène**, qui fait référence à la part de revenu consacrée à financer la retraite, elle doit être fixée pour toute génération en fonction des conditions d'équilibre à long terme du régime et du partage souhaité du revenu courant entre consommation courante et consommation différée.

Méthode d'estimation :

On peut garder le **même taux** appliqué pour le système actuel et ce pour 3 raisons :

\*financer les retraites du régime actuel pendant la phase de transition sans avoir touché aux droits d'aucune génération.

\*avoir la même générosité que le système actuel (la fraction de richesse consacrée à la retraite est la même et puis garder la même capacité d'achat).

\*pouvoir faire la comparaison entre ce système et le système actuel en répartition.

Fixation de valeur :

$\Pi = 18\%$ , où 6% de la part salariale, 6% de la part patronale fixe et 6% de la part patronale variable.

### 4-2-3 Taux de capitalisation virtuelle $r_j$ :

Signification :

C'est le taux de capitalisation appliqué entre l'âge  $j$  et l'âge  $j+1$  au capital accumulé. C'est une **variable d'ajustement**, fixée de manière à ce qu'on garde toujours l'équilibre financier du système.

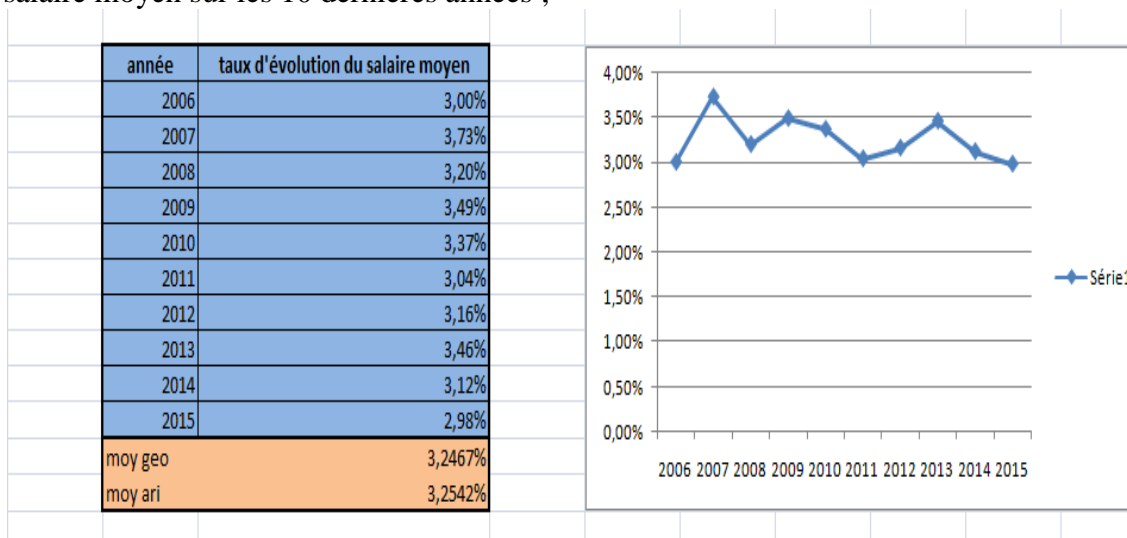
Méthode d'estimation :

Ce taux ne doit pas dépasser le taux de croissance de l'assiette moyenne des cotisations. Il prend en compte le taux d'actualisation, les gains hérités (venant des retraités décédés) et les frais de gestion.

On peut suivre le modèle Suédois, qui se voit modèle réussit dans ce sens, et fixer ainsi ce taux égale au **taux d'évolution moyen du salaire moyen**.

Fixation de valeur :

En vu de disponibilité de données, on utilise une moyenne du taux d'évolution du salaire moyen sur les 10 dernières années ;



Du coup on va garder une valeur de **3.25%**

#### 4-2-4 Taux d'actualisation i:

##### Signification :

C'est le taux qui est utilisé pour l'actualisation et la capitalisation des flux financiers. «Un taux de substitution entre le futur et le présent ».

Il est utilisé pour escompter un flux futur et calculer sa valeur actuelle équivalente. Paramètre clé de la méthode d'actualisation des flux de trésorerie disponibles, il permet de calculer la valeur actuelle d'un actif en reflétant le niveau de risque des flux futurs qu'il génère. Autrement et en matière d'évaluation des projets d'investissement, le taux d'actualisation permet de déterminer la valeur actuelle nette du projet en intégrant la valeur du temps, le niveau de risque de l'investissement et les opportunités alternatives d'investissement (le coût d'opportunité). Ainsi, lorsqu'il s'agit d'une actualisation d'une suite de flux futurs, le taux d'actualisation sera égal au coût des capitaux propres pour des flux revenant aux actionnaires, au coût de la dette pour des flux revenant aux bailleurs de fonds et au coût moyen pondéré du capital pour des flux revenant aux bailleurs de fonds.

Dans notre cas, la signification la plus adaptée à notre utilisation de ce taux sera la première, à savoir un taux qui fait référence au rendement des flux financiers.

##### Méthode d'estimation :

Comme les obligations sont généralement considérées comme un investissement plus sûr que les actions dans la mesure où le coupon et le taux d'intérêt sont connus à l'avance. D'autant plus que les cours des obligations (le prix auquel elles s'échangent) sont moins aléatoires que ceux des actions. Nous allons considérer ce taux d'actualisation égale à un indice de référence obligataire. En effet, nous retrouvons essentiellement :

\* Le CFG (Casablanca Finance Group) Bonds : Premier indice obligataire lancé en 1993 par Casablanca Finance Group, dans le but de mesurer la performance globale quotidienne du marché obligataire et en informer le grand public. Le CFG Bonds est constitué d'un panier d'obligations souveraines, appelées Bons de Trésor, qui sont de maturités initiales comprises entre 1 et 15 ans.

\*Le MBI (Moroccan Bond Index) : C'est un indice lancé par la BMCE Capital et CDMG (Crédit Du Maroc Gestion) qui représente au moins 75% de l'intégralité du marché des Bons de Trésor à taux fixe et est composé de quatre strates ou sous indices (court terme, moyen terme, moyen long terme, long terme) et se calcule à partir de la moyenne de ces derniers.

\*Le MGBX (Moroccan Government Bond Index) : C'est un indice obligataire conçu par CDG Capital (Caisse de Dépôt et de Gestion) composé de cinq strates qui permet de mesurer la performance des Bons de Trésor.

Sous contrainte de disponibilité des données, on va travailler avec le **MBI**.

##### Fixation de valeur :

D'après les performances annuelles du MBI en 2015, on a un taux de 3,10%. en arrondissant on fixe le taux d'actualisation à **3%**.

#### 4-2-5 Taux de revalorisation des pensions versées g:

##### Signification :

Ce paramètre permet la revalorisation des pensions dans le futur.

##### Méthode d'estimation :

Ce taux est d'importance majeure dans le système des comptes notionnels car il permet de définir l'évolution des pensions afin d'avoir une équivalence entre acquis et droits.

En effet, Le taux d'actualisation (en terme réels) pour la pension liquidée peut prendre une valeur comprise entre zéro (indexation sur les prix) et le taux de progression de l'assiette des cotisations. Comme il y a égalité entre capital accumulé et flux des pensions, le niveau de la pension lors de la liquidation dépend de ce choix ; ce niveau est maximum dans le premier cas (indexation sur les prix), mais conduit à une stabilité à prix constant de la pension liquidée.

En Suède, ce taux est défini comme suit :

***Index = taux d'inflation + (taux de croissance réelle du revenu par tête - 1,6 %).***

Les pensions bénéficient donc de gains de pouvoir d'achat à condition que le taux de croissance réelle du revenu par tête soit supérieur à la norme de 1,6 % (**le taux de croissance attendu du revenu moyen par tête**). La revalorisation des pensions est flexible et dépend des bonnes performances de l'économie via les gains de pouvoir d'achat du revenu par tête. D'autant plus que le mécanisme de correction automatique peut être mis en œuvre.

En Italie, les pensions sont indexées sur le taux d'inflation, ceci se trouve en harmonie avec la fixation du taux de capitalisation virtuelle au taux d'évolution du PIB ; l'absence d'indexation réelle des pensions permet d'afficher le taux de remplacement le plus élevé, tout en garantissant le pouvoir d'achat en termes absolus. A la différence du modèle suédois le cas italien ne prévoit pas une modification du pouvoir d'achat en fonction de la croissance de l'économie.

##### Fixation de valeur :

Pour parvenir à une fixation exacte de la valeur du taux de revalorisation des prestations en suivant le modèle Suédois, on doit disposer du taux de croissance attendu du revenu moyen par tête pris comme norme, du coup on peut penser à choisir un modèle en séries chronologiques qui peut nous aider à faire des prévisions futures du taux de croissance du revenu moyen par tête.

Le taux d'inflation au Maroc égal à 1.7% en 2015.

Si on prévoit, d'après l'évolution du salaire moyen mentionnée ci-dessus, un taux de croissance attendu du revenu moyen par tête égal à 3.5%. Alors on aura :  $g = 1.7\% + (3.25\% - 3.5\%) = 1.45\%$

Avec un petit arrondissement, on garde une valeur de **1.5%**.

#### 4-2-6 Coefficient de conversion G::

##### Signification :

C'est le principal paramètre du système des comptes notionnels, en effet il permet la conversion de l'épargne fictive accumulée à l'âge de retraite en une pension de retraite que va toucher l'individu à partir de l'âge  $x_r$ .

##### Méthode d'estimation :

Ce coefficient dépend de plusieurs facteurs notamment l'âge de départ à la retraite, l'espérance de vie à unisexe à cet âge pour la génération de l'affilié et le taux d'actualisation retenu qui donne le profil d'évolution de la pension.

C'est donc un paramètre individualisé dans la mesure où il dépend de l'âge de départ à la retraite et de la génération à laquelle appartient l'individu.

C'est un paramètre endogène à fixer sur base d'hypothèses démographiques et financières.

##### Fixation de valeur :

Dans un premier lieu on présente l'expression de ce coefficient sans tenir compte de la réversion. On a  $G = \frac{1}{\sum_{x=x_r}^{\omega} \frac{(1+g)^{x-x_r}}{(1+i)^{x-x_r}} * P(x_r, x)}$  où  $P^{(l)}(x_r) = G * C$

Du coup, on remarque que ce taux tient compte des probabilités de survies et de l'espérance de vie à la naissance, paramètres tirés de la table de mortalité, qui à son tour va être simulée.

En réalité, après le décès du pensionné on sera face à une réversion de sa pension sur ses ayants droits, du coup on doit intégrer le taux de réversion dans l'expression de G :

Dans ce cas l'expression de G devient :

$$G = \frac{1}{A} \text{Où}$$

$$A = \sum_{x=x_r}^{\omega} \frac{(1+g)^{x-x_r}}{(1+i)^{x-x_r}} * P(x_r, x) + trev * \left( \sum_{y=y_r}^{\omega} \frac{(1+g)^{y-y_r}}{(1+i)^{y-y_r}} * P(y_r, y) - \sum_{x=\min(x_r, y_r)}^{\omega} \frac{(1+g)^{x-\min(x_r, y_r)}}{(1+i)^{x-\min(x_r, y_r)}} * P(x_r, x) * P(y_r, x) \right) + trev * \sum_{x=8}^{21} \frac{(1+g)^{x-8}}{(1+i)^{x-8}} * P(8, x)$$

Pour pouvoir calculer le coefficient de conversion en tenant compte de la réversion, on doit poser les hypothèses suivantes :

\*un taux de réversion égal à 50 %.

\* l'écart d'âge entre le titulaire et son conjoint est de 5 ans (en effet on suppose que l'âge du mari dépasse celui de sa femme de 5 ans).

#### 4-2-7 Coefficient de correction $\beta_{x^*}$ :

Signification :

C'est un coefficient qui traduit la neutralité actuarielle de la technique des comptes notionnels face à une anticipation ou un ajournement de l'âge de départ à la retraite. C'est le coefficient appliqué à une liquidation à l'âge normal de retraite pour avoir la liquidation à ce nouvel âge.

Méthode d'estimation :

C'est un coefficient endogène, qui dépend des coefficients de rentes à l'âge officiel de retraite  $x_r$  et celui à l'âge effectif de retraite pour l'affilié à savoir l'âge  $x^*$ .

Fixation de valeur :

$$\beta_{x^*} = \frac{\ddot{a}_{x_r}}{\ddot{a}_{x^*}} \text{Où}$$

$$P^{(i)}(x^*) = G\beta_{x^*}C$$

En particulier :

En cas d'anticipation ( $x^* < x_r$ ) :  $\beta_{x^*} < 1$  la prestation est réduite actuariellement.

En cas d'ajournement ( $x^* > x_r$ ) :  $\beta_{x^*} > 1$  la prestation est majorée (incitation directe à différer la prise de pension).

### 4-3 Mode de provisionnement pour le cas des comptes notionnels :

#### 4-3-1 Définition :

C'est une anticipation des prestations futures auxquelles on devra faire face lorsqu'un engagement prendra effet.

Accumuler des réserves capitalisées au sein d'un régime de retraite par *répartition* revient à organiser un préfinancement collectif d'une *fraction* de ses engagements futurs. Cela signifie que le régime de retraite ne fonctionne plus selon la technique de la répartition pure qui exige que, chaque année, les dépenses soient couvertes par les recettes, mais selon une technique de répartition pluriannuelle qui distingue des phases successives d'accumulation et d'utilisation des réserves de sorte que le régime soit globalement équilibré sur plusieurs dizaines d'années.

