

CONSEIL D'ORIENTATION DES RETRAITES

Séance plénière du 22 octobre 2013 à 14h30

« Les outils statistiques et les systèmes d'information sur les retraites »

<b>Document N°11</b>
----------------------

<i>Document de travail, n'engage pas le Conseil</i>
---

**Les biographies du modèle DESTINIE II : rebasage et projection  
(en attente de validation du document de travail)**

*INSEE*



**NOTE**

Au Conseil d'Orientation des Retraites

Dossier suivi par :  
Marion Bachelet  
Audé Leduc  
Anthony Marino  
Tél. : 01 41 17 60 19  
Fax : 01 41 17 60 45  
Mél : [DG75-G210@insee.fr](mailto:DG75-G210@insee.fr)

Malakoff, le 10 octobre 2013  
N° 14 -13/DG75-G210/ MB

**Objet : Les biographies du modèle Destinie II : rebasage et projection  
(en attente de validation du document de travail)**

Le modèle Destinie réalise des projections à long terme en simulant des trajectoires démographiques, familiales, professionnelles et salariales au niveau individuel. Il est ainsi particulièrement utile pour donner un éclairage sur l'évolution future de prestations liées à la démographie, comme cela est fait pour les pensions de retraite ou la prise en charge de la dépendance (Marbot et Roy, 2012, [8]).

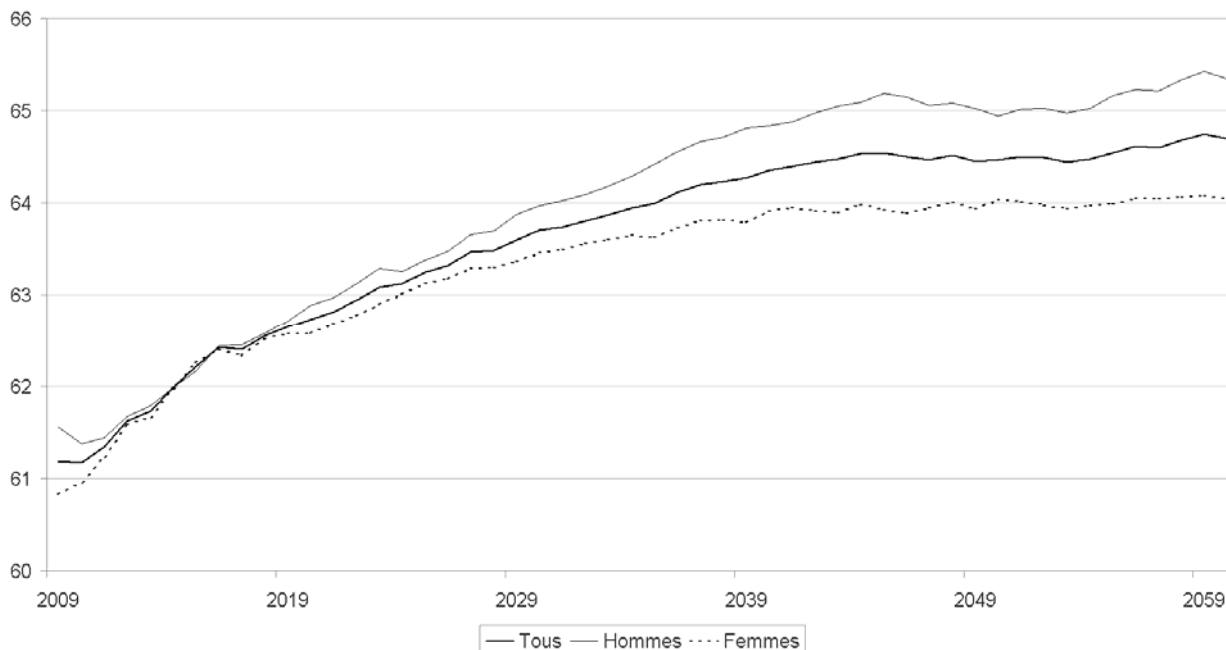
Il a été employé le plus souvent pour évaluer les effets à long terme des réformes relatives aux retraites. L'existence de barèmes complexes pour définir le montant des revenus de remplacement rend l'approche individuelle particulièrement importante. L'apport de la microsimulation est donc double puisqu'elle permet de rendre compte des effets des réformes au niveau microéconomique (par exemple au travers des âges de liquidation) et au niveau macroéconomique (en donnant, par exemple, la part des retraites dans le PIB).

Les graphiques 1 et 2 donnent des exemples de l'usage qui peut être fait de ce modèle.

Le graphique 1 porte sur l'évolution des âges de liquidation. La projection de ces âges dépend des hypothèses de comportement de départ à la retraite, comme l'ont mis en avant Bachelet, Beffy et Blanchet ([2], 2011). Le graphique 1 ne présente le résultat de cette projection que sous une seule hypothèse : les personnes en emploi sont supposées se fixer une cible de taux de remplacement, les autres (chômeurs et inactifs) liquident au taux plein.

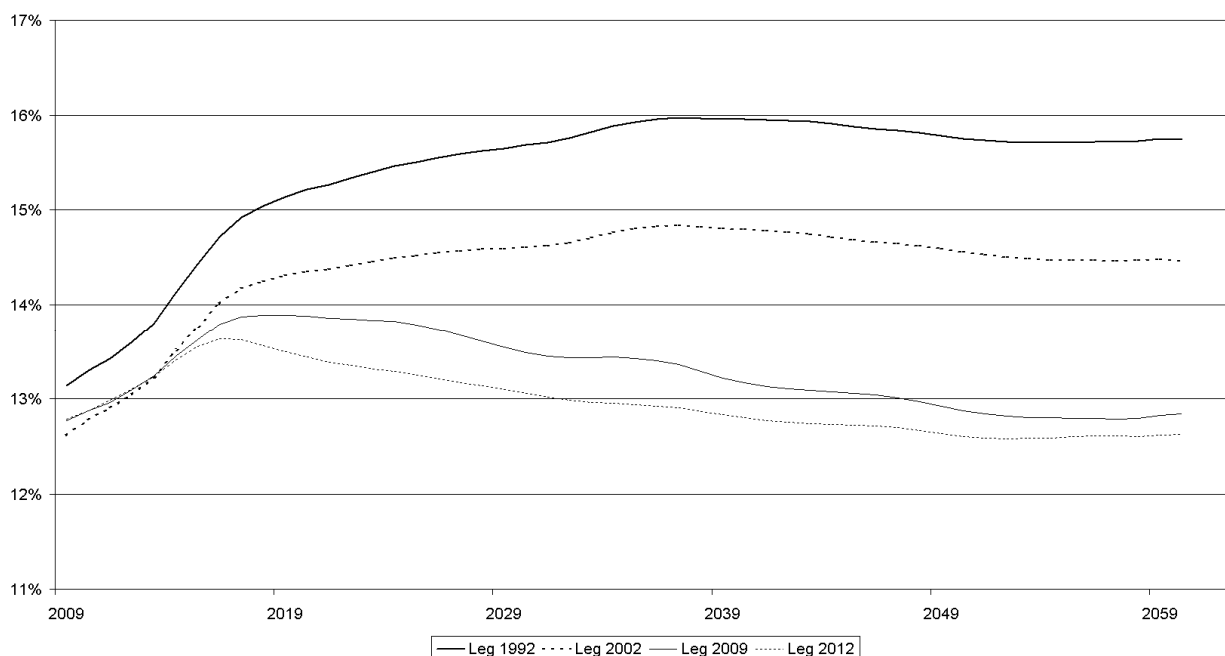
Le graphique 2 présente l'évolution de la part des pensions dans le PIB en projection jusqu'en 2060 selon les différentes législations. Ainsi, la législation « Leg 2002 » inclut toutes les mesures prises jusqu'en 2002. L'écart entre les courbes relatives à deux législations reflète donc l'effet en projection de nouvelles réformes sur la part des pensions dans le PIB. Les âges de liquidation tendent nettement à augmenter en raison d'âges d'entrée dans la vie active plus tardifs et de modification de modes de calcul suite aux réformes. Par exemple, les réformes de 1993 et 2003, ayant allongé la durée de cotisation pour bénéficier d'une retraite à taux plein, ont des effets à long terme, tandis que la réforme de 2010, qui a relevé les âges légaux de départ, a un effet de plus court terme.

Graphique 1 : Évolution de l'âge moyen de liquidation par année en législation 2012  
 (sous les hypothèses du scénario B des projections de 2012 du COR et de comportement de départ suivant : cible de taux de remplacement pour les personnes en emploi, taux plein pour les autres)



Note : les résultats sont lissés par une moyenne mobile d'ordre 5.

Graphique 2 : Évolution de la part des retraites dans le PIB selon la législation en matière de retraites (sous les hypothèses du scénario B du COR)



Note : pour chacune de ces législations, les salaires portés au compte et pensions sont revalorisés sur les prix, ce mode d'indexation ayant été pratiqué dès 1987. Les résultats sont lissés par une moyenne mobile d'ordre 5.



La version actuelle du modèle Destinie, dite « Destinie II », est constituée de deux blocs. Le premier bloc est un générateur de biographies. Il simule les trajectoires individuelles démographiques, familiales, professionnelles et salariales à un horizon lointain. A partir d'une base de données microéconomiques, les biographies des individus sont prolongées. Le second bloc est constitué de modules thématiques qui intègrent des normes comportementales et législatives et déterminent ainsi le recours et le montant des prestations. Ainsi, le module « Retraite » simule-t-il l'évolution de l'âge de liquidation et du montant des pensions et le module « Dépendance » celle du niveau de dépendance, des prestations qui y sont rattachées, ou encore de la répartition de la prise en charge des dépendants entre le domicile et les institutions.

Ce document de travail est consacré à la refonte et à la mise à jour du premier bloc du modèle réalisées en 2012-2013. Il traite plus particulièrement de la simulation des trajectoires sur le marché du travail qui consiste à estimer l'âge d'entrée dans la vie active et les transitions professionnelles et salariales des personnes. Il évoque aussi quelques modifications relatives à la simulation des trajectoires démographiques.

Destinie était jusqu'à présent basé sur l'enquête Patrimoine 2003-2004 et avait l'année 2040 comme horizon de simulation. La création d'un nouvel échantillon a constitué un travail statistique important à l'occasion duquel le modèle a été mis à jour et développé. Elle s'inscrit dans le prolongement des travaux successivement mis en œuvre au sein de la division Redistribution et Politiques Sociales du Département des Etudes Economiques, décrits notamment dans les documents [3] et [4].

Il est donc dorénavant basé sur l'enquête Patrimoine 2009 et réalise des projections à l'horizon 2060. Ce travail a aussi été l'occasion de ré-estimer les matrices de transitions nécessaires à la simulation des carrières. De nombreuses sources de données ont été mobilisées : l'enquête Patrimoine 2009/2010, les enquêtes Emploi (1990-2009), l'enquête Formation et Qualification Professionnelle (2003), les Enquêtes Annuelles de Recensement (2006-2010), l'enquête Génération 1998 et l'Échantillon Inter-régimes des Cotisants (2005).



# 1. Générer un échantillon à l'horizon 2060 : représentativité de l'année de base, simulations et calages

## 1.1. Architecture du programme

Les différentes étapes nécessaires à la création de l'échantillon sont résumées ci-dessous et représentées dans le schéma 1.

### **Source de l'année de base et de la partie rétrospective : l'enquête Patrimoine 2009**

L'enquête Patrimoine est une source particulièrement adaptée à l'exercice de projection réalisé par Destinie, et ce pour deux raisons. D'une part, cette enquête est riche en informations sur les carrières dont la précision est évidemment déterminante dans un modèle de choix de départ à la retraite. D'autre part, cette enquête retrace précisément les liens familiaux, ce qui est important, à la fois pour imputer un âge de début d'activité aux plus jeunes (puisqu'on fait une hypothèse de reproduction sociale, c'est-à-dire d'une corrélation entre les niveaux d'études des parents et des enfants, voir 2), pour le calcul des retraites (assurance vieillesse des parents au foyer, pensions de réversion, etc.) et pour prévoir les dépenses relatives à la dépendance puisque l'entraide familiale y joue un rôle non négligeable.

#### **Encadré 1 - L'enquête Patrimoine 2009**

L'enquête Patrimoine 2009 interroge des ménages qui sont composés au total de 35 729 personnes. Pour les besoins de Destinie, seules les familles nucléaires sont retenues. L'échantillon comporte donc 34 922 personnes (15 006 personnes de référence, 9 326 conjoints, 10 199 enfants, 391 beaux-enfants) formant 15 006 ménages. Puisque cette enquête pose aussi des questions relatives aux enfants hors du ménage, elle a l'avantage de fournir des informations complètes sur les structures familiales.

Elle donne par ailleurs des informations précises sur la carrière des personnes de référence du ménage et de leur conjoint grâce à un calendrier rétrospectif d'activité.

Pour la première fois en 2009, elle a aussi été réalisée dans les DOM. Ces observations sont conservées (au prorata de l'échantillonnage) dans le nouvel échantillon de Destinie.

L'enquête de 2009 surreprésente les personnes qui ont un haut revenu de manière à mieux appréhender leur patrimoine. La construction de l'échantillon de Destinie repart des poids de sondage corrigés de la non-réponse ; ce dernier ne surreprésente donc pas les personnes à haut revenu.

L'enquête a eu lieu entre octobre 2009 et février 2010. La majeure partie des enquêtés ayant été interrogée en 2009, on considère que l'échantillon de base de Destinie est constitué au 31 décembre 2009. Les personnes nées en 2010 sont supprimées de l'enquête (9 personnes). La notion d'âge correspond donc à l'âge atteint dans l'année 2009.

### **Mise en forme de la partie rétrospective, calage sur l'année de base et tirage d'un échantillon représentatif**

L'enquête est employée pour reconstituer l'historique professionnel de chaque personne ainsi que son environnement familial. Une fois la partie rétrospective de la base mise en forme, l'enquête Patrimoine est calée pour les besoins particuliers de Destinie. Par exemple, puisque la répartition de la population selon les âges est une donnée importante du modèle, il est important d'avoir une bonne représentativité de cette répartition par tranches d'âge précises ; on choisit ici des intervalles de 5 ans. Enfin, un échantillon est tiré dans la base. Il doit être représentatif de la population et doit inclure tous les membres d'une même famille afin que les liens familiaux continuent à se composer.



### Simulation de l'âge de fin d'études

L'âge de fin d'études est un facteur omniprésent dans la dynamique du modèle. Il est donc simulé en amont pour l'ensemble des enfants qui ne sont pas encore sortis des études. Lorsque les enfants ne sont pas encore nés en 2009, la simulation de l'âge de fin d'études se fait par la suite dès leur naissance.

