

Projeter les populations soumises à une forte mobilité résidentielle

I - Représentations théoriques et choix méthodologiques

Christophe BERGOUIGNAN*

La dépendance du renouvellement des populations aux phénomènes migratoires est d'autant plus importante que la population étudiée est petite et, ce qui va souvent de pair, que le territoire correspondant est restreint. Ce dernier facteur de sensibilité à la mobilité résidentielle se comprend aisément, un découpage géographique plus fin transformant un simple déménagement en changement de territoire. Pour mécanique qu'elle soit, cette forte relation entre définition spatiale des populations et ampleur des flux migratoires n'a toutefois rien de linéaire, les trajectoires résidentielles n'étant pas aléatoires. Ainsi, certains territoires définis de façon à représenter chacune des étapes les plus fréquentes dans les parcours migratoires éventuels, peuvent, malgré des populations de plusieurs millions d'habitants et des superficies à peine moins considérables, être affectés par des flux de mobilité plus intenses que certaines populations beaucoup plus réduites (tableau 1).

L'appellation « local » n'étant guère adaptée à ces grands territoires on lui préférera ici la notion de territoire fortement soumis aux migrations, ce qui inclut les populations locales⁽¹⁾ mais s'applique aussi à des ensembles beaucoup vastes (certaines régions, notamment l'Île de France, départements, grands types d'espace,...).

Le rôle majeur exercé par la mobilité résidentielle sur l'évolution démographique de ces territoires se traduit :

* Institut d'Etudes Démographiques de l'Université Montesquieu-Bordeaux IV

(1) Les populations locales dans leur sens strict sont par ailleurs souvent caractérisées par de petits effectifs susceptibles de compliquer la mise en œuvre de projections démographiques.

- non seulement par un renouvellement plus rapide de la population qui accroît l'incertitude quant à ses tendances à venir ;
- mais aussi par une plus forte dépendance à l'égard des caractéristiques et comportement démographiques des populations avec lesquelles leurs échanges migratoires sont les plus intenses.

Tableau 1. Indices de mobilité résidentielle 1990-1999, mesurés pour les populations recensées en 1999, selon la nature et les caractéristiques des unités territoriales.

<i>Proportion de personnes dont la résidence 1999 n'est pas identique à la résidence 1990, selon qu'il s'agit d'un changement de :</i>				
Logement	Commune	Département	Région	Type d'espace ⁽²⁾
49,90 %	33,80 %	17,20 %	11,70 %	25,90 %
	36 565 communes	96 départements	22 régions	18 types d'espace
	14,9 km ² en moyenne	5 666,3 km ² en moyenne	24 725,7 km ² en moyenne	30 220,3 km ² en moyenne
	1 600 habitants en moyenne	609 518 habitants en moyenne	2 659 714 habitants en moyenne	3 250 761 habitants en moyenne

Ces spécificités vont donc fort logiquement impacter les principes de projection démographique appliqués aux populations affectées par une forte mobilité résidentielle, dont les populations locales sont un exemple non exclusif. Pour autant, on ne saurait définir une méthode projective unique pour appréhender les futurs démographiques possibles de telles populations tant la diversité des contextes a de fortes conséquences sur la nature des questions prospectives et la forme des solutions techniques qui peuvent être apportées. Ainsi, la demande sociale à laquelle l'exercice projectif entend répondre va fortement en déterminer les hypothèses et les éléments de départ. La démarche qui cherche à

(2) Les types d'espace sont ici définis sur la base du zonage en aires urbaines (pôles urbains, couronnes périurbaines et communes multipolarisées, pôles ruraux, communes rurales isolées). Ce découpage est affiné de façon à subdiviser les pôles urbains en distinguant ville centre et communes de banlieue et en formant des sous-groupes d'aires urbaines (pôles urbains + communes périurbaines) selon 5 niveaux de taille (Paris, de 400 000 à 2 000 000 d'habitants, de 150 000 à 400 000 habitants, de 75 000 à 150 000 habitants, moins de 75 000 habitants).

appréhender, compte tenu de l'attractivité d'un territoire, les besoins en logements et en équipements sera naturellement différente de celle qui étudie les conséquences de programmes d'habitat sur la population et les autres formes d'équipements. De même, les horizons, la surface, la forme, la population, la structure migratoire et le nombre de territoires étudiés vont rendre plus ou moins adaptées les différentes méthodes projectives. Cette diversité quasi-structurelle rend donc indispensable de donner un large panorama des possibilités méthodologiques existant en matière de projections démographiques, tout en déterminant les contextes les plus favorables et les limites théoriques correspondant à chaque option. Il est toutefois souhaitable d'étudier comment, à partir de plusieurs orientations partant de présupposés différents et affectées par diverses limites théoriques, il est possible, sinon d'aboutir à une synthèse méthodologique, au moins de définir la place de chaque outil projectif dans un travail prospectif plus ou moins complet.

