

CONSEIL D'ORIENTATION DES RETRAITES

Séance plénière du 16 février 2005

"Fonds de réserve pour les retraites et modèles de projection"

Document N° 7

Modèle de la CNAV

Direction Prospective et Coordination des Etudes de la CNAV

Document de travail

janvier 2005



28 janvier 2005

Le nouveau modèle de projection de la Caisse nationale d'assurance vieillesse

La Cnav a conçu un nouveau modèle de projection, pour ses besoins propres mais également pour ceux d'autres institutions telles que le Conseil d'Orientation des retraites ou le Ministère des Solidarités, de la Santé et de la Famille.

Les choix techniques et méthodologiques ont découlé d'échanges nombreux et fructueux avec les experts de l'Insee, du Cor, de l'Ined, de la Direction générale du Trésor et de la politique économique, de la Direction de la Sécurité sociale, de la Drees, etc.

Ce modèle participe à l'exercice de projection prévu en 2005 et produira les résultats à l'horizon 2050 :

- les effectifs des retraités (flux et population totale),
- les charges de prestations correspondantes,
- les cotisations.

Les objectifs principaux qui ont sous-tendu la conception de ce modèle sont les suivants :

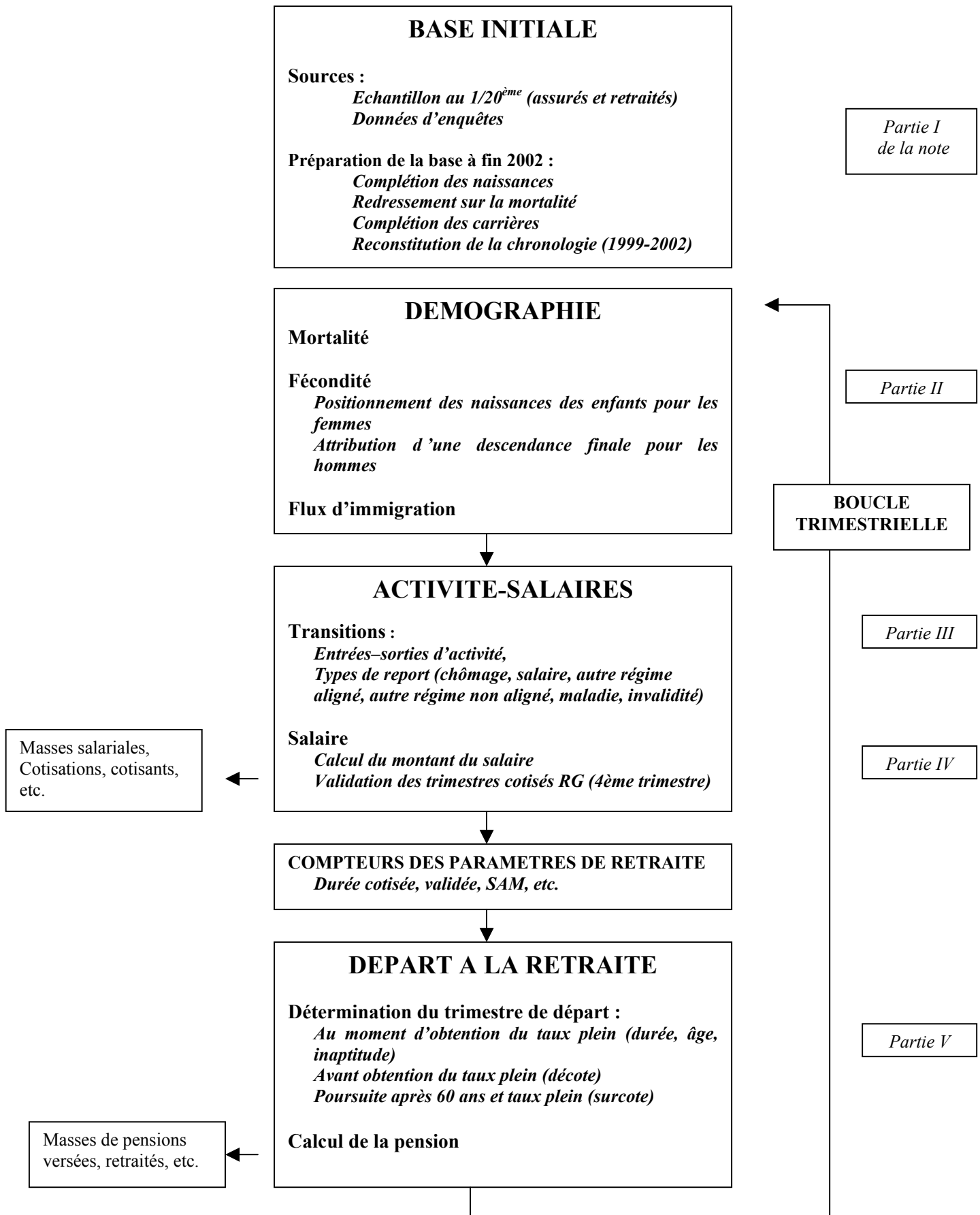
- intégrer la diversité des situations des assurés au regard de la réglementation,
- être ainsi en mesure de réaliser des projections à réglementation constante,
- prendre en compte les effets touchant des catégories particulières d'assurés, mieux intégrer les aléas de carrière, les périodes assimilées, respecter la distribution des salaires et son évolution,
- mesurer les problèmes de champ du régime général en lien avec la population active totale et l'importance relative des autres régimes.