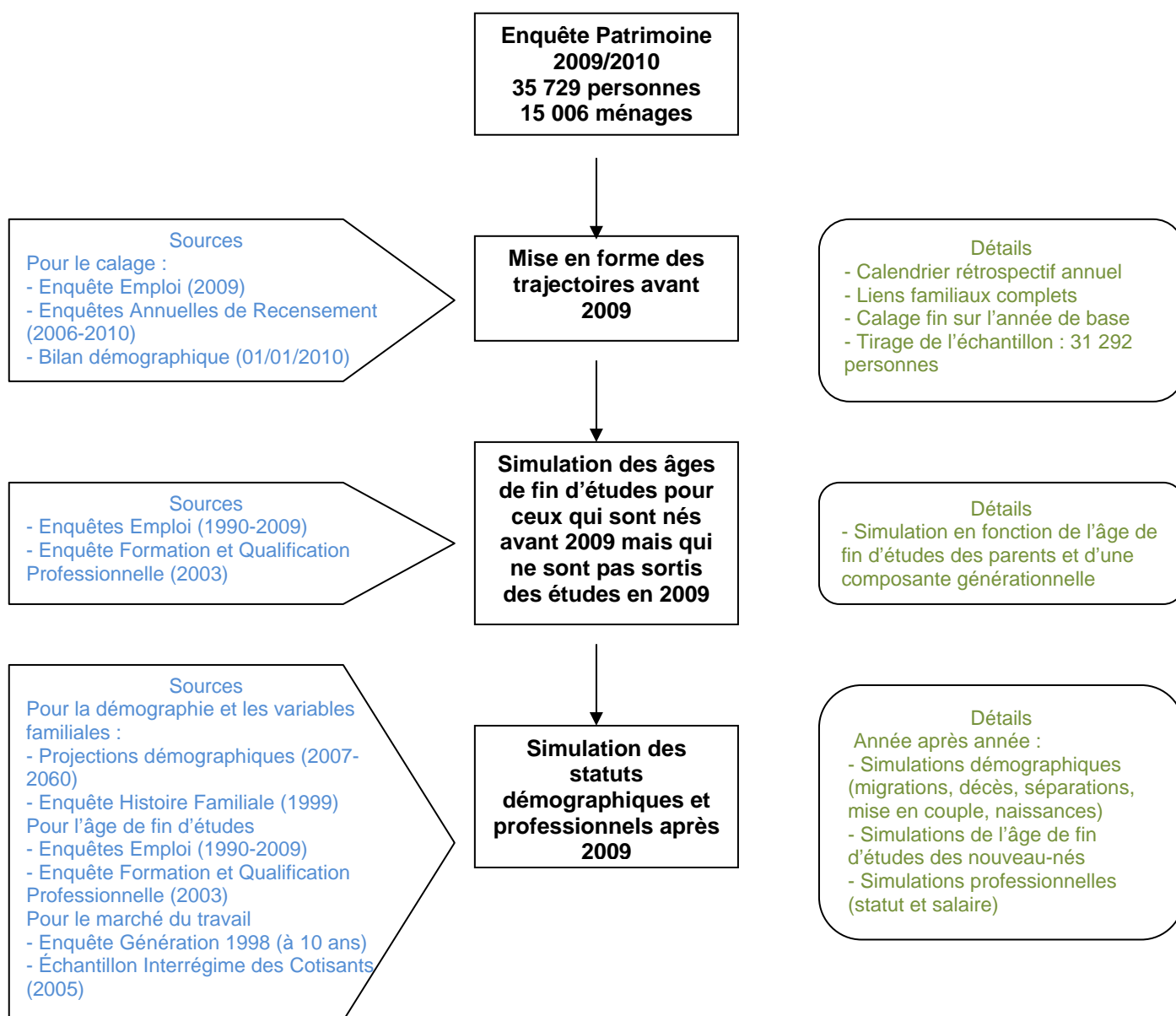
### Simulation des trajectoires démographiques

Chaque année, des migrations ont lieu, puis certaines personnes décèdent, des couples se séparent, de nouveaux couples se forment, enfin des enfants naissent.

### Simulation des trajectoires professionnelles

En parallèle, chaque année, les personnes connaissent une évolution de leur statut professionnel et de leur salaire.

Schéma 1 : Étapes de la constitution de l'échantillon à l'horizon 2060



## 1.2. Assurer la représentativité l'année de base

Afin que l'échantillon de Destinie soit représentatif de grandeurs spécifiques relatives au marché du travail et à la démographie, il est nécessaire de caler l'enquête Patrimoine et d'en tirer un échantillon représentatif.

### 1.2.1. Les calages macroéconomiques l'année de base

L'enquête Patrimoine est calée grâce à la macro CALMAR sur certaines grandeurs calculées l'année 2009 à partir de sources extérieures. Le calage consiste à modifier le plus légèrement possible les poids de tirage corrigés de la non-réponse de façon à assurer une représentativité parfaite de l'échantillon du point de vue de ces variables. Les marges sont calées sur des données auxiliaires constituant une référence. Le choix est fait de ne pas partir des poids de calage usuels de l'enquête Patrimoine mais de faire un calage spécifique pour les besoins de Destinie. Ce calage est effectué au niveau individuel mais en sommant les caractéristiques des personnes d'un même ménage de telle sorte que chaque personne d'un même ménage ait le même poids après calage.

Les cales relatives au marché du travail sont issues de l'enquête Emploi effectuée en France métropolitaine. Sur ces grandeurs n'est donc calée que la population de l'enquête qui ne réside pas dans les DOM. Les marges retenues sont :

- Les taux d'activité par sexe et par tranche d'âge décennale entre 15 et 64 ans.
- La part de salariés du public, du privé, part de chômeur et part d'indépendants par sexe et tranche d'âge (15-24 ans, 25-49 ans, 50-64 ans)

Un calage est aussi mené l'année de base pour les grandeurs démographiques (encadré 2).

#### Encadré 2 - Les calages démographiques sur l'année 2009

Le but est de disposer d'une pyramide des âges la plus proche possible de celle au 1<sup>er</sup> janvier 2010 du bilan démographique 2010. Initialement, la structure par âge de l'enquête Patrimoine 2009 a été calée sur l'enquête Emploi mais les tranches d'âge sont moins fines que celles retenues ici. De plus, l'enquête Emploi n'intègre pas tous les individus. Elle exclut en particulier les personnes vivant en institution. Afin de s'assurer que ces personnes, souvent âgées, soient correctement représentées, on utilise les Enquêtes Annuelles de Recensement. Les marges utilisées pour le calage sont constituées des grandeurs suivantes :

- Le bilan démographique par âge fin en 2010,
- La répartition par diplôme (Aucun/CAP ou BEP/Bac/Supérieur),
- La répartition par type de ménage (Adulte d'un couple avec enfant/ Adulte d'un couple sans enfant/ Adulte d'une famille monoparentale/ Enfant d'un couple/ Enfant d'une famille monoparentale/ Célibataire de moins de 25 ans/ Célibataire de plus de 75 ans/ Célibataire entre 25 et 74 ans),
- La répartition par taille urbaine (Agglomération parisienne/ Unité de plus de 100 000 habitants/ Unité de moins de 100 000 habitants/ Commune rurale).

### 1.2.2. Le tirage d'un échantillon représentatif

Suite au calage, un échantillon est créé grâce à un tirage systématique. Pour ce faire, on ne retient que les personnes de référence du ménage, on normalise le poids de chacun par la somme totale des poids, puis on tire un échantillon d'une taille fixe et choisie par tirage à probabilités inégales. Le ménage de la personne de référence est sélectionné autant de fois que la personne de référence l'est. Finalement, en tirant 15 000 personnes de référence, on obtient un échantillon de 31 292 personnes et donc un taux de sondage de la population française de 0,48 %.

Pour projeter les statuts professionnels et démographiques à l'horizon 2060, une variable importante dans les équations de transition est le nombre total d'enfants de la personne considérée. Si l'enquête Patrimoine renseigne sur ce point, elle ne permet pas de rattacher les enfants hors du domicile à leurs parents. En effet, sa structure ménage permet de connaître les liens familiaux mais uniquement lorsque que les personnes vivent dans le même logement. Or, au delà de l'information relative au nombre d'enfants total d'une personne, il peut être utile d'identifier précisément les relations entre les





personnes même lorsque celles-ci ne vivent plus dans le même logement. Par exemple, dans le cas de la dépendance d'un parent âgé, ce sont les enfants hors du domicile qui vont être sollicités comme aidants informels. En projection ces relations se tissent avec les transitions démographiques. En rétrospectif, elles sont imputées selon la méthode décrite dans l'encadré 3.

### **Encadré 3 - Rattacher les enfants hors domicile à leurs parents**

L'enquête Patrimoine interroge des ménages et une variable renseigne sur le lien qui existe entre les membres du ménage. Il est donc immédiat d'associer à des parents leurs enfants au domicile. Par contre, les enfants hors ménage ne sont pas nécessairement interrogés si le ménage auquel ils appartiennent ne fait pas partie de l'échantillon, et quand bien même ils le seraient par chance, aucune variable ne permet de reconstituer le lien qui les unit à leurs parents. L'enquête donne cependant des informations sur le diplôme, l'année de naissance, le sexe et l'activité des enfants hors du ménage d'une personne enquêtée. Ces informations permettent d'imputer un enfant hors ménage à un parent qui a un enfant hors de son ménage en choisissant cet enfant parmi les enquêtés qui ont les caractéristiques les plus proches de son « vrai » enfant hors ménage. La méthode utilisée est un appariement de type « hot deck ». La table des enfants hors ménage appariables et la table des parents sont triées selon ces variables et selon un aléa; puis appariées selon ces mêmes variables. Cette opération est répétée 5 fois en relâchant au fur et à mesure les critères d'appariement pour que tous soient appariés. Finalement, chaque parent retrouve exactement le nombre d'enfants qui lui est propre.

Une information importante pour mener à bien la création des liens familiaux est le statut de l'enfant : est-il celui du couple cohabitant, celui de la personne de référence uniquement ou du conjoint uniquement ? Cette précision permet d'ajuster la répartition correcte des femmes et des hommes selon le nombre de leurs enfants.

En pratique, les étapes de la méthode d'imputation sont les suivantes :

1) Création des liens entre les parents et les enfants d'un même ménage : L'enquête Patrimoine est une enquête au niveau ménage. Par ailleurs, une variable renseigne le lien familial entre les membres du ménage (personne de référence, conjoint ou enfant). Donc, la reconstitution des liens familiaux entre les personnes d'un même ménage est immédiate. Dans le cas des familles monoparentales, seul le lien entre l'enfant et le parent présent dans le ménage peut être créé lors de cette étape. Il reste donc un ensemble d'enfants qui n'ont qu'un parent dans leur ménage et qui seront ultérieurement appariés à un autre parent dont ils seront l'enfant hors ménage.

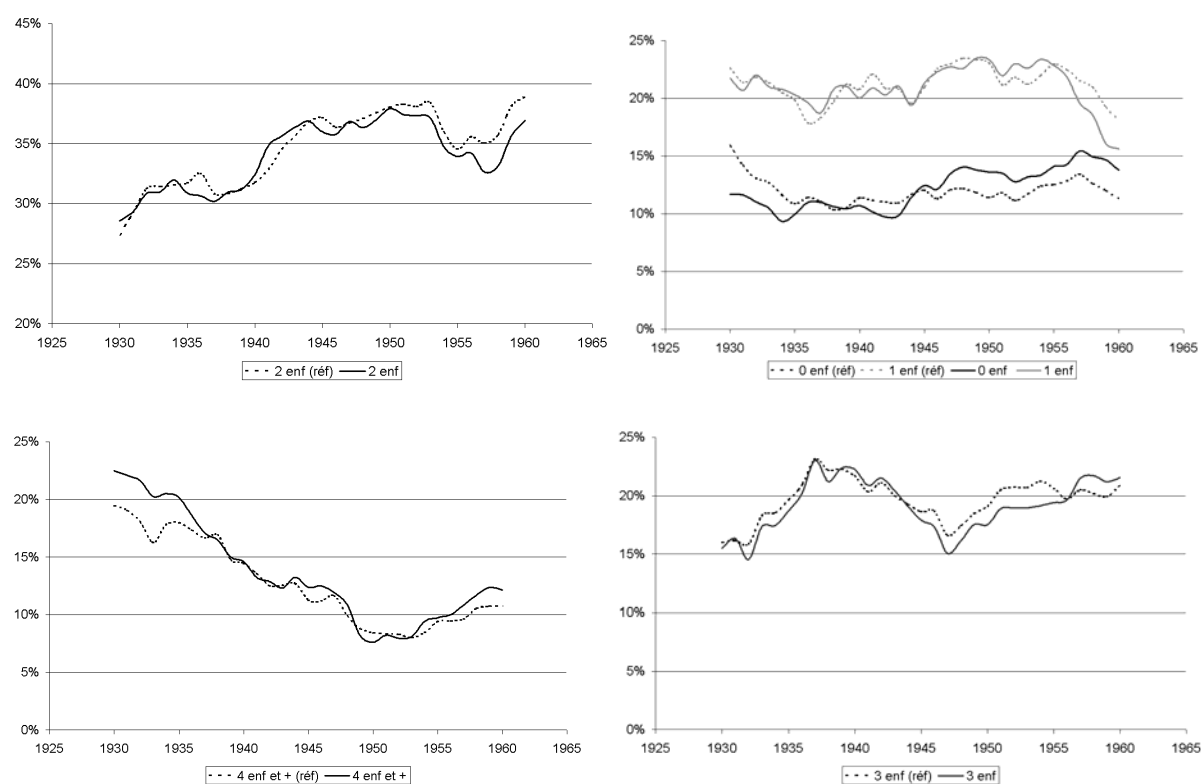
2) Création des liens entre les couples cohabitants et leurs enfants hors ménage : Des enfants hors ménage sont appariés aux couples cohabitants qui ont eu ensemble des enfants hors ménage. Comme les enfants sont hors du ménage de leurs deux parents, ils forment un propre ménage et sont donc représentés par un enquêté dont le statut est soit personne de référence soit conjoint. Comme l'enquête est représentative de la population française, ces enfants hors ménage sont représentés dans l'enquête par un jumeau parmi les personnes de référence ou les conjoints qui a les mêmes caractéristiques qu'eux. L'appariement est mené entre ces couples de parents et leurs enfants hors ménage selon la méthode « hot deck » décrite précédemment.

3) Création des liens entre un père et ses enfants hors ménage dans le cas d'une famille séparée ou recomposée : En cas de séparation, les parents ne vivent plus ensemble. Si l'enfant vit au domicile de sa mère (il est ainsi pour elle un enfant du ménage) mais pas à celui de son père (il est ainsi pour lui un enfant hors ménage) alors il convient de repérer dans le ménage des mères, les enfants qui n'ont pas de père et de les apparier à un père dont il est l'enfant hors ménage. Si les parents sont séparés et que l'enfant a formé son propre ménage (il est alors personne de référence ou conjoint dans l'enquête Patrimoine), il convient d'associer un de ces enquêtés qui a le statut de personne de référence ou de conjoint à un autre enquêté qui a aussi le statut de personne de référence ou de conjoint et est un père qui a un enfant hors ménage et qui vit séparément de la mère de cet enfant. L'appariement est toujours mené selon la méthode « hot deck » décrite précédemment.

4) Création des liens entre une mère et ses enfants hors ménage dans le cas d'une famille séparée ou recomposée : L'étape précédente est itérée pour les mères. Si une mère a un enfant hors ménage qui n'est pas celui de son conjoint cohabitant ou si elle vit seule, on lui apparie dans cette étape un enfant hors ménage qui a, dans l'enquête Patrimoine, soit le statut d'un enfant au domicile de son père, soit celui d'une personne de référence, soit celui d'un conjoint.



Graphique 3 : Répartition des femmes par nombre d'enfants dans l'enquête Patrimoine (référence) et dans l'échantillon de Destinie



Note : les résultats sont lissés par une moyenne mobile d'ordre 5

Le graphique 3 donne les résultats de cette imputation. Il s'agit de la répartition des femmes par nombre d'enfants calculé à partir de l'enquête Patrimoine 2009 en utilisant la variable de nombre total d'enfants (référence) et calculé à partir de l'échantillon de Destinie en utilisant la recréation des liens familiaux. Les résultats sont très proches.

### 1.3. Les ciblage macroéconomiques en projection

Les carrières et situations familiales des personnes sont décrites selon un pas annuel. Chaque individu a un unique statut pour une année N et transite selon des probabilités individuelles. Malgré tout le soin apporté à la spécification et à l'estimation des équations de comportement, l'imputation des événements dans Destinie ne conduit pas forcément au bon nombre d'actifs, de salariés du privé, du public, etc. Il faut donc ensuite procéder à des calages macroéconomiques.

Quelques éléments descriptifs sur ces ciblage démographiques en projection sont donnés dans l'encadré 4, tandis que la suite du texte détaille spécifiquement les calages à l'horizon 2060 des trajectoires professionnelles.



#### Encadré 4 - Les simulations démographiques après 2009

L'ordre d'imputation des événements démographiques à l'horizon 2060 est le suivant :

1. Migrations
2. Décès
3. Séparations
4. Mises en couple
5. Naissances

Les migrations sont calées de fait sur le solde migratoire par sexe des projections ; la répartition par âge est très proche de celle du solde officiel. La probabilité de décéder est estimée individuellement ; elle dépend du sexe, de l'âge courant et de l'âge de fin d'études. Un calage est fait sur les décès annuels par sexe, âge et année des projections officielles. Les séparations découlent uniquement de l'application des imputations des événements à partir des probabilités estimées de se séparer. Il en est de même pour les mises en couple. Enfin, les naissances sont estimées sur la base de probabilités estimées et appliquées à toutes les personnes en couple (y compris les migrantes). Elles sont ensuite calées sur le nombre officiel des naissances.

#### **Les hypothèses économiques de projection du COR fournissent des cibles de chômage, d'évolution des salaires réels et d'emploi public**

Dans le cadre des exercices de projection, le COR fournit plusieurs scénarios présentés dans le XI<sup>ème</sup> rapport [6].

