

La démographie appliquée à la gestion publique et des entreprises

*Actes du séminaire de l'AIDELF en Calabre (Cosenza, avril 1995),
et de la session spéciale du Congrès de l'EAPS (Cracovie, juin 1997)*

Édité par :

*Giuseppe De Bartolo
et Michel Poulain*



ASSOCIATION INTERNATIONALE DES DÉMOGRAPHES DE LANGUE FRANÇAISE
AIDELF

Une application des méthodes de micro-simulation : la gestion du personnel

Didier BLANCHET

Institut National d'Études Démographiques, Paris, France

Institut National de la Statistique et des Études Économiques, Paris, France

Sophie PENNEC

Institut National d'Études Démographiques, Paris, France

Les méthodes de micro-simulation, introduites dans le domaine économique par Orcutt (1957,1961) et dans le domaine démographique par Hyrénius et Adolfsson (1964) ou Sheps (1963), sont d'un usage croissant pour l'évaluation des politiques sociales ou fiscales et pour la prévision démographique désagrégée (structures familiales). Mais, à notre connaissance, elles n'ont guère été exploitées dans le domaine de la projection et de la gestion prévisionnelle des populations professionnelles. Pourtant, elles présentent à cet égard deux propriétés intéressantes :

- D'une part, elles sont particulièrement à même de rendre compte de règles de promotion ou de comportements d'entrée-sortie dont le détail est difficile à saisir à l'aide des méthodes matricielles classiques, sauf à envisager des désagréations très poussées qui rendent très complexes la programmation et la gestion des modèles correspondants.
- D'autre part, en mettant l'accent sur l'individu, elles permettent de clarifier les liens entre évolution globale des structures et perspectives d'évolution individuelle, le caractère stochastique de la simulation permettant de surcroît de décrire ces dernières en termes probabilistes, c'est-à-dire en termes de distribution de carrières possibles, et non pas seulement en termes de profil de carrière moyen.

L'objet de cette communication est de présenter le fonctionnement et quelques résultats d'un modèle illustrant ces deux aspects. La première section rappellera quelques principes généraux concernant la construction de modèles de projection de populations professionnelles et la façon dont ils sont mis en œuvre dans le présent programme. La section 2 présentera le détail de la structure du modèle. Les résultats feront l'objet de la section 3.

1. Logique d'ensemble des modèles de projection de personnel

Une population professionnelle est constituée d'un ensemble de sous-populations, en général hiérarchisées, soumises à diverses formes d'échange, soit entre elles (promotions-rétrogradations), soit avec l'extérieur (recrutement, démissions et départs en retraite). Pour la modélisation de ces différents flux, les modèles existants utilisent deux logiques de base, non exclusives¹ :

- Une logique « poussée » : des probabilités de recrutement, de transition ou de sortie exogènes déterminent l'évolution des effectifs dans chaque groupe : ce sont donc ces effectifs qui font office de variables endogènes, le but étant d'en simuler l'évolution spontanée (et qui n'est en générale que potentielle), sous l'influence de comportements ou d'évolutions de carrière données a priori, pour lesquelles une hypothèse de base est en

¹ Nous reprenons cette terminologie de Couronne (1986). Ces principes de projection se retrouvent, explicitement ou implicitement, dans la plupart des travaux existants (en remontant à Henry, 1971). Les deux méthodes sont par exemple utilisées dans le travail de F. Muñoz-Perez et M. Tribalat (1993).

général la reproduction des comportements ou évolutions de carrière ayant prévalu dans le passé.

- Une logique « tirée » : elle consiste à supposer au contraire que ce sont les effectifs futurs qui constituent le jeu d'hypothèses exogènes sur lesquelles l'ensemble de la projection doit se caler, les flux d'entrée-sortie ou de promotion étant sensés s'ajuster pour que se réalisent ces objectifs exprimés en termes d'effectifs. Ceci laisse évidemment de nombreux degrés de liberté à la simulation, puisqu'une même évolution de l'effectif peut être obtenue avec une infinité de combinaisons d'entrées et de sorties. Aussi fait-on intervenir des contraintes supplémentaires. Par exemple, on peut se fixer les taux de sortie. C'est alors la résultante de ces hypothèses sur les effectifs désirés et les sorties qui détermine les promotions et les entrées. Celles-ci se font donc « par appel d'air », en fonction des places créées ou rendues disponibles par départ, d'où l'appellation « tirée ».

Le présent modèle retient lui aussi un mélange de ces deux logiques. Il concerne la simulation d'une population divisée en trois catégories hiérarchisées (rangées par ordre hiérarchique décroissant). Il implique donc la simulation de huit types de flux :

- Des départs aux trois niveaux (par retraite, décès, démission ou licenciement).
- Des recrutements pouvant aussi intervenir aux trois niveaux (recrutement à la base ou en cours de carrière aux deux grades supérieurs).
- Deux flux de promotion (du grade 3 vers le grade 2 et du grade 2 vers le grade 1).

Pour tous ces flux, le modèle prévoit une simulation en deux temps. Le premier temps relève d'une simple logique « poussée ». On simule ainsi un premier ensemble de mouvements spontanés ou exogènes, dits encore « autonomes » : départs en retraite (déterminés par l'âge), décès, départs volontaires (démissions) mais aussi, éventuellement, des flux de recrutements ou promotions « autonomes » (les premiers étant motivés, par exemple, par un besoin de renouvellement minimum à la base). Dans un deuxième temps, on établit une comptabilité des effectifs résultant de ces mouvements autonomes, effectifs que l'on compare à des effectifs désirés. L'écart entre les uns et les autres est alors résolu par une logique tirée, de proche en proche, à partir du grade le plus élevé : lorsque l'effectif du grade *i* qui résulte de l'étape « poussée » est plus faible que l'effectif désiré, on rétablit cet effectif en intensifiant les promotions depuis le grade juste inférieur et/ou les recrutements directs, selon un dosage choisi a priori. Dans le cas contraire, l'ajustement se fait en procédant à des départs forcés. On appellera « flux d'ajustement » ces flux entrants ou sortants permettant l'adéquation finale aux effectifs et à la structure désirée.