Un choix de méthode : la microsimulation

La Cnav, grâce au capital de données contenues dans les fichiers de cotisants et de retraités, a fait le choix technique de fonder son modèle sur des données individuelles, à un niveau de détail très fin, et d'employer les méthodes de microsimulation.

L'Insee, depuis plus de 10 ans avec le modèle Destinie, et la Cnaf depuis quelques années avec le modèle Myriade, se sont engagés dans cette même voie pour leurs travaux de simulation et de projection. Un travail de recherche également réalisé à la Cnav a permis de confirmer la pertinence de l'orientation choisie.

**SCHEMA GENERAL D'ORGANISATION DU
MODELE DE PROJECTION A LONG TERME DE LA CNAV**



La réforme de 2003 accroît le nombre et le degré de finesse des données administratives nécessaires au calcul des droits. L'exemple des différentes notions de durée selon les mesures¹ illustre la nécessité d'intégrer ce niveau fin d'information dans les outils de projection et de simulation de la Cnav.

I - Les informations de la base initiale : contenu et traitements

Dans le dossier informatisé d'un assuré sont enregistrés les éléments d'identification (naissance, sexe, éventuellement décès, ...) et pour chaque année de validité : les salaires perçus, l'AVPF², les périodes assimilées (chômage, maladie, invalidité, service militaire, ...), certaines périodes d'activité effectuées dans les autres régimes. Les transitions d'un état à un autre sont donc retranscrites dans cette base (passage « emploi-chômage », « salarié du régime général à artisan », par exemple). Les durées d'assurance validées s'expriment en trimestres³ et sont « reportées » au compte de l'assuré par année civile sans être affectées précisément à un numéro de trimestre. Il est ainsi possible de reconstituer une chronologie des événements.

Mais selon l'âge de l'assuré, l'information n'étant pas complète, un important travail préalable de complétion des carrières a été réalisé (voir infra).

Pour les retraités, les informations suivantes sont conservées : salaire annuel moyen, durée effectuée au régime général, durée dans un autre régime, majoration de durée d'assurance pour enfant, ..., et les éléments du montant de la pension (avantage principal, minimum contributif et avantages complémentaires).

Un apport du modèle : un « pas » trimestriel dans la projection

Le choix a été fait dans le modèle, pour les années de projection, de traduire la carrière des assurés en états trimestriels afin de :

- prendre en compte avec plus de précision les trajectoires individuelles,
- reproduire les effets de la mécanique actuelle de validation des durées,
- pouvoir adapter le modèle à de futurs changements législatifs.

Ainsi, en projection, chaque individu se voit affecter un événement ou une situation à chaque trimestre de l'ensemble de sa carrière.

Le support du modèle : un échantillon au 1/20^{ème}

Un échantillon au 1/20^{ème} a été tiré en mai 2004 sur la population des assurés et des retraités du régime général (générations 1900 à 2003) enregistrée dans les systèmes nationaux de gestion de la Cnav (Référentiels Nationaux). Cet échantillon comprend 3,6 millions d'individus (hors création d'individus par naissance ou immigration sur la période de projection). La taille est un

¹ Durée d'assurance pour le taux, somme des durées tous régimes alignés pour le calcul du salaire annuel moyen pour les polypensionnés, retraite anticipée, surcote, minimum contributif, ...