La variété des objectifs et des contextes ne doit pas pour autant conduire à placer sur un même plan toutes les démarches envisageables. Le renouvellement de la population n'aboutit pas, même dans les cas de déformation migratoire les plus manifestes, à un entassement de séries de nombres sans liens les uns avec les autres. Il importe donc d'intégrer, autant que possible (compte tenu de la question posée et de la nature des hypothèses), dans les méthodes projectives les relations entre la population et sa composition et les phénomènes auxquels elle est soumise. On exclura ainsi l'application de corrélations statistiques frustes, qui dans le but de simuler l'évolution future des populations et de leur composition, engendrent des séries de résultats indépendamment des relations structurelles qui les relient⁽³⁾. Après avoir globalement déterminé les options susceptibles de tenir compte des relations démographiques les plus fondamentales, on discutera brièvement⁽⁴⁾ les formes de « simulations immobilières » aptes à les prendre en considération ainsi que leurs contextes d'utilisation

(3) Le rejet de cet usage fruste de la modélisation statistique n'en proscrit pas pour autant le recours. On évoquera ici en particulier sa possible utilisation comme outil d'estimation de la diffusion spatiale tendancielle du bâti dans le cadre des tentatives de synthèse des démarches reposant sur « l'offre » de territoire et de celles reposant sur la « demande » de territoire.

(4) Un article traitant spécifiquement de la présentation de certains principes de prise en compte du logement dans les projections démographiques locales est proposé dans ce même volume par A. Dittgen (cf. pp. 99-114).

optimale. On présentera ensuite les principes généraux des modèles de projection fondés sur les indices de mobilité résidentielle, leurs limites, les possibilités de les dépasser par des solutions techniques, mais surtout de les enrichir en les inscrivant dans un cadre prospectif plus large.

La recomposition du renouvellement démographique ou comment tirer parti des conditions initiales et des propriétés fondamentales de la dynamique des populations

Dans l'absolu les certitudes dont dispose un démographe désireux d'appréhender le futur d'une population sont relativement limitées. Il s'agit :

- de l'effectif et la structure (par sexe et âge, notamment) de la population à la date présente et des flux passés ayant conduit à cette situation⁽⁵⁾ ;
- de l'ordre nécessaire des événements démographiques, faisant notamment du dernier d'entre eux (le décès) l'issue inéluctable de toute existence. L'évidence de cette affirmation ne la rend pas pour autant inutile, certains modèles statistiques multivariés appliqués à l'estimation de l'effectif futur de certains groupes d'âges conduisant implicitement à ressusciter certains morts ou à faire mourir plusieurs fois certaines personnes.

Une des premières règles d'élaboration d'une méthode de projection démographique est donc de tirer le plus grand parti possible de ces quelques éléments pour lesquels l'incertitude se limite à la qualité des données disponibles.

La recomposition du renouvellement futur de la population à partir des principaux phénomènes (mortalité, fécondité et migrations), reproduit tout ou partie des propriétés de la dynamique des populations, elle peut aussi, dans certains cas, exploiter au maximum les conditions initiales (effectif, structure et flux passés caractérisant les populations). Pour les

(5) Sous réserve de disposer de données démographiques issues d'un système de collecte à peu près fiable.

mêmes raisons, elle permet de projeter simultanément l'effectif et la composition par âge de la population, cette dernière constituant, à chaque bond, le pivot de l'application des indices de mortalité, de fécondité et de migration.

A l'inverse, les diverses formes de régression statistique des tendances d'évolution des populations sont particulièrement inadaptées à l'appréhension des futurs démographiques quels que soient les territoires envisagés. Au delà du fait que dans la très grande majorité des cas elles s'avèrent particulièrement sous-performantes pour appréhender l'effectif futur des populations, en dépit d'ajustements passés présentant d'assez forts coefficients de détermination ($R^2 > 70\%$) (Bergouignan, 2002), elles ne relient pas dans un même processus, la projection de l'effectif et celle de la structure par sexe et âge. Cette déconnexion entre les paramètres démographiques affecte y compris les moins sous-performantes d'entre elles. Ainsi, les régressions spatiales des facteurs d'accroissement annuels de la population totale de plusieurs périodes intercensitaires successives qui conduisent, dans des conditions particulières⁽⁶⁾, à une prévision à court terme pas trop médiocre de l'évolution future de l'effectif total de certaines populations locales, ne permettent pas d'aboutir à des résultats comparables pour la composition par sexe et âge. La déconnexion de la régression estimant l'effectif total de celles visant l'estimation des différentes parties de la structure conduit à des incohérences majeures dont la manifestation la plus troublante est la divergence assez rapide entre projection de la population totale et somme des projections des effectifs des différents groupes d'âge. Si ces régressions statistiques ne constituent pas les seuls modèles divergents existant en matière de projection de populations, elles « réimportent » néanmoins la divergence dans des domaines dont elle avait été exclue par des raisonnements démographiques relativement simples et anciens.

Potentiellement, la recomposition du renouvellement démographique futur sur la base des indices plus ou moins agrégés de mortalité, de fécondité et de migration, n'est pas la seule voie permettant de tirer pleinement parti de l'état initial de la population et de l'ordre nécessaire des événements démographiques. D'un point de vue théorique, les

(6) Réduction générale des écarts entre territoires du rythme de variation de la population, situation observée des années 1975-1982 aux années 1990-1999 (Bergouignan, 2002).

micro-simulations peuvent aussi s'appuyer sur ces raisonnements fondamentaux. Sur le plan pratique, les informations nécessaires à la reconstruction aléatoire de parcours individuels sont trop détaillées pour être directement obtenues à partir des fichiers de recensement. C'est plutôt à partir de grandes enquêtes rétrospectives que l'on pourra paramétrer les relations permettant cette reconstruction. Or, à la différence des recensements, les grandes enquêtes rétrospectives ont, du fait de leur couverture nécessairement limitée des territoires, une capacité très modeste à spatialiser les comportements qu'elles décrivent de façon parfois très détaillée. Elles restreignent donc l'application des micro-simulations visant la projection de la population des territoires, aux régions ou à de très grands types d'espace, à la condition, le plus souvent satisfaite pour les seules régions, que le plan d'échantillonnage confère aux données un caractère représentatif à l'échelle du découpage spatial choisi. Les micro-simulations constituent donc davantage une voie exploratoire reposant sur des « bricolages » combinant données censitaires et grandes enquêtes qu'une méthode projective susceptible d'être aujourd'hui mise en œuvre aux échelons géographiques ici considérés.