Cette structure générale est en fait assez flexible pour incorporer toute une gamme de cas particuliers, en jouant sur la façon dont sont paramétrés les flux autonomes et en jouant sur la possibilité de bloquer tout ou une partie des flux d'ajustement :

- Supposer des flux autonomes nuls (hors départ à la retraite) équivaudra à un modèle tiré pur.
- Autoriser des flux autonomes non nuls et interdire toute forme de flux d'ajustement conduira au contraire à simuler un modèle poussé pur.
- Un cas intermédiaire intéressant sera celui où le blocage des flux d'ajustement correspondra uniquement à l'interdiction des licenciements. Dans ce cas, le modèle fonctionnera selon une logique tirée tant que les mouvements autonomes conduiront à des déficits d'effectifs *ex ante*, et passera en mode « poussé » dans le cas contraire.

Ces principes généraux sont évidemment applicables à toutes les catégories de modèles de projection, qu'il s'agisse de modèles matriciels ou de micro-simulations. On va maintenant préciser leur mise en oeuvre dans ce second cas de figure.

2. Mise en œuvre dans un cadre de micro-simulation

a) Le fichier de départ

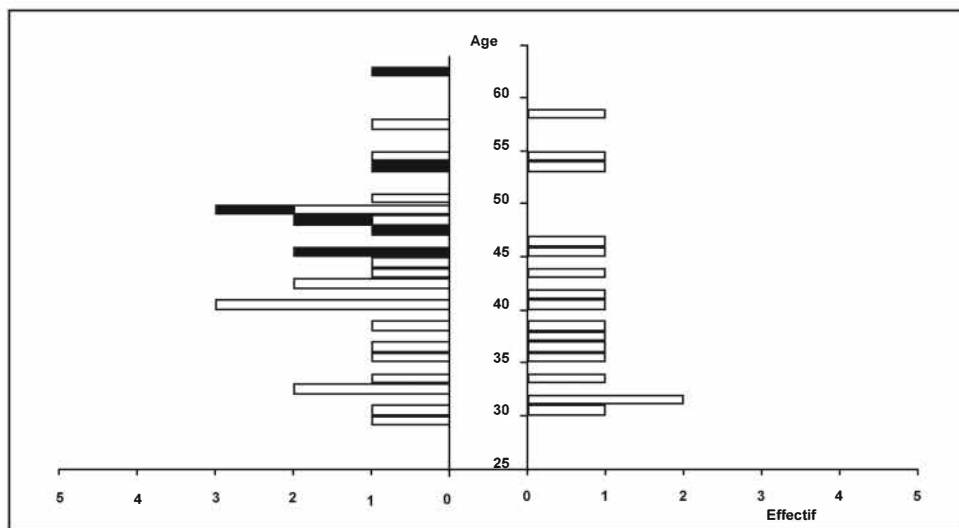
Un exercice de micro-simulation suppose la constitution d'un fichier de données individuelles initiales. Celui utilisé dans ce travail correspond à une population fictive (quoique inspirée d'une population réelle), correspondant à un corps de taille très limité (44 personnes). Cette population est répartie en trois grades que nous dénommerons respectivement, du plus bas au plus élevé, grade 3, grade 2 et grade 1.

Pour chaque individu, on possède les caractéristiques suivantes :

- Âge (ou date de naissance)
- Sexe
- Grade
- Ancienneté dans la population
- Ancienneté dans le grade

La répartition de l'ensemble du personnel par âge et grade est donnée par la figure 1. L'irrégularité de la pyramide est liée à l'histoire dans le recrutement. Elle est d'autant plus visible que l'effectif est faible. Irrégularité par sexe (64 % d'hommes, 36 % de femmes), par âge (35 % des hommes ont plus de 50 ans, c'est le cas de 18 % des femmes). Au niveau de la répartition selon le grade, les personnes aux grades 1 et 2 se retrouvent, tout naturellement, parmi les plus âgées car, d'une part, une fois atteint ce grade, elles y restent jusqu'à leur sortie de la population ; d'autre part, une période d'ancienneté minimale dans le grade inférieur est requise pour pouvoir postuler au passage au grade supérieur.