L'exercice de projection de 2012 intègre plus précisément trois scénarios A, B et C et deux variantes A' et C' qui correspondent chacun à des profils différents de sortie de crise à moyen et long termes.

A court terme, tous les scénarios suivent la même trajectoire. En revanche, la trajectoire de long terme est fonction de l'évolution de la population active, du taux de chômage et des gains de productivité du travail. L'évolution de la population active étant commune à tous les scénarios, ceux-ci diffèrent par leurs hypothèses de taux de chômage de long terme et de croissance de la productivité du travail (tableau 1).

Tableau 1 : Hypothèses économiques des scénarios et variantes du COR (projections 2012)

		Croissance annuelle de la productivité du travail à long terme				
		1 %	1,3 %	1,5 %	1,8 %	2 %
Taux de chômage de long terme	4,5 %			B	A	A'
	7 %	C'	C			

En outre, le COR établit des hypothèses d'évolution d'effectifs au sein de la fonction publique. Plus précisément, les effectifs sont supposés stables sur le long terme pour la fonction publique d'État. Les effectifs cotisants des fonctions publiques territoriale et hospitalière évoluent quant à eux comme l'emploi total sur le long terme.

Les hypothèses du COR sont ainsi utilisées pour déterminer :

- le taux de chômage de long terme considéré ;
- l'évolution des salaires réels ;
- la part d'emplois publics.



### **Les cibles de projection**

S'agissant des taux d'activité, les projections de population active (PPA, [7]) permettent d'intégrer des cibles par sexe et tranche d'âge décennales (25-34 ; 35-44 et 45-54 ans). Ce sont donc 6 séries de taux d'activité qui sont retenues comme cibles. Les taux d'activité des jeunes ne sont pas calés, ils dépendent directement de l'âge de fin d'études. Quant aux seniors, leur taux d'activité dépend du modèle de comportement de départ retenu dans l'outil retraite et de l'intégration éventuelle d'un effet horizon (voir 3.2.4).

Concernant le chômage, la série des taux considérée par le COR (selon le scénario) est déclinée par tranche d'âge décennale sur la base des rapports des taux de chômage par âge sur le taux de chômage global observés dans le passé (tableau 2).

Tableau 2 : Taux de chômage cible à long terme décliné par tranche d'âge selon les scénarios du COR

Age	15-24 ans	25-34 ans	35-44 ans	45-54 ans
Scénarios A, B et variante A'	11,4 %	5 %	3,7 %	3,2 %
Scénario C et variante C'	17,8 %	7,7 %	5,8 %	5,0 %

Enfin, pour la part d'emplois publics, une seule série est considérée et uniquement pour les moins de 55 ans.

### **La mise en œuvre des calages en projection**

Le calage en projection sur des cibles de chômage et d'activité s'effectue selon une méthode consistant à modifier légèrement chaque année les probabilités de transition entre les différents statuts professionnels. Une alternative aurait été de modifier les statuts après simulation de la trajectoire complète jusqu'en 2060. Mais cette méthode présente l'inconvénient de conduire à des trajectoires individuelles plus erratiques puisque la même trajectoire aurait pu, par exemple, être modifiée deux années consécutives pour les besoins du calage, conduisant à des changements de statuts très fréquents. La méthode utilisée pour perturber les probabilités de transition à des fins de calage est résumée dans l'encadré 5.

#### **Encadré 5 - Méthode de calage en projection par perturbation des probabilités de transition**

Dans le tirage aléatoire simple, un aléa est tiré dans la loi uniforme  $[0 ; 1]$  et s'il est inférieur à la probabilité considérée, la transition correspondante est effectuée. Néanmoins, cette méthode ne garantit pas que le nombre moyen d'individus retenus soit égal à l'espérance ni qu'il soit conforme aux cibles de calage que l'on se donne.

La méthode retenue règle ces deux inconvénients. Pour la simplifier, on la présente dans le cas d'un tirage à deux états.

Les transitions entre T et T+1 sont modélisées sous la forme d'arbres de décision. Il y a autant d'estimations d'arbres que de statuts en T, et cela pour chaque sexe. Cependant, les trois premiers nœuds de ces arbres concernent toujours successivement l'activité, l'emploi et le fait d'être titulaire de la fonction publique puisque les taux agrégés issus de ces transitions sont calés en projection. Les nœuds suivants ne faisant pas l'objet de calages peuvent suivre dans n'importe quel ordre (salarié du secteur privé, indépendant...).

Plus précisément, selon son statut en T, les trois premières alternatives de l'arbre pour chaque individu i sont guidées par :



- 1) Sa probabilité  $p_{1,i}$  d'être inactif en T+1 ;
- 2) S'il est actif, sa probabilité  $p_{2,i}$  d'être chômeur en T+1 ;
- 3) S'il est actif et en emploi, sa probabilité  $p_{3,i}$  d'être titulaire de la fonction publique en T+1.

Dans chacun des arbres de décision, on va légèrement modifier les probabilités  $p_{1,i}$ ,  $p_{2,i}$  et  $p_{3,i}$  pour se caler sur des cibles de statuts inactifs (premier nœud), chômeurs (deuxième nœud) et titulaires de la fonction publique (troisième nœud).

Pour la première étape, concernant le taux d'inactivité, on introduit un paramètre multiplicatif  $h$  tout en maintenant les rapports des probabilités entre individus.

Les probabilités d'être inactifs deviennent après calage :  $\frac{hp_{1,i}}{hp_{1,i} + 1 - p_{1,i}}$ .

S'il manque (resp. il y a trop) d'inactifs, on optera pour  $h > 1$  (resp.  $h < 1$ ).

Les transitions vers l'inactivité concernent dès lors les individus tels que :  $u_i < \frac{hp_{1,i}}{hp_{1,i} + 1 - p_{1,i}}$ , c'est-

à-dire tels que  $\frac{(1 - p_{1,i})u_i}{(1 - u_i)p_{1,i}} < h$ .

On veut que la perturbation soit la plus minime possible, c'est-à-dire que  $h$  soit le plus proche possible de 1, tout en atteignant exactement la cible du nombre d'inactifs fixée.

Les individus sont triés selon le ratio  $\frac{p_{1,i}(1 - u_i)}{u_{1,i}(1 - p_{1,i})}$  décroissant, et le dernier dans la proportion cible à atteindre définit la valeur  $h$  à retenir.

Les individus concernés par la transition vers l'inactivité sont donc ceux dont le ratio  $\frac{p_{1,i}(1 - u_i)}{u_{1,i}(1 - p_{1,i})}$  est le plus grand.

A l'issue de cette étape, la proportion exacte d'individus a été attribuée comme inactifs.

Pour les autres individus, ceux considérés actifs, on reproduit la même démarche pour se caler sur des taux de chômage.

Enfin, pour ceux n'étant ni inactifs ni chômeurs, la même étape est mise en œuvre pour atteindre la cible exacte de titulaires de la fonction publique.

Les graphiques 4 à 9 présentent les taux d'activité projetés dans Destinie, par tranche d'âge décennale et sexe, ainsi que ceux issus des projections de population active (PPA), tout d'abord, en évolution spontanée (c'est-à-dire sans calage, graphiques 4 à 6), puis après calage en projection (graphiques 7 à 9).

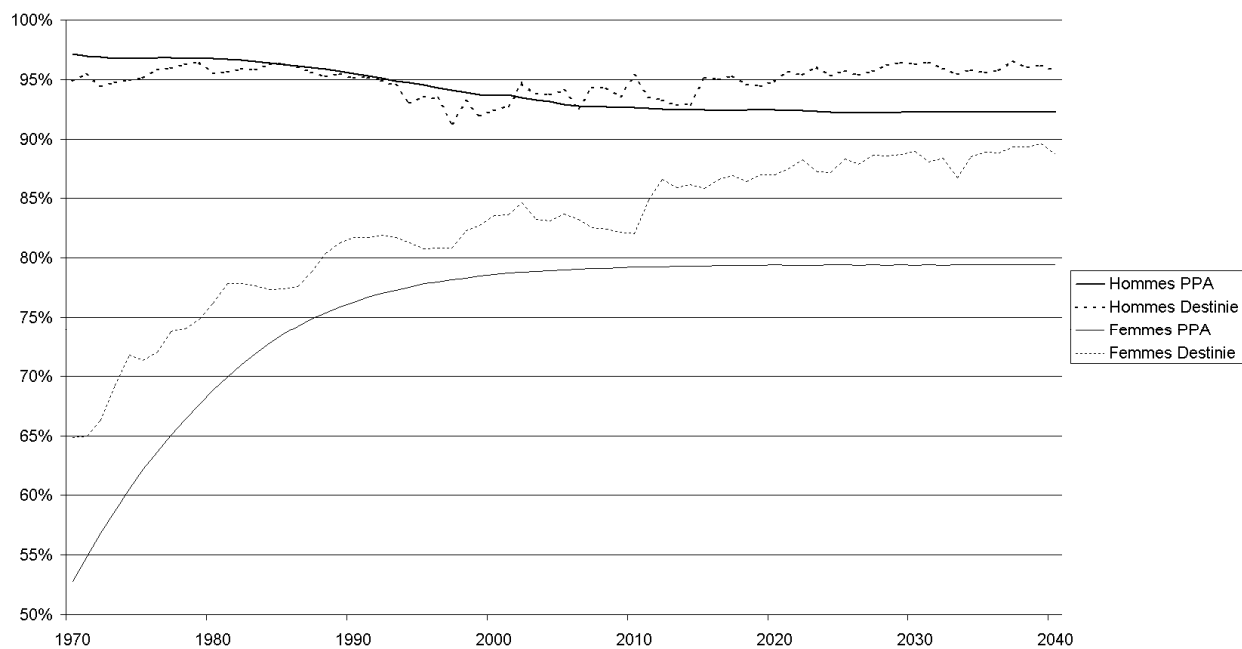
La comparaison a été effectuée avec les PPA de 2007 parce qu'elles reposent sur des âges au 31/12 comme c'est le cas dans Destinie. Les PPA effectuées en 2011 considèrent, quant à elles, des âges courants.

Par souci de parcimonie, les graphiques sans calage des taux de chômage et de la part de titulaires de la fonction publique ne sont pas présentés dans ce document. Cependant, les séries avec et sans calage restent proches.

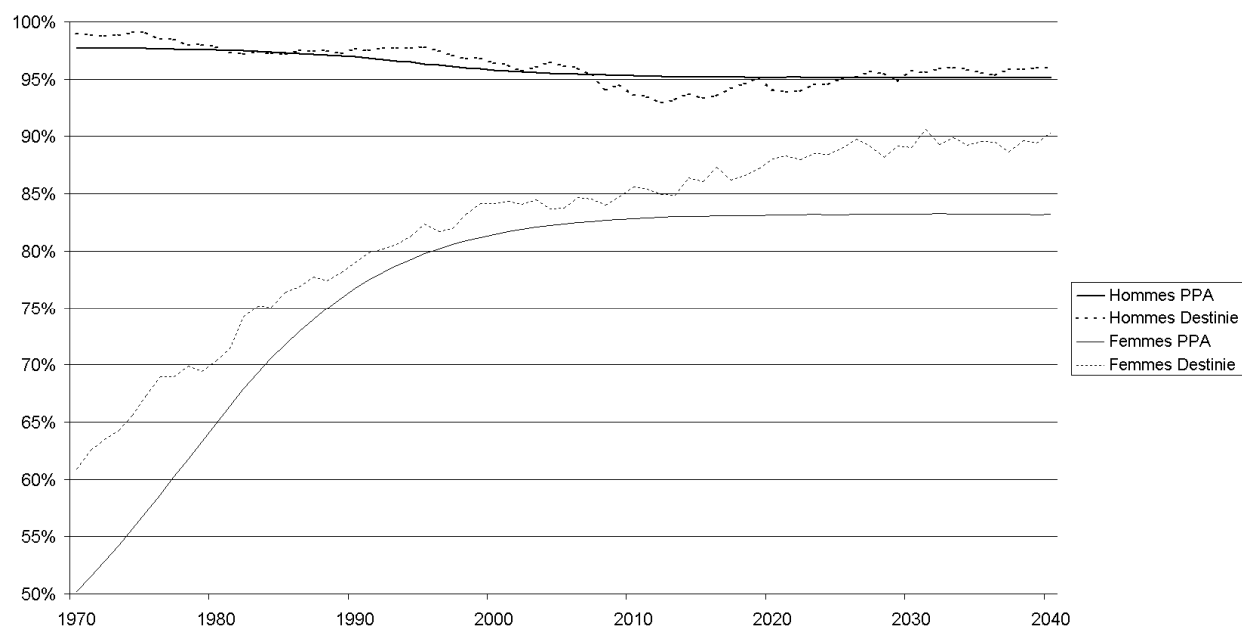


## Taux d'activité sans calage

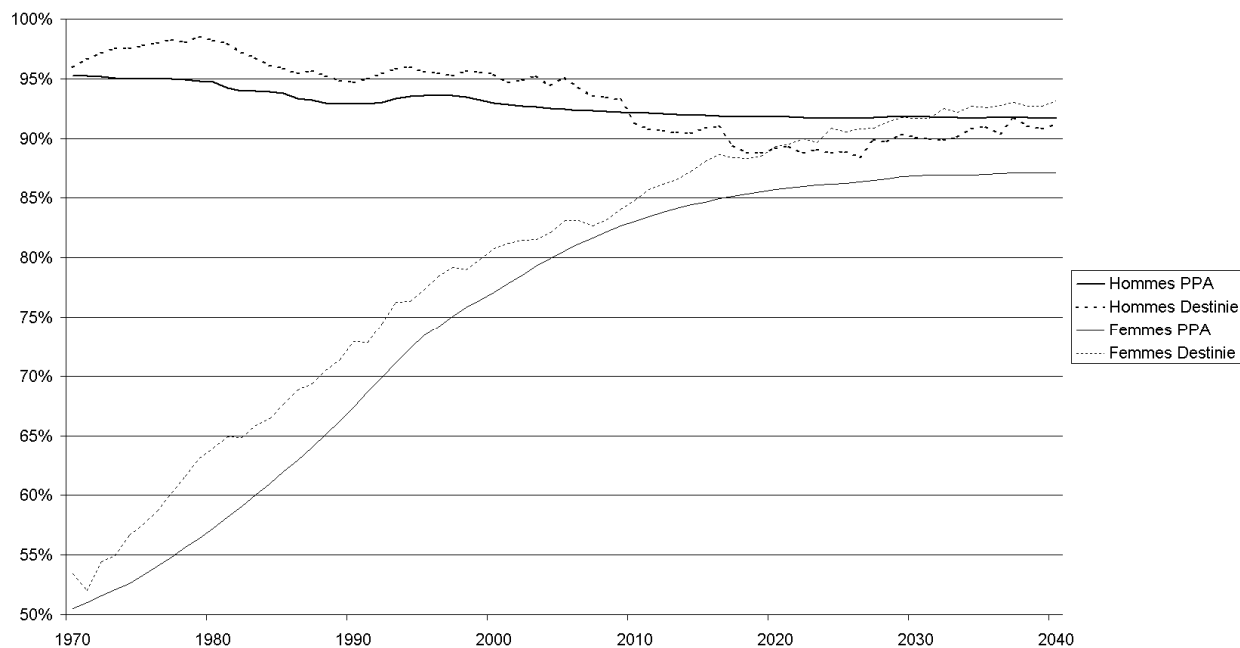
Graphique 4 : Évolution des taux d'activité des 25-34 ans sans calage



Graphique 5 : Évolution des taux d'activité des 35-44 ans sans calage



Graphique 6 : Évolution des taux d'activité des 45-54 ans sans calage

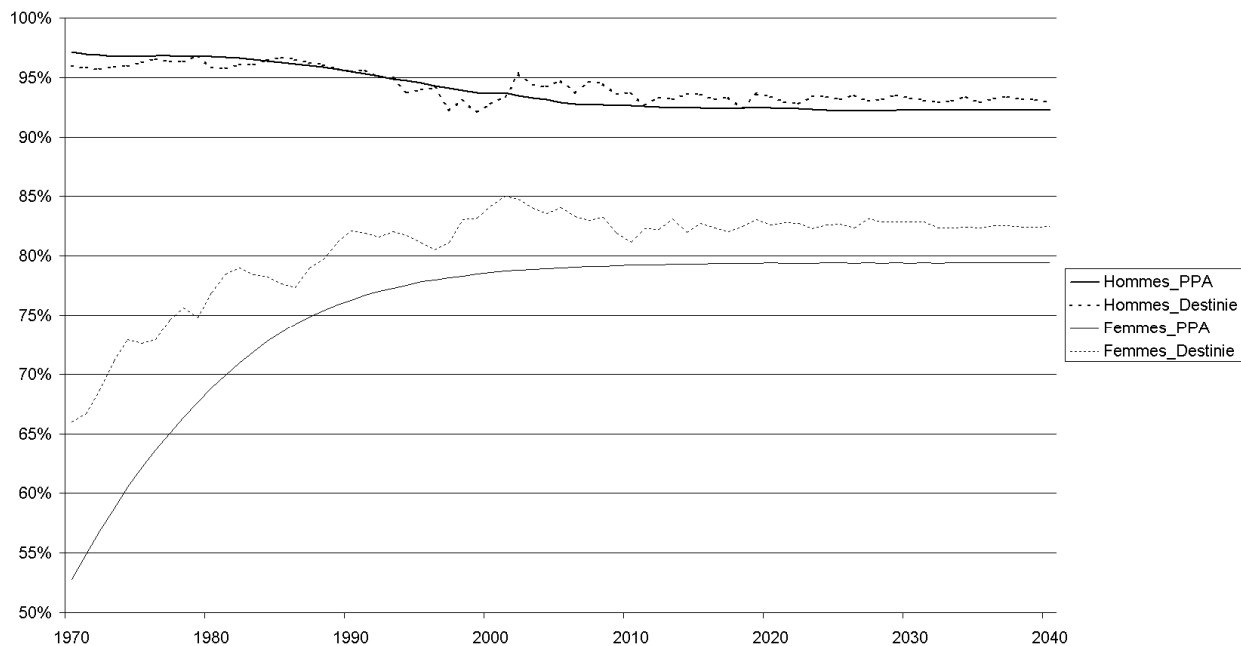


Les projections sans calage font globalement apparaître des taux d'activité féminins un peu trop élevés par rapport aux PPA. Cette différence est due au fait que l'estimation des équations de transition a été réalisée sur une période au cours de laquelle le taux d'activité féminin était dans une tendance nettement haussière, que la projection tend à reproduire. Le calage sur des cibles de PPA est donc d'autant plus nécessaire.