Si les principes de recomposition du renouvellement des populations définissent un cadre à la réalisation des projections démographiques, il existe néanmoins des voies assez diversifiées, tant sur le fond que sur la forme, de les mettre en pratique.

De façon schématique on peut distinguer deux formes de projection de populations à forte mobilité résidentielle ne s'affranchissant pas totalement des principes de recomposition du renouvellement des populations.

D'une part celles fondées sur l'application d'indices de migration, plus ou moins élaborés, ce sont les méthodes dites des « composantes » en référence à leur structuration sur la base même de ces principes.

D'autre part, celles cherchant à s'appuyer sur la dynamique du parc de logements (souvent dénommées « simulation immobilière »). A priori, la « simulation immobilière » ne requiert pas, à proprement parler, la mise en œuvre d'une recomposition du renouvellement de la population. Toutefois, soucieux de ne pas s'affranchir des principes fondamentaux de la discipline et de répondre à la demande sociale d'effectifs futurs classés par sexe et âge, les démographes ont cherché à incorporer peu

ou prou la recomposition du renouvellement de la population dans la « simulation immobilière ».

La « simulation immobilière » : une méthode projective s'appuyant (plus ou moins....) sur la recomposition du renouvellement démographique

Utilisée depuis longtemps comme outil projectif par de nombreux professionnels des études socio-démographiques et d'urbanisme, c'est Alfred Dittgen qui a appuyé la « simulation immobilière » sur une analyse démographique plus approfondie de la population des différentes catégories de logement (Dittgen, 1993). Son intérêt majeur réside dans la prise en considération de « l'offre » de territoire telle qu'elle est définie par les évolutions quantitatives (nombre logements neufs) et qualitatives (nombre de pièces, taille des immeubles, dispositifs d'aide à la location ou à l'accession à la propriété, etc.) de l'habitat.

En matière de « simulation immobilière », le recours aux principes de recomposition du renouvellement de la population est très variable. Dans certains cas il est parfaitement inexistant, notamment lorsqu'il s'agit de travaux conduits sans intervention universitaire, avec des données relativement sommaires, et dans un contexte d'urgence, la méthode se résumant alors à l'application d'une extrapolation de la taille moyenne des ménages à l'évolution anticipée du nombre total de logements habitables corrigée des variations futures de leur taux de vacance. A contrario, d'autres méthodes récréant les tendances quantitatives et qualitatives à venir du parc de logement s'appuient en partie sur les principes de recomposition du renouvellement de la population. Cette intégration de la dynamique démographique⁽⁷⁾ dans ces « simulations immobilières », peut se faire :

- notamment en projetant la population des sédentaires, les logements libérés et l'habitat neuf se voyant appliquer un taux

(7) Le fichier « SAPHIR Ménages », élaboré par Bernard Aubry, INSEE Alsace, pour faciliter l'accès aux données des recensements 1962 à 1999, offre la possibilité de réaliser cette intégration de la recomposition du renouvellement de la population dans les meilleures conditions possibles. En effet, l'absence de données très détaillées sur la mobilité résidentielle, implique parfois des hypothèses assez contraignantes pour mettre en œuvre la « simulation immobilière » (Naulin, 2006), ce qui peut interférer sur les résultats.

d'occupation et un nombre moyen de personnes d'un âge donné par ménage, et plus généralement en pratiquant une confrontation empirique entre population théorique projetée et logements disponibles neufs ou anciens (Dittgen, 2008) ;

- ou bien comme « garde fou » démographique de la « simulation immobilière » appliquée à un grand nombre de territoires, les résultats de la projection de la population de l'ensemble des territoires par une méthode des « composantes », servant à « caler » dans une matrice d'ajustement (territoires*sexes*âges) les résultats de la « simulation immobilière » de chacun des territoires (Louchart, Sagot, 1996). Ce principe du « garde fou » démographique dont la mise en œuvre n'est pas sans poser des problèmes épineux constitue néanmoins un compromis intéressant au regard des limites inhérentes à chaque famille de méthodes projectives.

Sans « garde fou » démographique, la « simulation immobilière » s'avère particulièrement adaptée aux petites populations et au court terme. C'est notamment le cas lorsqu'il s'agit d'anticiper les conséquences démographiques d'importants programmes d'habitat envisagés à l'échelle d'un territoire appartenant à un ensemble soumis à un marché du logement en forte tension, elle a alors quasiment valeur de prévision (Dittgen, 2007). De façon plus générale, il est particulièrement pertinent de l'élaborer lorsqu'une instance territoriale contrôle l'évolution de son parc de logements, le dialogue avec ses représentants s'avérant de ce fait indispensable de façon à connaître leurs projets et à comprendre leurs représentations de l'espace qu'ils gèrent⁽⁸⁾. Les nombreux travaux existant en la matière, notamment ceux d'Alfred Dittgen, en sont une