#### 4-3-2 fixation du mode de provisionnement :

Un régime en comptes notionnels est un régime en répartition, du coup parler d'un provisionnement ne sert qu'à garantir *une fraction des engagements futurs* du régime. Ces régimes sont provisionnés afin de lisser les évolutions entre les générations et de limiter les risques pour renforcer la solidité du système, contrairement aux régimes par capitalisation où on constate la constitution d'une provision importante.

En faisant recours une autre fois à l'expérience Suédoise, nous constatons que les fonds de réserves sont peu discutés aux documents officiels, en effet grâce à la mise en place du système des comptes notionnels, la Suède a pu effacer l'ambiguïté autour des conditions d'équilibre financier futur, grâce à une fixation du taux de cotisation et un ajustement automatique pour le niveau de pensions. En fait, on essaye d'agir sur le coefficient de revalorisation du capital virtuel et sur celui des pensions fixées chaque année de sorte que les engagements du régime soient couverts par les recettes attendues.

Depuis 1960, date de création du système complémentaire, la Suède dispose de réserves destinées à faciliter la gestion du régime. Cependant, la réforme de 1998 n'a pas cherché à renforcer directement la place jouée par ces réserves, mais elle a fait une révision en profondeur du fonctionnement du régime en introduisant les fonds d'épargne individuels obligatoires. A ce stade, les réserves importantes constituées dans le passé (plus de 3ans de prestations) sont appelés à reculer, mais demeurent présentes pour lisser les évolutions économiques ; lissage qui peut porter sur la hausse des cotisations ou sur d'autres paramètres comme l'âge de retraite.

La construction des réserves dans notre cas, va porter d'abord sur une gestion de la réserve déjà constituée par l'ancien régime, et puis sur une gestion d'une réserve annuelle de nivellement construite en analogie avec un système de retraite en capitalisation. Le fonds de réserve annuelle sera constitué comme suit :

- \*Une provision pour les engagements des pensionnés de l'année (t).
- \*Les apports des affiliés de l'année (t).

En effet, pour les pensionnés de l'année (t), le régime doit constituer un montant de réserve égale à la somme des pensions qu'il va payer durant cette année. C'est la réserve mathématique :

$V_r(t) = \text{valeur actuelle des engagements moyens de l'assureur.}$

La valeur actuelle des engagements des assurés est nulle puisque les retraités ont cessés de cotiser.

Et pour les affiliés, le montant de réserve fait référence à la somme des capitaux virtuels constitués par ces derniers, en effet c'est le montant que leur doit le régime vu qu'ils n'ont pas encore atteint l'âge de retraite.

Juger la solvabilité du régime pour une année t donnée revient à comparer le ratio  $\frac{\text{réserves}}{\text{engagements}}$  à 1 ; ce ratio doit être supérieur à 1 pour pouvoir dire que la compagnie est solvable.

#### **4-4 Conclusion :**

Après avoir fixé les paramètres du nouveau système et après avoir déterminé les expressions du calcul la réserve, nous allons passer maintenant à une étape primordiale dans notre étude, à savoir la détermination du mode de transition adéquat vers cette nouvelle architecture.

## Chapitre 5 : Gestion de la phase de transition de l'ancien vers le nouveau système.

Lorsqu'on souhaite transformer un régime de retraite en répartition à prestations définies en un régime de retraite en comptes notionnels, la question de la transition de l'ancien vers le nouveau régime est particulièrement délicate à traiter : quelles générations sont concernées par le changement de régime ? Comment reconnaître dans le nouveau régime des droits en cours d'acquisition dans l'ancien ? Comment financer un éventuel déficit de l'ancien régime ? Pour éclaircir les choix relatifs aux modalités de la transition, il est utile de se référer aux solutions retenues dans quelques pays qui ont transformé leur régime de retraite en un régime en comptes notionnels (Suède, Italie, Pologne, Kirghizstan et Lettonie), notamment celles de l'expérience Suédoise qui s'avère expérience réussie en la matière.

Dans un premier temps, nous allons présenter toutes les variantes possibles pour une transition vers un système en comptes notionnels, pour en fin de compte garder la méthode la plus adaptée pour répondre à nos objectifs, et ainsi passer à la phase de l'implémentation du système.

### 5-1 options de mode de transition :

Lors de la mise en place d'une réforme, plusieurs possibilités s'offrent aux gestionnaires du régime pour piloter la phase de transition. Ces différentes options peuvent être classées en deux catégories, à savoir ;

1. Fermer l'ancien régime pour immédiatement basculer sur le nouveau régime.
2. Faire coexister les deux régimes pendant une durée transitoire restant à définir.

#### 5-1-1 Transition immédiate :

La première option qui consiste en une transition immédiate nécessite de définir de nouvelles règles de liquidation dans le régime que l'on va fermer. En effet, il faut distinguer *les pensions en cours de service* des *droits en cours d'acquisition*. Les pensions déjà liquidées continueront d'être gérées selon les règles de l'ancien régime. Par contre, les droits acquis dans l'ancien régime devront être convertis dans le nouveau régime à la date de transition.

On simule donc une liquidation anticipée afin d'estimer les droits équivalents que va obtenir l'assuré dans le nouveau régime. Dans le cadre des comptes notionnels, cela revient à estimer le capital virtuel équivalent aux droits acquis dans l'ancien régime.

L'inconvénient majeur de cette approche porte sur le risque d'**in équité intergénérationnel** des bénéficiaires du régime. En effet, selon les règles de conversion définies, les assurés proches du départ en retraite risquent une diminution plus ou moins forte de leurs droits à retraite, ou plus simplement de leur taux de remplacement.

De plus, l'**immédiateté** de cette transition pose des problèmes d'ordre pratique au niveau du calcul des « pensions anticipées »

Par contre cette approche a pour avantage d'être **simple** et **peu coûteuse** à mettre en place et à gérer, ainsi que relativement **claire** à appréhender par les assurés de la phase de transition.

Parmi les cinq pays qui ont choisi de transformer leur régime de retraite en un régime en comptes notionnels, seule la Lettonie a adopté *stricto sensu* ce mode de transition.

### 5-1-2 Transition progressive :

C'est une transition progressive qui fait faisant coexister en quelques temps *l'ancien et le nouveau régime*. On remarque une certaine polyvalence dans la constitution de la pension. Ce qui nécessite de conserver durant toute la période de transition les paramètres de calcul de l'ancien régime, lesquels peuvent d'ailleurs continuer à évoluer au cours de la phase de transition.

On distingue deux types de transition progressive selon que les générations de la transition sont *simultanément* affiliées à l'ancien et au nouveau régime (comme en Suède ou en Pologne), ou *successivement* affiliées à l'ancien puis au nouveau régime, en gelant les droits acquis dans l'ancien régime à la date de mise en place du nouveau régime (comme au Kirghizstan ou en Italie).

#### 5-1-2-1 Affiliation simultanée:

Dans ce premier type de transition progressive, le passage de l'ancien au nouveau système se fait progressivement au fil des générations. Pour toutes les générations de la transition, les droits à la retraite sont calculés parallèlement dans les deux régimes sur toute la carrière. La pension à la liquidation est calculée comme une somme pondérée des pensions acquises dans chaque régime, les coefficients de pondération (*pension de l'ancien régime / pension du nouveau régime*) évoluant au fil des générations de (100 % / 0 %) à (0 % / 100 %). Faire évoluer les coefficients de pondération au fil des générations et non en fonction de l'année de départ à la retraite permet à chaque génération de connaître, dès la mise en place du nouveau régime, la part de la pension acquise dans chaque régime, quelle que soit la date de liquidation de ses droits.

La durée de ce type de transition peut être facilement ajustée en fonction du choix des coefficients de pondération affectés à l'ancien et au nouveau régime.

Cette variante est **délicate vis-à-vis des cotisants de l'ancien régime** concernés par la phase de transition, dans la mesure où une partie de leurs droits passés est modifiée suivant les règles du nouveau régime. De plus, il y s'ajoute l'obligation d'une **gestion simultanée des deux régimes** de retraite et la **connaissance de l'historique des cotisations** versées dans l'ancien régime.

La Suède et la Pologne ont adopté ce mode de transition.

#### 5-1-2-2 Affiliation successive:

La seconde variante consiste en un gel des droits acquis dans l'ancien régime dès le début de la phase de transition. Ces droits ne sont pas convertis dans le nouveau régime, ce qui revient à conforter les assurés sur l'absence de détérioration de leurs droits précédemment acquis. Ensuite, de nouveaux droits sont acquis directement dans le nouveau régime. Les

cotisants présents au moment de la réforme du régime deviennent donc des poly pensionnés. On peut dire que la pension à la liquidation est calculée comme si ces personnes avaient été *affiliées successivement à deux régimes différents*. La durée de la transition est généralement plus *longue* que dans le premier type de transition progressive. Quant aux nouveaux entrants dans le régime, ils ne sont soumis qu'aux seules règles de ce nouveau régime.

Cette variante a pour avantage, que les **droits passés** des affiliés déjà existants **sont bel et bien garantis** et que l'incertitude de la **dégradation de leur futur taux** de remplacement ne porte « que » sur leurs **droits futurs**.

Cependant comme pour le cas d'une affiliation simultanée, la gestion technique d'une telle transition risque d'être **lourde** et **coûteuse** et présente toujours une contrainte majeure qui est l'existence d'un historique des carrières des assurés, qui doit être maîtrisé ou simulé.

La république du Kirghizstan et l'Italie ont adopté, dans les grands principes, ce mode de transition.

## **5-2 Le mode de transition à adopter dans notre étude :**

Vu que nous sommes lors d'une étude, on doit à la fois faire une transition qui ne présente pas des coûts énormes, qui maintient l'équité intergénérationnelle, but majeur du nouveau système, et qui ne soit pas longue, afin de pouvoir détecter son impact sur le moyen terme.

Nous allons faire une première comparaison de ces différents modes de transition cités ci-dessus, pour un profil donné, pour pouvoir déterminer le mode le plus adéquat pour notre cas et ainsi le généraliser dans la phase d'implémentation du système.

Considérons un affilié âgé de 25ans lors de son affiliation au régime de retraite, avec un salaire initial annuel moyen de 8000 dh. On considère que son salaire évolue annuellement d'un taux de 3%.

D'abord nous allons calculer la pension qu'il touchera, en étant affilié totalement à chacun des deux systèmes. Ensuite, nous allons calculer la pension touchée dans le cas où il était affilié à l'ancien régime et puis il fait une transition vers le nouveau régime, à fin de comparer les différents modes de transition.

### **5-2-1 Calcul de la pension sous le système en répartition à prestation définie :**

On a  $P = \sum_{x=25}^{59} 2\% * 8000 * (1 + tx d'evSM)^{(x - 25)}$ .

Où le taux d'évolution du salaire moyen : tx d'ev du SM=3%.

On trouve une pension de : **9 673,93** dh.

### 5-2-2 Calcul de la pension sous le système en comptes notionnels :

On a: 
$$P = \frac{\sum_{x=25}^{59} \pi * 8000 * (1+tx d' ev SM)^{x-25} * (1+r)^{(59-x)}}{\sum_{x=60}^{\infty} \left(\frac{1+g}{1+i}\right)^{x-60} * p(60,x)}$$

Où

Le taux de cotisation est  $\pi=18\%$ ,  $r=3.25\%$ ,  $g=1.5\%$ ,  $i=3\%$ .

On trouve une pension de : **7 058,77** dh.

### 5-2-3 Calcul de la pension reçue suite à une transition vers les NDC :

- On introduit NDC quand l'affilié était âgé de 30 ans :
  - Transition immédiate :

On transforme la pension touchée sous l'ancien régime en un capital qu'on va soumettre à une capitalisation virtuelle et qu'on va ajouter ensuite au capital virtuel constitué par le nouveau système.

On trouve une pension de **7 404,57** dh.

En effet ;

de 25ans à 29 ans, l'affilié cotisait sous l'ancien régime:		
sous l'ancien régime l'affilié peut avoir une pension p1 de :		849,46173
On converti cette pension en un capital qu'on va soumettre à une capitalisation virtuelle:		
on a:	$p=G*C$	donc: $C=p*(1/G)$
et on a d'après les calculs précédents		
	somme= (1/G)	20,3327173
C1=	17271,86521	
à 60 ans ce capital vaut:	$C'1=C1*(1+r)^{(59-54)}$	
	C'1=	45 085,93
de 30 à 59 ans l'affilié cotisait sous le nouveau régime:		
le capital construit est de:		
	C2=	105 469,04
le capital total construit est de:		on convertit ce capital en pension:
	C=C2+C'1	p= 7 404,57
	150 554,97	

- Transition progressive successive :

On considère que la pension touchée est constituée de deux pensions, une calculée sous l'ancien système et une sous le nouveau système .

On a :

$P1=849.46$  dh.

$P2= 5\ 187,16$  dh.