² Assurance Vieillesse des Parents au Foyer

³ Les trimestres de cotisation ne correspondent pas à une durée réelle d'activité. Ces trimestres se déduisent directement du salaire annuel plafonné : un trimestre est validé toutes les tranches de montant égales à 200 heures de SMIC. Les trimestres de périodes assimilées se rapprochent davantage d'une durée réelle. Ils sont déduits du nombre de jours calendaires durant lesquels l'assuré a connu une telle situation. Un trimestre est validé tous les 60 jours de maladie, tous les 50 jours de chômage, tous les 90 jours de service militaire...

autre atout du modèle de la Cnav, permettant des analyses fines, sur des catégories particulières d'assurés ou de prestations, même peu nombreuses⁴.

Complétion des carrières

Les fichiers de la Cnav, sur lesquels est basé le modèle contiennent donc la carrière de tous les individus. La mise à jour de ces carrières est annuelle ou en continu pour les assurés du Régime Général et de la Cancava⁵, pour les personnes bénéficiant de l'AVPF, ainsi que pour la plupart des personnes validant des périodes assimilées (PA). Cependant, un certain nombre de périodes validées ne sont renseignées qu'à 53 ans, ou à partir de 58 ans grâce à la régularisation de carrière ou lors de la liquidation.

Rythme d'alimentation des données dans les référentiels nationaux

Type de report	Fréquence d'alimentation
Activité RG	Alimenté en continu
Cancava	
AVPF	
PA Chômage indemnisé	
PA invalidité + rente AT	
PA maladie (hors invalidité, rente AT)	
Périodes assimilées autres	
Msa Salariés	Connu à 53 ans
Organic	
Msa Exploitants	
Chômage non indemnisé	Connu à la liquidation ou à la régularisation de carrière
PA militaire	
Période reconnue équivalente RG	
Autres Régimes Non alignés(hors Msa)	

Un travail de complétion des carrières dans le passé, indispensable et préalable à la projection, a donc été réalisé sur la population des individus n'ayant pas encore liquidé leur retraite.

La méthode de complétion a été fondée sur les carrières entièrement connues, c'est-à-dire celles des prestataires ou des assurés avec régularisation de carrière, et différenciées selon les tranches d'âge.

Ces imputations se font à l'aide de méthodes statistiques différenciées par sexe et intégrant les variables telles que :

- la génération,
- l'âge au moment de la période sans report,
- la durée de cette période,
- les types de reports antérieurs et postérieurs,
- les salaires antérieurs et postérieurs,
- la présence d'autres vides au sein de la carrière.

⁴ Cette taille est réduite en fonction de la durée des temps de traitement informatique et de la précision recherchée.

⁵ Caisse autonome nationale de compensation de l'assurance vieillesse artisanale.

Les premiers résultats de l'Echantillon Inter-régimes de Cotisants (EIC) constitué par la Drees ont permis de vérifier et d'ajuster les résultats de cette opération sur les durées validées jusqu'à 2001.

Imputation d'un âge de fin d'études

Utilisé en particulier pour la détermination du salaire des individus en projection, un âge de fin d'études est également estimé pour chaque individu de l'échantillon, à partir de sa chronique d'emploi et de salaire.

Pour déterminer cet âge de fin d'études, la méthode suivante a été mise au point : lorsque l'assuré a eu un premier report avant 30 ans, la validité au cours de laquelle la hausse annuelle moyenne du salaire réel plafonné est pour la première fois supérieure à 10% est considérée comme étant l'année de "vrai" début de carrière. Les salaires perçus avant correspondent pour la plupart à des emplois d'été effectués pendant les études.

Lorsque pour certains assurés, la hausse annuelle moyenne n'atteint jamais ce seuil entre deux salaires annuels successifs, l'âge de début de carrière est considéré égal à l'âge de premier report tous régimes.

Compte tenu des dates de fin d'études des assurés du champ du régime général présents dans l'enquête Emploi, supposer que l'année de fin d'études est celle qui précède ce début de carrière tous régimes s'est révélé optimal.

Pour les assurés ne présentant aucun report avant l'âge de 30 ans, il a été décidé que les âges de fin d'études seraient calculés afin que la répartition des âges de fin d'études sur l'ensemble des assurés respecte celle délivrée par l'enquête Emploi de l'Insee.