(8) Dans une telle situation de contrôle du parc de logement, les orientations d'un exécutif territorial sont très déterminantes, y compris lorsque aucun programme d'habitat n'est envisagé, les responsables considérant l'espace « saturé ». Cette notion de saturation de l'espace n'a d'ailleurs en général qu'une faible valeur objective, mais correspond souvent à une vision politique de l'exécutif (volonté de préserver la forme urbaine telle qu'elle est - espaces verts, types d'immeubles, etc.), ou à son épuisement (impossibilité de poursuivre les programmes d'habitat du passé récent). L'exemple récent de Bègles dont l'espace a été jugé « saturé » par les observateurs de la fin des années 1960 à la fin des années 1980, est, à ce titre, particulièrement frappant, la nouvelle équipe (1989) ayant lancé des programmes de rénovation de l'habitat individuel ancien à la fin des années 1990, et mettant en place aujourd'hui de nombreux programmes mixtes de construction neuve à dominante collective. A l'inverse, après une croissance démographique très importante entre 1968 et 1990, et avec une densité de population aujourd'hui plus de 10 fois inférieure à celle de Bègles, la commune de Cestas qui souhaite conserver son espace à peu près inchangé, considère son territoire « saturé » et pratique un contingentement rigoureux de la construction neuve.

illustration particulièrement frappante⁽⁹⁾. La « simulation immobilière » sans « garde fou » démographique perd en revanche une partie de son intérêt lorsque l'on se place dans un autre contexte.

Dans une perspective de projection de long terme la « simulation immobilière » se heurte ainsi à la très fréquente méconnaissance par les décideurs des programmes d'habitat qu'ils lanceront au delà des 10 prochaines années⁽¹⁰⁾. De plus, la vacance des logements connaît des variations suffisamment rapides et irrégulières⁽¹¹⁾ (à la différence de la taille des ménages dont la baisse se poursuit depuis 45 ans, avec un rythme particulièrement soutenu pendant les années 1970), pour empêcher de fonder sur de longues tendances d'éventuelles extrapolations de la proportion de logements inoccupés. Cette incertitude concernant la vacance future des logements est évidemment d'autant plus grande que l'on se trouve confronté à un marché immobilier en faible tension. Par ailleurs, à long terme, au delà de l'horizon des programmes d'habitat déjà déterminés, les décideurs se posent davantage la question, par ailleurs théoriquement discutable, du « besoin » de logements au regard de l'attractivité de leur territoire que celle de la sensibilité des évolutions démographiques futures à la dynamique de renouvellement du bâti.

A l'échelle des grandes populations, notamment lorsqu'elles occupent des territoires assez vastes, la « simulation immobilière » se trouve

(9) Les tests menés pour la période 1999-2008 dans le cadre des travaux réalisés à l'IEDUB pour la commune de Bègles à l'horizon 2017, en sont une confirmation supplémentaire (IEDUB, 2007a).

(10) Il est exceptionnel que les programmes d'habitat soient connus dans leur détail (habitat collectif ou individuel, nombre de pièces des logements) pour un horizon supérieur à 5 ans. En revanche, les politiques générales de construction sont souvent déterminées pour une dizaine d'années, ce qui, à la condition que les décideurs soient réélus, permet avec une certaine « prise de risque » (les nombres de pièces des logements à bâtir n'étant alors pas connus), de mettre en œuvre la « simulation immobilière ».

(11) Le taux de vacance des logements a par exemple connu trois changements de tendance à Cenon depuis 1968 (baisse de 1968 à 1975, hausse de 1975 à 1982, baisse depuis 1982), alors que la taille moyenne des ménages y a continuellement baissé. De façon générale 95 % des communes métropolitaines ont connu au moins un changement de tendance dans l'évolution du taux de vacance de leurs logements de 1968 à 1999, 51 % d'entre elles ayant vu la taille moyenne de leurs ménages modifier le sens de ses variations au cours de la même période. Cette relative variabilité communale de l'évolution de la taille moyenne des ménages qui tient pour beaucoup aux fluctuations aléatoires liées aux petits effectifs ne se retrouve nullement à l'échelle cantonale (moins de 9 % des cantons ayant changé de tendance d'évolution de leur taille moyenne des ménages) contrairement à la vacance pour laquelle le résultat cantonal est très proche du résultat communal (plus de 92 % des cantons ayant changé de tendance d'évolution du taux de vacance de leurs logements).

confrontée à la prédominance de facteurs de renouvellement démographique assez faiblement dépendants de l'offre de logements. Les populations nationales ou régionales en fournissent une illustration par l'absurde, puisque dans la logique de la « simulation immobilière » un pays ou une région vieillissante n'auraient qu'à construire en masse des maisons individuelles de 5 à 6 pièces (habitat privilégié des couples avec enfants), pour rajeunir leur population. Certains territoires plus restreints, tant en population qu'en espace s'avèrent aussi assez faiblement adaptés à la « simulation immobilière ». L'offre de logement ne constitue pas toujours ce qui détermine le plus nettement la mobilité résidentielle, en particulier celle des jeunes adultes à laquelle le marché immobilier tend à s'adapter beaucoup plus qu'il ne la détermine, y compris dans des territoires très denses que l'on pourrait imaginer saturés de bâti. L'offre de formation et l'emploi constituent en effet les moteurs essentiels de la mobilité des jeunes adultes. Ainsi, à la fin des années 1980 et au début des années 1990, l'augmentation très rapide de la proportion de bacheliers dans les générations⁽¹²⁾, s'est traduite par un accroissement très fort de la mobilité vers les villes centres des grandes aires urbaines de province qui concentrent la vie étudiante de leur région. Sur le plan de l'habitat, cet afflux de très jeunes adultes poursuivant des études supérieures⁽¹³⁾, a été absorbé, par l'augmentation locale, contre-tendancielle au regard du passé récent de ces communes et des évolutions générales des résidences principales, de la proportion de ménages résidant dans des petits logements. Elle a été permise par :

- l'occupation de petits logements très anciens touchés par une vacance qui n'avait cessé de se développer depuis les années 1960 ;
- la subdivision d'immeubles anciens ;
- la construction de petits logements neufs, parmi lesquels ceux issus de grandes opérations programmées se prêtant à la « simulation immobilière » ont été très minoritaires.

