

# UNE DÉCENNIE DE MODÉLISATION DU SYSTÈME DE RETRAITE

---

## LA GENÈSE DU MODÈLE DE MICROSIMULATION TRAJECTOIRE

Pierre Cheloudko\* et Henri Martin\*\*

*Le système de retraite français se caractérise par sa très grande complexité réglementaire et par une très grande diversité des profils de carrière de ses assurés. Dans ce contexte, et pour assurer au mieux ses missions de production d'informations statistiques et d'éclairage des politiques publiques en matière de retraite, la Drees, le service statistique du Ministère des Solidarités et de la Santé, collecte des données auprès des différents régimes sur un échantillon de cotisants, et sur un échantillon de retraités. Depuis la fin des années deux-mille, la Drees a développé un modèle de microsimulation dynamique basé sur ces deux échantillons inter-régimes. TRAJECTOIRE est né de la juxtaposition de trois modules : le premier modélise les carrières professionnelles, le deuxième simule les âges de départ à la retraite et le troisième calcule les pensions de retraite. Le développement de chaque nouveau module a été rendu nécessaire par les limites que présentaient les outils pré-existants. Modèle particulièrement riche, TRAJECTOIRE a depuis fait l'objet de nombreuses exploitations. Beaucoup d'autres institutions se sont dotées de modèles similaires : l'Insee, les principaux régimes de retraite, certaines administrations et instituts de recherche. Si cette diversité entraîne une fragmentation des ressources, elle est aussi une richesse pour la connaissance et le pilotage du système de retraite français.*

 *The French pension system is characterised by its highly complex regulatory framework and by the very wide diversity of career profiles of its members. In this context, and in order to best carry out its missions of producing statistical information and shedding light on public policies in the area of pensions, DREES, the Health and Solidarity Ministerial Statistical Department, collects data from the various schemes on a sample of contributors and on a sample of pensioners. Since 2010, DREES has been developing a dynamic microsimulation model based on these two inter-regime samples. TRAJECTOIRE was created through the juxtaposition of three modules: the first models professional careers, the second simulates retirement ages and the third calculates retirement pensions. The development of each new module was made necessary by the limitations of the pre-existing tools. As a particularly rich model, TRAJECTOIRE has since been used on numerous occasions. Many other institutions, such as INSEE, the main pension schemes and certain government departments and research institutes, have adopted similar models. Although this diversity leads to a fragmentation of resources, it is also an asset for understanding and managing the French pension system.*

---

\* Chargé d'études, bureau Retraites, direction de la Recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (Drees), [pierre.cheloudko@sante.gouv.fr](mailto:pierre.cheloudko@sante.gouv.fr)

\*\* Au moment de la rédaction de cet article, chef du pôle Simulations microéconomiques, bureau Retraites, direction de la Recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (Drees), [henri.martin@developpement-durable.gouv.fr](mailto:henri.martin@developpement-durable.gouv.fr)

## UN SYSTÈME DE RETRAITE FRANÇAIS D'UNE GRANDE COMPLEXITÉ

---

La réglementation française juxtapose plus d'une quarantaine de régimes de retraite différents entre lesquels les règles d'accumulation des droits, les règles de calcul des pensions, voire les conditions pour partir à la retraite ne sont pas intégralement harmonisées<sup>1</sup> (**encadré 1**). Au sein même de chaque régime la réglementation peut varier avec la date de naissance de l'assuré et éventuellement avec la date à laquelle il fait valoir ses droits à retraite. Les projections financières des régimes sont en outre très dépendantes des paramètres macroéconomiques et démographiques : le taux de chômage et le taux de croissance, l'immigration, la fécondité et l'espérance de vie.

À cette complexité réglementaire s'ajoute la grande diversité des situations individuelles. Certains assurés ont une durée de carrière supérieure à 45 ans alors que pour d'autres elle est de moins d'un an, notamment pour les personnes qui n'ont été que de passage sur le territoire français. Certaines carrières peuvent être plus ou moins « fractionnées », au sens où l'assuré connaîtra, ou non, des périodes de non-emploi ; se caractériser par des niveaux de revenus d'activité très différents ; se dérouler dans des régimes de retraite différents, par exemple quand un assuré commence sa carrière dans le secteur privé avant d'être recruté dans la fonction publique ; ou encore comprendre ou non certains événements biographiques : la naissance d'un enfant, un mariage, etc. Enfin, les carrières évoluent au fil des générations : les jeunes entrent de plus en plus tardivement sur le marché du travail ; les périodes de non-emploi sont devenues plus fréquentes avec l'augmentation du chômage et des formes particulières d'emploi ; les taux de fécondité et de nuptialité diminuent ; l'âge à la maternité augmente, etc.

Pour tenir compte de ces différents éléments de complexité, plusieurs organismes ont développé des outils qui modélisent plus finement à la fois la pluralité des parcours des assurés sur un horizon temporel relativement long et la réglementation en matière de retraite.

« Pour tenir compte de ces différents éléments de complexité, plusieurs organismes ont développé des outils qui modélisent plus finement à la fois la pluralité des parcours des assurés sur un horizon temporel relativement long et la réglementation en matière de retraite. »

Au sein du service statistique public, l'Insee et la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (Drees), ont apporté leur pierre à cet édifice. Leur objectif est d'assurer au mieux leurs missions de production et de diffusion d'informations statistiques et d'analyses économiques, afin d'éclairer notamment les choix politiques auprès du législateur. Cette contribution retrace, à travers une approche historique,

les étapes successives par lesquelles la Drees s'est progressivement dotée d'un modèle de microsimulation dynamique sur les retraites : le modèle TRAJECTOIRE (**encadré 2**). Il met en même temps l'accent sur les outils développés en parallèle par d'autres institutions.

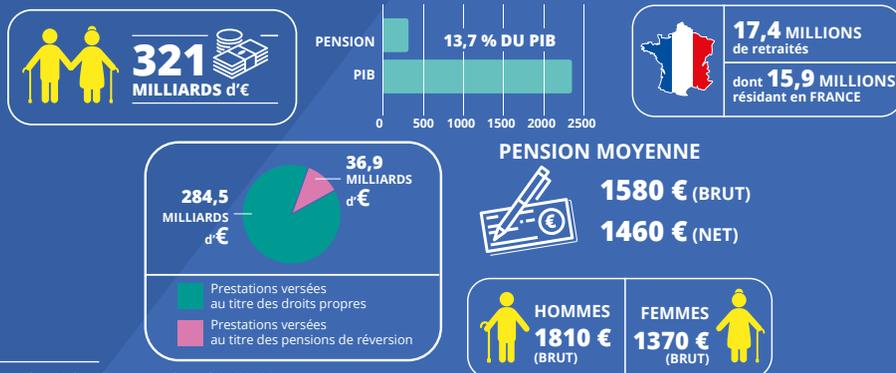
---

1. Historiquement, l'affiliation à ces régimes dépendait de l'emploi occupé par l'assuré et de son secteur d'activité.

## Encadré 1. Le système de retraite français : plus de 40 régimes « obligatoires »

Les assurés sont affiliés à un ou plusieurs régimes de retraite selon leur statut professionnel. Ils acquièrent des droits dans ces régimes qui leur versent ensuite, une fois ces droits liquidés, une ou plusieurs pensions de retraite. Depuis juillet 2017, les retraités poly-pensionnés des régimes dits « alignés » (MSA salarié, Cnav et RSI, aujourd'hui devenu le SSI), qui percevaient auparavant une pension de chacun de ces régimes perçoivent désormais une pension unique au titre de l'ensemble de leurs droits cumulés dans ces régimes.