En projection, l'âge de fin d'étude se stabilise, en moyenne, autour du niveau atteint par la génération 1974, de la même manière que procède Destinie (et en l'absence d'informations supplémentaires).

II - Démographie

Les hypothèses d'évolution démographiques sont déterminées par l'INSEE : fécondité, mortalité, migrations. Les projections qui en résultent, produites par l'Insee ne sont pas détaillées par régime, mais pour l'ensemble de la population résidente, à un niveau de détail relativement agrégé.

Dans cette première version du modèle, la population au régime général suit les mêmes caractéristiques d'évolution démographique que la population générale. Deux raisons principales conduisent au choix de cette hypothèse : le régime général rassemble déjà près des deux tiers des actifs et son importance ne cesse de croître ; les études comparatives menées en interne, notamment sur la mortalité, confirment la similitude des deux populations. Une étude en cours commanditée par la CNAV à l'INED devrait permettre de donner une évaluation plus précise de la pertinence de distinguer les évolutions démographiques du régime général par rapport à celle de la population générale.

Naissances

Un travail de complétion des naissances dans le passé, préalable à la projection, a été effectué. Le régime général ne connaît, en effet, la présence d'enfants qu'au moment de la liquidation à travers les avantages familiaux qu'il attribue, comme la majoration de durée d'assurance de deux ans par enfant élevé (pour les femmes uniquement) et la bonification de la pension de 10 % (pour les personnes, hommes et femmes, qui ont eu trois enfants ou plus).

Une méthode permettant de reconstituer les naissances des enfants des hommes et des femmes a été mise au point. Les éléments imputés ne sont pas les mêmes selon les sexes. Pour les hommes, seule la descendance finale suffit pour le calcul des droits. Pour les femmes, il est nécessaire de reconstituer le calendrier des naissances, pour poursuivre la vie féconde des femmes n'ayant pas encore atteint l'âge limite. Cet élément est utilisé pour la projection de l'activité des femmes qui dépend, entre autres, de l'âge du dernier enfant et du nombre d'enfants à l'instant t .

Pour les femmes, une modélisation (« logit ») a été mise au point conjointement avec l'Ined, fondée sur les données de l'Enquête famille 1999 de l'Insee. La probabilité d'une naissance supplémentaire dépend de la génération, de l'âge de fin d'études, du rang de naissance et de l'âge du benjamin. Les éléments de la carrière des femmes viennent compléter la méthode d'imputation des enfants (les interruptions de carrière, la perception de prestations au titre de l'AVPF, la présence de périodes assimilées « maladie » d'une durée correspondant à celle d'un congé maternité).

En projection, pour les femmes, le calendrier des naissances de leurs enfants est simulé en utilisant une équation logistique semblable, contrôlée pour respecter les trois hypothèses de fécondité fixées par l'Insee pour les nouvelles projections du Cor. Pour les hommes, leur descendance finale est définie en fonction de la répartition des hommes selon la génération et le nombre d'enfants observée dans l'Enquête « Famille », puisqu'il n'est pas utile de positionner les naissances au cours de leur carrière.

Mortalité

Les scénarios d'évolution de la mortalité introduits dans le modèle en projection sont ceux établis par l'INSEE sur la base du recensement de la population de 1999.

Les quotients de mortalité sont fonction de l'âge et du sexe. Nous envisageons par la suite de distinguer l'évolution de la mortalité selon l'âge de fin d'études ou encore selon l'état de santé (en particulier pour les inaptes ou les invalides auxquels le régime général verse des prestations particulières). Mais cela nécessiterait un important travail en interne ou en collaboration avec l'Ined.

Immigration

L'échantillon ne contient pas le critère de nationalité, seul celui du pays de naissance (né en France ou né à l'étranger) est employé. En cours de projection, le nombre des individus nés à l'étranger « entrant » dans le modèle est fondé sur les flux d'immigrants « nés à l'étranger » observés dans le passé à partir des fichiers de carrière de la Cnav. Le flux d'entrée est fixé à environ 120 000 individus par an sur toute la période de projection, et est supposé respecter la structure par âge moyenne déduite de nos observations. Ce flux est supposé concordant avec le solde migratoire de 50 000 personnes communiqué par l'INSEE qui le calcule également à partir de l'observation des flux d'« entrées-sorties » observés au cours des trente dernières années.