Et la pension totale est de :

$P=p2+p1*(1+i)^{30}$  de valeur : **7 249,03 dh**

En effet ;

de 25ans à 29 ans, l'affilié cotisait sous l'ancien régime:			
calcul de la pension p1:			
x	$(1+tx \text{ d'ev SM})^{x-25}$	$2\%*8000*$	$((1+3\%)^{x-25})$
25	1		160
26	1,03		164,8
27	1,0609		169,744
28	1,092727		174,83632
29	1,12550881		180,0814096
somme=p1			849,4617296

J	K	L	M	N	O
de 30 à 59 ans, l'affilié cotise sous le nouveau régime					
calcul de la pension p2:					
x	$(1+3\%)^{x-30}$	$(1+i)^{59-x}$	$18\%*8000*$	$((1+3\%)^{x-30})$	$((1+i)^{59-x})$
30	1	2,528202		3640,610704	
31	1,03	2,448622		3631,795666	
32	1,0609	2,371546		3623,001972	
33	1,092727	2,296897		3614,22957	
34	1,1255088	2,224598		3605,478409	
35	1,1592741	2,154574		3596,748437	
36	1,1940523	2,086755		3588,039603	
37	1,2298739	2,02107		3579,351855	
38	1,2667701	1,957453		3570,685144	
39	1,3047732	1,895838		3562,039417	
40	1,3439164	1,836163		3553,414624	
41	1,3842339	1,778366		3544,810715	
42	1,4257609	1,722388		3536,227638	
43	1,4685337	1,668173		3527,665344	
44	1,5125897	1,615663		3519,123781	
45	1,5579674	1,564807		3510,6029	
46	1,6047064	1,515552		3502,102651	
47	1,6528476	1,467847		3493,622984	
48	1,7024331	1,421643		3485,163848	
49	1,7535061	1,376894		3476,725195	
50	1,8061112	1,333554		3468,306974	
51	1,8602946	1,291578		3459,909136	
52	1,9161034	1,250923		3451,531632	
53	1,9735865	1,211547		3443,174413	
54	2,0327941	1,173411		3434,837429	
55	2,0937779	1,136476		3426,520631	
56	2,1565913	1,100703		3418,223971	
57	2,221289	1,066056		3409,9474	
58	2,2879277	1,0325		3401,690868	
59	2,3565655	1		3393,454329	
somme					105 469,04
et on a:					
1/G					20,3327173
donc la pension reçue sous le nouveau système est de:					
p2					5 187,16

donc la pension total est de:		
la plus logique	$p=p1\text{ reval}(3\%)+p2$	7 249,03

❖ On ne peut pas bien saisir l'apport d'une transition *progressive simultanée*, puisque l'affilié âgé de 30 ans lors de la transition, alors étaler la transition progressive sur 10 ou même 20 ans, ne va pas avoir effet sur la pension de l'affilié puisque à ce temps il n'aura pas encore atteint l'âge minimal de retraite, à savoir 60 ans.

- On introduit NDC quand l'affilié était âgé de 40 ans :
  - Transition immédiate :

Par le même calcul on trouve une pension de : **8 183,53.**

En effet ;

de 25ans à 39 ans, l'affilié cotisait sous l'ancien régime:	
sous l'ancien régime l'affilié peut avoir une pension p1 de :	2 975,83
On converti cette pension en un capital qu'on va soumettre à une capitalisation virtuelle:	
on a: $p=G*C$	donc: $C=p*(1/G)$
et on a d'après les calculs précédants	
somme= (1/G)	20,33271731
donc C1 est de:	60 506,63
c'est le capital constitué à l'âge de 39 ans on doit faire une capitalisation virtuelle de ce capital pour trouver le capital virtuel constitué à la fin	
$C'1= C1*(1+r)^{(59-39)}$	114 710,77
de 40 ans à 59 ans, l'affilié cotise sous le nouveau système:	
le capital virtuel construi sous ce nouveau système: comme trouvé avant,	
C2 est de:	51 682,57

donc le capital virtuel total construit est de:	
$C=C'1+C2$	166 393,34
donc la pension est de :	
p=	8 183,53

- Transition progressive successive :

Par la même démarche citée tout à l'heure tel que  $P=p_2+p_1*(1+i)^{20}$ , on trouve une pension de **7916,52**. En effet ;

G	H	I	J	K
de 25ans à 39 ans, l'affilié cotisait sous l'ancien régime:				
calcul de la pension p1:				
x	$(1+tx \text{ d'ev SM})^x-25$	$2\%*8000*((1+3\%)^x-25)$		
25	1			160
26	1,03			164,8
27	1,0609			169,744
28	1,092727			174,83632
29	1,12550881			180,0814096
30	1,159274074			185,4838519
31	1,194052297			191,0483674
32	1,229873865			196,7798185
33	1,266770081			202,683213
34	1,304773184			208,7637094
35	1,343916379			215,0266207
36	1,384233871			221,4774193
37	1,425760887			228,1217419
38	1,468533713			234,9653942
39	1,512589725			242,014356
somme=p1				2 975,83

G	H	I	J	K
de 40 ans à 59 ans, l'affilié cotise sous le nouveau système:				
calcul de la pension p2:				
x	$(1+3\%)^x-40$	$(1+r)^{59-x}$	$18\%*8000*((1+3\%)^x-40)*((1+r)^{59-x})$	
40	1	1,836162638		2644,074199
41	1,03	1,778365751		2637,672082
42	1,0609	1,722388137		2631,285467
43	1,092727	1,66817253		2624,914316
44	1,12550881	1,615663467		2618,558591
45	1,159274074	1,564807232		2612,218256
46	1,194052297	1,515551799		2605,893272
47	1,229873865	1,467846778		2599,583603
48	1,266770081	1,421643369		2593,289212
49	1,304773184	1,376894304		2587,010061
50	1,343916379	1,333553805		2580,746114
51	1,384233871	1,291577535		2574,497334
52	1,425760887	1,250922552		2568,263685
53	1,468533713	1,211547266		2562,045128
54	1,512589725	1,173411396		2555,841629
55	1,557967417	1,136475928		2549,653151
56	1,604706439	1,100703078		2543,479656
57	1,652847632	1,06605625		2537,32111
58	1,702433061	1,0325		2531,177475
59	1,753506053	1		2525,048716
somme				51 682,57

p2 2 541,84

➤ On introduit NDC quand l'affilié était âgé de 55 ans :

- Transition immédiate :

On trouve une pension de **9 332,58**. En effet ;

la pension trouvée sous l'ancien régime est de:			
p1:		7 612,07	
On converti cette pension en un capital qu'on va soumettre à une capitalisation virtuelle:			
on a:	$p=G*C$	donc:	$C=p*(1/G)$
et on a d'après les calculs précédents		$(1/G)$	20,3327173
donc:	C1:	154 774,00	
par capitalisation virtuelle on trouve:			
$C'1=C1*(1+r)^(59-54)$		181 613,57	
le capital virtuel construit sous le nouveau système est de:			
C2		8 143,10	

donc le capital virtuel total constitué est de:	
$C=C'1+C2$	189 756,67
on convertit ce capital virtuel et on trouve la pension:	
p	9 332,58

- Transition progressive successive:

Par la même démarche citée tout à l'heure tel que  $P=p2+p1*(1+i)^5$ , on trouve une pension de **9 224,96**, en effet ;

D	E	F	G	H	I
		de 25ans à 54 ans, l'affilié cotisait sous l'ancien régime:			
		calcul de la pension p1:			
	x	$(1+r)^{x-25}$	$2\% \cdot 8000 \cdot ((1+3\%)^{x-25})$		
	25	1	160		
	26	1,03	164,8		
	27	1,0609	169,744		
	28	1,092727	174,83632		
	29	1,12550881	180,0814096		
	30	1,159274074	185,4838519		
	31	1,194052297	191,0483674		
	32	1,229873865	196,7798185		
	33	1,266770081	202,683213		
	34	1,304773184	208,7637094		
	35	1,343916379	215,0266207		
	36	1,384233871	221,4774193		
	37	1,425760887	228,1217419		
	38	1,468533713	234,9653942		
	39	1,512589725	242,014356		
	40	1,557967417	249,2747867		
	41	1,604706439	256,7530303		
	42	1,652847632	264,4556212		
	43	1,702433061	272,3892898		
	44	1,753506053	280,5609685		
	45	1,806111235	288,9777975		
	46	1,860294572	297,6471315		
	47	1,916103409	306,5765454		
	48	1,973586511	315,7738418		
	49	2,032794106	325,247057		
	50	2,09377793	335,0044687		
	51	2,156591268	345,0546028		
	52	2,221289006	355,4062409		
	53	2,287927676	366,0684281		
	54	2,356565506	377,050481		

	somme=p1:	7 612,07
--	-----------	----------

de 55ans à 59 ans, l'affilié cotisait sous le nouveau régime:			
calcul de la pension p2:			
x	$(1+3\%)^{x-55}$	$(1+r)^{59-x}$	$18\% \cdot 8000 \cdot ((1+3\%)^{x-55}) \cdot ((1+r)^{59-x})$
55	1	1,136475928	1636,525337
56	1,03	1,100703078	1632,562805
57	1,0609	1,06605625	1628,609869
58	1,092727	1,0325	1624,666504
59	1,12550881	1	1620,732686
		somme=C2	8 143,10
		et on a :	
		$p2=G \cdot C2$	
		et on a d'après les calculs précédants	
		somme= (1/G)	20,3327173
		donc	
		p2	400,49

- Transition progressive simultanée:

Puisque le passage vers les comptes notionnels a été fait cette fois-ci à un moment où l'affilié avait 55ans, alors on peut détecter maintenant l'apport de cette méthode.

On considère un couple de pondérations qui évolue de 10% chaque année. Mais même si on prend une évolution annuelle des pondérations de 5%, on trouvera une pension bien plus sous-estimée par rapport aux différentes pensions calculées sur base des autres modes de transition. En effet,

si on considère que les pondérations entre les deux système évoluent comme suit:		
(% rép, % NDC)		âge de l'affilié
(100%,0%)		
(90%,10%)	la 1ère année de transition	55 ans
(80%,20%)	la 2ème année de transition	56 ans
(70%,30%)	la 3ème année de transition	57 ans
(60%,40%)	la 4ème année de transition	58 ans
(50%,50%)	la5ème année de transition	59 ans
(40%,60%)	la 6ème année de transition	60 ans
(30%,70%)	la 7 ème année de transition	
(20%,80%)	la 8ème année de transition	
dite année de transition (10%,90%)	la 9ème année de transition	
(0%,100%)	la dernière année de transition	

donc la pension touchée est de:

P	3 814,18
---	----------

si on fait une progression de 5% pour les coefficients de pondération

P	5 901,80
---	----------

### 5-3 Conclusion :

Nous remarquons que la plus grande pension touchée est celle de l'ancien système en répartition ; un système généreux envers les retraités. Et que la plus faible pension est celle touchée suite à une affiliation totale au système en comptes notionnels.

C'est un constat déjà fait sur le régime de retraite en Suède; une amélioration des recettes accompagnée d'une limitation des dépenses, chose qui pousse à une amélioration du solde technique vieillesse et incite les affiliés à prolonger leur activité professionnelle pour pouvoir conserver le même taux de remplacement que celui des générations bénéficiant de l'ancien régime.

De plus en comparant les différents modes de transition, on trouve qu'en premier temps une transition progressive simultanée est loin d'être en faveur des pensionnés vu la grande dégradation des pensions touchées. Dans un deuxième temps, la comparaison se limitera entre transition immédiate et transition progressive successive ; certes, la transition immédiate garantie une pension élevée par rapport à la transition progressive successive, chose qui est en faveur des pensionnés du régime, cependant cette méthode ne conserve pas la particularité de chaque'un des deux système, en effet la pension calculée sous la répartition pure va être convertie en capital virtuel, c'est donc une sorte de corrélation, c'est donc une transition plutôt théorique que réelle. Une adoption d'une telle méthode de transition ne va pas être le bon canal pour sentir l'impact réel sur l'horizon de viabilité du régime ; but de notre étude. Du coup, on va opter pour une transition progressive successive, qui va geler les droits acquis sous l'ancien système en fixant une pension P1, et qui va déterminer les droits acquis sous le nouveau système par une deuxième pension P2, pour en fin de compte verser au pensionné une somme des deux pensions comme suit :

***P1 (capitaliser) +P2.***

Maintenant, nous sommes apte à implémenter l'architecture des comptes notionnels sur la population du régime général du RCAR. La dernière partie sera consacrée à la projection des droits sous et à l'analyse des résultats de cette projection.

**Partie III : Mise en œuvre du système des comptes  
notionnels :**

## Chapitre 6 : Implémentation des comptes notionnels pour le calcul des droits du régime général du RCAR.

Le but de notre étude étant d'implémenter le système des comptes notionnels pour le régime général de retraite du RCAR afin de voir le gain que peut apporter une telle réforme systémique en matière de la viabilité du régime. Nous schématisons d'abord la population d'affiliés et de pensionnés du régime et l'ensemble de leurs différents droits. Et on procède par la suite à l'implémentation de l'application qui réalise les projections.

### 6-1 Schéma d'implémentation des NDC aux affiliés du RCAR :

Notre travail va porter sur une comparaison entre les droits acquis à l'ancien système et ceux acquis au nouveau, du coup nous devons cibler les populations concernées dans chaque cas ainsi que leurs droits.