### Les prestations versées en 2018



Données tirées de (Arnaud et alii, 2019).

Populations concernées	Régimes de base ou intégrés (gérés par l'État)	Régimes complémentaires ou additionnels (gestion déléguée aux partenaires sociaux)
Salariés du secteur privé	Caisse nationale d'assurance vieillesse (Cnav), régime général	Arrco (salariés d'employeurs privés) Agirc (cadres)
Salariés agricoles	Mutualité sociale agricole (MSA) aligné sur le régime général	Ircantec (agents non titulaires de l'État et des collectivités publiques)
Artisans, industriels et commerçants	Sécurité sociale des indépendants (SSI) alignée sur le régime général	SSI complémentaire. Avant 2013, il y avait un régime complémentaire pour les artisans et un autre pour les commerçants
Professions libérales	Régime de base (10 sections professionnelles regroupées au sein de la CNAVPL) Caisse nationale des barreaux français (CNBF)	Régimes complémentaires obligatoires selon la section professionnelle Régimes supplémentaires pour les praticiens et auxiliaires médicaux conventionnés
Non-salariés agricoles	Mutualité sociale agricole (MSA)	Régime complémentaire obligatoire
Fonctionnaires civils et militaires de l'État	Régime spécial géré par le Service des retraites de l'État (SRE)	Retraite additionnelle de la fonction publique (RAFP)
Fonctionnaire des hôpitaux et des collectivités locales	Régime spécial géré par la Caisse nationale de retraites des agents des collectivités locales (CNRACL)	Retraite additionnelle de la fonction publique (RAFP)
Agents des entreprises publiques et autres régimes spéciaux	Régimes spéciaux de la SNCF, de la RATP, des industries électriques et gazières (CNIEG), de la Banque de France, de l'Opéra de Paris, de la CRPCEN (clercs et employés de notaires), des mines, etc.	

## À L'ORIGINE : MODÈLES AGRÉGÉS ET MICROSIMULATION AVEC DESTINIE

Chronologiquement, le besoin de modélisation a d'abord concerné les services gestionnaires des régimes de retraite eux-mêmes, préoccupés par la soutenabilité de leur trajectoire financière à court, moyen et long terme et par le pilotage de leur trésorerie. Ceux-ci ont donc développé les premiers outils de modélisation sur les retraites, sous la forme de modèles agrégés, chacun se focalisant sur ses problématiques propres à son régime. Ces premiers modèles dits « régime » se limitent au champ de la sous-population d'affiliés correspondante. La qualité et la finesse de l'information produite par ces outils est logiquement très variable d'un régime à l'autre, reflétant ainsi la très grande disparité des ressources humaines et financières dont disposent les organismes gestionnaires. Mais la principale limite de ces modèles est inhérente aux objectifs qui ont sous-tendu leur développement : en se concentrant sur le périmètre d'un seul régime, ils ne modélisent que partiellement le système de retraite.

C'est en partie pour dépasser cette limite que l'Insee a engagé, dès le début des années quatre-vingt-dix, le développement du premier modèle de microsimulation « tous régimes » : le modèle Destinie<sup>2</sup> (Blanchet et Chanut, 1998). L'objectif est de simuler les carrières puis les pensions de retraite d'un échantillon d'individus résidant sur le territoire métropolitain. Le champ du modèle qui se limitait initialement aux assurés du régime général (les salariés du secteur privé) s'est élargi progressivement aux autres grands régimes de retraite (régimes de la fonction publique et régime des artisans et commerçants) si bien qu'il couvre aujourd'hui environ 90 % des masses financières de prestations versées.

L'enquête Patrimoine<sup>3</sup> de l'Insee a semblé aux acteurs de l'époque être la source la plus adaptée sur laquelle adosser le modèle Destinie, car elle contient un « calendrier rétrospectif » dans lequel les répondants détaillent l'historique de leurs périodes d'activité depuis le début de leur carrière professionnelle. Au-delà de la couverture de l'ensemble

« Le principal apport du modèle Destinie résidait dans la modélisation du système de retraite à un niveau individuel, par le recours à la technique de microsimulation, »

du système de retraite, dans un contexte où l'ensemble des modèles existant fonctionnaient sur une base agrégée, le principal apport du modèle Destinie résidait dans la modélisation du système de retraite à un niveau individuel, par le recours à la technique de microsimulation, seule à même de tenir compte de manière satisfaisante de la complexité des paramètres du système et de permettre des analyses fines en termes de redistribution<sup>4</sup>. Là où un modèle agrégé se limite à la production de résultats en population générale, Destinie permet de décliner

ces résultats sur de nombreuses sous-populations de retraités : les hommes, les femmes, les retraités les plus aisés ou au contraire les moins aisés, les retraités aux carrières longues ou aux carrières courtes, les retraités aux carrières linéaires ou ceux dont les carrières sont fragmentées, etc.

2. Destinie : modèle Démographique Économique et Social de Trajectoires INDIVIDUELLES simulÉes.

3. L'enquête Patrimoine a pour objectif de décrire les actifs financiers, immobiliers et professionnels des ménages. Elle comporte un volet biographique familial et professionnel.

4. Voir l'article de Didier Blanchet sur les modèles de microsimulation, dans ce même numéro.

Pendant plusieurs années, Destinie a été l'unique outil permettant des projections et des simulations « tous régimes confondus » au niveau individuel. C'est pourquoi, l'Insee a été à plusieurs reprises sollicité par le législateur au titre de ses missions d'études économiques, notamment lors de la préparation de la réforme des retraites de 2003. À partir de la fin des années deux-mille, afin de répondre à une demande sans cesse croissante de projections, et d'évaluations de projets de réforme dont les modalités étaient elles-mêmes sans cesse plus complexes, la Drees a engagé le développement de nouveaux outils de modélisation. En parallèle, des investissements comparables ont eu lieu à la direction générale du Trésor (DG Trésor) ainsi que dans plusieurs régimes de retraite (**encadré 1**).

## 📍 DEUX ÉCHANTILLONS « TOUS RÉGIMES » DE LA DREES : COTISANTS ET RETRAITÉS

---

En tant que service statistique du ministère des Solidarités et de la Santé, la Drees joue un rôle central dans la production d'informations statistiques (bases de données et études) sur le système de retraite dans son ensemble. Entre autres, elle a en charge la conception, la collecte et la production de deux panels inter-régimes issus des fichiers de gestion des différents régimes de retraite : **l'échantillon inter-régime de cotisants (EIC)** et **l'échantillon inter-régime de retraités (EIR)**. Chacune de ces sources rassemble, pour un échantillon de la population des affiliés au système de retraite français, l'ensemble des informations connues par la quasi-totalité des régimes de retraite français : montants de pensions, trimestres validés, points accumulés, etc.

« L'échantillon de cotisants, comporte des informations sur les droits à retraite cumulés par les affiliés, qu'ils soient, ou non, déjà partis à la retraite. »

L'échantillon de cotisants, comporte des informations sur les droits à retraite cumulés par les affiliés, qu'ils soient, ou non, déjà partis à la retraite. Tous les éléments utiles au calcul de la pension de retraite (revenus d'activité et points portés au compte, trimestres validés, etc.) y sont renseignés, ainsi que le parcours d'acquisition de ces droits sur un pas annuel (nombre de trimestres ou de points acquis pour chaque année de carrière). Cette source permet une connaissance globale des droits à la retraite

acquis par les actifs dans les différents régimes de retraite. L'échantillon est produit à une périodicité quadriennale depuis 2001 et la dernière vague disponible, la quatrième du panel, contient des informations sur la situation des assurés du système de retraite au 31 décembre 2013 (EIC 2013)<sup>5</sup>. L'échantillon, extrait du répertoire national d'identification des personnes physiques (RNIPP), est constitué de personnes nées les premiers jours de chaque trimestre des années paires. Le taux de sondage est compris entre 2,2 % et 4,4 % selon la génération.