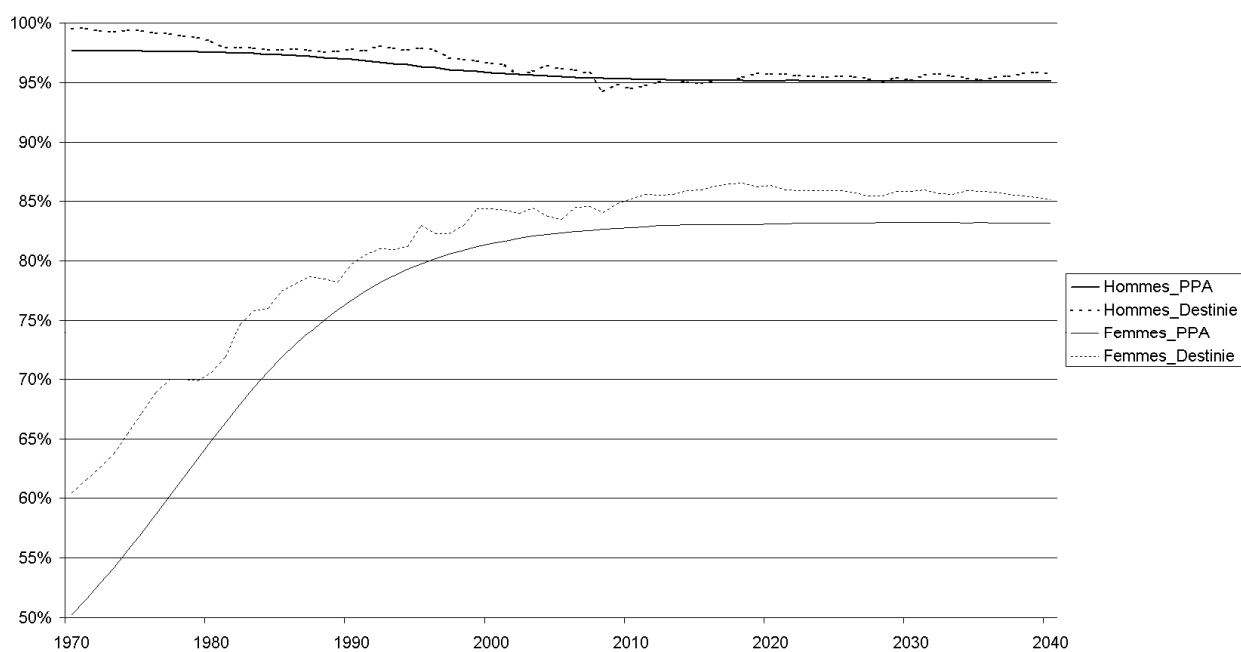
### **Taux d'activité après calage**

Graphique 7 : Évolution des taux d'activité des 25-34 ans après calage





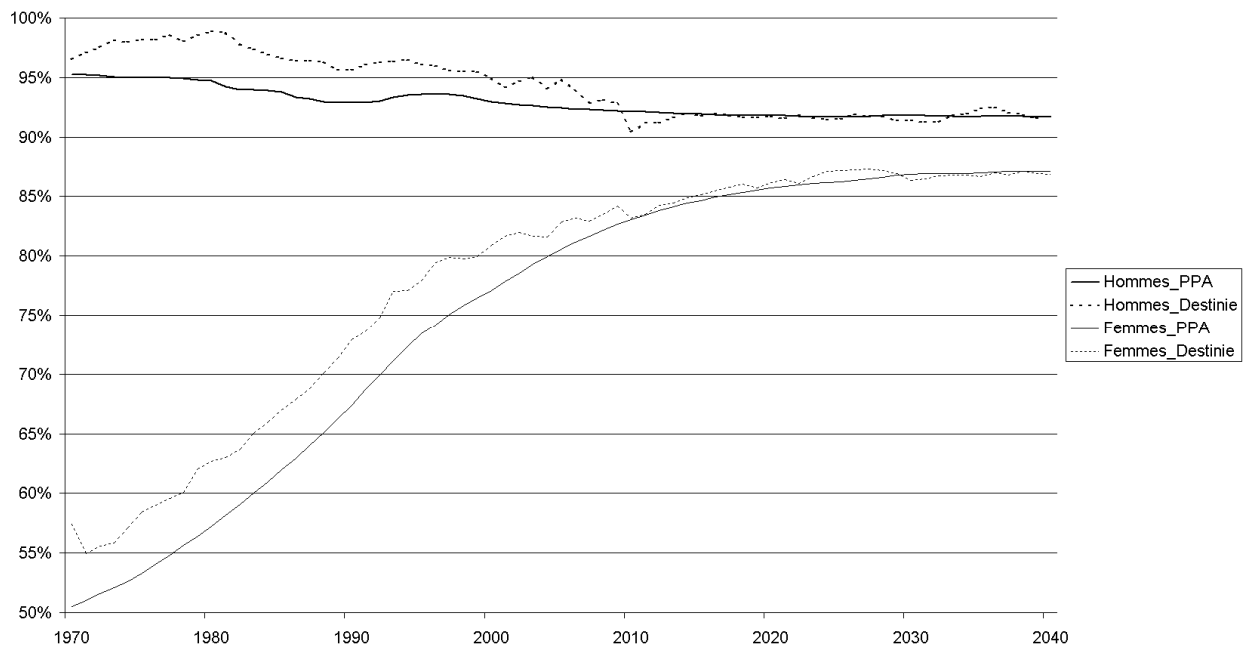
Graphique 8 : Évolution des taux d'activité des 35-44 ans après calage



Graphique 9 : Évolution des taux d'activité des 45-54 ans après calage







*Note : l'inactivité comprend inactivité pure, scolarité et invalidité-maladie.*

La tranche d'âge des 15-24 ans ne fait pas l'objet de calage d'activité. La différence entre les projections issues de Destinie et les PPA est principalement due au fait que Destinie retient un statut professionnel annuel tandis que le statut d'activité des jeunes varie fréquemment d'un mois à l'autre (emplois d'été, stages, etc.). Cette légère différence est le plus souvent maintenue en projection. Les PPA sont ainsi davantage utilisées en évolution qu'en niveau.



## 2. La projection de l'âge de fin d'études

### 2.1. Méthode de projection

L'âge de fin d'études est le marqueur social principal dans Destinie : il est supposé résumer toutes les différences selon le niveau de diplôme, la catégorie sociale ou encore la profession. Il détermine évidemment l'âge d'entrée dans la vie active et joue aussi un rôle important dans l'évolution des carrières, des salaires et des trajectoires familiales. L'âge de fin d'études est également une donnée cruciale pour les calculs des droits à retraite, car, en dehors des cas de cumul emploi-études traités par ailleurs, il détermine la date où l'individu considéré commence à accumuler des droits à retraite. Il influence donc en particulier l'âge de départ à la retraite, la durée cumulée à la liquidation et le taux de remplacement.

Dans l'enquête Patrimoine 2009, l'âge de fin d'études est renseigné mais il est nécessaire de l'imputer pour les personnes de l'échantillon qui ne sont pas encore sorties des études au moment de l'enquête et le seront en 2060. Ces personnes ont principalement le statut d' « enfant » dans l'enquête, il est donc possible, pour leur prédire un âge de fin d'études, de s'appuyer sur l'âge de fin d'études des parents. La méthode utilisée est similaire à celle utilisée lors de la création de l'échantillon de 2003.

L'âge de fin d'études prédit ( $a_i$ ) est la somme d'une composante générationnelle ( $\bar{a}_g$ ) qui donc la même pour toutes les personnes de la même génération de naissance et d'une composante individuelle ( $a'_i$ ) qui correspond à une déviation individuelle par rapport à la moyenne générationnelle :

$$a_i = \bar{a}_g + a'_i$$

La composante générationnelle est l'âge moyen de sortie du système scolaire de la génération à laquelle appartient l'individu considéré. Il est observé pour les générations nées jusqu'en 1979 et doit donc être prédit pour les générations suivantes (graphique 11). La prédiction est simplement égale à l'âge moyen de fin d'études des générations nées entre 1975 et 1979, soit 20,8 ans pour les hommes et 21,2 ans pour les femmes. Cet âge moyen de fin d'études est calculé à l'aide des enquêtes Emploi entre 1990 et 2009 sur les personnes de plus de 30 ans. L'hypothèse sous-jacente est donc que l'âge moyen de fin d'études cesse d'augmenter à partir de la génération 1975, hypothèse qui semble corroborée par les résultats de Clerc et al. (2011).

La composante individuelle est calculée à partir de l'âge de fin d'études des parents. La relation entre l'âge de fin d'études des parents et celui de l'enfant est estimée grâce à deux sources de données :

- L'enquête Formation et Qualification Professionnelle (FQP) 2003 apporte de l'information sur l'âge de fin d'études des personnes interrogées et le diplôme de leurs parents. Les personnes retenues ont plus de 30 ans mais sont sorties le plus récemment possible du système scolaire. Il s'agit donc des générations nées entre 1960 et 1973. Elles ont donc des parents généralement nés entre 1925 et 1950.
- Un âge de fin d'études est ensuite associé à chaque parent en fonction de son diplôme et de sa génération. La distribution des âges de fin d'études pour chaque diplôme et groupe de générations est estimée à partir des Enquêtes Emploi Annuelles (1990-2002). Sept niveaux de diplômes sont considérés (sans diplôme, CEP, BEPC, CAP ou BEP, baccalauréat, BTS et 1<sup>er</sup> cycle, 2<sup>ème</sup> cycle et 3<sup>ème</sup> cycle ainsi que grandes écoles) et deux groupes de générations (celles nées avant 1940 et après 1940).

La relation entre l'âge de fin d'études du répondant et celui de ses parents peut donc être estimée à partir de l'enquête FQP (et grâce aux imputations utilisant les enquêtes Emploi). Cette estimation est menée séparément pour les hommes et les femmes et tous les âges considérés pour estimer cette équation sont relatifs, c'est-à-dire qu'ils sont centrés par rapport à la génération de naissance. L'équation retenue est donc la suivante :

$$a'_i = \alpha + \beta ap'_i + \gamma am'_i + u$$



$a'_i$  est l'âge relatif de l'individu  $i$  par rapport à sa génération de naissance,  $ap'_i$  est l'âge de fin d'études relatif du père de l'individu  $i$  et  $am'_i$  est l'âge de fin d'études relatif de sa mère,  $u$  est une variable aléatoire, supposée capturer les facteurs explicatifs inobservés et suivre, conditionnellement aux variables explicatives observées, une loi normale centrée.

Ces coefficients estimés sont appliqués aux données de l'enquête Patrimoine et permettent donc de prédire la composante individuelle de l'âge de fin d'études des jeunes générations. En la sommant avec la composante générationnelle, la prédiction de l'âge de fin d'études pour les personnes présentes dans la base en 2009 et qui ne sont pas encore sorties des études en 2009 est obtenue.

Entre 2009 et 2060, les mêmes coefficients sont utilisés pour simuler l'âge de fin d'études d'un nouveau-né de l'échantillon dès son année naissance.

## 2.2. Âge de fin d'études et insertion dans la vie active

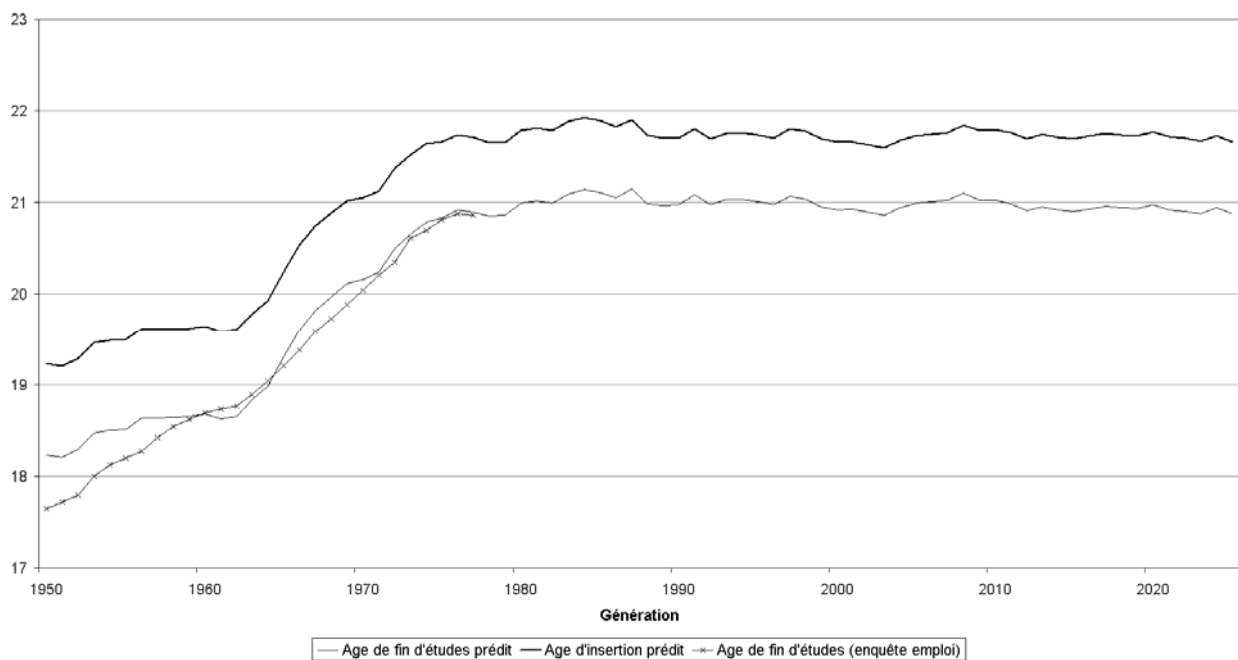
L'âge d'insertion est égal à l'âge de fin d'études ou à l'âge de fin d'études+1 selon les individus. Cette alternative permet de ménager, pour certains individus, une période de cumul emploi-études. L'écart moyen entre l'âge de fin d'études et l'âge de début d'activité se réduit légèrement au fil des générations en raison de l'augmentation de la fréquence des situations de cumul emploi-études pour les générations récentes. Cette tendance a en effet été prise en compte en débutant le calendrier d'activité professionnel à l'âge de fin d'études et non pas à l'âge de fin d'études+1 pour une proportion de gens croissante avec l'âge de fin d'études et la génération.