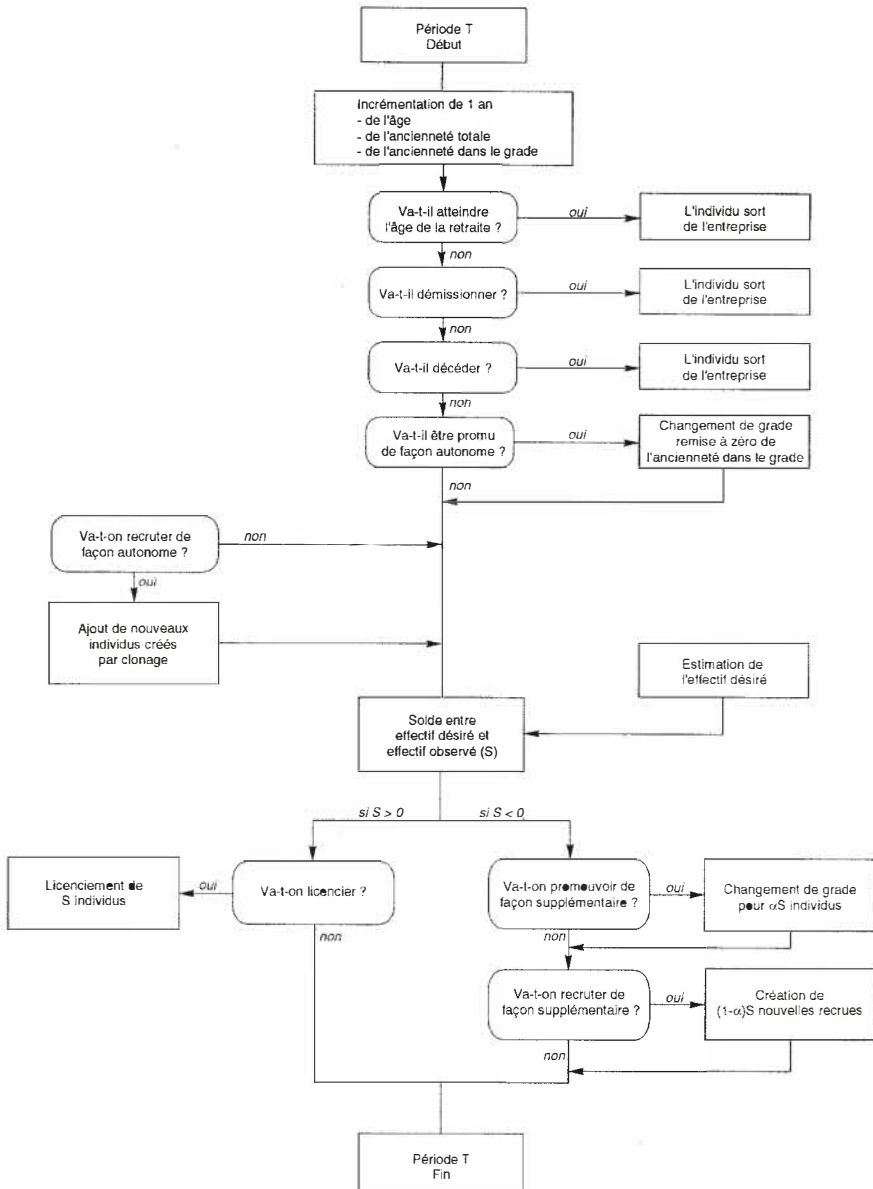
FIGURE 1 : RÉPARTITION PAR SEXE, ÂGE ET GRADE DE LA POPULATION



b) Organigramme de la simulation

La structure générale du programme de simulation est décrite à la figure 2. On distingue deux parties : l'une consacrée aux individus, l'autre à l'entreprise dans son ensemble, comprenant la totalité du personnel.

FIGURE 2 : ORGANIGRAMME DE LA SIMULATION



La partie individu teste pour chaque membre de la population, pour chaque période de simulation, sa probabilité de décéder, de démissionner, et selon le type de gestion retenu, d'être promu de manière « autonome », c'est-à-dire suivant un plan de carrière minimal défini.

La partie entreprise s'intéresse tout d'abord aux recrutements si ceux-ci sont systématiques (autonomes). Ensuite, on calcule l'effectif désiré c'est-à-dire celui qui doit être atteint pour que l'entreprise respecte ses paramètres de croissance désirée. Selon le résultat de la comparaison

entre effectif désiré et effectif observé (ce dernier correspond au nombre des présents dans l'entreprise après les entrées et les sorties autonomes), une alternative se présente :

- si le solde est négatif, possibilité d'ajustement par licenciements ;
- si le solde est positif, possibilité de promotions supplémentaires et/ou recrutements supplémentaires.

Le même programme permet alors de simuler toute une palette de modes de gestion selon que l'on active ou non certains paramètres. Les paramètres individuels tels que décès, démission, retraite sont toujours des flux poussés quel que soit le modèle choisi. Le caractère « poussé », « tiré » ou mixte de la simulation dépendra alors de la façon dont se font les promotions et les recrutements. Si les fonctions de recrutements et de promotions sont totalement fixées a priori, nous sommes dans une logique « poussée », l'évolution de la population se déduit de ces paramètres. A l'inverse, dans une logique « tirée », c'est le solde entre effectif désiré et effectif observé qui détermine les paramètres qui vont intervenir, soit pour combler un déficit, soit pour réduire un surplus d'effectif.

c) Les sorties engendrées par le programme

Le programme utilise une bibliothèque d'utilitaires généraux (Blanchet, 1993), qui facilite en particulier les opérations de tirage aléatoire et de manipulation d'individus dans des listes. Elle facilite également la production des résultats finals. En effet, très souvent, dans une simulation, on obtient comme résultat le fichier brut de la population tel qu'il a été modifié par les paramètres du programme et il faut donc ensuite passer par une étape de tabulation des résultats à l'aide de logiciels statistiques extérieurs au programme de simulation.

Dans le cas présent, les procédures de tabulation peuvent être introduites directement dans le programme. En sortie, on obtient alors immédiatement la série retraçant l'évolution de la variable retenue (par exemple, effectif dans les grades, âges moyens ou promotions...) tout au long de la durée de simulation. Des procédures graphiques permettent également de visualiser de façon simple et immédiate ces évolutions.