L'échantillon de retraités, de son côté contient des informations détaillées concernant les bénéficiaires d'une pension de retraite (de droit direct et/ou de réversion) ou d'invalidité : nature et montant des pensions versées, trimestres validés, âge de départ à la retraite, etc. C'est l'unique source qui permet de reconstituer la pension globale des retraités en rapprochant les informations fournies par les différents régimes de retraite. L'échantillon est produit à une périodicité quadriennale depuis 1988 et la dernière vague

---

5. L'édition 2017 de l'EIC était en cours de collecte à la date de rédaction de l'article.

disponible (la huitième du panel) contient des informations sur la situation des retraités au 31 décembre 2016 (EIR 2016). L'échantillon, également extrait du RNIPP, est constitué de personnes nées les premiers jours de chaque trimestre de certaines années. Il est construit de manière à être représentatif de l'ensemble des retraités. Le taux de sondage est compris entre 0,8 % et 9,9 % selon la génération.

Ainsi, l'échantillon de cotisants est un « film » qui décrit la carrière professionnelle des assurés jusqu'à leur départ à la retraite alors que l'échantillon de retraités est une « photographie » qui décrit les pensions versées aux retraités à une date donnée.

## DES SOURCES PRIVILÉGIÉES POUR MODÉLISER LE SYSTÈME DE RETRAITE

Avec ses deux panels, la Drees a constitué des bases de données sur le système de retraite uniques en leur genre. L'une des finalités initiales de l'échantillon inter-régime de cotisants était de fournir des données pour produire des projections concernant les retraites futures. L'EIC retrace finement les trajectoires professionnelles et les droits acquis par un échantillon d'assurés. Certains individus étant communs aux deux échantillons, il est également possible de mettre en perspective les carrières et parcours professionnels des assurés avec leur situation au moment de la retraite (âge de départ à la retraite, niveau de la pension, etc.) et donc de connaître les choix des assurés en termes d'âge de départ à la retraite.

Enfin, les travaux de collecte, de production, de structuration et d'enrichissement ont amené les équipes de la Drees à développer une expertise méthodologique, à la fois sur la construction de ces sources mais aussi sur la législation en matière de retraites. Cette expertise s'est avérée cruciale pour mener à bien le développement du modèle de microsimulation TRAJECTOIRE.

Au début des années deux-mille, la Drees disposait déjà d'une maquette agrégée pour procéder à des projections à long terme d'effectifs de retraités et de masses de prestations versées (Bac *et alii*, 2003). Cependant, les résultats n'étaient pas désagrégés par régimes et ne tenaient donc pas compte de la réglementation propre à chacun d'eux. Cet outil s'avérait

« Au début des années deux-mille, la Drees disposait déjà d'une maquette agrégée pour procéder à des projections à long terme d'effectifs de retraités et de masses de prestations versées »

alors insuffisant pour modéliser la complexité des paramètres du système de retraite et pour disposer de résultats fins et détaillés par sous-populations. Aussi, dotée de nouvelles sources particulièrement riches (le premier EIC date de 2001), et guidée par son ambition d'assurer au mieux ses missions d'éclairage des politiques publiques et de production d'études sur le système de retraite, la Drees a entrepris, dès la fin des années

deux-mille, le développement d'un modèle de microsimulation dynamique du système de retraite français. La charge de travail que représentait une telle initiative a impliqué de l'aborder par étapes successives.

## ❶ PREMIÈRE PIERRE À L'ÉDIFICE : UN MODULE DE CALCUL DES PENSIONS...

---

Régulièrement sollicitées pour évaluer des évolutions des règles de calcul des pensions de retraite, les équipes de la Drees ont commencé par développer un programme SAS permettant de calculer le montant des pensions de retraite dans les principaux régimes (Lermechin, Duc et Burricand, 2011). En entrée de ce programme, les données de carrière des assurés sont connues : trimestres validés, points acquis, revenus d'activité portés au compte, âge de départ à la retraite, etc. À l'origine, l'objectif était simplement de calculer les pensions en appliquant la réglementation en vigueur, mais au fil du temps des scénarios réglementaires alternatifs, paramétrables par l'utilisateur ont été développés. Ce module, baptisé « CALIPER » (CALcul Interrégimes des PEnsions de Retraite), a été mobilisé pour conduire des travaux extrêmement variés (*figure 1*).

## ❷ ... POUR TESTER LA COHÉRENCE ENTRE LES DEUX ÉCHANTILLONS INTER-RÉGIMES...

---

Son application la plus immédiate consistait à fournir en entrée du module les données individuelles de carrière contenues dans l'échantillon de cotisants et à calculer les pensions de retraite qui en découlent. En théorie, pour les individus communs aux deux échantillons inter-régimes, les montants de pension calculés par CALIPER devaient être similaires à ceux renseignés dans l'échantillon de retraités. Des travaux méthodologiques ont ainsi pu être entrepris pour vérifier la cohérence entre ces deux sources et expertiser l'origine des écarts. Ces travaux ont permis d'identifier plusieurs anomalies, et d'améliorer sensiblement la qualité de l'échantillon de cotisants *via* les redressements appliqués aux données brutes fournies par les régimes.

## ❸ ... ÉVALUER L'IMPACT DES ÉVOLUTIONS DANS LES RÈGLES DE CALCUL...

---

Le module CALIPER rendait également possible la production de scénarios de changements des règles de calcul des pensions de retraite à partir des données de l'échantillon de cotisants. Par exemple, à l'occasion de la réforme des retraites de 1993, la période prise en compte pour le calcul du revenu servant de référence au calcul des pensions servies par le régime général

a été augmentée progressivement au fil des générations, passant des 10 meilleures années de revenus aux 25 meilleures années. De plus, ce calcul a été annualisé alors qu'il était auparavant réalisé sur une base trimestrielle. L'outil CALIPER a été mobilisé par la Drees pour fournir une estimation de ces mesures (Lermechin, Duc et Burricand, 2011). Un autre exemple