Le graphique 10 présente l'évolution par génération :

- de l'âge de fin d'études moyen observé dans l'enquête Emploi 2009 ;
- de l'âge de fin d'études moyen imputé dans Destinie ;
- de l'âge moyen d'entrée dans la vie active imputé dans Destinie.

L'âge de fin d'études moyen augmente des générations 1950 à 1980 puis se stabilise autour d'une moyenne de 21 ans. L'âge d'insertion dans la vie active suit la même tendance.

Graphique 10 : Évolution des âges de fin d'étude et d'entrée dans la vie active



## 3. Les trajectoires professionnelles

### 3.1. Le calendrier rétrospectif d'activité de l'enquête Patrimoine

Les trajectoires professionnelles passées sont construites à partir du calendrier rétrospectif d'activité de l'enquête Patrimoine. Dans ce calendrier, les personnes de référence ou leurs conjoints renseignent leur date de début de vie professionnelle, les dates de changement de statut professionnel, leur statut professionnel entre chaque changement, la part de temps travaillé et, si la personne se déclare inactive, l'origine d'une éventuelle inactivité (maladie, invalidité, éducation des enfants ou autre). Ce calendrier est mis sous la forme d'un pas annuel. Les différents statuts considérés sont : scolarité, service national, emploi dans le privé, emploi dans le public, emploi comme indépendant, chômeur, malade, invalide, inactif « pur », préretraité et retraité. Le statut de préretraité n'est pas renseigné dans le calendrier rétrospectif mais il l'est pour l'année 2009. Le statut de retraité est pour sa part connu en 2009 et en rétrospectif. L'information sur la préretraite en 2009 est donc utilisée pour préciser le calendrier rétrospectif : dans le cas d'une déclaration de statut de préretraité en 2009, précédée de déclarations de statut « retraité » les années précédentes, on considère ces dernières comme des années de préretraite (et non de retraite). Pour distinguer les titulaires des contractuels de la fonction publique avant 2009, selon les cas, différentes méthodes sont utilisées (encadré 6).

Par ailleurs, les enfants déclarant être en emploi ou ayant exercé une activité professionnelle n'ont pas de calendrier rétrospectif d'activité. Dans l'enquête de 2009, comme dans celle de 2003, seuls les personnes de référence et les conjoints sont dans le champ des questions relatives au calendrier d'activité. On impute donc aux enfants en emploi ou l'ayant été un calendrier par une méthode de type « hot deck ». Il leur est affecté aléatoirement le calendrier d'une personne ayant le même âge de fin d'études. Si ce calendrier imputé est trop long, on le tronque ; si le calendrier imputé est trop court, la dernière activité renseignée est prolongée jusqu'en 2009.

#### **Encadré 6 - La distinction titulaires/contractuels au sein de la fonction publique**

Si les contractuels et titulaires sont distingués en projection, le calendrier rétrospectif de l'enquête Patrimoine ne donne, quant à lui, qu'une information partielle à ce sujet.

Une variable de l'enquête détermine le statut (contractuels/titulaires/stagiaires) des individus exerçant leur activité professionnelle au sein de la fonction publique l'année de base. A titre d'illustration, pour l'année 2009, les contractuels ainsi définis représentent 18 % des individus exerçant au sein de la fonction publique, ce qui correspond approximativement au taux observé. Dans leur cas, nous retenons l'hypothèse selon laquelle ce statut leur est attribué pour la partie rétrospective de leur carrière.

Par contre, pour les individus ayant exercé au sein de la fonction publique en rétrospectif mais n'y exerçant plus en 2009 (parce qu'ils travaillent dans un autre secteur d'activité ou sont retraités cette année), l'information n'est pas connue et il faut imputer un statut contractuel ou titulaire pour les périodes passées. Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- 1) Les personnes encore en activité en 2009, mais exerçant dans le secteur privé ou en indépendant, sont considérées intégralement comme contractuelles pour leurs périodes passées au sein de la fonction publique.
- 2) Les personnes retraitées avant 60 ans, hors départ anticipé carrière longue et départs pour parents de trois enfants, sont considérées comme titulaires (catégorie active). Le départ en retraite avant 60 ans est en effet un indice fort qu'elles appartiennent à une catégorie active de la fonction publique.
- 3) Pour les personnes retraitées parties à partir de 60 ans, on calcule un âge approximatif d'entrée dans la fonction publique à partir de l'âge de départ à la retraite et de la durée exercée dans le service public. Les concours de la fonction publique étant généralement soumis à des conditions d'âge pour ces générations, on affecte aux personnes dont l'âge d'entrée est postérieur à 35 ans un statut de contractuel, et aux autres un statut de titulaire.



## 3.2. La projection des trajectoires professionnelles

Le modèle Destinie simule les carrières professionnelles de chaque individu présent dans l'échantillon. Le modèle suivant un pas annuel, il détermine chaque année les transitions sur le marché du travail. Les probabilités de transition de chaque individu dépendent de ses caractéristiques individuelles observées au moment de la transition.

Ces probabilités ont été estimées de manière séparée sur trois sous-parties de la carrière professionnelle (début, milieu, fin) mais selon une méthodologie commune (encadré 7). En effet, la dynamique des transitions obéit à des logiques différentes sur ces trois périodes. Se restreindre à la modélisation d'un seul processus pour toute la carrière ne rendrait pas entièrement compte de certains phénomènes propres à chacune des périodes dans la version précédente du modèle. Pour chaque période de la carrière, l'estimation des transitions s'appuie sur une source adaptée : l'EIC pour les milieux et fins de carrière, l'enquête Génération 1998 pour les débuts de carrière.

### 3.2.1. Les sources de données

Les trajectoires professionnelles sont en effet différentes selon l'ancienneté sur le marché du travail. L'insertion des jeunes est une période durant laquelle les changements entre statuts professionnels sont plus fréquents qu'au cours du reste de la carrière, et pour laquelle la transition vers le chômage est différente de celle en milieu de carrière. Par ailleurs, aux âges proches de la retraite, les statuts doivent faire l'objet d'une approche différente, notamment en ce qui concerne les périodes de préretraite et de chômage.

L'échantillon inter-régimes de cotisants de la DREES (EIC) rassemble des informations administratives provenant des principaux régimes de retraite obligatoires. Il représente, au taux de sondage de 2,68 %, les personnes âgées de 31 à 71 ans au 31/12/2005 (dernière information disponible) sous forme de panel. Cette source est tout à fait adaptée pour modéliser les transitions entre statuts professionnels. En effet, la caisse de retraite dépend du statut professionnel. Sa connaissance permet donc de reconstituer les trajectoires. Néanmoins, elle présente une limite notable : l'âge de fin d'études, qui constitue le marqueur social de Destinie, n'est pas renseigné dans l'EIC. Ce dernier est imputé comme l'âge au 31 décembre précédant la première cotisation de 4 trimestres complets. Ce mode d'imputation conduit nécessairement à sous-estimer les périodes de chômage au moment de l'insertion des jeunes sur le marché du travail. La base retenue pour les estimations est donc finalement l'appariement entre l'EIC et l'EDP qui donne une information sur le diplôme obtenu en 1999. Il permet d'associer à chaque personne son niveau de diplôme en 1999 et donc de reconstituer un âge de fin d'études en fonction de ce diplôme et de la génération. Si le premier âge de cotisation de 4 trimestres complets excède la limite supérieure du troisième quartile de la distribution des âges de fin d'étude à génération et niveau de diplôme donnés, cette borne du troisième quartile est retenue. Évidemment, si la personne est apparue dans l'échantillon après 1999 ou si son diplôme a changé depuis 1999, l'information relative au diplôme n'est pas disponible. Cette imputation de l'âge de fin d'études conduit donc toujours à sous-estimer les périodes hors emploi à la sortie des études. Cependant, à un moment plus tardif dans la carrière, cette approximation est moins problématique et nous avons donc choisi d'utiliser l'EIC pour modéliser les transitions au delà de 10 ans après la sortie des études.

Finalement, les enquêtes « Génération » du Céreq ont semblé être très appropriées pour l'estimation des transitions professionnelles sur la période recouvrant les 10 années après la sortie des études. En effet, elles renseignent sur l'âge de fin d'études et l'objet de ces enquêtes est précisément l'insertion des sortants du système éducatif lors de leurs premières années de vie active. Elles sont donc utilisées pour l'estimation des trajectoires professionnelles dans Destinie moins de dix ans après l'âge de fin d'études.

En résumé, il a donc été décidé de ré-estimer les transitions de carrière en distinguant séparément trois phases de la vie active :

- l'insertion des jeunes pour les 10 premières années après la fin des études (enquête Génération 1998) ;
- plus de 10 ans après l'âge de fin d'études et jusqu'à 55 ans (EIC 2005) ;
- au-delà de 55 ans (EIC 2005).



### 3.2.2. L'insertion dans la vie active est estimée sur l'enquête Génération 1998

Pour l'estimation des transitions dans Destinie, c'est l'enquête Génération 1998 observée à 10 ans, réalisée d'octobre à décembre 2008, qui a été retenue. Il s'agit de la réinterrogation, dix ans après leur sortie du système éducatif, des sortants de formation initiale en 1998. Elle fait suite à 3 précédentes interrogations 3 ans, 5 ans et 7 ans après la sortie de formation initiale. Au total, le nombre de répondants à 10 ans est de 11 137 personnes. Pour être dans le champ de l'enquête, les individus doivent être sortis des études initiales en 1998.

L'enquête fournit des éléments détaillés sur :

- les caractéristiques des individus : sexe, naissance, enfants (nombre et années de naissance), niveau de diplôme ;
- chaque séquence sur le marché du travail : début, fin, durée, nature de l'employeur (entreprise, administration...), statuts à l'embauche et à la fin, (fonctionnaire...), date du changement du contrat de travail le cas échéant, secteur d'activité ;
- chaque séquence hors marché du travail : chômage, inactivité, période de service national, etc...

Certains retraitements de l'enquête sont nécessaires. Le pas retenu par l'enquête est mensuel tandis que Destinie retient un pas annuel. Le statut occupé pendant la durée la plus longue est donc retenu comme statut annuel. Par ailleurs, au moment de l'enquête le service national existait ; depuis, il a été supprimé, il ne doit donc plus apparaître dans les transitions à compter de 2010, la première année de projection. A cette fin, les périodes de service national sont supprimées et le calendrier individuel est décalé en conséquence.

De plus, les individus embauchés comme contractuels dans la fonction publique et devenus fonctionnaires se voient affecter deux statuts, respectivement contractuels et titulaires, à hauteur de la durée passée dans chacun des deux statuts, grâce à la variable « date de changement de contrat ». Les transitions de l'état contractuel à titulaire sont donc plus précisément modélisées lors de l'insertion dans la vie active.

La liste des statuts considérés sur ce moment de la vie active est la suivante : inactivité, chômage, contractuel de la fonction publique, titulaire de la fonction publique, salarié du privé, indépendant.

Les transitions de T-1 à T sont estimées séparément selon le statut de départ et le sexe. Il existe donc  $6 \times 2 = 12$  arbres de décision possible. La spécification choisie est le logit emboîté (encadré 7).

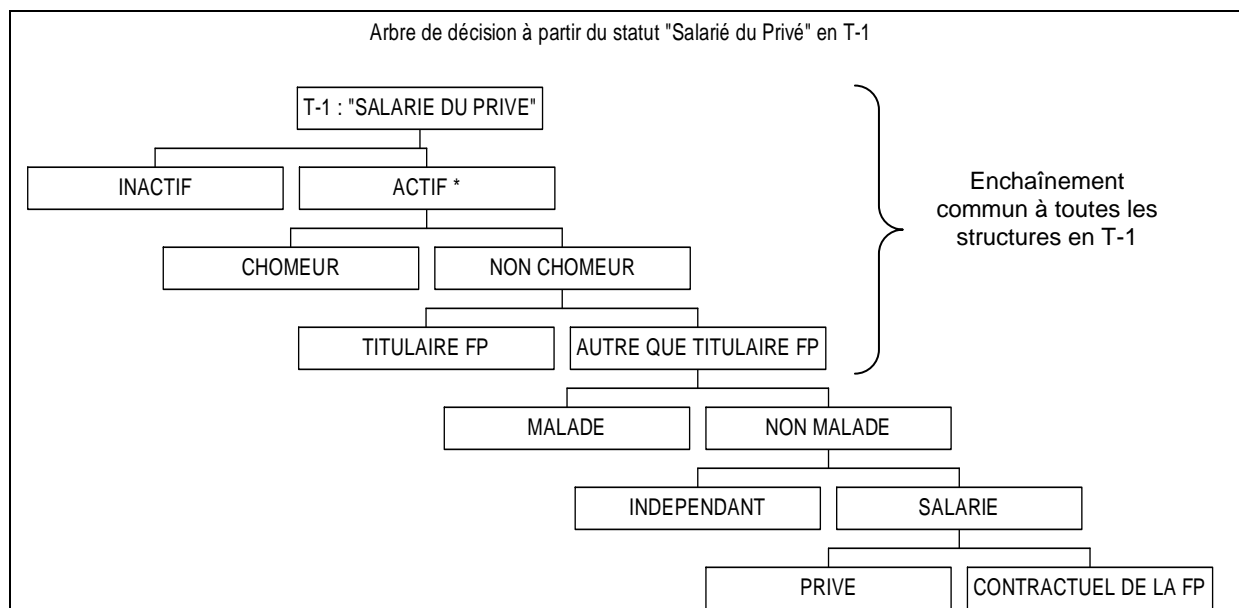
#### **Encadré 7 - Une méthodologie commune aux 3 sous-périodes : les logit emboîtés**

Le statut d'une personne en T est déterminé à partir de son statut en T-1 et d'autres variables explicatives. Le précédent échantillon de Destinie reposait sur un logit multinomial modélisant simultanément les états possibles en T et leurs probabilités associées.

Une nouvelle approche a été retenue : celle des logit emboîtés. Elle peut être représentée graphiquement sous la forme d'un arbre de décisions comportant deux alternatives à chaque nœud de décision. Chaque arbre est associé à un point de départ, c'est-à-dire un statut en T-1, en distinguant hommes et femmes.

Les décisions successives permettent d'aboutir au statut en T.





\* avec de surcroît les malades.

L'arbre ci-dessus représente par exemple les logit successifs pour un salarié du privé en T-1. Pour une autre situation de départ, la structure de l'arbre peut changer mais les trois premières étapes demeurent les mêmes, puisque l'on cale les parts d'inactifs, de chômeurs puis de titulaires de la fonction publique (s'agissant des trois statuts pour lesquels on se donne des cibles en projection).

- Dans un premier temps, on estime la probabilité  $p_{1,i}$  d'être inactif en T étant salarié du privé en T-1. On tire un aléa  $u_{1,i}$  de loi uniforme [0 ; 1] pour déterminer si l'individu est inactif en T compte tenu des cibles de calage.

- Sinon, on calcule  $p_{2,i}$  (probabilité d'être chômeur en T sachant que l'on est actif en T et salarié du privé en T-1), et on tire un nouvel aléa  $u_{2,i}$ .

On réitère cette opération, conditionnellement au fait de ne pas être sorti de l'arbre précédemment, jusqu'à en sortir ou atteindre la dernière branche de l'arbre qui affecte le dernier statut possible.

Cette méthode est retenue pour les trois modèles de transition (début, milieu et fin de carrières, avec des variables explicatives adaptées à chaque période).

Les variables explicatives retenues pour modéliser les probabilités de transition sont les suivantes :

- le nombre d'années en emploi depuis la fin de la formation initiale ;
- le nombre d'années en inactivité (hors scolarité) dans les 5 dernières années ;
- le nombre d'années au chômage dans les 5 dernières années ;
- l'âge de fin d'études relatif (par rapport à la génération) ;
- l'âge (en polynôme de degré 3) ;
- le nombre d'enfants ;
- une indicatrice pour la première transition à la sortie des études initiales.