Nous résumons ceci dans le schéma suivant :

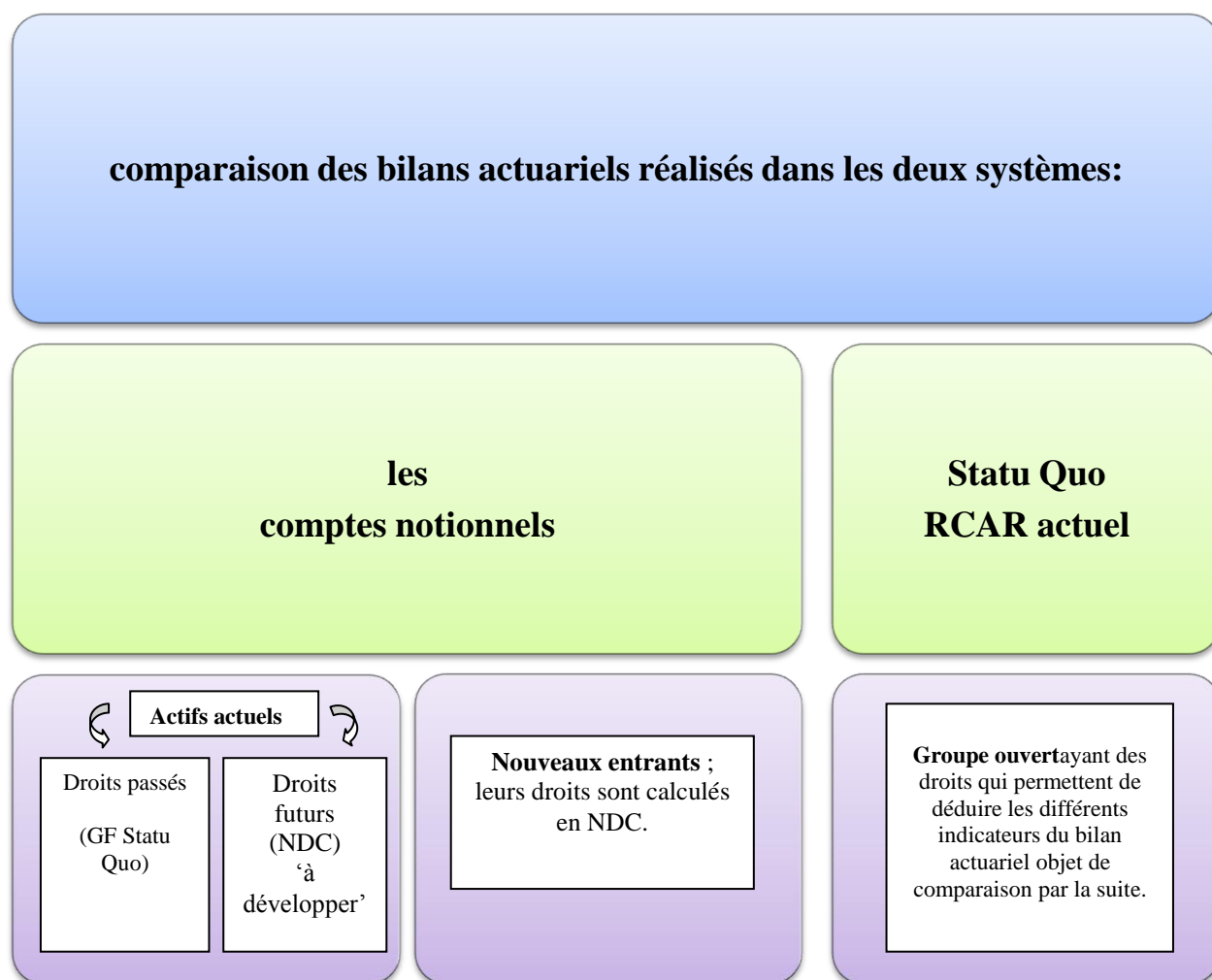


Figure 8:Schéma des populations concernées et leurs droits.

Particulièrement, et comme c'est la migration vers les comptes notionnels qui nous intéresse, nous présentons un autre schéma qui traduit l'évolution de la population concernée et de ses droits dans ce cas.

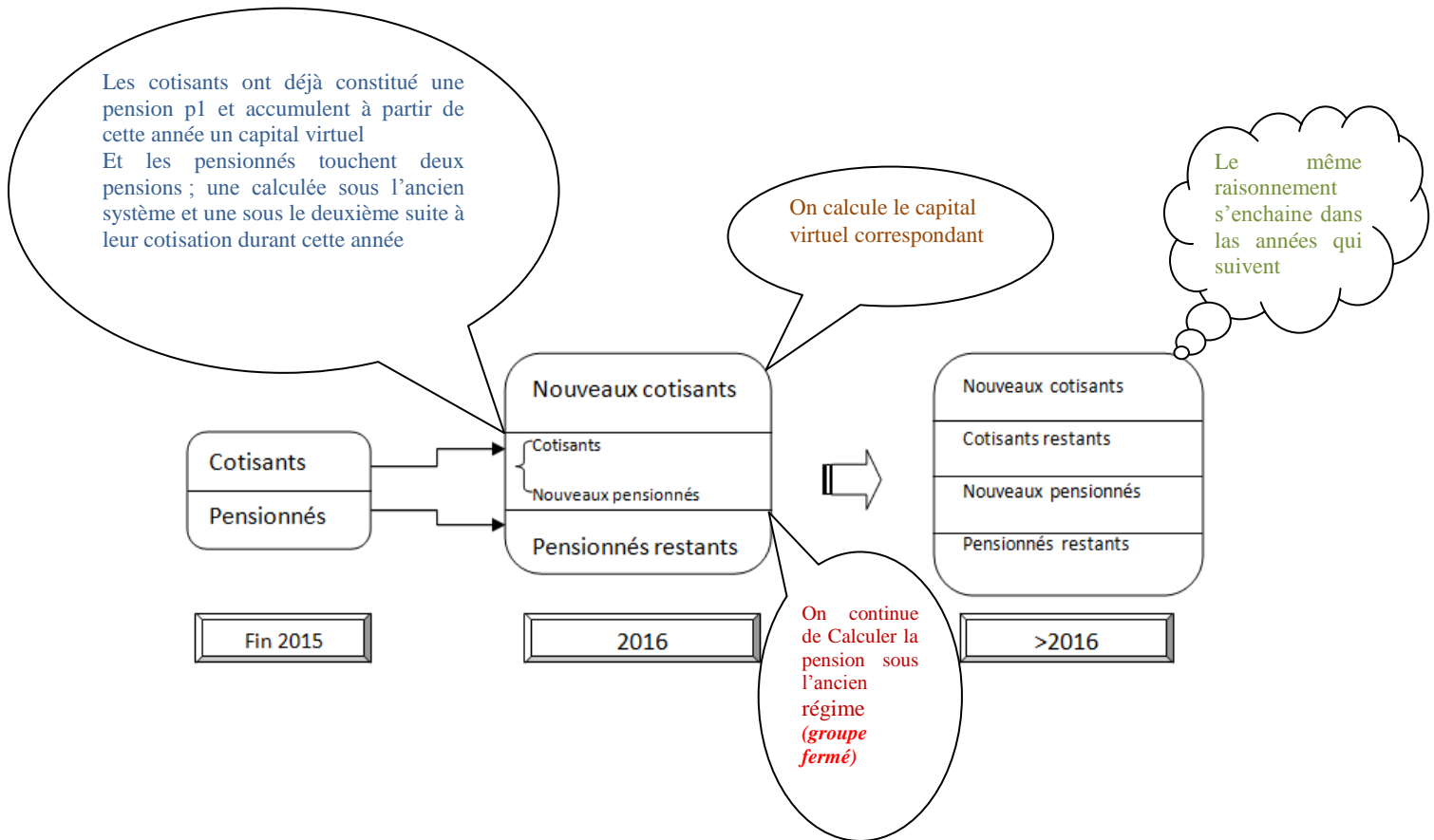


Figure 9: Evolution de la population sujette du travail et de ses droits.

## 6-2 Formulation mathématique des projections :

### 6-2-1 Hypothèses :

- Les **prestations** sont servies annuellement à terme échu.
- La **table de mortalité** utilisée est la TV88-90 ; elle nous permettra de définir les lois de survie et par suite l'évolution des flux des cotisations et des prestations probables envers les bénéficiaires directs et ainsi que leur réversion envers conjoints et orphelins.
- Les distributions des **conjoints** pour tous membres d'un âge donné est de 80% femmes et 20% % hommes et hommes, en fait cela revient au fait au la distribution des affiliés du RCAR est comme suit ; 80% hommes et 20% femmes.
- La **différence d'âge** entre affiliés/pensionnés et leurs conjoints est de 5 ans ; l'homme plus âgé que la femme.

- Les droits des **invalides** sont déterminés par poids, en fait vu que leurs droits ne sont pas assez énormes en comparaison avec les pensions des autres catégories, nous prenons le même pourcentage que représentent leurs droits dans l'ancien régime et nous l'appliquant à la totalité des droits dans notre cas.
- Taux d'**évolution du salaire** annuel de 3%.
- Taux de **cotisation** de 18%.
- Taux de **capitalisation virtuelle** de 3.25%.
- Taux d'**actualisation** de 3%.
- Taux de **rendements aux marchés financiers** de 5% (utilisé pour traduire l'investissement du montant des réserves).
- Taux de **nuptialité** (renseigne sur la proportion des affiliés/pensionnés mariés) de 97%.
- La sortie en **retraite** est fixée à l'âge de 60 ans.
- Le **taux annuel d'entrée** des nouveaux affiliés au régime est de 1% sur 20 ans et une stagnation après. Et un salaire moyen général d'entrée en 2016 de **42 265dh** affecté pour un âge donné x comme suit :  $42\,265 * 1.03^{(x-20)}$ .

En effet :

Tranche âge	Age moyen entrée	poids	salaire moyen en 2016
19-23	21	15,40%	43532,95
24-28	26	30,28%	50466,62031
29-33	31	21,28%	58504,64455
34-38	36	14,47%	67822,91765
39-43	41	8,80%	78625,35007
44-48	46	4,38%	91148,32992
49-53	51	2,31%	105665,8958
54 et plus	55	1,67%	122495,7335

Tableau 3:Poids et salaire moyen des nouveaux entrants par âge.

On suppose également qu'un affilié entrant en année N ne peut subir une sortie du régime qu'à partir de l'année qui suit.

➤ Le coefficient de conversion G est celui à l'âge de 60 ans, que ce soit pour le calcul des pensions des retraités, des conjoints des affiliés décédés ou des conjoints des retraités décédés. C'est une hypothèse qui permet un minimum de droits pour les conjoints et orphelins des affiliés décédés au lieu d'appliquer le coefficient de conversion approprié à l'âge du décès, d'ailleurs le motif de sortie cette fois ne dépend pas de la volonté de l'affilié, du coup nous devons pas appliquer un sanction. Du coup,

$$G = \frac{1}{\sum_{x=60}^{\omega} \frac{(1+g)^{x-60}}{(1+i)^{x-60}} * P(60, x)}$$

La valeur numérique : **G=0.049181818** tel que :

X	$(1+g/1+i)^x-60$	px	p(60,x)	$((1+g/1+i)^x-60)*p(60,x)$
60		1	0,994274851	1
61	0,985436893		0,993782984	0,994274851
62	0,97108587		0,993282319	0,988093427
63	0,956943843		0,992738784	0,981455731
64	0,943007768		0,992094729	0,974329169
65	0,929274645		0,991548473	0,966626833
66	0,915741519		0,990739691	0,95845736
67	0,902405478		0,989749339	0,949581749
68	0,88926365		0,988545074	0,939847909
69	0,876313209		0,987348285	0,929082021
70	0,863551366		0,985918996	0,917327539
71	0,850975375		0,984204394	0,904410646
72	0,83858253		0,982278852	0,890124932
73	0,826370163		0,980070573	0,874350896
74	0,814335646		0,977484787	0,856925584
75	0,802476389		0,974476032	0,837631722
76	0,79078984		0,971318675	0,816252037
77	0,779273483		0,967333964	0,792840847
78	0,76792484		0,962675468	0,766941879
79	0,756741468		0,957049528	0,738316133
80	0,745720962		0,950940147	0,706605106
81	0,734860948		0,943849835	0,671939163
82	0,724159089		0,935507631	0,634209669
83	0,713613083		0,92696012	0,593307985
84	0,703220659		0,91762963	0,549972841
85	0,692979582		0,90689915	0,504671374
86	0,682887646		0,895751246	0,45768604
87	0,67294268		0,883459643	0,409972841
88	0,663142544		0,869226155	0,36219446
89	0,653485129		0,853657695	0,314828897
90	0,643968355		0,836897207	0,268756111
91	0,634590175		0,819117079	0,224921238
92	0,62534857		0,800754761	0,184236828
93	0,616241552		0,783210604	0,147528517
94	0,607267161		0,763256863	0,115545899
95	0,598423464		0,746119734	0,0881912
96	0,58970856		0,722800066	0,065801195
97	0,581120571		0,707172225	0,047561108
98	0,57265765		0,705426357	0,033633895
99	0,564317975		0,677197802	0,023726236
100	0,556099752		0,649763354	0,016067355
101	0,548001212		0,623309053	0,010439978
102	0,540020612		0,597662771	0,006507333
103	0,532156234		0,572625698	0,003889191
104	0,524406386		0,551219512	0,002227051

105	0,5167694	0,522123894	0,001227594	0,000634383
106	0,509243632	0,508474576	0,000640956	0,000326403
107	0,501827463	0,466666667	0,00032591	0,000163551
108	0,494519296	0,428571429	0,000152091	7,52121E-05
109	0,487317558	0,333333333	6,5182E-05	3,17643E-05
110	0,480220701	0	2,17273E-05	1,04339E-05
somme= (1/G)				20,33271731
<b>G</b>				<b>0,049181818</b>

Tableau 4: Calcul du coefficient de conversion à 60 ans.

Notre but final étant de détecter l'impact de l'adoption du système des NDC pour le régime général du RCAR sur son horizon de viabilité, son taux de préfinancement..., nous devons travailler sous le mode de projection ouvert. Notre travail est divisé en 2 étapes, à savoir ;

- Un suivi du groupe semi-fermé (cotisants existants en fin 2015) et de leurs droits.
- Un suivi des nouveaux entrants selon la loi appliquée au RCAR.