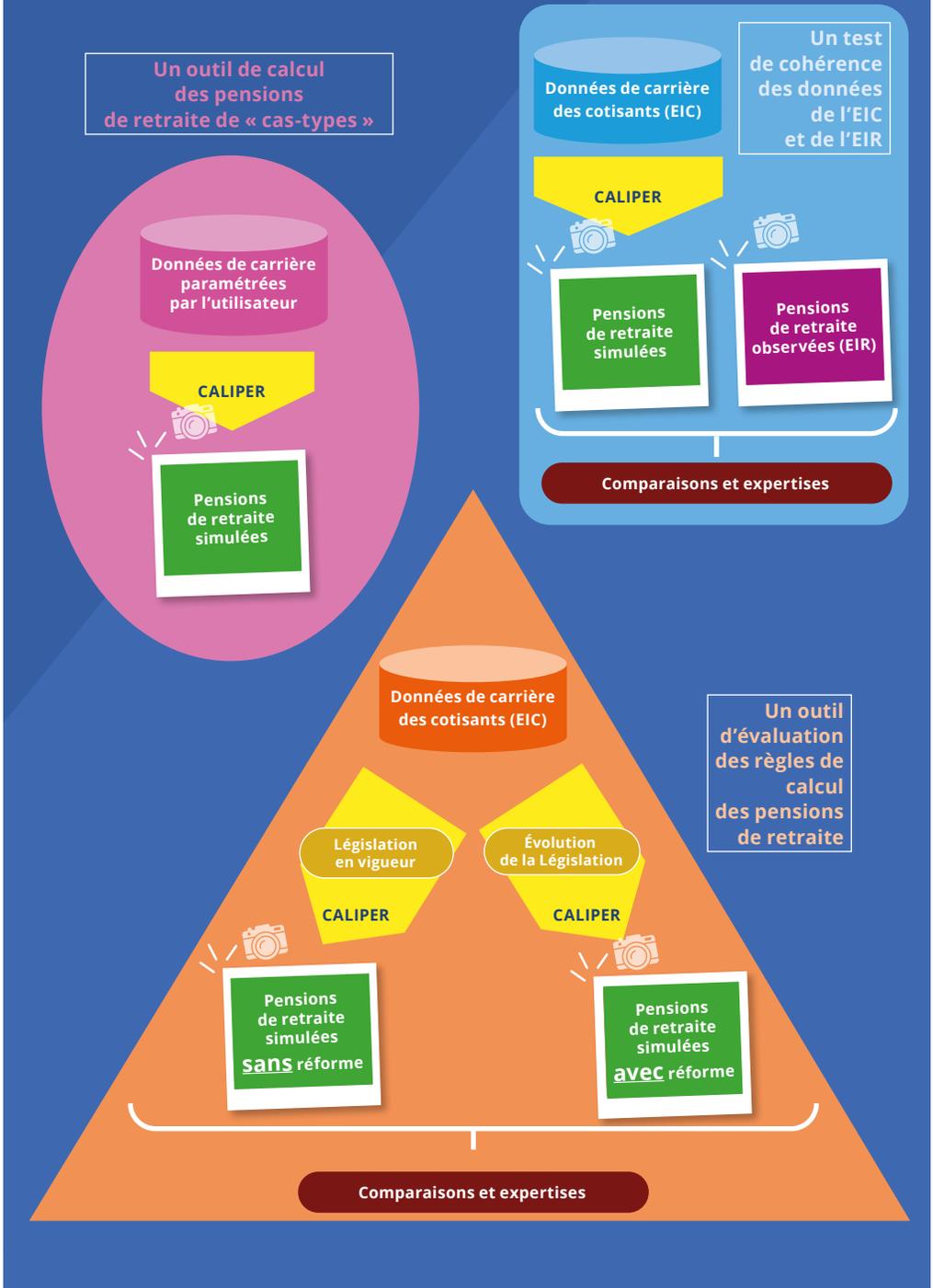
« Un autre exemple est la production de simulations de mise en place d'un régime unique harmonisant les règles de calcul des droits et des pensions entre les régimes alignés »

est la production de simulations de mise en place d'un régime unique harmonisant les règles de calcul des droits et des pensions entre les régimes alignés<sup>6</sup> (Aubert *et alii*, 2012).

---

6. On appelle régimes alignés la Cnav, le RSI, aujourd'hui devenu le SSI et la MSA salarié, voir *encadré 1*.

Figure 1. Les trois principales applications du module CALIPER



L'objectif était de mettre en lumière, en raisonnant à rebours, les spécificités qui caractérisaient alors les règles de calcul des pensions des retraités poly-pensionnés de ces régimes (c'est-à-dire percevant des pensions versées par au moins deux de ces régimes). Enfin, plus récemment, une analyse précise des effets de la mesure d'évolution des règles d'éligibilité et de calcul du mécanisme de minimum de pension a été conduite à partir de CALIPER (Chantel et Plouhinec, 2014).

## 🔗 ... ET CALCULER LES PENSIONS DE RETRAITE DE « CAS-TYPES » —

Outre les données contenues dans l'échantillon de cotisants, il est possible de fournir en entrée du module CALIPER des carrières fictives, dont le paramétrage est laissé à la discrétion de l'utilisateur. Cette possibilité a ouvert la voie aux approches par « cas-types »

qui consistent, pour des carrières perçues comme illustratives de celles de certaines sous-populations, à appliquer différentes règles de calcul des pensions de retraite.

« L'approche par cas-types a été mobilisée par la Drees pour simuler l'application des règles de calcul des pensions du régime général à des carrières de fonctionnaires »

Ces analyses constituent un complément utile aux analyses descriptives sur données réelles, car elles permettent de dissocier clairement les effets qui résultent de l'application mécanique de la réglementation, de ceux qui sont la conséquence d'autres paramètres :

évolution des carrières, paramètres macroéconomiques, etc. L'approche par cas-types a été mobilisée par la Drees pour simuler l'application des règles de calcul des pensions du régime général à des carrières de fonctionnaires (Aubert et Plouhinec, 2017), pour étudier l'effet des changements de régimes de retraite d'affiliation en cours de carrière sur le montant de la pension (Lermeschin, Duc et Burricand, 2011) ou encore pour quantifier l'impact, dans différents régimes, des périodes de temps partiel sur le montant de retraite (Aubert, Plouhinec et Prouet, 2015).

Cette approche a également été reprise par le Conseil d'orientation des retraites (COR) qui, depuis 2014, publie dans son rapport annuel plusieurs indicateurs issus de simulations sur cas-types et dont la production est assurée annuellement par la Drees à partir de l'outil CALIPER : par exemple, le taux de remplacement entre la première pension de retraite et le dernier salaire de carrière. Ce suivi permet d'isoler les effets mécaniques des changements de réglementation et des paramètres économiques sur divers indicateurs. Le COR a initialement construit sept « cas-types » : un salarié cadre du secteur privé, un salarié non-cadre du secteur privé, un salarié qui connaît des périodes de chômage, une salariée qui connaît des interruptions de carrière pour élever ses enfants, un fonctionnaire de catégorie B, un enseignant fonctionnaire et un cadre A+ de la fonction publique. Ces cas-types du COR se sont institutionnalisés dans le débat public sur les retraites. Le décret de 2014 relatif au Comité de suivi des retraites (CSR)<sup>7</sup> a ainsi consacré comme référence le cas-type n°2 (le salarié non-cadre du secteur privé). Le décret précise ainsi que pour ce dernier, « les recommandations [...] ne peuvent tendre à diminuer en deçà des deux tiers le rapport [...] entre la moyenne des avantages de vieillesse perçus l'année de la liquidation et le revenu moyen d'activité perçu pendant la dernière année d'activité ».

7. Voir la référence dans les fondements juridiques.

Néanmoins, CALIPER, considéré isolément, se révélait un outil insuffisant pour modéliser pleinement le système de retraite. En effet, les carrières des assurés (trimestres validés, revenus d'activité, âge de départ à la retraite, etc.) constituant une donnée d'entrée du module, CALIPER ne permettait pas de simuler les effets d'évolutions réglementaires susceptibles de modifier ces carrières. Cela concerne par exemple les mesures de décalage de l'âge légal d'ouverture de droits qui ont pour conséquence un prolongement des carrières des assurés (augmentation du nombre de trimestres validés, nouveaux revenus d'activité, etc.)