En outre, l'effet de la présence d'enfants n'est pas le même selon que ceux-ci sont nés avant la fin des études ou au début de l'insertion professionnelle. De même, l'impact de l'âge n'est pas le même à l'entrée sur le marché du travail et quelques années après. Les variables d'âge et du nombre d'enfants sont donc combinées avec les indicatrices suivantes :

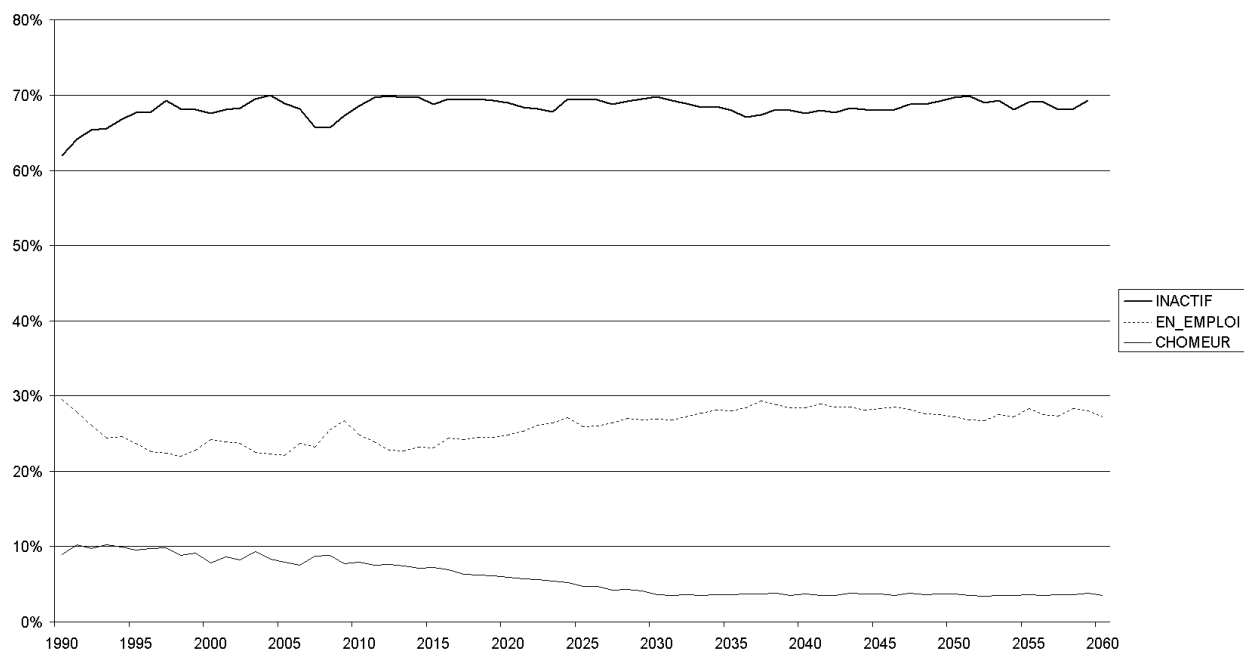
- première année après la fin des études ;
- entre 1 et 3 ans après la fin des études.

Le graphique 11 représente l'évolution des statuts des moins de 25 ans sous l'hypothèse du scénario B du COR, c'est-à-dire avec un taux de chômage à 4,5% à long terme qui, décliné par tranche d'âge,

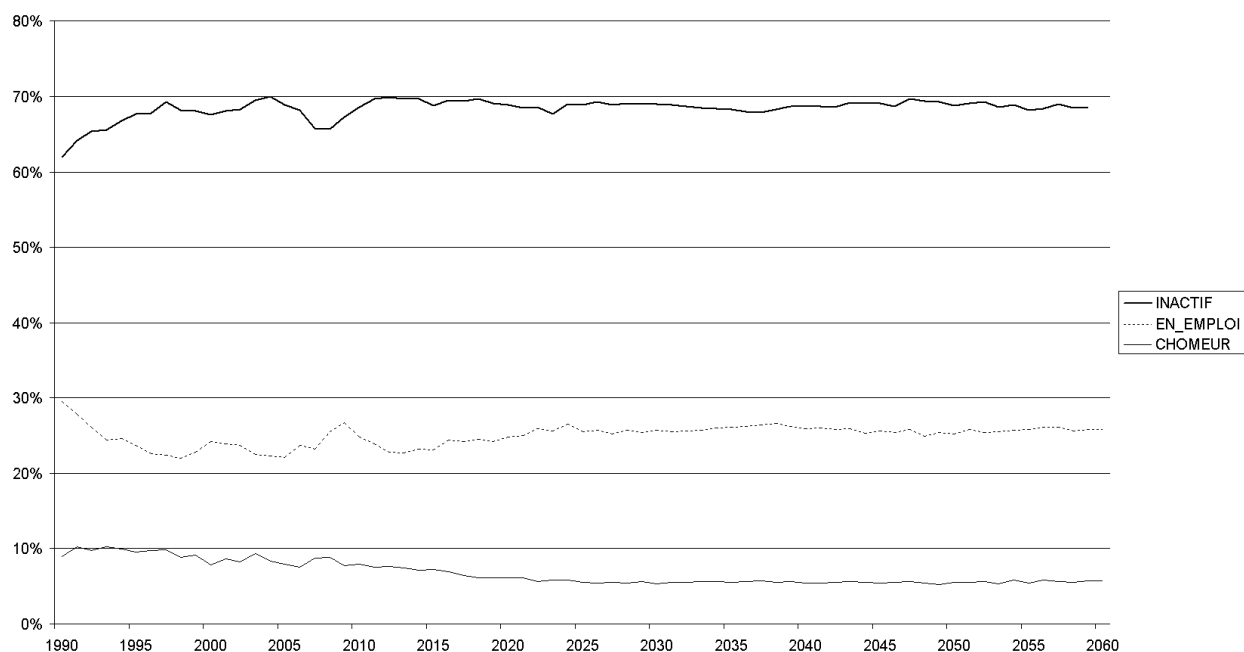


aboutit à une cible de 11,4% pour les 15-24 ans. Le graphique 12 représente l'évolution des statuts des moins de 25 ans mais cette fois en considérant le scénario C du COR, qui fait une hypothèse de taux de chômage à long terme de 7%, soit une cible de 17,8% de chômage pour les 15-24 ans. L'ensemble de la population est décomposée en trois statuts : inactifs, en emploi et chômeur qui somment à 100%. Pour le chômage, la part est exprimée en fonction de la population totale, il ne s'agit donc pas du taux de chômage.

Graphique 11 : Évolution des statuts d'activité des 15-24 ans sous les hypothèses du scénario B du COR



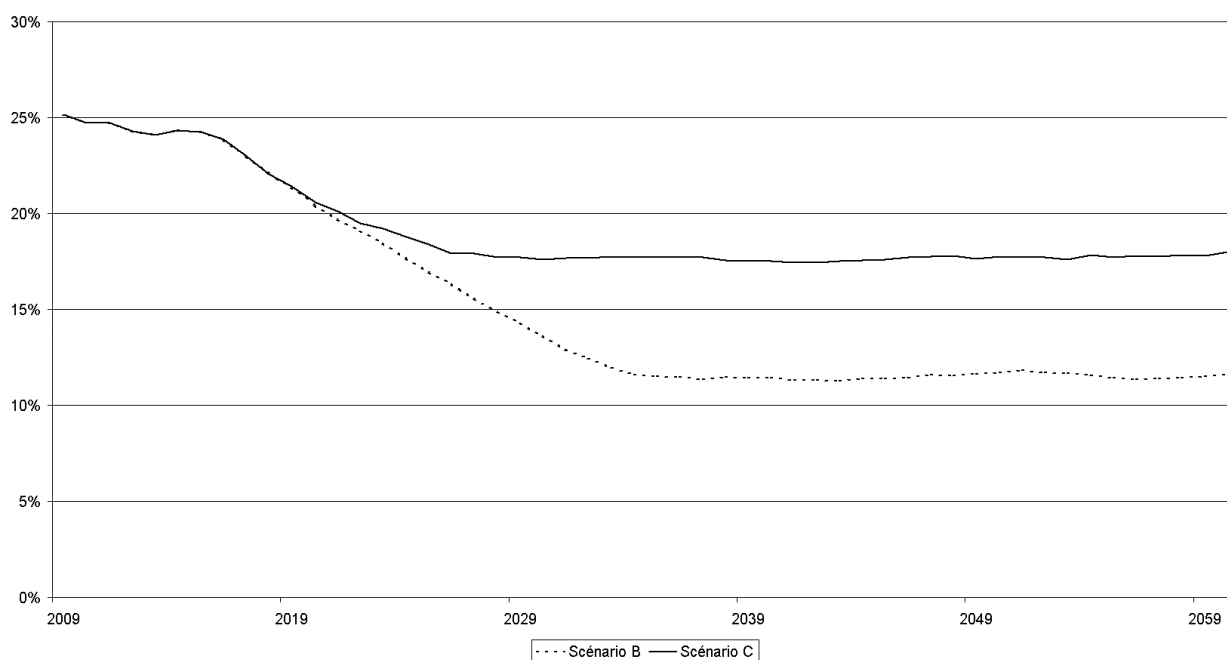
Graphique 12 : Évolution des statuts d'activité des 15-24 ans sous les hypothèses du scénario C du COR





Le graphique 13 présente quant à lui les taux de chômage selon les hypothèses des scénarios B et C.

Graphique 13 : Taux de chômage des 15-24 ans dans les scénarios B et C



Note : les résultats sont lissés par une moyenne mobile d'ordre 5

### 3.2.3. Le milieu de carrière est modélisé grâce aux données de l'EIC

Pour modéliser les transitions sur cette période d'activité professionnelle, la source utilisée est l'EIC apparié à l'EDP. Pour chaque personne, l'information disponible rend compte du nombre de trimestres cotisés, des périodes assimilées (au titre du chômage, de la maladie, de l'invalidité et des accidents du travail), du nombre de points cotisés, de la rémunération et des codes des caisses des régimes.

Selon le nombre de trimestres cotisés, le code caisse et les périodes assimilées, on affecte un statut annuel à chacun des individus parmi : salarié du privé, indépendant, contractuel de la fonction publique, titulaire de la fonction publique, inactif, chômeur, malade ou invalide (regroupés).

Le statut de malade ou invalide n'est pas renseigné dans l'enquête Génération, donc, par rapport à la tranche d'âge précédente, ce statut est maintenant ajouté. En projection, les personnes éventuellement concernées sont donc plus généralement considérées comme inactives pour leurs statuts moins de dix ans après l'âge de fin d'études. Plus de dix ans après l'âge de fin d'études, la distinction est effectuée en projection.

Par ailleurs, ce statut malade ou invalide a été décliné en trois sous-catégories selon qu'il dépend du régime général, de la fonction publique ou des indépendants. Les transitions vers la maladie ou l'invalidité sont ainsi modélisées en cohérence avec le statut d'origine. Par exemple, un salarié du privé qui transite vers l'invalidité aura le statut invalide au régime général. Symétriquement, les sorties d'invalidité ne sont pas les mêmes selon le régime d'origine :

- vers le chômage, l'inactivité, le statut privé ou contractuel pour un salarié du privé ou contractuel passé par l'invalidité ;
- uniquement vers la fonction publique pour un invalide de la fonction publique ;
- vers l'inactivité, le statut indépendant ou le chômage pour un indépendant passé en invalidité.



Comme pour les transitions modélisées à partir de l'enquête Génération, on va attribuer un arbre de décisions à chaque statut en T-1, en séparant hommes et femmes, soit 16 enchaînements différents selon le point de départ en T-1.

Les logit des transitions ont pour variables explicatives :

- l'expérience (nombre d'années en emploi) ;
- le nombre d'années consécutives dans le dernier statut ;
- l'âge (polynôme de degré 3) ;
- l'âge de fin d'études relatif ;
- le nombre d'enfants de moins de 3 ans ;
- le nombre d'enfants de moins de 1 an ;
- la durée au chômage dans les 5 dernières années ;
- la durée en inactivité dans les 5 dernières années.

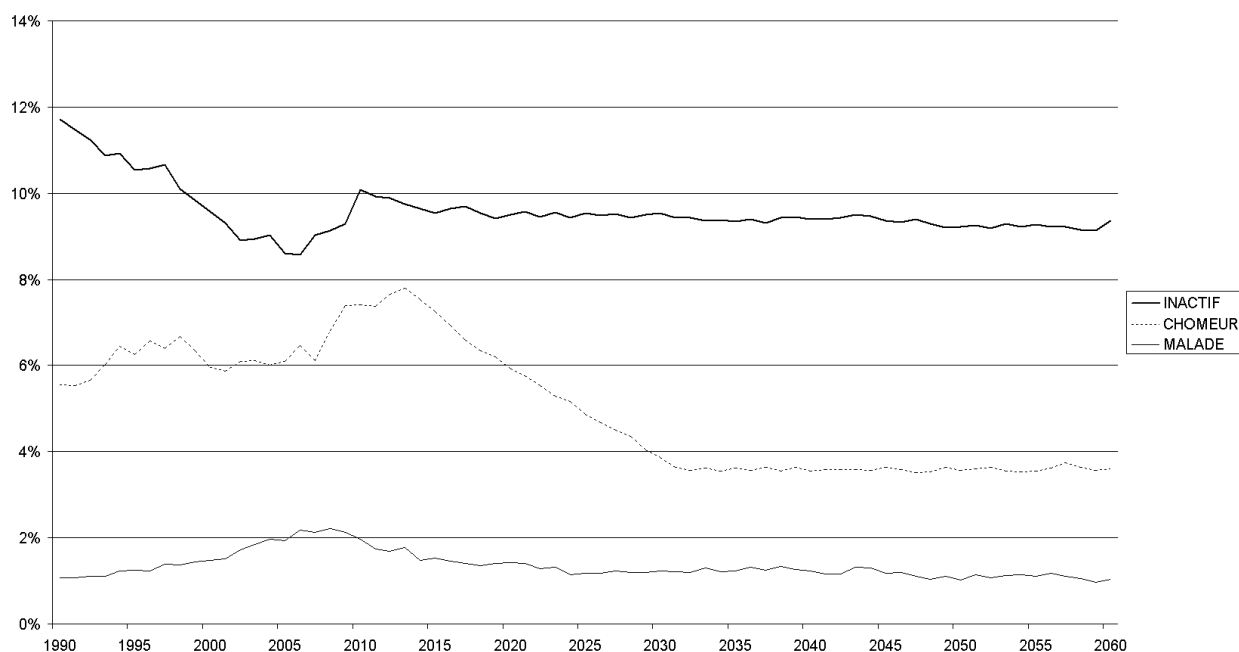
Les graphiques 13 et 14 représentent la répartition année après année des personnes de 25 à 54 ans selon leurs statuts professionnels en considérant par exemple le scénario B du COR (chômage de 4,5 % à long terme).

Les mêmes projections ont été réalisées en retenant le scénario C du COR qui prévoit un taux de chômage de moyen-long terme de 7 %. Le graphique 15 rend compte de la nouvelle évolution des parts de chômeurs selon ce nouveau scénario.

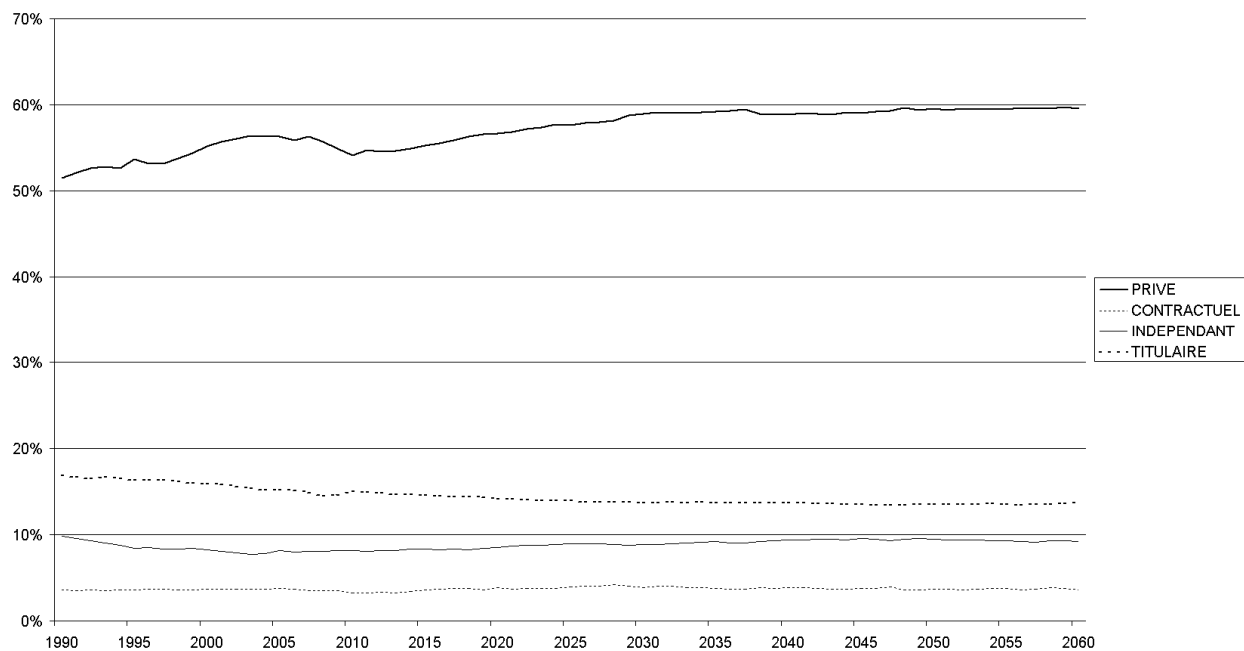
Concernant la fonction publique, les projections sont cohérentes avec les hypothèses d'une répartition d'environ 80 % et 20 % entre catégories sédentaires et actives d'un côté.