#### 6-2-2 formules de projections du groupe semi fermé :

Une base de données contenant les affiliés cotisants en fin de l'année 2015 est notre point de départ :

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Identifiant	SEXE_AFFILIE	DATE_NAIS SANCE	SAMCR corrigé	LI corrigé	Salaire annuel	anc-total en mois corrigé	Age 31/12/2015
2	1	Masculin	11/03/1996	34642,27	969,67	33 960,00	2	19
3	2	Masculin	15/05/1992	67733,56	30062,74	127 922,14	43	23
4	3	Masculin	08/03/1992	67108,65	29189,38	124 754,79	42	23
5	4	Masculin	29/08/1992	32726,26	11754,92	33 713,83	35	23
6	5	Masculin	07/08/1992	32725,97	11766,22	33 713,81	35	23
7	6	Masculin	21/04/1992	32276,86	11619,07	32 277,99	35	23
8	7	Masculin	29/06/1992	32662,4	11743,8	33 510,02	35	23
9	8	Masculin	05/10/1992	67127,76	29796,14	126 247,95	43	23
10	9	Masculin	28/05/1992	66696,18	29765,23	126 065,63	44	23
11	10	Feminin	17/02/1992	182628,52	76307,18	201 366,97	40	23
12	11	Masculin	23/03/1992	66901,56	29170,03	123 687,78	43	23
13	12	Masculin	10/03/1992	70226,98	30616,92	127 465,81	43	23
14	13	Masculin	02/04/1992	37730,00	30641,00	33 730,00	50	23

Figure 10: base de données du groupe semi-fermé.

Après une petite analyse de la base de données, nous avons effectué une agrégation par âge pour faciliter l'étape des projections ;

	A	B	C	D	E
1	âge	nbre d'affiliés	salaire annuel tot	salaire annuel moyen	$p(x_i, x_{i+1})$
2	19	15	498161,1366	33210,74244	0,99955516
3	20	39	1547738,42	39685,60053	0,99953474
4	21	99	4615089,478	46617,06543	0,99954464
5	22	209	12264584,33	58682,22169	0,99955456
6	23	407	25790203,16	63366,59253	0,99954423
7	24	852	73449874,39	86208,77276	0,99950349
8	25	1451	135082718	93096,29082	0,99949311
9	26	2082	209476371,7	100613,0508	0,99946242
10	27	2285	234294943	102536,0801	0,99944183
11	28	2823	304233930,7	107769,7239	0,99945168
12	29	3372	396725946,2	117653,009	0,9994209
13	30	3690	484310406,5	131249,4327	0,9993799
14	31	3583	486197862,7	135695,7473	0,99935917
15	32	3694	518082934,6	140249,8469	0,9993384
16	33	3483	484899392,4	139218,8896	0,99927685
17	34	3158	467720715	148106,6228	0,9991846
18	35	2870	451824776	157430,2355	0,99909212
19	36	2660	396437217,7	149036,548	0,99907088
20	37	2614	396804797,5	151799,846	0,99899848
21	38	2433	381736318	156899,432	0,99892586
22	39	2237	321011564,8	143500,923	0,99883254
23	40	2209	325841149,1	147506,1788	0,99875941
24	41	2408	343433472,8	142621,8741	0,99865521

Figure 11: Base de données agrégée par âges.

En suite vient l'étape des projections à la fois du nombre des cotisants, du nombre des pensionnés, des salaires annuels moyens, des cotisations et des pensions.

En effet, les relations permettant d'aboutir à ces projections sont les suivantes :

➤ **Evolution des cotisants :**

○  $Cotisants(n+1, x+1) = cotisants(n, x) * p(x, x+1)$ .

Où  $cotisants(n, x)$  représente le nombre des cotisants d'âge x existants à l'année n.

➤ **Evolution des conjoints des cotisants :**

○  $Conjointsfemmes(n+1, x+1) = conjointsfemmes(n, x) * p(x, x+1) + Cotisants(n, x+5) * 97% * q(x+5, x+6) * 80%$ .

○  $Conjointshommes(n+1, x+1) = conjointshommes(n, x) * p(x, x+1) + Cotisants(n, x-5) * 97% * q(x-5, x-4) * 20%$ .

Où  $conjointsfemmes(n, x)$  représente le nombre des conjoints de sexe féminin d'âge x existants à l'année n.

Et  $conjointshommes(n, x)$  représente le nombre des conjoints de sexe masculin d'âge x existants à l'année n.

Après avoir atteint l'âge 64 ans pour les conjoints de sexe masculin et 56 ans pour le sexe féminin, on continue nos projection en tenant compte de la survie seulement, En effet en général :

$$\text{Conjoints}(n+1, x+1) = \text{conjoint}(n, x) * p(x, x+1).$$

➤ **Evolution des salaires moyens annuels par âges :**

○  $SAM(n+1, x+1) = SAM(n, x) * 1.03$

➤ **Evolution des cotisations moyennes :**

○  $Cotisation\ moyenne(n, x) = SAM(n, x) * 18\%$ .

➤ **Evolution des cotisations totales annuelles par âge :**

○  $Cotisations\ totales(n, x) = cotisants(n, x) * cotisation\ moyenne(n, x)$ .

➤ **Evolution des capitaux virtuels moyens :**

○  $Capital\ virtuel\ moyen(n+1, x+1) = capital\ virtuel\ moyen(n, x) * 1.0325 + cotisation\ moyenne(n+1, x+1)$ .

➤ **Evolution des retraités :**

Nous cherchons les retraités âgés de 60 ans pour chaque année et ce à partir des cotisants âgés de 59 ans l'année précédente et puis nous utilisons les probabilités de survie pour déterminer les retraités de l'année suivante, tel que :

○  $Retraités(n+1, x+1) = Retraités(n, x) * p(x, x+1)$ .

Et ce jusqu'à atteint de l'âge limite qu'est 110 ans.

➤ **Evolution des conjoints des retraités :**

○  $ConjointsR\ femmes(n+1, x+1) = conjointsR\ femmes(n, x) * p(x, x+1) + Retraités(n, x+5) * 97\% * q(x+5, x+6) * 80\%$ .

○  $ConjointsR\ hommes(n+1, x+1) = conjointsR\ hommes(n, x) * p(x, x+1) + Retraités(n, x-5) * 97\% * q(x-5, x-4) * 20\%$ .

Où *conjointSR femmes (n, x)* représente le nombre des conjoints des retraités de sexe féminin d'âge x existants à l'année n.

Et *conjointSR hommes (n, x)* représente le nombre des conjoints des retraités de sexe masculin d'âge x existants à l'année n.

➤ **Evolution des pensions moyennes des affiliés :**

- *Pension moyenne aff (n, x) = 0.049181818 \* capital virtuel moyen (n, x).*

En effet puisque c'est la base d'une pension donnée au conjoints alors nous n'allons pas appliquer un abattement en diminuant le coefficient de conversion mais nous allons juste utiliser celui à l'âge 60 ans.

50% de ces pensions moyennes vont être affectées à chaque conjoint de cette même année et de cet âge +/- 5ans.

➤ **Evolution des pensions moyennes des retraités:**

- *Pension moyenne ret (n, 60) = 0.049181818 \* capital virtuel moyen (n, 60).*

Et pour les autres âges ;

- *Pension moyenne ret (n+1, x+1) = Pension moyenne ret (n, x) \* 1.015.*

➤ **Evolution des pensions des conjoints des affiliés:**

- *Pensions conjoints femmes (n, x) = pension moyenne aff (n, x+5) \* 50% \* Conjoints femmes (n, x).*

- *Pensions conjoints hommes (n, x) = pension moyenne aff (n, x+5) \* 50% \* Conjoints hommes (n, x).*

Avec une évolution annuelle après de 1.5%.

➤ **Evolution des pensions des retraités:**

- *Pensions retraités (n, x) = pension moyenne ret (n, x+5) \* Retraités (n, x).*

➤ **Evolution des pensions des conjoints des retraités :**

- *Pensions conjointsR femmes (n, x) = pension moyenne ret (n, x+5) \* 50% \* ConjointsR femmes (n, x).*

- *Pensions conjointsR hommes (n, x) = pension moyenne ret (n, x+5) \* 50% \*ConjointsR hommes (n, x).*

### 6-2-3 formules de projections du groupe des nouveaux entrants:

#### ➤ Evolution des cotisants :

Par hypothèse, nous allons supposer que les effectifs augmentent annuellement d'un taux égal à 1% qui doit être introduit en input, en plus du remplacement des cotisants sortants de l'année précédente (que ce soit par décès ou par retraite).

Donc le flux des cotisants entrants pour chaque année n est :

- *Flux nouveaux (n)=1%\*stock cotisants (n-1) +flux sorties (n-1).*

Ces nouveaux entrants sont répartis par âge selon la répartition par poids citée dans les hypothèses ci-dessus.

En effet,

- *Flux nouveaux (n, x)= Flux nouveaux (n)\* distribution Nvx (x).*

Où

$$\sum_x \text{distribution Nvx}(x) = 1$$

Et puis le stock total des cotisants pour une année donnée serait :

- *Total cotisants(n)= total cotisants survivants (n-1) +1%\* total cotisants (n)+ sorties (n-1).*

En effet ceci traduit une évolution croissante de 1% pour le nombre total des cotisants pendant 20 ans et une stagnation de ce nombre total après.

Donc l'évolution du groupe des nouveaux entrants va être de la façon suivante :

- *Total Nouveaux (n+1, x+1)= total nouveaux (n, x)\* p(x, x+1) + Flux nouveaux (n, x).*

« En ce qui concerne l'évolution des conjoints des affiliés, des retraités et de leurs conjoints, ceci se fait de la même façon utilisée pour le groupe semi-fermé ».

➤ **Evolution des salaires annuels moyens :**

Les salaires annuels moyens sont répartis comme cité dans les hypothèses, en effet pour tout âge d'entrée  $x$  le salaire correspondant est = *salaire de référence à 20 ans fin 2015*\*(1.03<sup>(x-20)</sup>).

Dans les années qui suivent, ce salaire va être sujet d'une évolution annuelle de 3% selon les hypothèses.

« En ce qui concerne l'évolution des pensionnés, des cotisations moyennes, des capitaux virtuels moyens, des cotisations totales et des différentes prestations, ceci se fait de la même façon que pour le groupe semi-fermé ».

**6-3 Application et résultats :**

Nous avons réalisé une application sous VBA Excel permettant d'effectuer les projections des différents flux d'entrées et de sorties sur les 80 années à venir.

L'interface de l'application est la suivante :

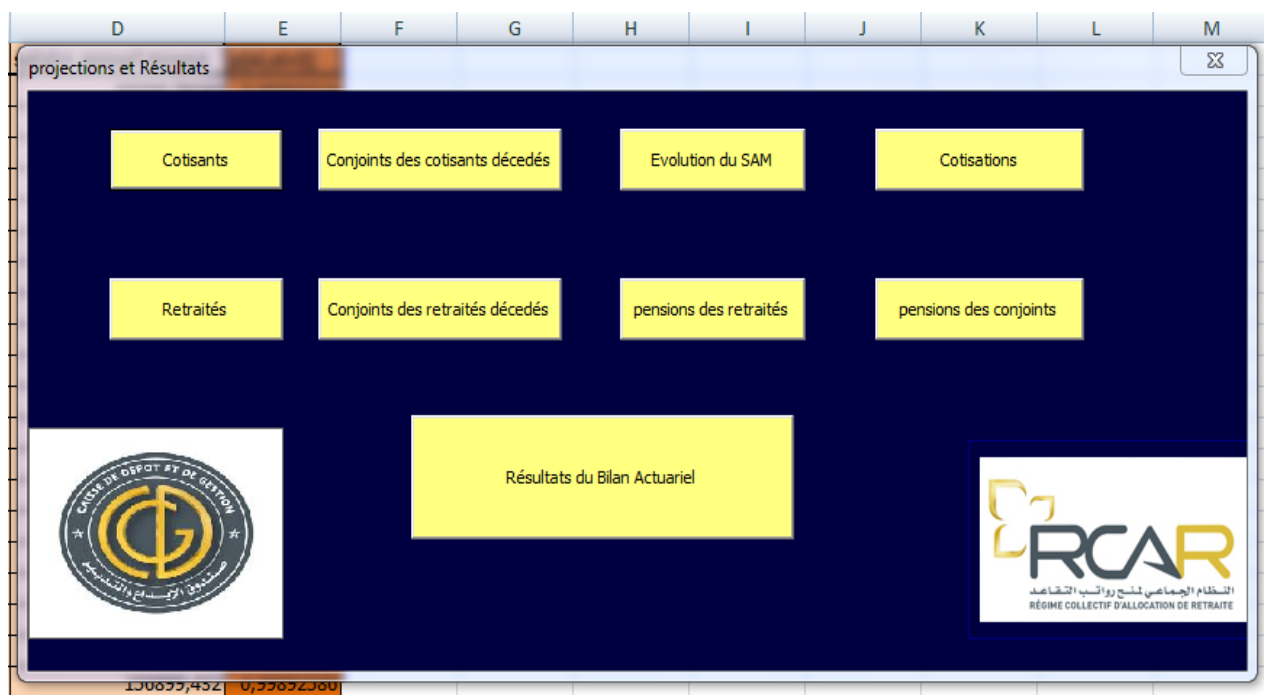


Figure 12:Interface de l'application.

Le code lié aux projections se trouve en Annexe.