## ① UN DEUXIÈME MODULE POUR MODÉLISER LES FINS DE CARRIÈRE

---

Dès 2010, la Drees a été sollicitée par le législateur dans le cadre de la préparation de réformes, par exemple la mesure de relèvement de 60 à 62 ans de l'âge légal d'ouverture des droits à retraite. C'est pourquoi ses équipes se sont dotées d'un nouvel outil conçu pour modéliser la fin de carrière des assurés (Aubert, Duc et Ducoudré, 2010). En pratique, il s'agit des années de carrière postérieures aux 54 ans des assurés. Ce choix est fondé sur les données issues de l'enquête Emploi de l'Insee qui montrent une diminution des taux d'emploi à partir de cet âge alors qu'ils demeurent à un niveau élevé auparavant.

## ① PROMESS + CALIPER : PREMIERS PAS VERS UN MODÈLE «DYNAMIQUE»

---

Par rapport au seul module CALIPER, l'apport principal de PROMESS fut de rendre possibles des simulations de scénarios modifiant les paramètres d'âge<sup>8</sup> et de durée<sup>9</sup> du système de retraite et donc les âges de départ à la retraite de certains assurés. Le modèle a par exemple été utilisé pour estimer *ex post* les effets des réformes de 1993 et 2003 qui comportaient chacune une augmentation de la durée d'assurance requise pour le taux plein (Aubert, Duc et Ducoudré, 2012).

“ PROMESS a également été mobilisé pour étudier les questions d'équité liées aux diverses réformes, en détaillant les impacts différenciés de ces réformes sur les âges de départ à la retraite des différentes catégories d'assurés. ”

PROMESS a également été mobilisé pour étudier les questions d'équité liées aux diverses réformes, en détaillant les impacts différenciés de ces réformes sur les âges de départ à la retraite des différentes catégories d'assurés (Aubert, Duc et Ducoudré, 2013). En outre, en prolongeant les carrières observées dans les données de l'échantillon de cotisants, il a également permis de conduire des simulations sur des générations qui

n'étaient pas encore parties à la retraite et qui étaient donc susceptibles d'être concernées par des projets de réformes.

---

8. L'âge légal d'ouverture des droits à partir duquel il est possible de partir à la retraite et l'âge d'annulation de la décote à partir duquel la pension de retraite est calculée à taux plein quel que soit le nombre de trimestres validés par l'assuré.

9. Pour bénéficier d'une pension complète un assuré doit avoir validé un certain nombre de trimestres.

Enfin, avec PROMESS et CALIPER, la Drees était désormais dotée d'un modèle de simulation « dynamique », au sens où ce n'était plus seulement un ensemble d'indicateurs à la date de départ à la retraite qui était calculé, comme dans le seul module « statique » CALIPER,

mais une série temporelle de ces indicateurs<sup>10</sup>. PROMESS simule en effet, sur un pas trimestriel, la chronique des situations occupées par chaque assuré sur le marché du travail : emploi affilié aux différents régimes de retraite et revenus d'activité correspondant, chômage, maladie, invalidité pouvant ouvrir droit à l'acquisition de trimestres gratuits, inactivité, etc. C'est ici une particularité, et en même temps une des difficultés de l'exercice de modélisation du système de retraite : la dimension temporelle est incontournable.

« C'est ici une particularité, et en même temps une des difficultés de l'exercice de modélisation du système de retraite : la dimension temporelle est incontournable. »

## MODÉLISER L'INTÉGRALITÉ DES CARRIÈRES : NAISSANCE DE TRAJECTOIRE

La Drees a donc entrepris, à partir de 2013, de développer **un module de modélisation des carrières professionnelles** pour la partie des carrières antérieure aux 54 ans des assurés. L'objectif de ce module est de simuler, pour chaque assuré de l'échantillon de cotisants, la chronique d'affiliation aux différents régimes de retraite et la chronique des droits à retraite acquis (trimestres, revenus d'activité et points portés au compte) pour la partie non-observée de sa carrière<sup>11</sup>.

Le module a été paramétré à partir des données de l'échantillon de cotisants sur les années les plus récentes d'observation de manière à répliquer dans le futur les transitions les plus récentes observées sur le marché du travail. En pratique des probabilités de transition sont estimées et répliquées entre de nombreux états possibles (emploi affilié aux différents régimes de retraite, différentes situations de non-emploi comme la maladie ou le chômage, etc.) pour des sous-populations définies par leur âge, leur sexe, leur pays de naissance (selon que l'assuré soit né en France ou à l'étranger) et leur âge d'entrée sur le marché du travail. Par exemple, le module fait l'hypothèse qu'une femme âgée de 30 ans, née en France, entrée relativement tôt sur le marché de l'emploi et qui est affiliée à la MSA salarié au cours de l'année T aura 60 % de chances d'être de nouveau affiliée à la MSA salarié au cours de l'année T+1, aura 15 % de chance de connaître une période de non-emploi (chômage, maladie, invalidité, maternité) en T+1 et aura 25 % de chance de changer de régime d'affiliation en T+1.

À ce module de simulation des carrières devait s'ajouter **un module démographique**, car l'échantillon de cotisants ne couvre pas toutes les générations<sup>12</sup> : il fallait donc « créer » les individus de ces générations manquantes de manière à être représentatif de la population des assurés. Ces chantiers ont été menés entre 2012 et 2014 (Duc *et alii*, 2013).

Le modèle de microsimulation « TRAJECTOIRE » (TRAJectoire de Carrières Tous REGimes) est donc né de la juxtaposition du nouveau module de modélisation des carrières (qui modélise la chronique des droits à retraite pour la partie des carrières non-observée

10. Voir l'article de Didier Blanchet sur les modèles de microsimulation, dans ce même numéro.

11. C'est-à-dire postérieure à la date du dernier millésime disponible de l'EIC.

12. À l'origine il ne contenait que les individus appartenant à une génération paire sur deux. Depuis le millésime 2013, toutes les générations paires sont échantillonnées.

dans l'EIC), du module PROMESS (qui modélise les âges de fin d'emploi et de départ à la retraite) et du module CALIPER (qui calcule les pensions de retraite) (*figure 2*).

Depuis, le modèle fonctionne et évolue comme un ensemble unifié si bien que les frontières entre les modules historiques qui le composent tendent à s'effacer. Le module PROMESS a par ailleurs fait l'objet d'une importante refonte pour en faire un véritable modèle « micro ».

## DES SOLLICITATIONS MULTIPLES ET DES INITIATIVES INTERNES

La richesse du modèle TRAJECTOIRE (indicateurs de carrière et de retraite) explique les nombreuses sollicitations dont la Drees a fait l'objet, de la part de diverses administrations,

« Le modèle est aussi régulièrement sollicité pour répondre à de nombreuses questions soulevées lors des séances du Conseil d'orientation des retraites (COR) ou du Comité de suivi des retraites (CSR). »

notamment afin d'éclairer les politiques publiques. TRAJECTOIRE a ainsi été fortement mobilisé dans le cadre de la préparation de la réforme des retraites de 2014, notamment concernant la mise en œuvre de la liquidation unique des régimes alignés (*encadré 1*). Le modèle est aussi régulièrement sollicité pour répondre à de nombreuses questions soulevées lors des séances du Conseil d'orientation des retraites (COR) ou du

Comité de suivi des retraites (CSR). Il a été mis à contribution pour produire une estimation des effets des réformes du système de retraite<sup>13</sup> :

- réforme de 2010 ayant décalé de 60 à 62 ans l'âge légal d'ouverture de droits et de 65 à 67 ans l'âge du taux plein automatique ;
- réforme de 2014 ayant augmenté la durée d'assurance requise pour liquider une pension au taux plein ;
- et une évaluation des droits familiaux de retraite<sup>14</sup> (trimestres acquis au titre de la naissance et de l'éducation des enfants, majoration de 10 % pour les parents d'au moins trois enfants, droits à retraite pour les parents qui réduisent leur activité professionnelle suite à la naissance d'un enfant, etc.).