Le modèle garde l'ensemble des individus en mémoire même s'ils quittent le territoire métropolitain, car dès lors qu'un individu valide un trimestre au régime général, il y conserve un droit à pension.

III - La modélisation des statuts d'activité : les « transitions »

Les situations au regard de l'activité sont modélisées pour attribuer à chaque individu un statut chaque trimestre de chaque année projetée. Ce module de transition s'applique aux assurés ayant déjà eu un report au régime général. Pour les personnes qui n'ont pas encore eu d'activité au régime général, un module spécifique leur est appliqué afin de déterminer leur probabilité d'entrer au régime général, de rester inactif ou bien de prolonger leur activité dans un autre régime.

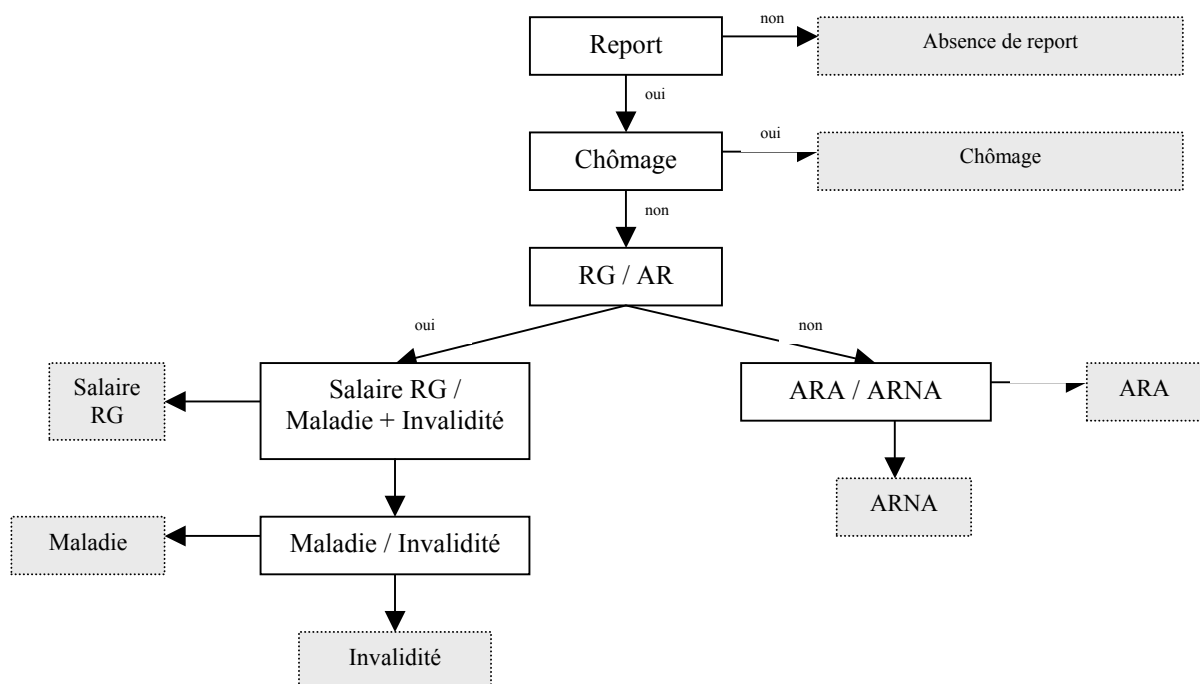
Pour le module s'appliquant aux assurés ayant déjà cotisé au régime général, il s'agit de simuler le partage de la population entre actifs et inactifs, et au sein des actifs, entre salariés du régime général, salariés d'autres régimes, chômeurs etc.

On détermine ainsi à chaque « pas » de la projection (trimestre) si un individu est dans l'une des situations suivantes :

1. En activité au régime général (RG),
2. En activité dans d'autres régimes alignés (ARA)
3. En activité dans d'autres régimes non alignés (ARNA),
4. Au chômage,
5. En maladie avec indemnités journalières,
6. En invalidité ou en accident du travail,
7. Dans une autre situation ne permettant pas de valider de trimestres.

L'état est déterminé en appliquant pour chaque individu des équations logistiques⁶ déterminant des probabilités de transition d'être ou non dans une des situations énumérées ci-dessus ; cette probabilité est ensuite comparée à un aléa qui permet soit d'imputer cette situation, soit d'enchaîner avec le calcul de la probabilité de transition de la situation suivante.