C'est ce même système de tabulations qui permet de suivre la carrière d'une ou plusieurs personnes. Une variable indicatrice permanente que l'on nomme « marqueur » peut en effet être utilisée pour repérer un individu ou un groupe d'individus...) avec filtrage par cette indicatrice, on obtient une description automatique de la situation de l'individu ou du groupe au sein de l'entreprise (sa carrière).

d) Clonage et suivi des carrières individuelles

La faible taille de l'échantillon simulé introduit évidemment une forte sensibilité des résultats de la simulation à la séquence des tirages aléatoires sur laquelle elle s'appuie, d'où la nécessité de simulations jointes ou répétées, pour deux raisons :

- Ces simulations donnent une image plus plausible de l'évolution future moyenne de la population.
- La multiplication des simulations indépendantes est le moyen de donner une idée de la dispersion des futurs possibles, que ce soit au niveau agrégé (par exemple, distribution de l'âge moyen dans tel ou tel grade) ou individuel (distribution de l'état dans lequel se trouve l'individu à une date future).

Pour ce faire, deux options sont a priori possibles :

- Une première méthode consiste à démultiplier l'échantillon initial de façon à obtenir une population plus large à laquelle sera appliquée une simulation unique. Cette démultiplication peut être réalisée par une méthode de clonage ou de pseudo-clonage (duplication stricte d'individus existants dans le fichier initial, ou tirage de nouveaux

individus par extra ou interpolation des caractéristiques des individus de ce fichier). L'intérêt de cette méthode est qu'elle ne suppose qu'une modification du fichier initial, sans qu'il y ait à intervenir sur la phase de simulation ou de traitement des résultats, qui sera identique à ce qu'elle aurait été sur le fichier de départ. Cette méthode est celle qui a été utilisée pour la production de tous les résultats suivants qui sont exprimés en termes de moyenne.

- Cette méthode n'est cependant pas la plus satisfaisante car elle peut fausser le jeu des contraintes qui tiennent à la taille absolue : les perspectives de carrière et les risques de blocage ne sont pas les mêmes, *a priori*, dans un corps de taille N et un corps de même structure mais de taille pN avec $p > 1$. Une prise en compte correcte de ces contraintes suppose donc plutôt la réalisation successive de p simulations indépendantes, sur les résultats desquelles on procède ensuite à des calculs de moyennes ou de variances. Cette méthode est celle qui a été utilisée pour ceux des résultats qui suivent et qui sont exprimés en termes de dispersion ou de distribution de probabilités (par exemple, probabilité d'être au grade i à la date t).

3. Résultats

Les résultats qui vont suivre sont une sélection d'un ensemble de résultats présentés par ailleurs (Pennec, 1994). On va se limiter à exposer des simulations relevant de la logique « tirée », avec un jeu d'hypothèses donné par le tableau 1. Parmi ces hypothèses, on va privilégier les variantes sur le taux de croissance des effectifs désirés et sur les modalités de sélection des promus. Les premières distinguent des hypothèses de croissance plus ou moins rapide des effectifs. Les secondes opposent deux modalités de promotion : dans le premier cas, lorsque les places vacantes autorisent la promotion de n personnes du grade i au grade $i-1$, les n personnes retenues sont celles qui ont l'ancienneté la plus forte dans le grade i . Dans le second cas, les n personnes sont tirées de façon totalement aléatoire parmi l'effectif du grade i . On notera que ces deux cas correspondent aux deux cas extrêmes d'une modalité de sélection plus générale, prévue par le programme, qui autorise n'importe quel degré de panachage entre ancienneté et choix², procédure qu'il aurait été évidemment difficile de mettre en œuvre dans le cadre d'un modèle de projection traditionnel.

a) Âge moyen dans les grades et taux de croissance

Pour évaluer les éventuelles répercussions des modifications de paramètres, nous nous attacherons ici principalement aux âges moyens. Les résultats en termes d'effectif ne sont pas présentés, puisqu'ils seront la traduction directe des hypothèses d'évolution exogène qui leur sont affectées. Précisons simplement que les hypothèses de variations retenues sont l'accroissement nul pour la plus basse, +1% pour la moyenne (référence) et +5% pour la plus élevée (cette hypothèse d'école étant évidemment irréaliste).

Les figures 3-1 à 3-3 donnent les évolutions des âges moyens dans les trois grades selon les trois scénarios de croissance des effectifs. L'hypothèse retenue en ce qui concerne les

² Plus précisément, l'algorithme commence systématiquement à ordonner la population du groupe i par ancienneté décroissante. Dans le cas d'un tirage aléatoire (au choix), on tire la promotion du plus ancien avec une probabilité n/p , puis la promotion de tous les suivants avec une probabilité égale au rapport entre le nombre de postes encore à pourvoir et le nombre d'individus restant à examiner dans la population i . Cette procédure garantit effectivement un tirage aléatoire sans remise de n individus parmi les p candidats. Dans le cas de la promotion à l'ancienneté, le tirage consiste à nouveau à balayer la liste par ancienneté décroissante, en promouvant les individus avec la probabilité 1 tant qu'il reste des postes à pourvoir. Les cas intermédiaires sont obtenus en tirant, au rang k , une promotion avec la probabilité n/p tant qu'il reste des postes à pourvoir. Le cas = 1 permet ainsi de réobtenir la règle d'avancement à l'ancienneté et le cas = 0 redonnant le cas de promotion au choix.

promotions est celle de promotions à l'ancienneté. S'agissant du dernier grade, ceci y implique un âge moyen extrêmement élevé (qui tient en partie à une hypothèse très haute sur l'âge de départ en retraite, supposé pouvoir monter à 68 ans pour cette catégorie), et une durée de séjour d'environ 6 ans, soit environ 15% de la vie active totale en régime stationnaire, qui correspond bien à l'effectif relatif de ce groupe. L'hypothèse haute de croissance très rapide (au demeurant irréaliste à long terme) permet un abaissement de cet âge moyen qui paraît faible à première vue (seulement trois années), mais qui est néanmoins très important en termes relatifs, puisque ceci correspond à un doublement du temps passé dans cet état.