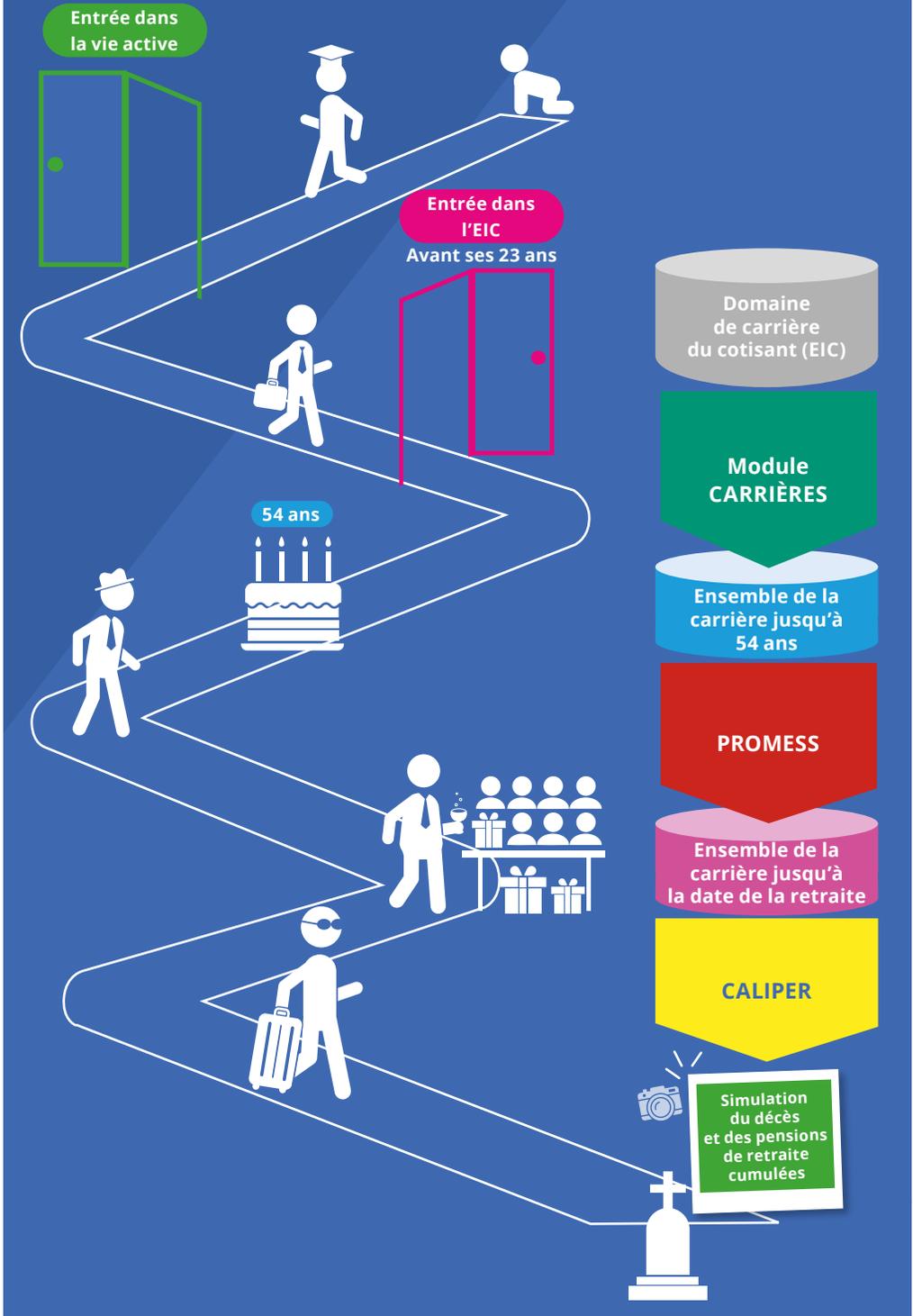
Le modèle TRAJECTOIRE a également fait l'objet d'exploitations à l'initiative interne de la Drees. Ces dernières consistent essentiellement en des analyses fines des effets des réformes des retraites passées, déclinées sous plusieurs angles : effets sur les pensions des assurés, sur les durées de retraite, sur les masses financières des régimes, sur des indicateurs d'équité, etc (Duc, 2015 ; Duc, Martin et Tréguier, 2016).

Des études ont aussi été conduites sur l'effet des règles du système de retraite et des redistributions qu'elles génèrent. Ainsi, les différences de réglementations entre fonction publique et secteur privé ont été étudiées à partir de simulations issues du modèle TRAJECTOIRE (Duc, Solard et Tréguier, 2017). Des travaux sont en cours concernant les effets redistributifs et l'équité du système de retraite.

13. Ces travaux ont été publiés en 2016 dans le rapport annuel de la Cour des comptes consacré à l'application des lois de financement de la Sécurité sociale.

14. Rapport commandé à Bertrand Fragonard, Président du Haut Conseil à la famille.

Figure 2. Fonctionnement simplifié de TRAJECTOIRE et des modules CALIPER et PROMESS



## UN CHANTIER PERMANENT

---

Depuis sa naissance en 2015, TRAJECTOIRE évolue et s'enrichit de manière continue. Afin d'être en permanence en mesure de simuler la réglementation en vigueur, il doit faire l'objet de nouveaux développements à l'occasion de chaque modification réglementaire dans le domaine des retraites. Or ces modifications sont devenues très fréquentes sur la dernière décennie, qu'elles concernent les régimes de base ou les régimes complémentaires : augmentation de l'âge légal d'ouverture des droits, ou de la durée d'assurance requise pour le taux plein, entrée en vigueur de la liquidation unique dans les régimes alignés, introduction de coefficients de solidarité dans les régimes complémentaires Agirc et Arrco, etc.

De plus, l'entretien d'un modèle de microsimulation comme TRAJECTOIRE implique de conduire régulièrement des investissements méthodologiques : comparaison des résultats issus des simulations aux données observées dans différentes sources (notamment les deux échantillons inter-régimes) et aux simulations issues d'autres modèles, expertise des écarts, méthodologie afin d'améliorer la modélisation, etc.

« Les modules déjà existants font donc l'objet d'investissements et d'enrichissements réguliers. »

Les modules déjà existants font donc l'objet d'investissements et d'enrichissements réguliers. Par exemple, de nouveaux régimes de retraite sont régulièrement ajoutés au module CALIPER (le dernier en date est le régime spécial de la SNCF), le module de modélisation des départs à la retraite

a été repensé, le non-recours aux droits à retraite a été modélisé, le jeu de pondérations a été refondu, etc.

Par ailleurs, TRAJECTOIRE doit faire l'objet d'un rebasage complet lorsque de nouveaux millésimes des sources sur lesquelles il est adossé (les deux échantillons inter-régimes) sont disponibles<sup>15</sup>. Il doit également s'adapter aux évolutions de ces sources (par exemple, à l'occasion du millésime 2013, la couverture de l'échantillon des cotisants a été enrichie).