(12) 35 % pour la génération 1966, 64 % pour la génération 1976 (Caillot, 2005).

(13) L'effet sur le parc de logement de cette arrivée massive de nouveaux bacheliers provenant de territoires éloignés des pôles d'enseignement supérieur a été amplifié par l'effet de la suppression des conditions de ressources pour l'attribution aux étudiants de l'allocation logement qui a favorisé la décohabitation de certains étudiants dont les familles résident à proximité des universités. De ce fait, les logements indépendants d'étudiants se sont développés beaucoup plus rapidement que les cités universitaires qui, du fait de la faible anticipation de cette évolution de la société, accueillent, en 1999, moins de 7 % des étudiants.

De fait, très peu de décideurs locaux (politiques, urbanistes et, universitaires) avaient imaginé qu'une orientation générale du Ministre de l'Éducation Nationale puisse avoir des conséquences aussi importantes sur certaines dynamiques démographiques locales. Aussi, cette modification des comportements migratoires des très jeunes adultes qui a conduit à accentuer la spécialisation vers les petits logements du parc de logements des centres des grandes aires urbaines de province, s'est, dans la plupart des villes, faite en l'absence de toute planification, voire de toute conscience objective, à l'échelle des territoires⁽¹⁴⁾.

Les différentes formes des méthodes des « composantes » applicables aux populations à forte mobilité résidentielle

On distingue essentiellement deux façons d'utiliser les indices de migrations dans les méthodes reposant sur la recomposition du renouvellement de la population.

D'une part, les projections « autonomes », qui constituent la méthode la plus fréquemment utilisée, traitent chaque territoire indépendamment de ceux avec lesquels il échange de la population. Leur principal avantage est un coût relativement limité en données et en calculs qui permet de projeter avec une procédure automatisée un nombre très important de populations infra-nationales pouvant conduire à une sorte d'« atlas démographique du futur ». Les principales limites des projections « autonomes » sont :

- la constitution de modèles divergents (la somme des entités projetées pouvant différer de la projection de l'ensemble des entités), ce qui constitue la manifestation visible du problème théorique fondamental les affectant. Cette divergence résulte ainsi de l'usage d'indices migratoires par sexe et âge rapportant au seul territoire étudié le bilan des flux de mobilité résidentielle qui le concernent. C'est d'ailleurs cette conception des

(14) La mise en place d'antennes universitaires à la même époque dans les villes secondaires de province a, par ailleurs, contribué à laisser les décideurs minorer la transformation de la mobilité résidentielle des très jeunes adultes. Ainsi, ce n'est qu'au début des années 2000, bien après la diffusion des résultats du RGP 1999 que cette évolution démographique a fini par être généralement admise.

migrations centrée sur chaque territoire indépendamment de ceux avec lesquels il échange des populations qui a conduit à qualifier d'« autonomes » ces projections dont le fondement est l'application de ces indices de mobilité ;

- la difficulté d'élaborer des hypothèses concrètes d'évolution future pour des indices migratoires (« quotients » de migration nette ou taux de variation migratoire par sexe et âge) agrégeant le solde de toutes les entrées et sorties du territoire (Louchart, Sagot, 1996).

D'autre part, les projections « liées », très rarement mises en œuvre, traitent simultanément les populations de territoires échangeant d'importants flux de mobilité résidentielle. Les principaux avantages de ces projections « liées » sont :

- le respect de l'équilibre des bilans migratoire (les mouvements futurs d'un territoire à un autre dépendent de l'évolution future de la population du territoire d'origine des migrants potentiels et non, du fait de l'application, source de divergence, d'un indice de solde, dépendant en partie de la population du territoire d'arrivée). Ce maintien de bilans migratoires équilibrés constitue par définition la réponse théorique des projections « liées » au problème fondamental des projections « autonomes » ;
- le caractère relativement concret des indices de mobilité résidentielle (probabilité pour les personnes d'un âge et d'un sexe donné de migrer d'un territoire vers un autre⁽¹⁵⁾) qui se prêtent mieux à une modification de leur valeur fonction des hypothèses d'évolution future.

Les principales limites des projections « liées » sont leur lourdeur de mise en œuvre et leur coût en données (matrice migratoire complète pour chaque sexe et âge détaillé). Face à cette exigence d'informations, cette démarche, aussi qualifiée de « multidimensionnelle », a souvent été abandonnée (Louchart, Sagot, 1996) ou restreinte à une partie de la projection⁽¹⁶⁾. Sur ce dernier plan, le fichier « SAPHIR Ménages », élaboré

(15) En pratique les données permettent de calculer la probabilité pour une personne d'un sexe et d'un âge donné résidant dans un territoire de résider dans un autre territoire à la fin de l'intervalle intercensitaire.