Le même rajeunissement est observé dans les autres grades, et mélange à la fois l'effet du rajeunissement général de la pyramide des âges et les modifications des âges à la promotion dont les graphiques agrégés ne sont pas donnés, mais qui vont pouvoir être appréciés à partir des graphiques relatifs à des profils de carrière individuels.

Bien que nous ayons retenu la promotion à l'ancienneté comme hypothèse de référence principale, nous avons calculé, pour les paramètres de référence, les différences qu'entraîne l'utilisation de l'un ou l'autre des deux modes de promotions possibles sur les évolutions de la population étudiée. Assez logiquement, les âges moyens des grades supérieurs et les âges moyens à la promotion sont plus élevés lorsque la promotion est à l'ancienneté que lorsqu'elle se fait au choix (résultats non fournis sur les graphiques). Ce phénomène doit évidemment être compensé au niveau du grade 3, puisque la modification des règles de promotion ne change pas la structure globale tous grades confondus. De fait, l'âge moyen y est plus bas.

FIGURE 3-1 : MODÈLE TIRÉ - ÂGE MOYEN DU GRADE 1 LORSQUE L'ON MODIFIE LES TAUX DE CROISSANCE DE L'EFFECTIF

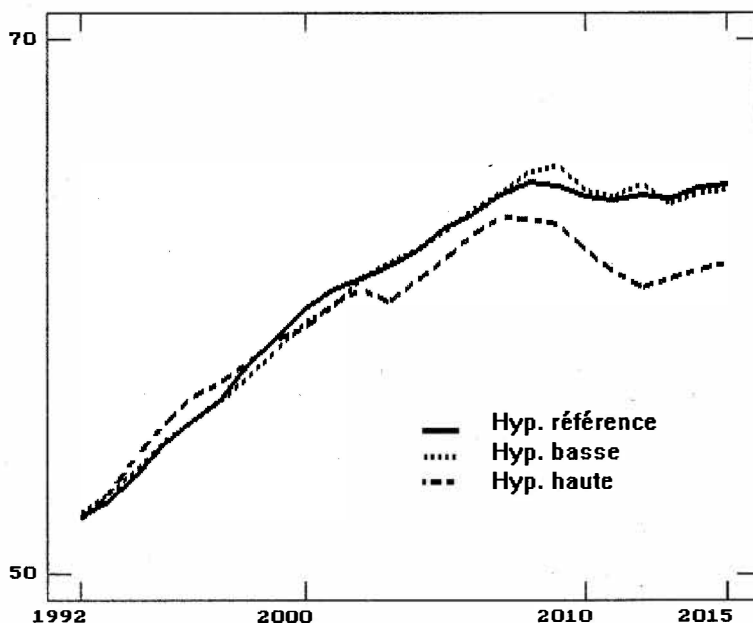


FIGURE 3-2 : MODÈLE TIRÉ - ÂGE MOYEN DU GRADE 2 LORSQUE L'ON MODIFIE LES TAUX DE CROISSANCE DE L'EFFECTIF

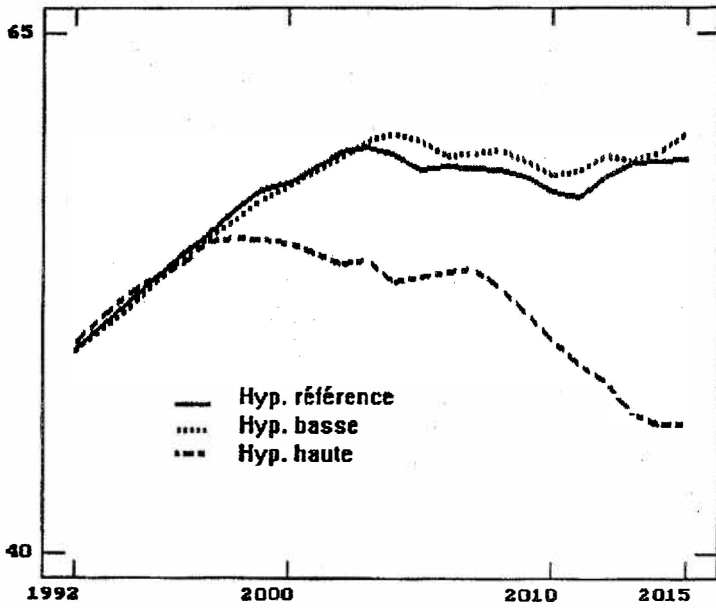


FIGURE 3-3 : MODÈLE TIRÉ - ÂGE MOYEN DU GRADE 3 LORSQUE L'ON MODIFIE LES TAUX DE CROISSANCE DE L'EFFECTIF

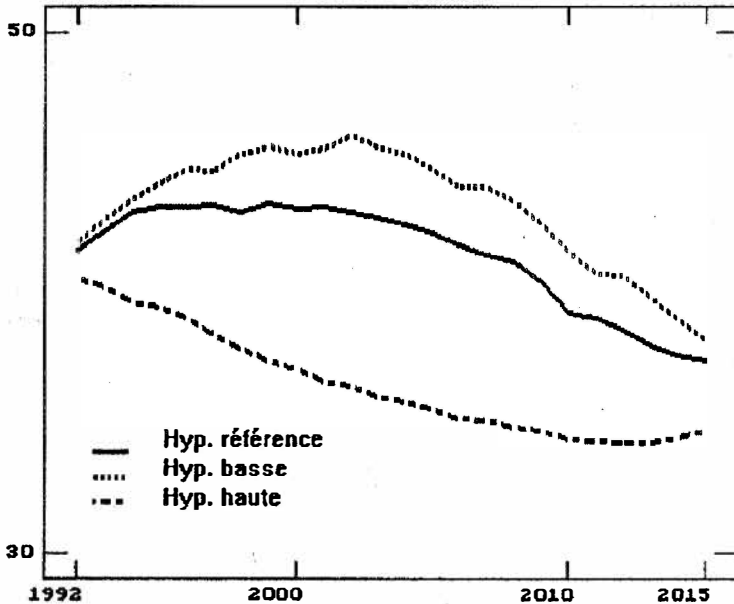


TABLEAU 1 : PARAMÈTRES DES DIFFÉRENTES SIMULATIONS DU MODÈLE TIRÉ

	Effectif	Départ autonome (1)	Départ supplém.	Recrutement autonome	Recrutement supplém.	Promotion autonome	Promotion supplém.	Quota promotion supplém. (2)	Priorité ancienneté (3)
Simulation 1.1	0 %		oui	non	Grade 3	non	oui	100%	0 1
Simulation 1.2	+ 1 %	5 % grade 1 10% grades 2 et 3	oui	non	Grade 3	non	oui	100%	0 1
Simulation 1.3	+ 5 %		oui	non	Grade 3	non	oui	100%	0 1
Simulation 2. 1	+ 1 %	5 % grade 1 10% grades 2 et 3	non	non	Grade 3	non	oui	100%	0 1
Simulation 3. 1	+ 1 %		oui	non	Tous les grades	non	oui	50%	0 1
Simulation 4. 1	+ 1 %	5 % grade 1 10% grades 2 et 3	oui	non	Grade 3	non	oui	50%	0 1

b) Profils individuels de carrière