A titre d'exemple, on calcule la probabilité qu'un individu ait d'avoir un report. Si cette probabilité est inférieure à un nombre aléatoire, on impute une absence de report. Sinon, l'individu a un report de type « RG », autres régimes (ARA/ARNA), maladie, chômage, invalidité qu'il s'agit ensuite de déterminer. On enchaîne alors en calculant d'abord sa probabilité d'être au chômage ou non. Si cette probabilité est inférieure à l'aléa tiré, on affecte du chômage à cet individu pour le trimestre considéré. Sinon l'individu relève alors soit du RG, soit d'un autre régime, etc.



⁶ Les équations sont différenciées selon le sexe et la tranche d'âge des assurés.

Les équations de transition contiennent des variables portant, par exemple, sur les situations précédentes telles que le nombre d'états validés (les 8 trimestres antérieurs), le nombre de trimestres de chômage sur les 5 dernières années, le nombre de trimestres des 2 dernières années au régime général ou dans un autre régime, mais également les caractéristiques du salaire, l'âge du dernier enfant et le nombre d'enfants pour les femmes, ...

IV - Estimation des salaires individuels en projection

Les salaires projetés alimentent les salaires des actifs au régime général au fil de la projection, en fonction de leur situation d'emploi. Ils permettront également de calculer les masses de cotisations pour chaque année.

La modélisation des salaires a été basée sur la période 1999-2002, années à partir desquelles les montants des salaires déplafonnés sont disponibles. La modélisation permet de reconstituer des masses salariales plafonnées et déplafonnées⁷. Les masses de cotisations annuelles sont ensuite obtenues par application des taux de cotisation.

Il y a deux types d'équations, selon que la période d'emploi se situe avant l'âge de fin d'études ou après. L'âge de fin d'études étant une variable importante de la détermination des salaires, cette distinction est nécessaire pour pouvoir effectuer correctement la modélisation des salaires.

Les équations de salaire sont différenciées selon le sexe et les principales variables qui déterminent le salaire d'un individu, une année donnée, sont les suivantes :

- l'âge de fin d'études,
- l'expérience sur le marché du travail (âge – âge de fin d'études),
- la présence de chômage le trimestre précédent,
- la présence d'une période de chômage dans la carrière,
- la présence d'une période d'invalidité,
- le pays de naissance (né à l'étranger/né en France),
- la génération,
- le nombre d'enfants, ...

En projection, on applique les deux types d'équation (avant ou après l'âge de fin d'études) si un report de trimestre « régime général » est reporté au compte (après l'étape des transitions). Le salaire annuel ainsi estimé est alors proratisé en fonction du nombre de ces reports de trimestres « Régime général » projetés cette année là. Le nombre de trimestres cotisés au régime général est ensuite calculé selon le barème en vigueur.

⁷ Cette modélisation s'inspire de travaux préalables menés sur les salaires plafonnés des années 1947 à 2000 tirés des fichiers de la Cnav (T. Debrand et A-G Privat, 2004, « Salaires individuels et évolutions macroéconomiques en France » Revue de l'OFCE, avril 2004).

V - Départ à la retraite

Module de calcul du montant des pensions

Le modèle calcule les pensions des individus sous les législations suivantes :

- législation 1993 « Balladur »,
- législation 2003 « Fillon ».

Les variables suivantes ont été intégrées dans ce module :

- le calcul du salaire annuel moyen (nombre d'années de salaires, proratisation pour les polypensionnés, exclusion des faibles salaires, ...),
- les différentes notions de durées (durée d'assurance pour le taux, pour la proratisation de la pension, durées cotisées, validées selon les différentes mesures : minimum contributif, surcote, ...),
- la baisse de la décote et la surcote,
- les évolutions du minimum contributif et du plafond,
- la mesure de départ anticipé, ...

Date de départ à la retraite

Avant la réforme 2003, une forte concentration des départs était constatée : 84 % des nouveaux retraités liquidaient leur retraite aux âges exacts de 60 et de 65 ans, et 97 % entre 60 et 65 ans. L'absence de surcote et surtout l'importante décote de 10% par an sur le montant de la pension incitaient fortement à un départ au moment de l'obtention du taux plein (par la durée, l'âge ou le critère d'inaptitude).