(16) Si les éventuelles matrices migratoires disponibles se limitent aux échanges entre territoires d'un même pays, les relations avec le reste du monde devant de toutes façons être traitées dans une logique de projections « autonomes », les restrictions proposées vont

par Bernard Aubry pour faciliter l'accès aux données des recensements 1962 à 1999, offre la possibilité de constituer pour chaque sexe et âge une matrice de répartition des personnes recensées selon leur résidence actuelle et leur résidence le 1^{er} janvier de l'année du précédent recensement. La disponibilité des données nécessaires n'efface cependant pas toutes les difficultés de mise en œuvre, la lourdeur de mise en œuvre augmentant de façon quadratique lorsque le nombre de territoires croît de façon arithmétique (Louchart, Sagot, 1996). Ce dernier point implique, pour pouvoir utiliser l'avantage dans la construction de scénarios que représente le caractère concret des indices migratoire, de limiter le nombre de territoires infra-nationaux à projeter simultanément. Sans cette restriction, le coût en temps de programmation informatique, mais plus encore d'adaptation des indices migratoires aux différents scénarios, devient un obstacle insurmontable. L'expérience a montré (IEDUB, 2007b et 2007c) que pour cette limitation territoriale, le meilleur découpage possible conduit à :

- des flux de migrants, tous âges confondus, d'ampleur assez voisine entre le ou les territoires étudiés et de grands territoires divisant le reste de la France métropolitaine en sortes de « réservoirs » de futurs habitants potentiels ;
- des flux de migrants très spécifiques selon l'âge. Projetant la population des territoires composant une grande agglomération régionale on définira alors un ou plusieurs territoires à projeter simultanément dont proviennent une grande partie des étudiants arrivant dans certaines parties de la ville entre 18 et 22 ans. On tentera de les distinguer des territoires avec lesquels les différents territoires de l'agglomération entretiennent des échanges concernant les jeunes adultes plus âgés (21-27 ans) débutant leur vie professionnelle.

souvent bien au delà des contraintes imposées par l'information statistique. Ainsi, certaines projections limitent leur aspect « lié » aux espaces pour lesquels une matrice migratoire est disponible comme les quartiers d'une ville (Heins, 1999) ou les communes d'une grande agglomération, les échanges avec un reste du monde comprenant non seulement les autres pays mais aussi les autres territoires nationaux, étant envisagés dans l'optique de projections « autonomes ».

Le problème théorique fondamental des projections « autonomes »

Le principe général des projections « autonomes » est d'appliquer à la population projetée des probabilités de survie par âge, des taux de fécondité générale par âge, et des taux de variation migratoires par âge⁽¹⁷⁾. Il existe plusieurs options pour appliquer cette méthode de projection mais quelle que soit leur variante technique de mise en œuvre, les projections « autonomes » souffrent d'une insuffisance théorique fondamentale. De fait, les projections « autonomes » appliquent des indices de migration agrégeant entrées et sorties à la population du territoire étudié induisant ainsi implicitement pour partie que les effectifs de migrants seraient proportionnels à ceux de la population du territoire dans lequel ils entrent. S'il n'est pas absurde de considérer que la taille de la population d'un territoire puisse avoir une influence sur la probabilité de migrer vers ce territoire (Courgeau, 1988) ce n'est en rien équivalent à appliquer une probabilité de migrer à l'effectif de la population d'arrivée. L'exemple d'une population fermée comprenant deux sous-territoires échangeant des habitants en fournit une illustration assez nette. Ainsi, en supposant un exode massif d'un sous-territoire vers l'autre :

- considérer que la probabilité de réaliser cette migration est fonction de l'effectif de population du sous-territoire attractif peut au plus amener cette probabilité à 1 et conduire à transférer toute la population dans le sous-territoire attractif,
- en revanche, considérer que le nombre de personnes effectuant cette migration résulte de l'application d'un indice de migration à l'effectif de personnes déjà présentes dans le sous-territoire attractif peut conduire à des résultats absurdes. On aurait ainsi plus de personnes dans le sous-territoire attractif qu'en projetant la population l'ensemble du territoire (fermé aux échanges migratoires avec le reste du monde).

En systématisant cette simulation on peut analyser les conditions dans lesquelles l'application de « quotients de migration nette » ou de « taux de variation migratoire » n'engendre pas de biais et celles où cette

(17) Parfois aussi appelés « quotients de migration nette » par sexe et âge.

application est franchement absurde. On simule ainsi l'évolution pendant 100 ans de la somme de quatre jeux de deux sous-populations échangeant entre elles d'importantes proportions de personnes mais n'ayant aucun flux migratoire avec d'autres populations (tableau 2).

Tableau 2. Scénarios d'évolution démographique de deux sous-populations

Cas	Caractéristiques démographiques de l'ensemble des 2 sous-populations (=A+B)	Nature des flux migratoires entre les 2 sous-populations A et B	Répartition initiale (en t origine de la projection) à chaque âge entre les 2 sous-populations A et B
Cas n°1	Population stationnaire ICF = 2,1 E/F $e_0 = 74,35$ ans	Forte mobilité de A vers B des 18-24 ans Mobilité de B vers A des 10-14 ans, des 35-44 ans et des 60-69 ans	Equi-répartition entre A et B à chaque âge
Cas n°2	Population stable en diminution ICF = 1,18 E/F $e_0 = 71,79$ ans	Forte mobilité de A vers B des 18-24 ans Mobilité de B vers A des 10-14 ans, des 35-44 ans et des 60-69 ans	Equi-répartition entre A et B à chaque âge
Cas n°3	Population stationnaire ICF = 2,1 E/F $e_0 = 74,35$ ans	Très forte mobilité de A vers B des 18-24 ans Forte mobilité de B vers A des 10-14 ans, des 35-44 ans et des 60-69 ans	En cours de définition par les flux migratoires (sur-représentation des 5-17 ans et 35 ans et plus en A ; sur-représentation des 0-4 ans et des 18-34 ans en B).
Cas n°4	Population vieillissante ICF en réduction constante (= 4,04 E/F en t et 1,18 E/F en t+100) $e_0 = 63,86$ ans	Forte mobilité de A vers B des 18-24 ans Mobilité de B vers A des 10-14 ans, des 35-44 ans et des 60-69 ans	Définie par les flux migratoires (sur-représentation des 5-17 ans et 35 ans et plus en A ; sur-représentation des 0-4 ans et des 18-34 ans en B). Elle sera invariable tout au long de la projection de t à t+100.