Ces profils sont établis à l'aide de la procédure de marquage expliquée plus haut. A titre d'illustration, on a marqué un individu particulier. Une tabulation du grade avec filtrage sur ce marqueur, réalisée aux différentes dates sur un jeu de 100 simulations indépendantes donne alors une image directe des *probabilités*, pour cet individu d'être dans les grades 1, 2 et 3 aux différentes dates. Seule l'approche par micro-simulation permet la production simple de ce type de résultats, à la fois probabilistes et établis au niveau individuel.

Les graphiques 4 et 5 donnent l'évolution de la carrière selon les deux types de promotions dans l'hypothèse moyenne. Si la promotion se fait à l'ancienneté, l'agent a plus de 8 chances sur 10 d'être promu au grade 2, mais aucune d'atteindre le grade 1. Si elle est au choix, les probabilités d'atteindre les grades 2 et 1 sont respectivement de 16% et 7%. Autrement dit, l'individu a plus de chances d'atteindre le grade 2 si les promotions se font à l'ancienneté mais comme avec la configuration de la population, il va y arriver à un âge élevé, il n'aura pas le temps d'atteindre le grade 1 avant son départ à la retraite. En revanche, avec la promotion au choix, il peut soit y gagner soit y perdre par rapport à la promotion à l'ancienneté. Il y perd car sa probabilité de ne jamais être promu est plus élevée qu'avec la promotion à l'ancienneté, mais à l'inverse il y gagne car sa promotion peut intervenir à un âge plus jeune et de ce fait, il peut par la suite prétendre atteindre le grade 1.

Nous allons à présent nous attacher à cerner l'influence que peut avoir une modification du taux de croissance des effectifs par grade sur la carrière d'un individu. Lorsque l'on suppose une croissance nulle, on observe peu de répercussion sur la carrière de la personne étudiée. Par contre, une augmentation des effectifs de 5% par an, entraîne une probabilité plus forte d'être promu au grade supérieur. Les figures 6-1 à 6-3 comparent la répercussion du changement de taux de croissance des effectifs sur la carrière de l'individu. Passer d'une croissance de 1% à la stationnarité prolonge d'environ 3 ans la durée de séjour dans le groupe 3, tandis qu'une croissance de 5% réduit cette même durée de 5 ans (figure). La période moyenne de séjour dans le groupe 2, illustrée par la figure 6-2 est avancée en conséquence. En revanche, elle n'est pas plus courte que dans le scénario de croissance limitée à 1%.

FIGURE 4 : MODÈLE TIRÉ - PROBABILITÉ D'ÊTRE AU GRADE 1, 2 ET 3
HYPOTHÈSE DE RÉFÉRENCE (PROMOTION À L'ANCIENNETÉ)

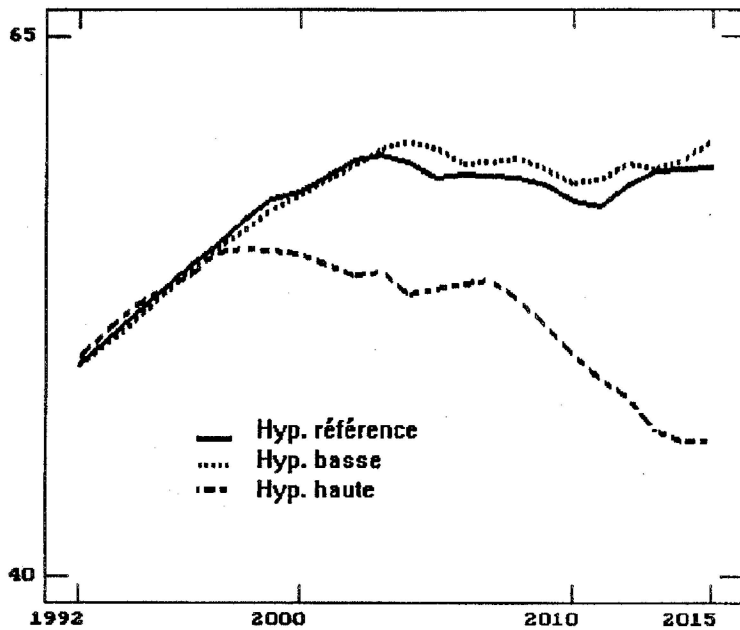


FIGURE 5 : MODÈLE TIRÉ - PROBABILITÉ D'ÊTRE AU GRADE 1, 2 ET 3
HYPOTHÈSE DE RÉFÉRENCE (PROMOTION AU CHOIX)