La proportion de personnes exerçant comme salarié dans le privé (cadre ou non cadre) augmente par rapport à l'année de base du fait des hypothèses de hausse de taux d'activité, de baisse du chômage dans le scénario B et d'évolution de l'emploi public.

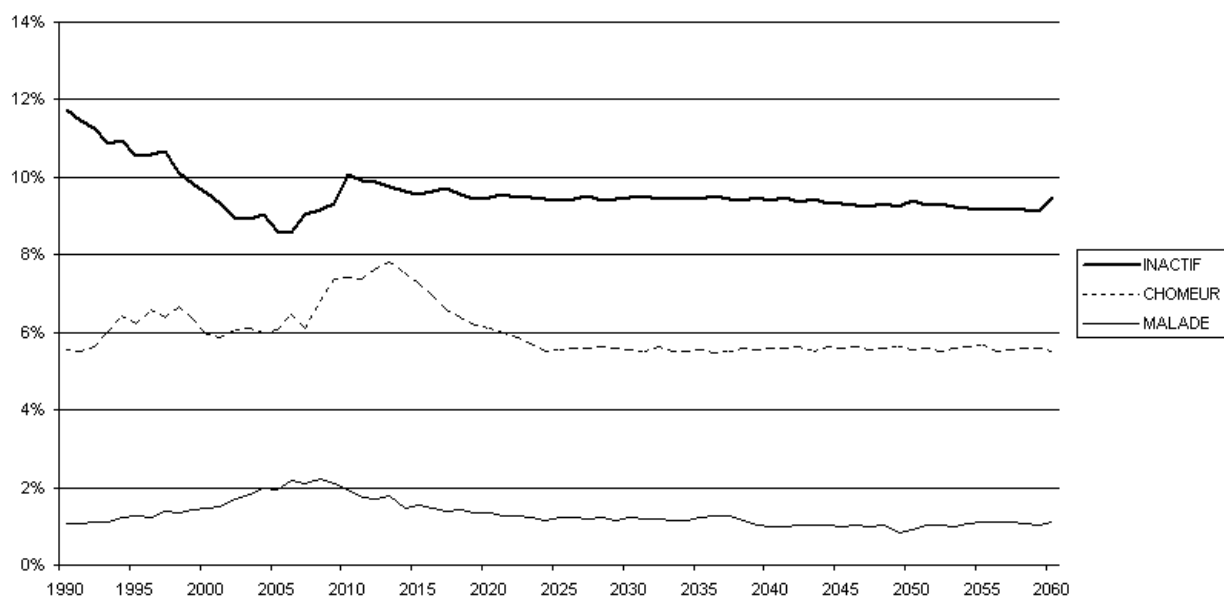
Graphique 13 : Parts d'inactifs, malades ou invalides, et chômeurs parmi les 25-54 ans sous les hypothèses du scénario B du COR



Graphique 14 : Répartition des statuts d'activité (salariés du privé, titulaires, contractuels ou indépendants) parmi les 25-54 ans sous les hypothèses du scénario B du COR



Graphique 15 : Parts d'inactifs, malades ou invalides, et chômeurs parmi les 25-54 ans sous les hypothèses du scénario C du COR



### 3.2.4. Les fins de carrière sont estimées séparément sur l'EIC

Les fins de carrière ont été modélisées isolément à partir de l'EIC, avec les mêmes statuts que précédemment. Les probabilités de sorties du chômage, de l'inactivité et de la maladie sont nettement plus faibles pour les plus de 55 ans et justifient donc une modélisation particulière. Les probabilités de transition estimées par logit emboîtés confirment que ces états (inactifs, chômage, maladie) deviennent nettement plus absorbants. Concernant le statut de malade ou d'invalidé, les mêmes hypothèses de cohérence d'entrée et de sortie vers l'invalidité ont été retenues, en distinguant les mêmes trois sous-catégories d'invalidité que précédemment.

L'estimation des équations de transition a été effectuée à une période durant laquelle les actifs pouvaient partir en préretraite ; le volume d'inactifs y était donc particulièrement élevé. Afin de neutraliser cet effet des préretraites et donc de ne pas surestimer en projection les volumes d'inactifs, deux variables ont été créées sur l'échantillon d'estimation :

- une variable d'éligibilité à la préretraite pour l'individu considéré ;
- une variable relative au volume de préretraites l'année d'observation.

Le produit de ces deux variables permet de créer une nouvelle variable utilisée comme variable explicative des équations de transition pour neutraliser cet effet des préretraites.

Comme pour les tranches d'âge précédentes, on crée autant d'arbres de décision que de statuts possibles en T-1, en distinguant hommes et femmes. Les variables explicatives relatives aux enfants sont supprimés car l'impact des enfants sur la carrière semble moins important à cet âge. En contrepartie, des indicatrices de chaque âge sont retenues puisqu'en fin de carrière une année supplémentaire peut modifier largement la probabilité de transiter vers tel ou tel statut professionnel.

Les logit des transitions ont donc pour variables explicatives :

- l'expérience (nombre d'années en emploi) ;
- le nombre d'années consécutives dans le dernier statut ;
- l'âge de fin d'études relatif ;
- des indicatrices pour chaque âge (entre 55 et 60 ans) ;
- la durée au chômage dans les 5 dernières années ;
- la durée en inactivité dans les 5 dernières années.

Sur la période d'estimation, l'âge légal de départ à la retraite est 60 ans.

La réforme de 2010, et son accélération en 2011, ont progressivement relevé cet âge ainsi que celui d'annulation de la décote. L'âge légal d'ouverture des droits va atteindre 62 ans à compter de la génération 1955. Les transitions estimées sur la tranche d'âge 55-60 ans doivent donc être prolongées jusqu'à 62 ans. Pour ce faire, deux hypothèses de comportement peuvent être au choix retenues.

La première hypothèse consiste à figer les probabilités de transition de la dernière année observée (entre 58 et 59 ans) aux âges ultérieurs.

La seconde hypothèse, appelée effet horizon, considère une rétroaction de l'éloignement de l'âge légal de départ à la retraite sur les transitions professionnelles aux âges de 55-62 ans. Ainsi, la variable explicative pour les transitions n'est plus l'âge mais la distance à l'âge d'ouverture des droits.

En l'occurrence, les probabilités de transition utilisées pour projeter les statuts à un âge donné sont appliquées à un âge précédant un ou deux ans celui sur lequel elles ont été estimées, en considérant la montée en charge de la réforme. Les comportements avant 60 ans sont donc modifiés : si les transitions professionnelles entre 61 et 62 ans sont projetées à partir de l'estimation des probabilités de transition à l'âge de 59 ans, les transitions entre 58 ans et 59 ans sont projetées selon les probabilités estimées à l'âge de 56 ans.

La méthode de prise en considération de l'effet horizon dans le précédent échantillon reposait quant à elle sur l'hypothèse que le décalage de deux années de l'âge minimum prévu par la réforme de 2010 s'accompagnait d'un décalage progressif mais du même ordre des sorties d'activité (Bachelet, Befy et Blanchet, 2011, [2]).

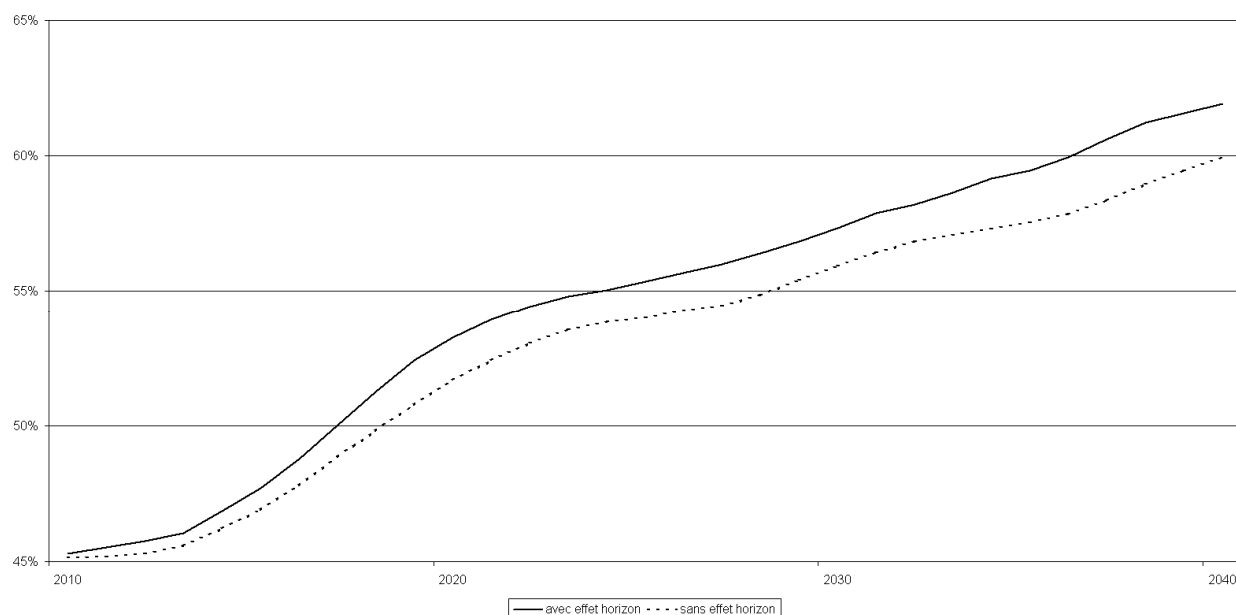
La nouvelle méthode retenue a un impact moins élevé sur les taux d'activité.

Le graphique 16 présente la projection du taux d'emploi des 55-64 ans avec la nouvelle prise en compte de l'effet horizon.

A titre de comparaison, la variante sans effet horizon est également présentée.



Graphique 16 : Taux d'emploi des 55-64 ans, avec et sans effet horizon (scénario B)



Note : les résultats sont lissés par une moyenne mobile d'ordre 5

## 4. Les trajectoires salariales

Les salaires et revenus d'activité ne sont mentionnés dans l'enquête Patrimoine que pour l'année de base. Ils doivent donc être simulés rétrospectivement et prospectivement jusqu'en 2060. La méthode utilisée est explicitée dans Aubert et Bachelet (2012, [1]) et résumée ci-dessous.

### 4.1. La spécification retenue

Conformément à la théorie du capital humain de Mincer, le logarithme de la rémunération annuelle est relié au niveau d'études et à l'expérience sur le marché du travail. La variable expliquée est le logarithme du salaire rapporté au salaire moyen par tête (SMPT). Par ailleurs, afin de neutraliser les effets de composition de la main d'œuvre, le salaire est également déflaté d'un coefficient d'évolution de la structure par âge et d'un coefficient de différentiel de salaire entre hommes et femmes, selon une décomposition similaire à celle de l'évolution de la valeur en « effet prix » et « effet qualité ».

La spécification retenue fait intervenir comme variables explicatives l'âge de fin d'études relatif par rapport à l'âge moyen de la génération pour prendre en compte la démocratisation scolaire, ainsi que des fonctions de l'expérience sur le marché du travail (qui s'incrémente d'une unité à chaque fois que la personne est en emploi) et de l'ancienneté dans le statut d'emploi (qui s'incrémente lorsque l'individu demeure dans le même statut, mais retombe à 0 en cas de transition d'un statut à l'autre). Le gain procuré par les poursuites d'activité étant différent selon le niveau de qualification initial, le modèle retient également comme variables explicatives des interactions entre l'âge de fin d'études et l'ancienneté ou l'expérience. Enfin, un effet individuel est modélisé pour chaque individu qui a alors un niveau de salaire et une pente de progression qui lui sont propres.

Les équations sont estimées séparément pour les hommes et les femmes, et selon le statut (salarié du privé, du public, ou indépendant) à partir de l'EIC (2005).



### Spécification des équations

Les équations de revenu salarial sont estimées en trois étapes (voir Aubert et Bachelet, [1]).

Dans une première étape, les revenus salariaux annuels sont régressés sur un ensemble de variables de durée passée dans chaque statut d'activité :

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{RevSal_{i,t}}{corr_{i,t} * SMPT_t}\right) = & \alpha_0 + \alpha_1 \cdot \text{Max}[6 - D_{i,t}; 0] + \alpha_2 \cdot D_{i,t} + \alpha_3 \cdot D_{i,t} * D_{i,t} \\ & + \beta_1 \cdot FRel_i * \text{Max}[6 - D_{i,t}; 0] + \beta_2 \cdot FRel_i * D_{i,t} + \beta_3 \cdot FRel_i * D_{i,t} * D_{i,t} \\ & + \gamma_1 \cdot 1(E_{i,t} = 1) + \gamma_2 \cdot \text{Max}[6 - E_{i,t}; 0] + \gamma_3 \cdot E_{i,t} + \gamma_4 \cdot E_{i,t} * E_{i,t} \\ & + \delta_1 \cdot FRel_i * \text{Max}[6 - E_{i,t}; 0] + \delta_2 \cdot FRel_i * E_{i,t} + \delta_3 \cdot FRel_i * E_{i,t} * E_{i,t} \\ & + \chi_1 \cdot FRel_i \\ & + \varepsilon_{i,t} \end{aligned}$$

où  $RevSal_{i,t}$  désigne le revenu salarial annuel de l'individu  $i$  au cours de l'année  $t$  (en euros courant),  $SMPT_t$  le salaire moyen par tête au cours de l'année  $t$  (issu des données de la comptabilité nationale),  $corr_{i,t}$  le coefficient correcteur variant selon l'année et le sexe de  $i$ ,  $FRel_i$  l'âge de fin d'études relatif de  $i$ ,  $D_{i,t}$  et  $E_{i,t}$  respectivement son expérience et son ancienneté en  $t$ .