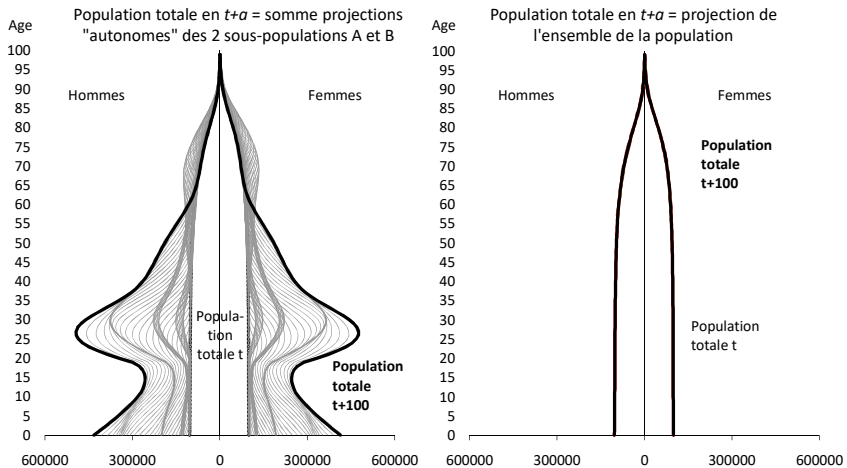
ICF = Indicateur conjoncturel de fécondité en E/F (enfants par femme). e_0 = Espérance de vie à la naissance (en années).

Ces simulations sont réalisées en mettant en œuvre des projections « autonomes » par bonds annuels⁽¹⁸⁾. Les quatre séries de sommes de projections « autonomes » de deux sous-populations, réparties par sexe et âge obtenues sont ensuite comparées avec les projections des quatre

(18) Le caractère théorique de la simulation ici construite permet de s'abstraire des éventuelles contraintes de disponibilité des données et d'utiliser des indices annuels, ce qui empêche d'imputer d'éventuelles distorsions à l'amplitude d'un bond projectif pluriannuel ou à la procédure d'annualisation des « taux de variation migratoire ».

populations d'ensemble avec les mêmes hypothèses de mortalité et de fécondité.

Figure 1. Cas n°1 : Pyramide des âges aux différentes dates $t+a$ de projection

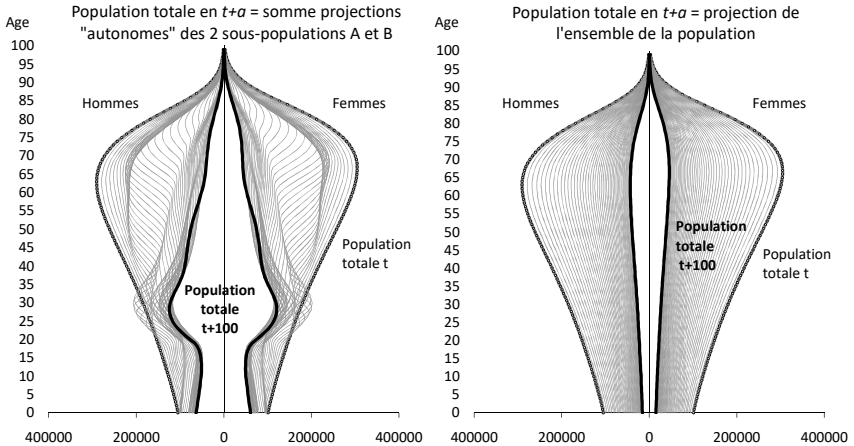


Le cas n°1 qui correspond à une population d'ensemble stationnaire, montre, en cas d'intenses échanges migratoires entre les 2 sous-populations la composant, que leur projection « autonome » peut conduire à un engendrement de personnes fictives. Ainsi dans ce cas n°1, la somme des résultats des projections « autonomes » des 2 sous-populations est, pour certains âges (ici les jeunes adultes de 25-29 ans), 7 fois supérieure à ce qu'elle devrait être, l'union de ces 2 sous-populations formant un ensemble stationnaire. Cette déformation absurde résultant des projections « autonomes » s'est constituée par l'accumulation de jeunes adultes (25-29 ans) dans la sous-population B attractive pour les très jeunes adultes (18-24 ans), les « taux de variation migratoires » aux âges suivants (25-29 ans) s'appliquant à une population de plus en plus importante, engendrant un solde migratoire de volume croissant alors même que se vide le réservoir de personnes de 18 à 34 ans dans l'autre sous-population (A).

Partant d'une situation assez voisine de celle correspondant au cas n°1, le cas n°2 conduit à une situation assez analogue bien que la déformation paraisse moins massive en raison d'un profil général de la population d'ensemble (population stable décroissante donc vieille)

moins favorable à l'accumulation fictive de jeunes adultes qu'une population stationnaire.