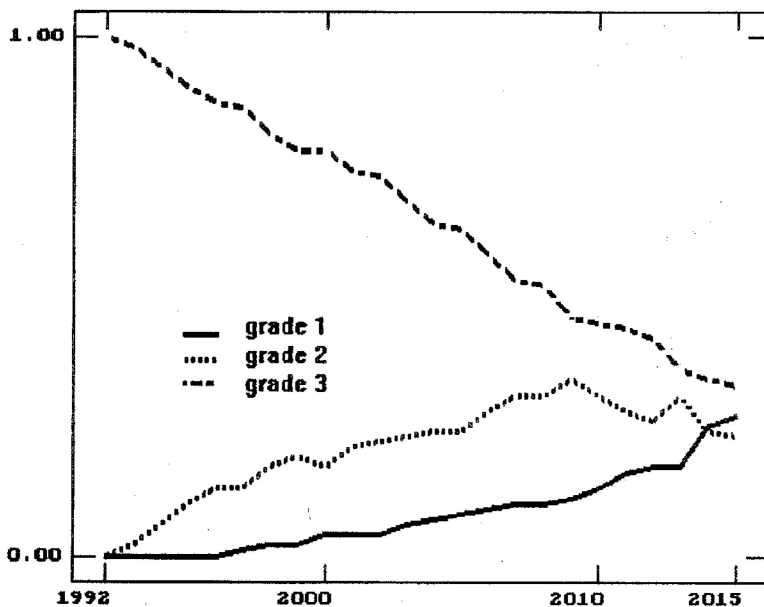


FIGURE 6-1 : MODÈLE TIRÉ - PROBABILITÉ D'ÊTRE AU GRADE 3 LORSQUE L'ON MODIFIE LES TAUX DE CROISSANCE DE L'EFFECTIF (PROMOTION À L'ANCIENNETÉ)

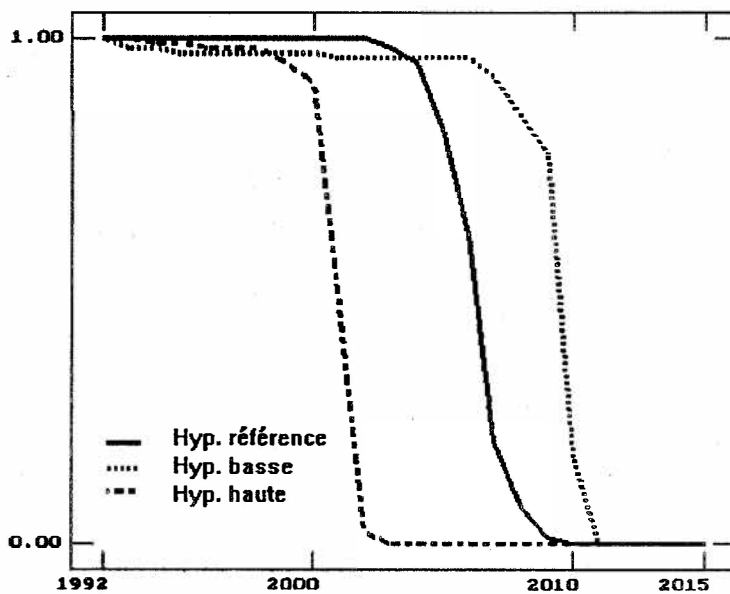


FIGURE 6-2 : MODÈLE TIRÉ - PROBABILITÉ D'ÊTRE AU GRADE 2 LORSQUE L'ON MODIFIE LES TAUX DE CROISSANCE DE L'EFFECTIF (PROMOTION À L'ANCIENNETÉ)