Enfin, malgré l'importance des travaux déjà menés, de nouveaux investissements seraient nécessaires afin d'affiner les résultats du modèle : modéliser les différences de mortalité selon les caractéristiques des retraités par exemple, ou encore modéliser le cumul emploi-retraite. Des besoins se font jour également pour simuler de manière plus exhaustive le système de retraite : modéliser les pensions de réversion par exemple, ce qui suppose de modéliser des mariages au sein de la population d'assurés, ou modéliser le compte professionnel de prévention.

## MICROSIMULATION DES RETRAITES : UN PAYSAGE DIVERS ET FRAGMENTÉ...

---

Au cours des années deux-mille-dix, en même temps que la Drees développait TRAJECTOIRE, de nombreux autres modèles de microsimulation dynamiques sur les retraites voient

---

15. L'EIR 2016 est disponible depuis mi-2019. L'EIC 2017 est prévu pour fin 2020.

le jour. Les principaux organismes gestionnaires de régimes se sont dotés ainsi d'un tel outil. C'est le cas notamment :

- ❶ de la Caisse nationale d'assurance vieillesse (Cnav), dès la fin des années deux-mille, sur le champ des salariés du secteur privé (modèle Prisme) ;
- ❶ du Service des retraites de l'État (SRE) en 2015, pour les fonctionnaires d'État (modèle Pablo) ;
- ❶ de la Caisse nationale de retraite des agents des collectivités locales (CNRACL), à partir de 2019, pour les fonctionnaires relevant des fonctions publiques territoriale et hospitalière (modèle Canopée).

Parmi ces modèles, celui de la Cnav se singularise car, au fil du temps, il a progressivement intégré à son champ, outre le régime général, les régimes alignés ainsi que les régimes complémentaires Agirc et Arrco. Des développements sont en cours depuis 2019 pour faire de Prisme un modèle « tous régimes » intégrant notamment les régimes de la fonction publique.

L'Agirc-Arrco a également entrepris la construction d'un modèle de microsimulation au début de l'année 2018. En parallèle, la DG Trésor abandonne en 2016 sa maquette de cas-types pondérés pour développer le modèle de microsimulation Aphrodite, adossé à la base biographique du modèle Destinie de l'Insee mais utilisant sa propre modélisation pour simuler les âges de liquidation et les droits à pension des assurés. L'Institut des politiques publiques (IPP) engage dès 2014 le projet PENSIPP dont l'objectif est d'aboutir à un modèle de microsimulation également adossé à la base biographique de Destinie.

Le paysage actuel des modèles de microsimulation dynamiques « tous régimes » du système de retraite français se caractérise donc par une grande diversité des acteurs : l'Insee (modèle Destinie), la Drees (modèle TRAJECTOIRE), la DG Trésor (modèle Aphrodite), l'IPP (modèle PENSIPP), et la Cnav (modèle Prisme). Cette diversité, a pour inconvénient majeur d'entraîner un éclatement des ressources (humaines notamment), et parfois une certaine confusion quand les résultats des différents modèles divergent. Mais elle est cependant précieuse pour la connaissance et le pilotage du système de retraite.

## ❶ ... MAIS SOURCE DE RICHESSES

---

Paradoxalement, l'intérêt de l'accumulation des modèles découle d'abord des atouts et des limites de chacun d'entre eux. À titre d'exemple, les modèles adossés à l'enquête Patrimoine de l'Insee (Destinie, Aphrodite et PENSIPP) reposent sur des informations déclaratives, alors que les sources sur lesquels s'appuient TRAJECTOIRE et Prisme sont directement issues des fichiers de gestion des régimes de retraite.

L'avantage des données administratives, par rapport aux données d'enquête, réside dans leur fiabilité mais aussi dans la taille des échantillons qui permet des analyses plus fines par sous-populations. En outre, elles sont exhaustives concernant les droits à retraite alors que le champ de l'enquête Patrimoine se réduit à la population des résidents en France métropolitaine<sup>16</sup>.

---

16. À titre indicatif, au 31 décembre 2017, sur 17,2 millions de retraités, 1,6 million ne résidaient pas en France, soit environ 9 % (Arnaud [et alii](#), 2019).

À l'inverse, les fichiers administratifs sont moins riches en données socio-démographiques et renseignent généralement peu sur le ménage au sein duquel l'assuré réside. L'enquête Patrimoine collecte des informations relatives au ménage (ressources, nombre d'enfants, etc.) : ceci permet aux modèles qui y sont adossés d'aborder des problématiques comme l'évolution des niveaux de vie par âge au fil des générations, ou encore la prise en charge de la dépendance<sup>17</sup>.

Enfin cette richesse vient aussi de la grande diversité des acteurs, qui se distinguent par leur positionnement institutionnel dans le paysage français et donc par les missions

« Ces différences de finalité peuvent conduire à des développements propres à chaque modèle, qui se complètent et permettent d'éclairer une grande variété de problématiques en matière de retraite. »

qu'ils ont vocation à remplir. Les besoins diffèrent en effet, entre un gestionnaire de régime de retraite, une administration centrale ou un institut de recherche. Ces différences de finalité peuvent conduire à des développements propres à chaque modèle, qui se complètent et permettent d'éclairer une grande variété de problématiques en matière de retraite.

## 🌐 ... FACE À DES DÉFIS IMPORTANTS

Aujourd'hui, les acteurs qui contribuent à la richesse de l'analyse doivent faire face à de nouveaux investissements importants.

D'une part, les sollicitations du législateur sont toujours plus nombreuses et toujours plus complexes à traiter : demandes de projections sur une temporalité de plus en plus fine (notamment concernant la montée en charge des évolutions réglementaires), simulations de scénarios réglementaires très éloignés de la réglementation actuelle dans le cadre des travaux visant à construire un système de retraite universel par points, etc.

D'autre part, les sources disponibles pour enrichir ces modèles se diversifient et se complexifient en même temps que leur volumétrie augmente. En plus des deux échantillons inter-régimes de la Drees, de nouveaux fichiers administratifs sont depuis quelques années disponibles et exploitables à des fins statistiques. C'est le cas notamment de l'Échange inter-régime de retraite, géré par la Cnav, qui comporte des données quasiment exhaustives sur les retraités du système français, mais aussi des données du groupement d'intérêt public « Union Retraite » qui détaillent les carrières d'un large échantillon d'assurés<sup>18</sup>. Enfin, à moyen terme, la constitution du répertoire de gestion des carrières unique, pilotée par l'Agirc-Arrco et qui rassemblera des informations exhaustives concernant les carrières des assurés pourrait fournir une source de choix pour les modèles de microsimulation<sup>19</sup>.

17. Voir l'article de Didier Blanchet sur les modèles de microsimulation, dans ce même numéro.

18. Il s'agit des données produites dans le cadre des campagnes de droit à l'information en matière de retraite.

19. Le RGCU a intégré les données de carrière du régime général en 2019. L'intégration des données de la MSA et du SSI doit intervenir en 2021. Les autres régimes de retraite doivent suivre d'ici au 31 décembre 2022.

Ces bouleversements, qui impliquent des investissements méthodologiques massifs, posent la question du dimensionnement des équipes qui ont en charge la maintenance, le développement et l'exploitation des modèles. Le projet de réforme actuel, qui prévoit, en cas d'adoption, la mise en place progressive d'un régime unique par points, offrira l'opportunité d'envisager une plus grande mutualisation des ressources allouées à la modélisation du système de retraite. Il impliquera également une réflexion concernant le rôle futur des différents organismes aujourd'hui en charge du suivi du système de retraite français (Conseil d'orientation des retraites, Comité de suivi des retraites, Drees, Insee, régimes de retraite), avec des répercussions possibles sur les différents modèles.