Les résultats de l'ancien régime se présentent comme suit :

Chapitre6 : Implémentation des comptes notionnels pour le calcul des droits du régime général du RCAR

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Réserves 2015	102 871 474 522,18		Année premier déficit	2 023		
3	Taux de rendement	5,00%		Année épuisement réserve	2 041		
4	Année de base	2015					
5		4 961 Mds	5 325 Mds	5 748 Mds	6 203 Mds	6 708 Mds	7 239 Mds
6		2016	2017	2018	2019	2020	2021
7	<b>Cotisations</b>	<b>2 277 423 104,00</b>	<b>2 368 575 232,00</b>	<b>2 457 285 376,00</b>	<b>2 542 880 512,00</b>	<b>2 625 788 160,00</b>	<b>2 704 078 592,00</b>
8	Autres recettes	0 Mds	0 Mds	0 Mds	0 Mds	0 Mds	0 Mds
9	<b>Total recettes</b>	<b>2 277 Mds</b>	<b>2 369 Mds</b>	<b>2 457 Mds</b>	<b>2 543 Mds</b>	<b>2 626 Mds</b>	<b>2 704 Mds</b>
10	Retraite	4 285 Mds	4 607 Mds	4 986 Mds	5 393 Mds	5 845 Mds	6 319 Mds
11	Reversion	660 Mds	699 Mds	740 Mds	784 Mds	832 Mds	884 Mds
12	Orphelins	12 Mds	13 Mds	14 Mds	16 Mds	17 Mds	18 Mds
13	Invalides	2 Mds	4 Mds	6 Mds	9 Mds	11 Mds	15 Mds
14	Prestations familiales	153 Mds	164 Mds	178 Mds	192 Mds	208 Mds	225 Mds
15	Frais de gestion	91 Mds	97 Mds	103 Mds	110 Mds	118 Mds	125 Mds
16	Autres dépenses	1 Mds	2 Mds	2 Mds	2 Mds	2 Mds	2 Mds
17	<b>Total dépenses</b>	<b>4 961 Mds</b>	<b>5 325 Mds</b>	<b>5 748 Mds</b>	<b>6 203 Mds</b>	<b>6 708 Mds</b>	<b>7 239 Mds</b>
18	<b>Solde technique</b>	<b>-2 835 Mds</b>	<b>-3 119 Mds</b>	<b>-3 467 Mds</b>	<b>-3 851 Mds</b>	<b>-4 289 Mds</b>	<b>-4 758 Mds</b>
19	Produits financiers	5 144 Mds	5 254 Mds	5 356 Mds	5 445 Mds	5 520 Mds	5 575 Mds
20	<b>Solde global</b>	<b>2 216 Mds</b>	<b>2 037 Mds</b>	<b>1 785 Mds</b>	<b>1 483 Mds</b>	<b>1 111 Mds</b>	<b>890 Mds</b>
21	<b>Réserves</b>	<b>105 087 Mds</b>	<b>107 125 Mds</b>	<b>108 910 Mds</b>	<b>110 392 Mds</b>	<b>111 504 Mds</b>	<b>112 193 Mds</b>
22	Cotisations actualisées	2 169 Mds	2 148 Mds	2 123 Mds	2 092 Mds	2 057 Mds	2 018 Mds
23	Prestations actualisées	4 725 Mds	4 829 Mds	4 965 Mds	5 104 Mds	5 256 Mds	5 402 Mds
24	Année premier déficit	-	-	-	-	-	-
25	Année épuisement réserve	-	-	-	-	-	-

Figure 13: résultats du BA sous l'ancien régime.

Et ceux du nouveau régime comme suit :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	Réserves 2015	102 871 474 522,18		année déficit financier	2024				
3	tx de rendement	5%		année épuisement réserve	2045				
4									
5		2015							
6		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
7	<b>cotisations</b>	<b>2 672 003 921,10</b>	<b>2 781 934 908,97</b>	<b>2 788 390 508,62</b>	<b>2 838 096 506,38</b>	<b>2 883 062 048,48</b>	<b>2 921 673 515,84</b>	<b>2 956 207 799,68</b>	<b>2 993 408 688,69</b>
8	autres recettes	0	0	0	0	0	0	0	0
9	<b>total recettes</b>	<b>2 672 Mds</b>	<b>2 782 Mds</b>	<b>2 788 Mds</b>	<b>2 838 Mds</b>	<b>2 883 Mds</b>	<b>2 922 Mds</b>	<b>2 956 Mds</b>	<b>2 993 Mds</b>
10	pensions (retraités, reversion, orphelins et inval)	4 959 958 157,66	5 321 127 947,87	5 737 037 225,61	6 178 966 907,45	6 662 599 263,62	7 162 637 248,43	7 669 561 418,25	8 170 229 363,12
11	Prestations familiales	177 Mds	190 Mds	205 Mds	220 Mds	238 Mds	255 Mds	273 Mds	291 Mds
12	Frais de gestion	94 Mds	99 Mds	105 Mds	111 Mds	118 Mds	124 Mds	131 Mds	138 Mds
13	Autres dépenses	2 Mds	2 Mds	2 Mds	2 Mds	2 Mds	2 Mds	3 Mds	3 Mds
14	<b>total dépenses</b>	<b>4 962 Mds</b>	<b>5 323 Mds</b>	<b>5 739 Mds</b>	<b>6 181 Mds</b>	<b>6 665 Mds</b>	<b>7 165 Mds</b>	<b>7 672 Mds</b>	<b>8 173 Mds</b>
15									
16	pensions conJAFGSF	0	105290,0104	432537,1232	998397,715	1810887,164	2873210,287	4177284,322	5712315,727
17	pensions conJAHGSF	0	26322,50261	108016,5194	249046,7825	451191,0224	715004,6348	1038210,326	1417847,51
18	pensions retraités GSF	0	6074226,693	17684921,86	35666860,72	62250298,88	97382864,73	140329203,8	189341618
19	pensions conRFGSF	0	13493,0318	57228,18303	147602,5003	312123,4781	573481,0683	95272,4692	1485330,063
20	pensions conRHGSF	0	3373,25795	14289,96947	36806,00244	77721,45037	142574,7554	237564,125	367856,8726
21	pensions conAFNVx	0	240,4464266	2581,095037	10048,90584	26823,52145	56853,93298	105503,4997	184419,6295
22	pensions conAHNVx	0	60,11160665	645,1075705	2510,57635	6698,506111	14192,71657	26326,44567	45990,03485
23	pensions retraitésNVX	0	0	0	0	152698,8473	742159,8204	1498409,796	2504439,15
24	pensions conRFNVx	0	0	0	0	318,602288	1228,39627	2024,186595	4735,47524
25	pensions conRHNVx	0	0	0	0	79,650572	306,8312301	504,7440361	1180,661677
26	<b>Total dépenses actifs GF</b>	<b>217 449 127,41</b>	<b>468 877 441,31</b>	<b>768 254 998,25</b>	<b>1 091 959 401,25</b>	<b>1 447 491 856,50</b>	<b>1 815 035 234,25</b>	<b>2 185 085 565,50</b>	<b>2 546 425 984,00</b>
27	<b>Total dépenses autres GF</b>	<b>4 742 509 030,25</b>	<b>4 846 027 500,50</b>	<b>4 950 482 007,50</b>	<b>5 049 896 233,00</b>	<b>5 150 018 566,00</b>	<b>5 245 100 137,00</b>	<b>5 336 103 549,00</b>	<b>5 422 737 646,00</b>
28									
29	solde technique	-2 465 Mds	-2 779 Mds	-3 153 Mds	-3 561 Mds	-4 017 Mds	-4 496 Mds	-4 987 Mds	-5 468 Mds
30	produits financiers	5 144 Mds	5 273 Mds	5 392 Mds	5 499 Mds	5 590 Mds	5 663 Mds	5 715 Mds	5 745 Mds
31	<b>solde global</b>	<b>2 583 Mds</b>	<b>2 393 Mds</b>	<b>2 132 Mds</b>	<b>1 825 Mds</b>	<b>1 453 Mds</b>	<b>1 040 Mds</b>	<b>595 Mds</b>	<b>136 Mds</b>

Figure 14: résultats du BA sous le nouveau système

### **6-3 Conclusion :**

Sur base de ces résultats, nous allons effectuer des comparaisons entre la performance du régime général du RCAR sous le système actuel et sous la nouvelle architecture basée sur les comptes notionnels. On effectue par la suite des tests de sensibilité sur les paramètres les plus influents du système des NDC.

## Chapitre 7 : Analyse des résultats et tests de sensibilité.

Vérifions tout d'abord si notre objectif d'amélioration de la viabilité du régime général du RCAR est atteint, puis faisons des tests de sensibilité sur les paramètres les plus importants dans notre système.

### 7-1 Comparaison des résultats des deux Bilans Actuariels :

En analysant les résultats des projections, nous remarquons ;

- Une analogie entre l'évolution des cotisations pour l'ancien système et le nouveau, en effet ceci revient au fait que les deux systèmes ont le même taux de cotisation qu'est 18%.

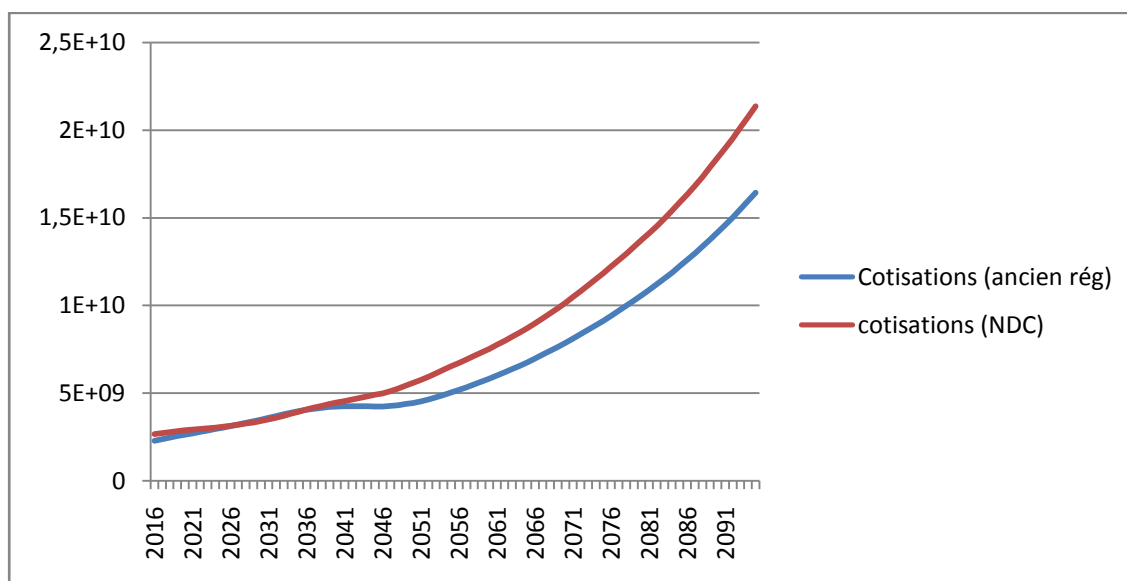


Figure 15: Evolution des cotisations sous les deux régimes.

Cet écart entre les montants annuels des cotisations dans les deux régimes revient à la nature des calculs que nous avons effectués; différencier entre le groupe fermé (des anciens affiliés) et le groupe des entrants et le fait de ne pas travailler avec des salaires plafonnés .une différence qui a pu générer un petit écart entre les cotisations totales dans les deux systèmes. Mais qui n'affecte en rien nos résultats et par suite nos conclusions vu qu'elle ne s'opère qu'après l'atteinte de l'horizon de viabilité.

- Une diminution de la cadence d'évolution des prestations servies, chose qui est dans l'intérêt du régime.

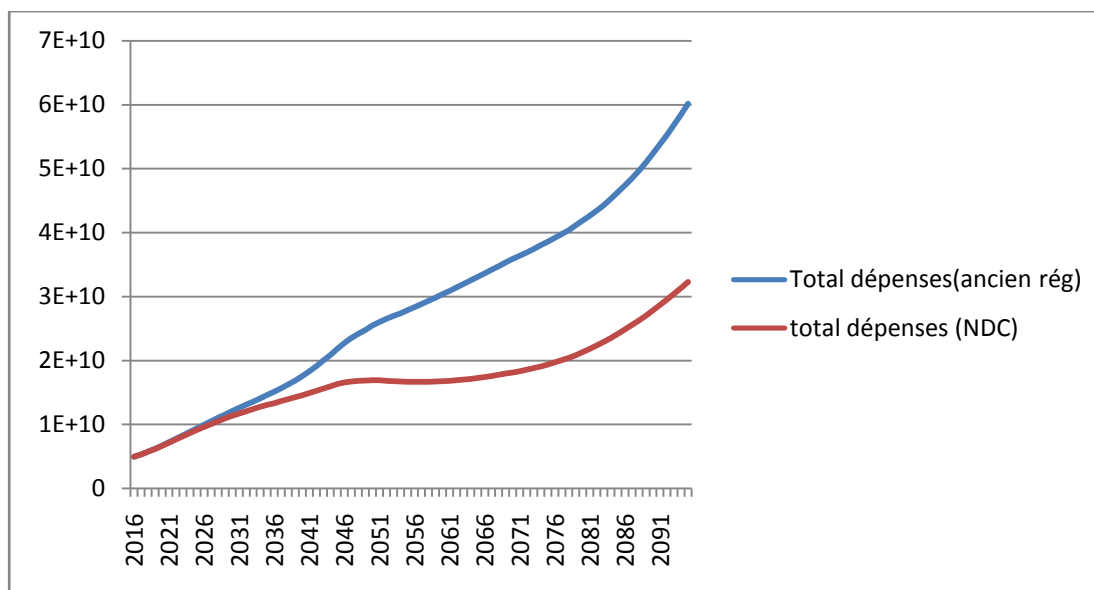


Figure 16: Evolution des dépenses sous les deux systèmes.