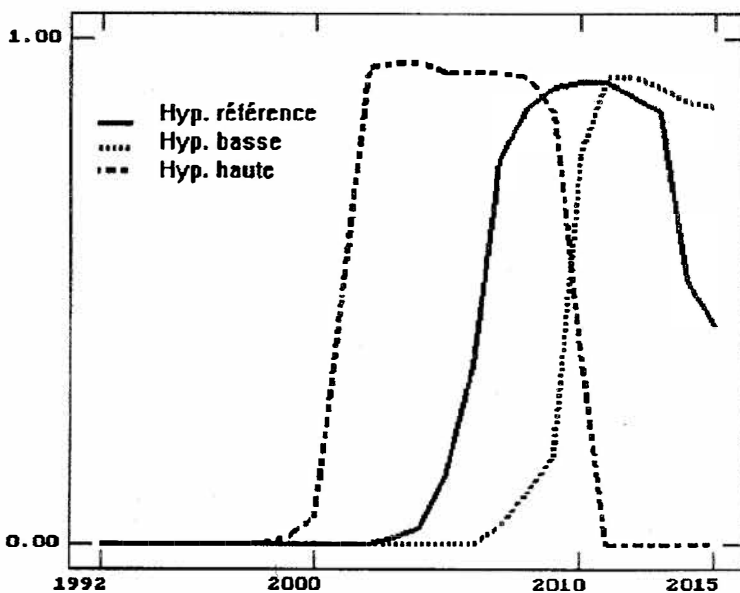
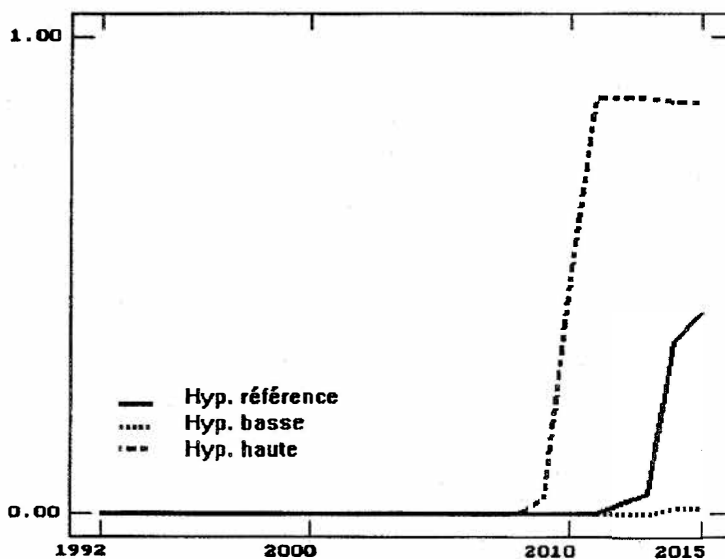


FIGURE 6-3 : MODÈLE TIRÉ - PROBABILITÉ D'ÊTRE AU GRADE 1 LORSQUE L'ON MODIFIE LES TAUX DE CROISSANCE DE L'EFFECTIF (PROMOTION À L'ANCIENNETÉ)



Conclusion

Bien évidemment, l'intérêt de l'outil de micro-simulation n'est pas d'avoir permis la démonstration des effets qualitatifs qu'on vient de lister, qui sont bien connus et intuitifs. Il est de permettre leur quantification systématique, et leur illustration concrète au niveau d'individus bien identifiés, en incluant aussi de larges possibilités de refléter au mieux la complexité des règles d'évolution des carrières qui gouvernent les populations professionnelles réelles. Le but à atteindre, dans cette perspective, serait la constitution d'un outil flexible et général, facilement reparamétrable pour s'adapter à la description de situations concrètes.

BIBLIOGRAPHIE

- BLANCHET, D. et KESSLER, D., (1990), *Programme de perspectives d'un système de retraite professionnel - Manuel d'utilisation*, Fondation pour la recherche économique et financière, 35 p.
- BLANCHET, D., (1993), *Outils informatiques pour la micro-simulation*, Séminaire « Outils et Méthodes », INED, janvier.
- BONNEUIL, N., (1993), Support du cours de gestion du personnel, DEA de démographie économique, IEP, 16 p.
- BOUEYERE, D., (1982), *Le personnel des PTT face aux nouvelles technologies - Perspectives de recrutement et évolution du corps*, Thèse de doctorat de 3ème cycle en démographie, Université de Paris V-René Descartes, 321 p. + annexes.

- COURONNE, P., (1986), *Modèles de gestion prévisionnelle des ressources humaines - Le cas du CNRS*, CNRS, 602 p.
- DINH, Q. C. et LABAT, J. C., (1986), *Projection de la population totale pour la France 1985-2040*, INSEE, Collections de l'INSEE, Série D n° 113, 93 p.
- GENDREAU, F., (1987), La démographie des chercheurs de l'ORSTOM. Analyse et perspectives in *Les projections démographiques*, Actes du colloque, INED, Travaux et documents n°122, pp. 127-145.
- HENRY, L., (1971), Pyramides, statuts et carrières. I. Avancement à l'ancienneté. Sélection, *Population*, n° 3, pp.463-486.
- HENRY, L., (1972), Pyramides, statuts et carrières. II. Avancement au choix, *Population*, n° 4-5, pp. 599-636.
- HENRY, L., (1975), Perspectives d'évolution du personnel d'un corps, *Population*, n° 2, pp. 241-270.
- HENRY, L., (1976), Pyramides, statuts et carrières. III. Corps de petits effectifs, *Population*, n° 4-5, pp. 840-855.
- KEYFITZ, N., (1973), Individual mobility in a stationary population, *Population Studies*, 27, pp. 335-352.
- LARRIVÉE, D., (1988), Présentation d'un modèle de projection de main-d'oeuvre pour l'entreprise, *Cahiers Québécois de Démographie*, volume 17, n° 2, pp. 233-245.
- MALLET, L., (1991), *Gestion prévisionnelle de l'emploi*, Éditions Liaisons, 200 p.
- MUNOZ-PEREZ, F., TRIBALAT, M., (1993), Perspectives de carrières et évolution du corps des magistrats 1990-2030, *Population*, n° 1, pp. 27-62.
- NORVEZ, A., (1977), *Le corps enseignant et l'évolution démographique. Effectifs des enseignants du second degré et besoins futurs*, INED, Travaux et Documents, Cahier n° 82, 206 p.
- PENNEC, S., (1994), *Applications démo-économiques de la méthode des micro-simulations*, Thèse de doctorat, Institut d'Études Politiques de Paris, 376 p.
- PERETTI, J. M., (1987), *Gestion des ressources humaines*, Éditions Vuibert, 268 pages.
- STEWMAN, S., (1986), Demographic models of internal labor markets, *Administrative Science Quarterly*, n° 31, pp. 212-247.
- VILTER, S., (1991), Vieillesse dans l'entreprise - Théorie et modèles, *Risques*, n° 5, pp. 147-163.