## Encadré 2. Fiche technique du modèle TRAJECTOIRE

- **Champ** : générations nées entre 1942 et 2013 ;
- **Taux d'échantillonnage** : 2,2 %, soit environ 20 000 personnes par génération et 1,6 million de personnes pour l'ensemble du modèle ;
- Jeu de pondération calculé pour être représentatif des données du RNIPP sur un croisement année de naissance, pays de naissance et sexe. Le champ constitué des personnes enregistrées dans le RNIPP est en effet très proche de celui des assurés du système de retraite ;
- **Langage de programmation** : SAS. Réflexions en cours en vue du passage à un autre langage parmi plusieurs options possibles (R, Python, etc.) ;
- **Volumétrie du modèle** : 150 Gigaoctets ;
- **Temps d'exécution** : 24 heures (en pratique souvent moins car chaque simulation n'implique pas nécessairement de mobiliser l'ensemble des modules du modèle).

## BIBLIOGRAPHIE

---

ARNAUD, Franck *et alii*, 2019. *Les retraités et les retraites*. [en ligne]. 6 juin 2019. Panoramas de la Drees Social, édition 2019. [Consulté le 29 avril 2020]. Disponible à l'adresse : <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/panorama-retraite-2019.pdf>.

AUBERT, Patrick, BARATON, Manuella, DUC, Cindy et CROGUENNEC, Yannick, 2012. *Les polypensionnés*. [en ligne]. 30 août 2012. Drees, Dossier Solidarité et Santé n°32. [Consulté le 29 avril 2020]. Disponible à l'adresse : <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/dossier32.pdf>.

AUBERT, Patrick, DUC, Cindy, et DUCOUDRÉ, Bruno, 2010. *Le modèle PROMESS : Projection « méso » des âges de cessation d'emploi et de départ à la retraite*. [en ligne]. Décembre 2010. Drees, Documents de travail, Série Études et Recherches, n°102. [Consulté le 29 avril 2020]. Disponible à l'adresse : <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/etudes-et-statistiques/publications/documents-de-travail/serie-etudes-et-recherche/article/le-modele-promess-projection-meso-des-ages-de-cessation-d-emploi-et-de-depart-a>.

AUBERT, Patrick, DUC, Cindy et DUCOUDRÉ, Bruno, 2012. Projeter l'impact des réformes des retraites sur les sorties d'activité : Une illustration par le modèle PROMESS. In : *Revue française des affaires sociales*. [en ligne]. La Documentation française. N° 4, pp. 84-105. [Consulté le 29 avril 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.cairn.info/revue-francaise-des-affaires-sociales-2012-4-page-84.htm>.

AUBERT, Patrick, DUC, Cindy et DUCOUDRÉ, Bruno, 2013. French Retirement Reforms and Intragenerational Equity in Retirement Duration. In : *Economist*. [en ligne]. Mai 2013. Springer Verlag, n°3, vol. 161, pp. 277-305. [Consulté le 29 avril 2020]. Disponible à l'adresse : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01435711/document>.

AUBERT, Patrick et PLOUHINEC, Corentin, 2017. Les différences de retraite entre secteur public et secteur privé : une analyse par simulations sur carrières types. In : *Âges et générations*. [en ligne]. 1<sup>er</sup> mars 2017. Économie et Statistique / Economics and Statistics, n°491-492, pp. 25-42. [Consulté le 25 mars 2020]. Disponible à l'adresse : [https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/2647347/491-492\\_Aubert-Plouhinec\\_FR.pdf](https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/2647347/491-492_Aubert-Plouhinec_FR.pdf).

AUBERT, Patrick, PLOUHINEC, Corentin et PROUET, Emmanuelle, 2015. Les effets du temps partiel sur le taux de remplacement dans les secteurs privé et public. In : *Retraite et Société*. [en ligne]. La Documentation française, 2015/2, n°71, pp. 113-126. [Consulté le 29 avril 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.cairn.info/revue-retraite-et-societe1-2015-2-page-113.htm>.

BAC, Catherine, BONNET, Carole, BONTOUT, Olivier et CORNILLEAU, Gérard, 2003. *Exercices de simulation de l'évolution à long terme du système de retraite – Ensemble des variantes réalisées pour le Conseil d'Orientation des Retraites*. [en ligne]. Octobre 2003. Drees, Document de travail, Collection Études, n°38. [Consulté le 29 avril 2020]. Disponible à l'adresse : <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/serieetud38.pdf>.

BLANCHET, Didier et CHANUT, Jean-Marie, 1998. Les retraites individuelles à long terme : une projection par microsimulation. In : *Économie et statistique*. [en ligne]. Septembre 1998. N°315, pp. 95-106. [Consulté le 29 avril 2020]. Disponible à l'adresse : [https://www.persee.fr/doc/estat\\_0336-1454\\_1998\\_num\\_315\\_1\\_2643](https://www.persee.fr/doc/estat_0336-1454_1998_num_315_1_2643).

CHANTEL, Cécile et PLOUHINEC, Corentin, 2014. *La réforme du minimum contributif applicable en 2012. Une simulation de son impact à partir de l'échantillon interrégimes de retraités de 2008*. [en ligne]. Avril 2014. Drees, Dossiers Solidarité et Santé, n°54. [Consulté le 29 avril 2020]. Disponible à l'adresse : <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/dss54.pdf>.

DUC, Cindy, 2015. *Les réformes des retraites depuis 1993 augmentent à terme l'âge moyen de départ de deux ans et demi*. [en ligne]. Avril 2015. Drees, Études et Résultats, n°915. [Consulté le 29 avril 2020]. Disponible à l'adresse : [https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/er915\\_toile.pdf](https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/er915_toile.pdf).

DUC, Cindy, LEQUIEN, Laurent, HOUSSET, Félix et PLOUHINEC, Corentin, 2013. *Le modèle de microsimulation TRAJECTOIRE, Trajectoire de carrières tous régimes*. [en ligne]. Mai 2013. Drees, Document de travail, Série Sources et Méthodes, n°40. [Consulté le 29 avril 2020]. Disponible à l'adresse : [https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/seriesource\\_method40.pdf](https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/seriesource_method40.pdf).

DUC, Cindy, MARTIN, Henri, et TRÉGUIER, Julie, 2016. *Les réformes des retraites de 2010 à 2015. Une analyse détaillée de l'impact pour les affiliés et pour les régimes*. [en ligne]. Décembre 2016. Les Dossiers de la Drees, n°9. [Consulté le 29 avril 2020]. Disponible à l'adresse : <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/dd9.pdf>.

DUC, Cindy, SOLARD, Gwennaël et TRÉGUIER, Julie, 2017. *Les différences de retraite entre secteurs public et privé : résultats de simulations*. [en ligne]. Mai 2017. Les Dossiers de la Drees, n°16. [Consulté le 29 avril 2020]. Disponible à l'adresse : <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/dd16.pdf>.

LERMECHIN, Hugues, DUC, Cindy et BURRICAND, Carine, 2011. *Présentation et applications de l'outil CALIPER (CALcul Interrégimes des PEnsions de Retraite)*. [en ligne]. Novembre 2011. Drees, Document de travail, Série Études et Recherches, n°111. [Consulté le 29 avril 2020]. Disponible à l'adresse : <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/serieetud111-2.pdf>.

## ① FONDEMENTS JURIDIQUES

---

Décret n° 2014-654 du 20 juin 2014 relatif au comité de suivi des retraites. *Légifrance*. [en ligne]. [Consulté le 29 avril 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2014/6/20/2014-654/jo/texte>.