Dans un deuxième temps, les résidus de l'équation précédente sont régressés, pour chaque individu séparément, sur une constante et sur l'ancienneté afin de déterminer un niveau et une pente individuels :

$$\varepsilon_{i,t} = n_i + p_i \cdot D_{i,t} + \eta_{i,t}$$

On régresse enfin les carrés des résidus individuels issus de l'équation sur un ensemble de variables explicatives de la variance des effets annuels :

$$\begin{aligned} \hat{\eta}_{i,t}^2 = & \lambda_1 \cdot 1(E_{i,t} = 1) + \lambda_2 \cdot \text{Max}[6 - E_{i,t}; 0] + \lambda_3 \cdot \text{Max}[6 - D_{i,t}; 0] \\ & + \lambda_4 \cdot D_{i,t} + \lambda_5 \cdot D_{i,t} * D_{i,t} \\ & + \lambda_6 \cdot FRel_i + \lambda_7 \cdot FRel_i * \text{Max}[6 - D_{i,t}; 0] + \lambda_8 \cdot FRel_i * \text{Max}[6 - E_{i,t}; 0] + \xi_{i,t} \end{aligned}$$

## 4.2. Salaires par âges et statuts

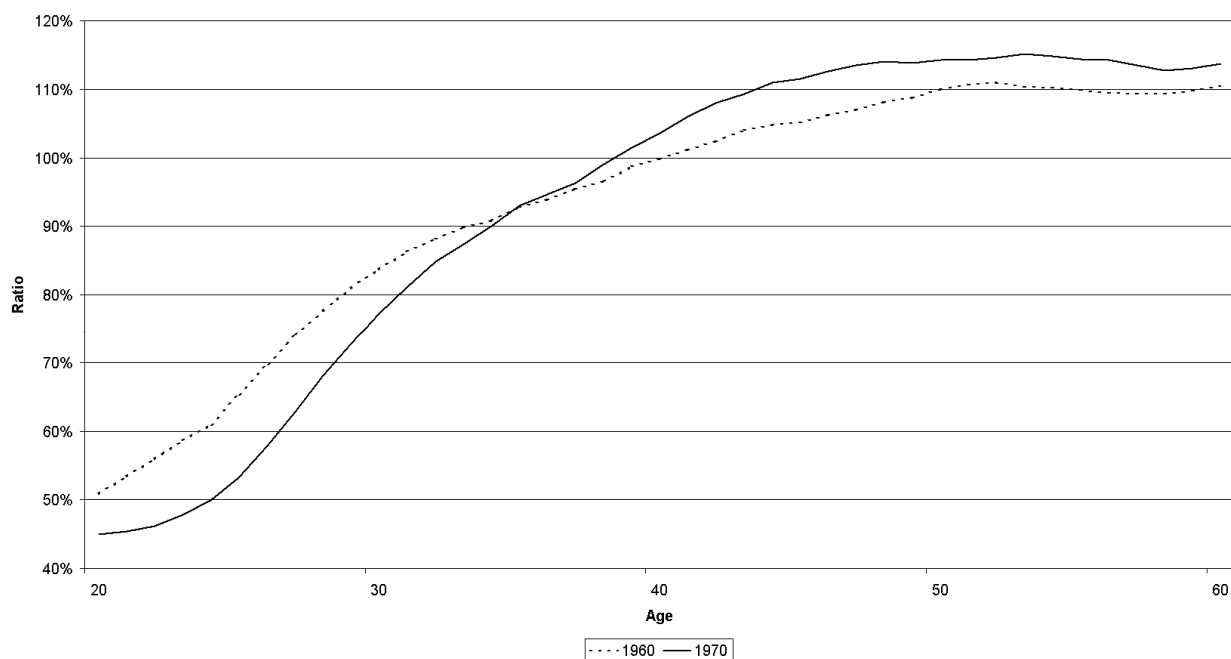
Les résultats des estimations donnent des profils salariaux conformes à l'intuition.

### Profil salarial par âge

Le salaire normalisé par le SMPT annuel augmente avec l'âge et, conformément aux hypothèses retenues en projection, se stabilise après 55 ans (graphique 17). Il a en effet été choisi de maintenir constant le ratio salaire/SMPT de chaque personne après 55 ans pour éviter les fins de carrières trop erratiques. En effet, dans le module retraite, la cible de taux de remplacement implique de comparer la pension au dernier salaire.



Graphique 17 : Évolution du ratio salaire/SMPT par âge pour les générations 1960 et 1970

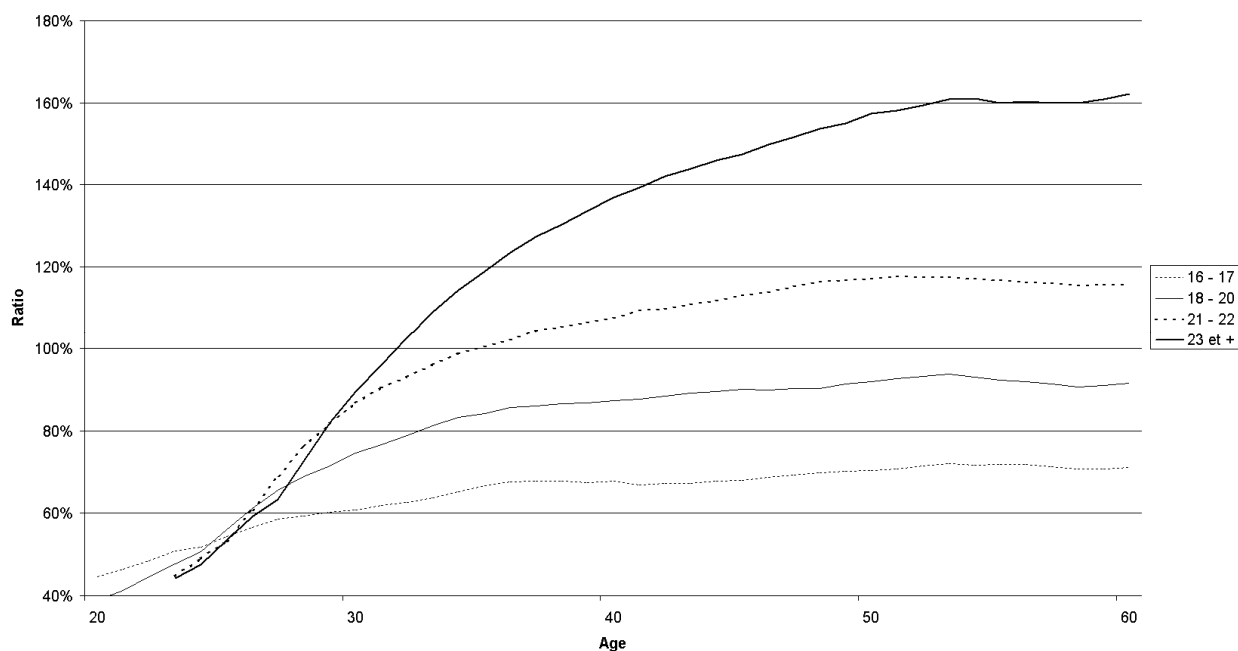


Note : les résultats sont lissés par une moyenne mobile d'ordre 5.

### Profil salarial par âge de fin d'études

D'après les estimations, plus l'âge de fin d'études relatif est élevé, plus le niveau de revenu est haut et sa pente prononcée (graphique 18). Par hypothèse, le revenu se stabilise à nouveau après 55 ans.

Graphique 18 : Évolution par âge du salaire normalisé (salaire/SMPT) en fonction de l'âge de fin d'étude



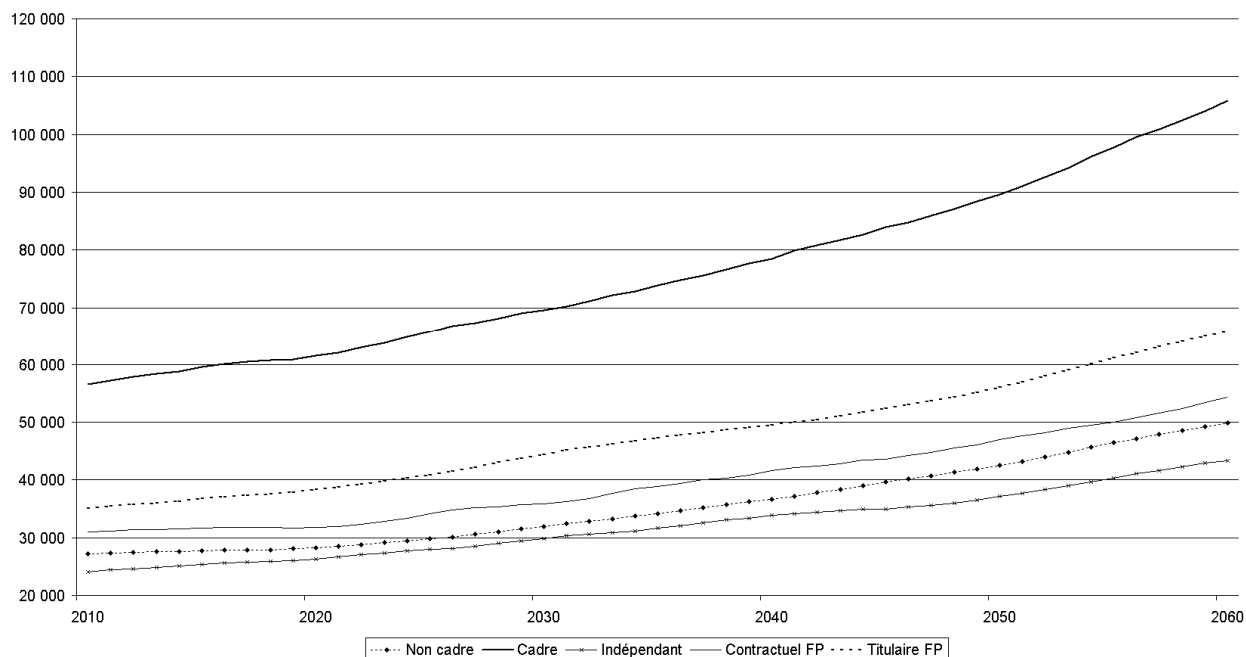
Note : les résultats sont lissés par une moyenne mobile d'ordre 5.  
 Champ : Génération 1980.



### Évolution annuelle du salaire par statut

Le graphique 19 présente l'évolution du salaire moyen par statut et par an pour les 25-54 ans en emploi dans le scénario B du COR (hausse annuelle de la productivité de 1,5 % à long terme). Les salaires des contractuels sont modélisés selon l'estimation retenue pour les titulaires. Le salaire moyen des contractuels est inférieur en raison de changements de statuts plus fréquents (privé / contractuels), donc d'une ancienneté plus faible.

Graphique 19 : Évolution des salaires moyens par statuts en euros constants 2012



Note : le salaire est exprimé en euros constants de 2012. Les résultats sont lissés par une moyenne mobile d'ordre 5.





## Conclusion

Le rebasage du générateur de biographies de Destinie sur la nouvelle enquête Patrimoine a été l'occasion de mettre en œuvre de nombreuses améliorations par rapport aux échantillons précédents, qu'il s'agisse des biographies familiales ou professionnelles.

La reconstitution des liens familiaux, point fort de Destinie, a été améliorée. Concernant les trajectoires sur le marché du travail, la prise en compte de nouveaux statuts et l'introduction de cibles de calage macroéconomiques ont permis d'automatiser la production de l'échantillon selon les scénarios retenus. A ces nouveautés s'ajoute la modélisation des revenus d'activité ainsi qu'une estimation plus fine des transitions entre états sur le marché du travail.

Ce nouvel échantillon a d'ailleurs été particulièrement utilisé dans le cadre de la Commission pour l'avenir des retraites (rapport Moreau, [5]), qui a sollicité Destinie afin de mesurer l'impact des réformes des retraites passées ainsi que celui de diverses simulations.

Outre son utilisation autour de la thématique des retraites, ce nouvel échantillon a vocation à être employé dans d'autres domaines : dépendance, patrimoine, santé...

Parmi les pistes d'amélioration envisagées, une plus fine modélisation des statuts conjugaux (pacs, mariage, célibat...) est à l'étude. Ces statuts sont en effet particulièrement importants pour des sujets tels que la réversion ou la dépendance.



## Références

- [1] Aubert P., Bachelet M., 2012, « Disparités de montant de pension et redistribution dans le système de retraite français ». Document de travail de la DESE G 2012/06, Insee.
- [2] Bachelet M., Beffy M., Blanchet D., « Projeter l'impact des réformes des retraites sur l'activité des 55 ans et plus : une comparaison de trois modèles », Economie et statistique 441/442, Insee.
- [3] Blanchet D., Buffeteau S., Crenner E., Le Minez S., « Le modèle de microsimulation dynamique Destinie 2 : principales caractéristiques et premiers résultats », Document de travail de la DESE G 2010/13, Insee.
- [4] Buffeteau S., Le Minez S., « Destinie II : le cœur du modèle (les biographies individuelles) », 2009, document interne de la DESE, Insee.
- [5] Commission pour l'avenir des retraites, « Nos retraites demain : équilibre financier et justice », Rapport au Premier ministre, 2013.
- [6] Conseil d'Orientation des Retraites, XIème rapport, 2012 : « Retraites : perspectives 2020, 2040 et 2060 »
- [7] Filatriau O, « Projections à l'horizon 2060 : des actifs plus nombreux et plus âgés », Insee Premiere 1345, 2011.
- [8] Roy D., Marbot C., « Projections du coût de l'APA et des caractéristiques de ses bénéficiaires à l'horizon 2040 à l'aide du modèle Destinie », Document de travail de la DESE G 2012/10, Insee.



## Annexe

### Statistiques descriptives pour les trajectoires professionnelles

Les tableaux ci-dessous présentent la ventilation des individus de moins de 60 ans présents en 2009, 2040 et 2060 dans l'échantillon selon les modalités prises par :

- l'âge de fin d'études ;
- le sexe ;
- le statut professionnel.

#### Age de fin d'études

Age de fin d'études	Année 2009	Année 2040	Année 2060
14	1,5%		
15	0,5%		
16	11,9%	5,7%	6,2%
17	8,7%	5,3%	5,3%
18	13,4%	8,5%	8,4%
19	10,6%	10,7%	11,0%
20	11,4%	12,4%	12,8%
21	9,3%	17,9%	16,3%
22	8,9%	11,5%	12,4%
23	7,6%	9,8%	9,7%
24	5,8%	7,3%	7,4%
25	3,9%	4,6%	4,9%
26	2,5%	3,0%	2,9%
27	1,5%	1,6%	1,6%
28	1,2%	1,1%	0,8%
29	0,5%	0,4%	0,2%
30	0,8%	0,2%	0,2%
TOTAL	100 %	100 %	100 %

Champ : individus de moins de 60 ans

#### Sexe

Sexe	Année 2009	Année 2040	Année 2060
Hommes	49,9%	50,4%	50,7%
Femmes	50,1%	49,6%	49,3%

Champ : individus de moins de 60 ans



### Statut professionnel (hypothèses du scénario B)

Code	Signification	Année 2009	Année 2040	Année 2060
1	Non cadre privé	29,2%	29,4%	30,4%
2	Cadre privé	5,7%	8,2%	7,6%
4	Indépendant	5,3%	5,9%	5,7%
6	Inactif pur	4,7%	6,2%	6,0%
7	Préretraité	0,9%		
9	AVPF	0,6%	0,4%	0,2%
11	Contractuel	2,5%	2,6%	2,3%
13	Service militaire	0,0%		
31	Titulaire FP actif	2,5%	1,7%	1,7%
32	Titulaire FP sédentaire	6,9%	6,7%	6,5%
51	Chômeur	5,3%	2,8%	2,7%
52	Dispense de recherche d'emploi	0,6%		
63	Scolarité	34,3%	35,1%	35,8%
621	Malade/invalidé privé	1,5%	1,1%	1,0%
623	Malade/invalidé FP	0,0%		
624	Malade/invalidé indépendant	0,1%	0,0%	0,0%
TOTAL		100 %	100 %	100 %

Champ : individus de moins de 60 ans

Note : AVPF signifie assurance vieillesse des parents au foyer, FP signifie fonction publique.

### Salaires (hypothèses du scénario B) en euros constants 2012

Salaire	Année 2009	Année 2040	Année 2060
Moyenne	30 583	46 396	61 375
Médiane	28 038	41 086	54 552

Champ : individus de moins de 60 ans en emploi

## Statistiques descriptives pour les trajectoires familiales

### Statut marital

Code	Signification	Année 2009	Année 2040	Année 2060
1	Célibataire	42,2%	39,3%	38,5%
2	Marié (en couple)	44,2%	46,1%	48,0%
3	Veuf	6,3%	6,3%	5,7%
4	Séparé	5,8%	7,4%	7,4%
5	PACS	1,4%	0,9%	0,5%
TOTAL		100 %	100 %	100 %

Champ : tous les individus présents les années considérées

Note : pour l'instant, les transitions vers le statut de Pacsé ne sont pas modélisées en projection



## Nombre d'enfants

- toute population

Nombre	Année 2009	Année 2040	Année 2060
0	47,6%	48,0%	48,0%
1	13,3%	12,0%	11,7%
2	21,5%	20,9%	20,9%
3	11,2%	13,2%	13,7%
4	3,6%	3,9%	3,8%
5	1,6%	1,3%	1,1%
6	1,2%	0,7%	0,7%
TOTAL	100 %	100 %	100 %

Champ : tous les individus présents les années considérées

- pour les couples

Nombre	Année 2009	Année 2040	Année 2060
0	14,3%	16,9%	16,1%
1	19,5%	17,7%	17,8%
2	37,1%	33,7%	34,5%
3	19,3%	22,3%	22,7%
4	5,8%	6,2%	5,9%
5	2,3%	2,0%	1,7%
6	1,6%	1,2%	1,2%
TOTAL	100 %	100 %	100 %

Champ : tous les individus en couple présents les années considérées