Parmi les caractéristiques majeurs des NDC la diminution du montant des prestations servies, vu leur principe d'équité, du coup chacun acquiert exactement ce qu'il est supposé avoir accumulé tout au long de son cursus ; pas de générosité envers les pensionnés.

Une première analyse des droits acquis montre un grand intérêt pour basculer vers le système des comptes notionnels. Pour détecter de façon exacte l'apport de ce nouveau système, nous analysons les valeurs des principaux indicateurs actuariels en les comparant avec celles de l'ancien système.

Nous disposons des résultats de deux approches du calcul des droits du groupe semi-fermé, à savoir une approche ABO (qui se base sur les salaires actuels) et une approche PBO (qui se base sur les salaires projetés), mais nous n'allons présenter et analyser que les résultats de la deuxième approche vu que c'est l'approche qui traduit la réalité d'un fonctionnement normal d'un groupe ouvert pour un régime de retraite.

➤ **Premier déficit financier:**

Le premier déficit financier du régime général du RCAR sous le système des comptes notionnels aurait lieu en **2024**, c'est-à-dire un gain d'une année par rapport à l'ancien régime qui aura un premier déficit financier en **2023**.

➤ **Horizon de viabilité:**

L'année d'épuisement des réserves ou l'horizon de viabilité du régime général du RCAR sous ce système est **2045**, ce qui veut dire un gain de 4 ans par rapport à l'ancien régime.

➤ **Le ratio (total ressources actualisées)/(total engagements actualisés):**

Un passage d'une valeur de 60% à une valeur de 80.17%.

➤ **La dette implicite :**

Une diminution remarquable dans le montant de la dette implicite.

L'application du système des comptes notionnels pour la population du régime général du RCAR s'avère donc une option réussie en tant que réforme systémique, permettant d'améliorer les valeurs des différents indicateurs actuariels, suite à la baisse des pensions servies.

Nous pouvons sentir son impact de façon plus consistante si nous prenons la flexibilité de l'âge de retraite en compte.

**7-2 Tests de sensibilité :**

Les tests de sensibilité que nous allons effectuer vont porter sur les paramètres suivants :

- Le taux de capitalisation virtuel (3 et 3.5%).
- Le taux de rendement financier (4.5% et 5.5%).
- Le taux de revalorisation des pensions (1% et 2%).

	Horizon de viabilité	Tot ressources/tot engagements
Le taux de capitalisation virtuelle : *3%. *3.5%.	Même horizon de viabilité, on ne peut pas détecter l'impact à ce niveau	*80.84% *86.36%
Le taux de rendement financier : *4.5%. *5.5%.	*2043 *2048	*75.71% *85.24%
le taux de valorisation des pensions : *2%. *3%.	Même horizon de viabilité, on ne peut pas détecter l'impact à ce niveau	*80.48%. *87.41%

Tableau 5: Résultats du test de sensibilité.

Le taux qui a un impact très significatif sur la performance du système est le taux de rendement financier. Il a aussi un grand impact pour l'ancien système de financement.

### **7-3 Conclusion :**

L'application du système des comptes notionnels au régime général du RCAR a aboutit à un gain en termes de ses différents indicateurs actuariels. En effet, nous constatons un étalement de l'horizon de viabilité ainsi que de l'année du premier déficit financier, une augmentation du ratio ressources actualisées/engagements actualisés et une diminution de la dette implicite. Du coup l'objectif de notre étude est atteint avec succès. Dans la mesure d'améliorer de plus en plus la performance de ce système nous pouvons effectuer des changements en termes de la fixation de certaines variables influentes. Une première indication sur les changements à apporter pour ces variables peut être tirée des résultats des tests de sensibilités ci-dessus ; augmenter le taux de capitalisation virtuelle, le taux de rendement financier ou le taux de valorisation des pensions.

## *Conclusion :*

Nous avons entamé notre travail par une explication des bases théoriques du mécanisme des comptes notionnels. Nous avons par suite élaboré une conception du dit système, tout en fixant les paramètres à utiliser, le mode de provisionnement adéquat ainsi que la modalité de convenable pour une transition du régime actuel à ce nouveau système. Et puis, nous avons réalisé une application VBA qui nous permet d'effectuer les projections des flux nécessaires à la fixation des indicateurs actuariels.

Cette étude nous permis de juger la méthode de financement par les comptes notionnels, comme étant une option de réforme systémique réussie en matière d'amélioration de la viabilité du régime général du RCAR. Elle a amené à l'étalement de son horizon de viabilité, à une augmentation de son taux de préfinancement et à une diminution de sa dette implicite. Ses caractéristiques de neutralité actuarielle et d'équité envers les pensionnés ont été la cause de la diminution du niveau des prestations et par suite l'amélioration de la performance du régime.

La recherche de réformes, commence d'être un soucie pour certaines caisses de retraite au Maroc. Nous pouvons, considérer les comptes notionnels comme une sorte de solution pour remédier à certains problèmes qui s'opposent à ces dernières.

Parvenir à l'implémentation concrète d'un financement sous l'architecture des comptes notionnels, pour le cas particulier du RCAR ou pour la totalité des régimes de retraite au Maroc, exige d'abord une étude approfondie de la population cible, une élaboration du processus législatif nécessaire et une mobilisation d'un outil informatique sophistiqué.

## ***Bibliographie :***

### ***Rapports :***

- « Rapport d'activité du RCAR », 2014.
- « Bilan actuariel du régime général du RCAR », 2014.

### ***Cours et séminaires :***

- P.Devolder, « cours de la prévoyance et l'assurance du groupe », INSEA, 2014-2015.
- M.ABOUZAYD, Séminaire sur « la réforme des régime de retraite au Maroc », INSEA, 2016.

### ***Ouvrages:***

- Antoine Bozio, Thomas Piketty, « POUR UN NOUVEAU SYSTÈME DE RETRAITE des comptes individuels de cotisations financés par répartition »
- Ole Settergren, « La réforme du système de retraite suédois ; Premiers résultats ».

### ***Mémoires :***

- Antoine LAJOANIE, « Etude actuarielle de la transformation d'un régime de retraite à prestations définies en un régime à cotisations définies : spécificités et enjeux de la technique des comptes notionnels » ; mémoire d'actuariat, 2006.

### ***Articles :***

- Panorama des réformes des systèmes de retraite à l'étranger ; Les réformes en Suède et en Italie. Avril 2001.
- Historique d'évolution du MBI-site de la BMCE Capital(<http://www.bmcek.co.ma/>).

## Annexe :

### ❖ Projections du groupe semi-fermé :

#### ➤ Agrégation de la base de données :

```
Sub agregerbase2015()  
'  
' agregerbase Macro  
Dim a As Double  
Dim b As Double  
Dim c As Double  
Dim d As Double  
  
For c = 1 To 41  
Sheets(2).Cells(c + 1, 2) = 0  
Sheets(2).Cells(c + 1, 3) = 0  
Next c  
  
For b = 1 To 41  
For a = 1 To 107546  
  
If (Sheets(1).Cells(a + 1, 8) = Sheets(2).Cells(b + 1, 1)) Then  
Sheets(2).Cells(b + 1, 2) = Sheets(2).Cells(b + 1, 2) + 1 'somme des affiliés ayant cet age  
Sheets(2).Cells(b + 1, 3) = Sheets(2).Cells(b + 1, 3) + Sheets(1).Cells(a + 1, 6) 'somme de leurs salaires annuels  
End If  
Next a  
Next b  
  
For d = 1 To 41  
Sheets(2).Cells(d + 1, 4) = Sheets(2).Cells(d + 1, 3) / Sheets(2).Cells(d + 1, 2) 'salaire annuel moyen pour cet âge  
Next d  
End Sub
```

#### ➤ Projection du nombre des cotisants et de leurs conjoints :

```
Sub projeternombre()  
'cette macro projette le nombre des cotisants et des conjoints des cotisants décédés  
Dim a As Double  
Dim b As Double  
Dim c As Double  
Dim d As Double  
Dim f As Double  
Dim e As Double  
Dim n As Double  
  
For n = 1 To 40  
  
Sheets(3).Cells(n + 2, 3) = Sheets(3).Cells(n + 1, 2) * Sheets(2).Cells(n + 1, 5)  
Next n  
  
Sheets(4).Cells(2, 4) = Sheets(3).Cells(2, 2) * (1 - Sheets(2).Cells(2, 5)) * 0.97 * 0.8 'conjoint de sexe féminin  
Sheets(5).Cells(2, 4) = Sheets(3).Cells(2, 2) * (1 - Sheets(2).Cells(2, 5)) * 0.97 * 0.2 'conjoint de sexe masculin  
  
For a = 1 To 40  
Sheets(4).Cells(a + 2, 4) = Sheets(3).Cells(a + 2, 2) * (1 - Sheets(2).Cells(a + 2, 5)) * 0.97 * 0.8  
Sheets(5).Cells(a + 2, 4) = Sheets(3).Cells(a + 2, 2) * (1 - Sheets(2).Cells(a + 2, 5)) * 0.97 * 0.2  
Next a
```

```

b = 1
For e = 1 To 40
c = 1
While (c <= b)
Sheets(3).Cells(e + 3, c + 3) = Sheets(3).Cells(e + 2, c + 2) * Sheets(2).Cells(e + 2, 5)
Sheets(4).Cells(e + 2, c + 4) = Sheets(4).Cells(e + 1, c + 3) * Sheets(4).Cells(e + 1, 1) + Sheets(3).Cells(e + 2, c + 2) *
Sheets(5).Cells(e + 2, c + 4) = Sheets(5).Cells(e + 1, c + 3) * Sheets(5).Cells(e + 1, 1) + Sheets(3).Cells(e + 2, c + 2) *
c = c + 1
Wend
b = b + 1
Next e

Sheets(3).Cells(e + 2, c + 2) * (1 - Sheets(2).Cells(e + 2, 5)) * 0.97 * 0.8 'conjoints de sexe féminin
Sheets(3).Cells(e + 2, c + 2) * (1 - Sheets(2).Cells(e + 2, 5)) * 0.97 * 0.2 'conjoints de sexe masculin

f = 1
While f < 57
d = f
While d < 98 + f
Sheets(4).Cells(f + 42, d + 4) = Sheets(4).Cells(f + 41, d + 3) * Sheets(4).Cells(f + 41, 1)
Sheets(5).Cells(f + 42, d + 4) = Sheets(5).Cells(f + 41, d + 3) * Sheets(5).Cells(f + 41, 1)
d = d + 1
Wend
f = f + 1
Wend

End Sub

```

➤ **Evolution du salaire moyen :**

```

Sub evolutionSAM()
Dim a As Double
Dim b As Double
Dim c As Double

b = 1
For a = 1 To 40
c = 1
While (c <= b)
Sheets(6).Cells(a + 2, c + 2) = Sheets(6).Cells(a + 1, c + 1) * 1.03

c = c + 1
Wend
b = b + 1
Next a
End Sub

```

➤ **Evolution des cotisations moyennes :**

```
Sub evcotimoy()  
Dim a As Double  
Dim b As Double  
Dim c As Double  
Dim d As Double  
  
For a = 1 To 41  
Sheets(7).Cells(a + 1, 1) = a + 18  
Next a  
  
b = 1  
For d = 1 To 41  
c = 1  
While (c <= b)  
Sheets(7).Cells(d + 1, c + 1) = Sheets(6).Cells(d + 1, c + 1) * 0.18  
  
c = c + 1  
Wend  
b = b + 1  
Next d  
  
End Sub
```

➤ **Evolution des cotisations totales :**

```
Sub cotitotales()  
  
Dim a As Double  
Dim b As Double  
Dim c As Double  
Dim d As Double  
Dim e As Double  
  
For a = 1 To 41  
Sheets(8).Cells(a + 1, 1) = a + 18  
Next a  
  
b = 1  
For d = 1 To 41  
c = 1  
While (c <= b)  
Sheets(8).Cells(d + 1, c + 1) = (Sheets(7).Cells(d + 1, c + 1)) * (Sheets(3).Cells(d + 1, c + 1))  
c = c + 1  
Wend  
b = b + 1  
Next d  
End Sub
```

➤ **Evolution du capital virtuel moyen :**

```
Sub capitvirtmoy()  
  
Dim a As Double  
Dim b As Double  
Dim d As Double  
Dim c As Double  
  
For a = 1 To 41  
Sheets(9).Cells(a + 1, 1) = a + 18  
Sheets(9).Cells(a + 1, 2) = Sheets(7).Cells(a + 1, 2)  
Next a  
  
b = 1  
For d = 1 To 40  
c = 1  
While (c <= b)  
Sheets(9).Cells(d + 2, c + 2) = (Sheets(9).Cells(d + 1, c + 1)) * 1.0325 + Sheets(7).Cells(d + 2, c + 2)  
c = c + 1  
Wend  
b = b + 1  
Next d  
End Sub
```

➤ **Projection du nombre des retraités :**

```
Sub retraités()  
Dim a As Double  
Dim b As Double  
Dim c As Double  
  
For c = 1 To 41  
Sheets(10).Cells(2, c + 2) = Sheets(3).Cells(42, c + 1) * Sheets(2).Cells(42, 5)  
Next c  
  
c = 2  
For b = 1 To 60  
a = c  
While a <= 95  
Sheets(10).Cells(b + 2, a + 2) = Sheets(10).Cells(b + 1, a + 1) * Sheets(10).Cells(b + 1, 2)  
a = a + 1  
Wend  
c = c + 1  
Next b  
  
End Sub
```