L'allongement de la durée d'assurance à partir de 2009, l'instauration de la surcote, avec application dès 2004 et au taux de 3% par an, et la baisse très progressive de la décote vont modifier cette répartition.

Pour l'instant, la Cnav ne dispose pas d'éléments sur la réaction des assurés face à la surcote et à la baisse de la décote. L'effet ne pourra vraisemblablement être observé, à partir des fichiers de la Cnav, qu'après un délai de 2 à 3 ans. Il est à noter que 4% environ d'un flux de nouveaux retraités avaient continué à cotiser, en l'absence de surcote, alors qu'ils avaient déjà atteint la durée nécessaire pour le taux plein.

L'enquête lancée à l'initiative de la Direction de la Prévision et de l'analyse économique, en collaboration avec le Cor, la Cnav, l'Insee et la Drees, sur les motifs et choix de départ à la retraite devrait amener des premiers éléments. Cette première enquête permettra de hiérarchiser les critères de choix (situation professionnelle, familiale, état de santé, etc.) et de mesurer la sensibilité des assurés à la surcote et la décote. Ces résultats pourront être introduits dans la modélisation de la Cnav.

Seul le modèle Destinie (Insee) est en mesure aujourd'hui de donner des éléments sur le changement de comportement en matière de départ en retraite. Ces éléments ont permis d'asseoir les hypothèses de l'exercice de projection du Cor.

Le modèle de la Cnav dans sa version actuelle permet plusieurs approches :

A) départ systématique au moment où l'assuré obtient le taux plein, dans les conditions de la réforme 1993 et dans celles de 2003. Cette méthode permet de mesurer l'effet mécanique de l'allongement de la durée d'assurance pour l'obtention du taux plein en tenant compte de l'évolution des carrières.

B) Calage des départs en fonction des hypothèses de décalage de l'âge de départ définies par le Cor à partir des résultats de Destinie.

Il s'agit de prendre comme point de départ les comportements constatés avant réforme et de les moduler, en intégrant les changements mesurés par Destinie et repris dans les hypothèses du Cor.

Schéma général :

Chaque assuré, dès l'âge exact de 60 ans et jusqu'à ce qu'il liquide sa pension (ou qu'il décède), rentre dans la « boucle » trimestrielle suivante (voir annexe).

1) Chaque trimestre, chaque assuré est classé dans une des catégories suivantes (et il pourra en changer d'un trimestre à l'autre) selon qu'il vérifie les conditions :

1. taux plein par la catégorie (inaptitude, invalidité),
2. taux plein par la durée d'assurance requise,
3. taux plein par l'âge (à 65 ans),
4. taux plein par l'âge (et âge supérieur à 65 ans),
5. taux inférieur au taux plein.

Parmi ces assurés, certains, bien qu'ayant atteint auparavant la durée requise pour le taux plein, poursuivent une activité pour bénéficier de la surcote.

2) Des taux (probabilités) de départ ou de poursuite sont déterminés à partir des années 2001 et 2002, en prenant en compte selon les catégories la situation au regard de l'emploi.

Cette base vise à reproduire les comportements constatés en reprenant la répartition par taux de liquidation, avant réforme, donc, mais en introduisant néanmoins, de manière mécanique, l'effet de l'allongement de la durée nécessaire pour le taux plein de la réforme 2003.

3) Ensuite, il s'agit d'intégrer plus complètement les effets de la réforme, en particulier ceux liés aux changements de comportement, repris dans les hypothèses du Cor reposant sur les résultats du modèle Destinie.

L'ajustement des probabilités se fait par itérations afin de parvenir au calage. Cette méthode, certes empirique, a l'avantage de pouvoir mesurer précisément l'effet de ces hypothèses sur les flux de pensionnés et en particulier sur l'évolution de la pension moyenne. En effet, une fois les probabilités de transition ajustées, celles-ci pourront faire l'objet de variantes, permettant d'éclairer les hypothèses retenues.

C) D'autres méthodes en cours de test.

La méthode « Stock&Wise » n'a pour l'instant pas produit de résultats aussi satisfaisants que ceux produits par Destinie avec cette même méthode.

Ce module de départ à la retraite fera l'objet d'améliorations dans la version ultérieure du modèle.

ooo

Annexe

Départ selon le taux de liquidation

A partir du trimestre où l'assuré atteint 60 ans, et pour une année N et un trimestre T :

(P=probabilité)