➤ **Projection du nombre des conjoints des retraités :**

```
Sub conjretraités()  
  
Dim a As Double  
Dim b As Double  
Dim c As Double  
Dim d As Double  
  
For d = 1 To 41  
Sheets(11).Cells(2, d + 1) = Sheets(10).Cells(2, d + 1) * (1 - Sheets(10).Cells(2, 2)) * 0.97 * 0.8  
Sheets(12).Cells(2, d + 1) = Sheets(10).Cells(2, d + 1) * (1 - Sheets(10).Cells(2, 2)) * 0.97 * 0.2  
Next d  
  
c = 2  
For b = 1 To 60  
a = c  
While a <= 95  
Sheets(11).Cells(b + 2, a + 2) = Sheets(11).Cells(b + 1, a + 1) * (Sheets(11).Cells(b + 2, 2)) + Sheets(10).Cells(b + 2, a + 3)  
Sheets(12).Cells(b + 2, a + 2) = Sheets(12).Cells(b + 1, a + 1) * (Sheets(12).Cells(b + 2, 2)) + Sheets(10).Cells(b + 2, a + 3)  
  
* (1 - Sheets(10).Cells(b + 2, 2)) * 0.97 * 0.8  
* (1 - Sheets(10).Cells(b + 2, 2)) * 0.97 * 0.2  
  
a = a + 1  
Wend  
c = c + 1  
Next b  
  
End Sub
```

➤ **Evolution de la pension moyenne des retraités :**

```
Sub pensmoyretraités()  
  
Dim a As Double  
Dim b As Double  
Dim c As Double  
  
For a = 1 To 39  
  
Sheets(13).Cells(3, a + 2) = 0.049181818 * Sheets(13).Cells(2, a + 1)  
Next a  
  
c = 2  
For b = 1 To 49  
a = c  
  
While a <= 95  
Sheets(13).Cells(b + 3, a + 2) = Sheets(13).Cells(b + 2, a + 1) * 0.015  
a = a + 1  
Wend  
c = c + 1  
Next b  
  
End Sub
```

➤ **Evolution de la pension moyenne dû aux affiliés :**

```
Sub pensmoyAff()  
  
Dim a As Double  
Dim b As Double  
Dim d As Double  
Dim c As Double  
Dim f As Double  
  
For a = 1 To 41  
Sheets(14).Cells(a + 1, 1) = a + 18  
Next a  
  
b = 1  
For d = 1 To 41  
c = 1  
While (c <= b)  
Sheets(14).Cells(d + 1, c + 1) = (Sheets(9).Cells(d + 1, c + 1)) * 0.049181818  
c = c + 1  
Wend  
b = b + 1  
Next d  
  
f = 1  
While f < 57  
d = f  
While d < 98 + f  
Sheets(14).Cells(f + 42, d + 2) = Sheets(14).Cells(f + 41, d + 1) * 1.015  
d = d + 1  
Wend  
f = f + 1  
Wend  
End Sub
```

➤ **Evolution de la pension des conjoints des affiliés décédés :**

```
Sub pensconjaff()  
  
Dim b As Double  
Dim d As Double  
Dim c As Double  
Dim f As Double  
  
b = 1  
For d = 1 To 41  
c = 1  
While (c <= b)  
Sheets(15).Cells(d + 1, c + 1) = (Sheets(4).Cells(d + 1, c + 3) * Sheets(14).Cells(d + 1, c + 1)) * 0.5  
Sheets(16).Cells(d + 1, c + 1) = (Sheets(5).Cells(d + 1, c + 3) * Sheets(14).Cells(d + 1, c + 1)) * 0.5  
c = c + 1  
Wend  
b = b + 1  
Next d  
  
f = 1  
While f < 57  
d = f  
While d < 98 + f  
Sheets(15).Cells(f + 42, d + 2) = Sheets(4).Cells(f + 42, d + 4) * Sheets(14).Cells(f + 42, d + 2) * 0.5  
Sheets(16).Cells(f + 42, d + 2) = Sheets(5).Cells(f + 42, d + 4) * Sheets(14).Cells(f + 42, d + 2) * 0.5  
  
d = d + 1  
Wend  
f = f + 1  
Wend  
  
End Sub
```

➤ **Evolution de la pension des retraités et des conjoints des retraités décédés :**

```
Sub pensionretraitésconjR()  
  
Dim a As Double  
Dim b As Double  
Dim c As Double  
  
c = 2  
For b = 1 To 50  
a = c  
While a <= 95  
Sheets(17).Cells(b + 1, a + 1) = Sheets(13).Cells(b + 2, a + 2) * Sheets(10).Cells(b + 1, a + 2)  
Sheets(18).Cells(b + 1, a + 1) = Sheets(13).Cells(b + 2, a + 2) * Sheets(11).Cells(b + 1, a + 2) * 0.5  
Sheets(19).Cells(b + 1, a + 1) = Sheets(13).Cells(b + 2, a + 2) * Sheets(12).Cells(b + 1, a + 2) * 0.5  
a = a + 1  
Wend  
c = c + 1  
Next b  
End Sub
```

## ❖ Projections du groupe des nouveaux affiliés :

Après avoir calculé le stock annuel par âge de ce groupe, comme cité dans la formulation ci-dessus, dans une feuille Excel, nous procédons de la même manière en ce qui concerne les projections.

En effet ;

### ➤ Projection des conjoints des affiliés décédés :

```
Sub conjNvaff()
Dim a As Double
Dim b As Double
Dim c As Double
Dim d As Double
Dim e As Double
Dim f As Double

For a = 1 To 41
Sheets(21).Cells(a + 1, 3) = Sheets(20).Cells(a + 7, 5) * (1 - Sheets(20).Cells(a + 7, 3)) * 0.97 * 0.8
Sheets(22).Cells(a + 1, 3) = Sheets(20).Cells(a + 7, 5) * (1 - Sheets(20).Cells(a + 7, 3)) * 0.97 * 0.2
Next a

For b = 1 To 84
Sheets(21).Cells(2, b + 3) = Sheets(20).Cells(8, b + 5) * (1 - Sheets(20).Cells(8, 3)) * 0.97 * 0.8
Sheets(22).Cells(2, b + 3) = Sheets(20).Cells(8, b + 5) * (1 - Sheets(20).Cells(8, 3)) * 0.97 * 0.2
Next b

For e = 1 To 40
For d = 1 To 84
Sheets(21).Cells(e + 2, d + 3) = Sheets(20).Cells(e + 8, d + 5) * (1 - Sheets(20).Cells(e + 8, 3)) * 0.97 * 0.8 + Sheets(21).Cells(e + 1, d) *
Sheets(22).Cells(e + 2, d + 3) = Sheets(20).Cells(e + 8, d + 5) * (1 - Sheets(20).Cells(e + 8, 3)) * 0.97 * 0.2 + Sheets(22).Cells(e + 1, d) *
Next d
Next e

f = 1
While f < 57
d = f
While d < 98 + f
Sheets(21).Cells(f + 42, d + 3) = Sheets(21).Cells(f + 41, d + 2) * Sheets(21).Cells(f + 41, 2)
Sheets(22).Cells(f + 42, d + 3) = Sheets(22).Cells(f + 41, d + 2) * Sheets(22).Cells(f + 41, 2)
d = d + 1
Wend
f = f + 1
Wend

End Sub

d + 2) * Sheets(21).Cells(e + 1, 2) 'conjoints de sexe féminin
d + 2) * Sheets(22).Cells(e + 1, 2) 'conjoints de sexe masculin
```

➤ **Projection des conjoints des retraités et des conjoints des retraités décédés :**

```
Sub retraitésnvxetconj()  
  
'retraités  
c = 2  
For b = 1 To 60  
a = c  
While a <= 140  
Sheets(23).Cells(b + 2, a + 2) = Sheets(23).Cells(b + 1, a + 1) * Sheets(23).Cells(b + 1, 2)  
a = a + 1  
Wend  
c = c + 1  
Next b  
  
'conjoints  
For d = 1 To 140  
Sheets(24).Cells(3, d + 2) = Sheets(23).Cells(2, d + 2) * (1 - Sheets(23).Cells(2, 2)) * 0.97 * 0.8  
Sheets(25).Cells(3, d + 2) = Sheets(23).Cells(2, d + 2) * (1 - Sheets(23).Cells(2, 2)) * 0.97 * 0.2  
Next d  
  
c = 2  
For b = 1 To 60  
a = c  
While a <= 140  
Sheets(24).Cells(b + 3, a + 2) = Sheets(24).Cells(b + 2, a + 1) * (Sheets(24).Cells(b + 2, 2)) + Sheets(23).Cells(b + 3, a + 2) *  
Sheets(25).Cells(b + 3, a + 2) = Sheets(25).Cells(b + 2, a + 1) * (Sheets(25).Cells(b + 2, 2)) + Sheets(23).Cells(b + 3, a + 2) *  
a = a + 1  
Wend  
c = c + 1  
Next b  
  
End Sub  
  
(1 - Sheets(23).Cells(b + 3, 2)) * 0.97 * 0.8  
(1 - Sheets(23).Cells(b + 3, 2)) * 0.97 * 0.2
```

➤ **Evolution des cotisations moyennes :**

```
Sub evcotimoynvx()  
  
For a = 1 To 41  
For b = 1 To 140  
  
Sheets(27).Cells(a + 2, b + 1) = Sheets(26).Cells(a + 2, b + 1) * 0.18  
  
Next b  
Next a  
  
End Sub
```

➤ **Evolution des cotisations totales :**

```
Sub cotitotnvx()  
For a = 1 To 41  
For b = 1 To 140  
Sheets(28).Cells(a + 2, b + 1) = Sheets(20).Cells(a + 7, b + 4) * Sheets(27).Cells(a + 2, b + 1)  
Next b  
Next a  
End Sub
```

➤ **Evolution du capital virtuel moyen :**

```
Sub capitvirtmoynvx()  
For a = 1 To 41  
Sheets(29).Cells(a + 2, 1) = a + 20  
Sheets(29).Cells(a + 2, 2) = Sheets(27).Cells(a + 2, 2)  
Next a  
For d = 1 To 41  
For c = 1 To 140  
Sheets(29).Cells(d + 2, c + 2) = (Sheets(29).Cells(d + 1, c + 1)) * 1.0325 + Sheets(27).Cells(d + 2, c + 2)  
Next c  
Next d  
End Sub
```

➤ **Evolution des pensions moyennes des retraités :**

```
Sub pensmoyRNvx()  
For a = 1 To 140  
Sheets(30).Cells(3, a + 2) = 0.049181818 * Sheets(30).Cells(2, a + 1)  
Next a  
c = 2  
For b = 1 To 50  
a = c  
While a <= 140  
Sheets(30).Cells(b + 3, a + 2) = Sheets(30).Cells(b + 2, a + 1) * 1.015  
a = a + 1  
Wend  
c = c + 1  
Next b  
End Sub
```

➤ **Evolution de la pension moyenne dû aux affiliés :**

```
Sub pensmoyNAff()  
  
For a = 1 To 41  
Sheets(31).Cells(a + 1, 1) = a + 18  
  
Next a  
  
b = 1  
For d = 1 To 41  
c = 1  
While (c <= 140)  
Sheets(31).Cells(d + 2, c + 1) = (Sheets(29).Cells(d + 2, c + 1)) * 0.049181818  
c = c + 1  
Wend  
b = b + 1  
Next d  
  
f = 1  
While f < 57  
d = f  
While d < 98 + f  
Sheets(31).Cells(f + 43, d + 2) = Sheets(31).Cells(f + 42, d + 1) * 1.015  
d = d + 1  
Wend  
f = f + 1  
Wend  
End Sub
```

➤ **Evolution de la pension des conjoints décédés :**

```
Sub pensconjNAff()  
  
For d = 1 To 41  
For c = 1 To 140  
Sheets(32).Cells(d + 2, c + 1) = (Sheets(21).Cells(d + 1, c + 2) * Sheets(31).Cells(d + 2, c + 1)) * 0.5  
Sheets(33).Cells(d + 2, c + 1) = (Sheets(22).Cells(d + 1, c + 2) * Sheets(31).Cells(d + 2, c + 1)) * 0.5  
Next c  
Next d  
  
f = 1  
While f < 57  
d = f  
While d < 98 + f  
Sheets(32).Cells(f + 42, d + 2) = Sheets(21).Cells(f + 42, d + 3) * Sheets(31).Cells(f + 42, d + 2) * 0.5  
Sheets(33).Cells(f + 42, d + 2) = Sheets(22).Cells(f + 42, d + 3) * Sheets(31).Cells(f + 42, d + 2) * 0.5  
  
d = d + 1  
Wend  
f = f + 1  
Wend  
End Sub
```

➤ **Evolution de la pension des retraités et des conjoints des retraités décédés :**

```
Sub pensNVretraitéssetconR()  
  
Dim a As Double  
Dim b As Double  
Dim c As Double  
  
    c = 1  
    For b = 1 To 60  
        a = c  
    While a <= 140  
        Sheets(34).Cells(b + 1, a + 1) = Sheets(30).Cells(b + 2, a + 2) * Sheets(23).Cells(b + 2, a + 3)  
        Sheets(35).Cells(b + 1, a + 1) = Sheets(30).Cells(b + 2, a + 2) * Sheets(24).Cells(b + 2, a + 2) * 0.5  
        Sheets(36).Cells(b + 1, a + 1) = Sheets(30).Cells(b + 2, a + 2) * Sheets(25).Cells(b + 2, a + 2) * 0.5  
        a = a + 1  
    Wend  
    c = c + 1  
Next b  
End Sub
```