Figure 2. Cas n°2 : Pyramide des âges aux différentes dates $t+a$ de projection



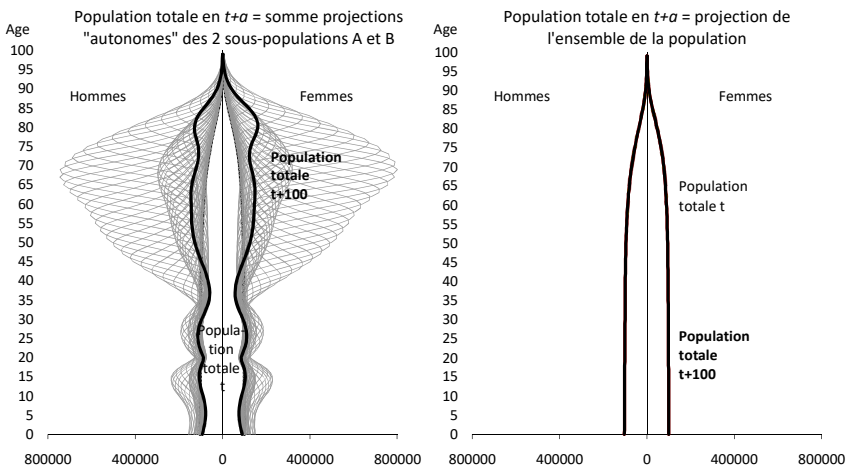
Le cas n°3 montre que la déformation absurde de la pyramide peut se concentrer à des âges fort différents de ceux des cas n°1 et n°2, alors que les échanges migratoires entre les 2 sous-populations constituant la population stationnaire d'ensemble se produisent aux mêmes âges. Ce paradoxe apparent provient de la différence de répartition initiale des effectifs de chaque âge entre les 2 sous-populations A et B.

Les « taux de variation migratoire » estimés aux différents âges reflètent à chaque âge un effet transitoire de structure par sous-populations A et B. La répétition dans les projections de tels indices, alors même que la mobilité résidentielle a modifié la répartition par sous-populations à chaque âge, engendre donc des individus fictifs. Dans les cas n°1 et n°2 on a, à chaque âge, une équi-répartition initiale entre les 2 sous-populations A et B, composition très éloignée de ce à quoi la nature des échanges migratoires devrait mener (sur-représentation des 18-34 ans et des 0-4 ans en B et des personnes des autres âges en A). Le solde migratoire de B à 25-29 ans (âges suivant ceux ayant la plus forte attractivité) est donc plus important que ce qu'il sera après plusieurs années d'application de tels flux de mobilité résidentielle. Ainsi, le poids de la sous-population A au sein de l'ensemble des 25-29 ans est, avec cette équi-répartition, plus fort que ce qu'il sera après application des

très fortes probabilités de quitter A vers B aux âges précédents (18-24 ans). Aussi, à l'origine de la projection, l'équi-répartition entre A et B :

- amplifie transitoirement le nombre de départs de A vers B à 25-29 ans ;
- diminue transitoirement le nombre de départs de B vers A à 25-29 ans.

Figure 3. Cas n°3 : Pyramide des âges aux différentes dates $t+a$ de projection



Dans les cas n°1 et n°2, les soldes et les « taux de variation migratoires » à ces âges sont donc transitoirement très positifs pour B. Leur application au cours des années suivantes de projection aux 25-34 ans de B dont l'effectif est augmenté par l'application récente aux âges précédents (18-24 ans) des « taux de variation migratoires » correspondant à la forte attractivité de B à 18-24 ans conduit à un solde migratoire projeté à 25-29 ans encore plus positif pour B. Cet accroissement de l'excédent migratoire projeté survient alors même que la modification à ces âges de la structure par sous-populations du fait de l'attractivité aux âges précédents (18-24 ans) devrait conduire à sa diminution. La croissance de la sous-population B à 25-29 ans s'en trouve donc encore accélérée ce qui pose les bases d'une accélération fictive encore plus forte pour les années de projection à venir. Ce phénomène de « bulle migratoire » résultant de la mise en œuvre des projections « autonomes » n'est pas réservé aux seuls jeunes adultes. Toutefois, lorsque, comme dans les cas n°1 et n°2, les répartitions

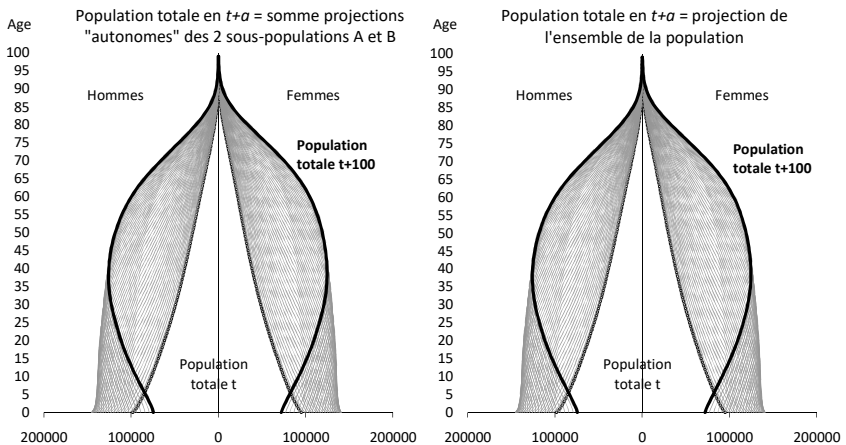
initiales à chaque âge entre les sous-populations A et B sont fort éloignées de ce à quoi devraient conduire les flux de mobilité que l'on s'apprête à appliquer, ce sont les âges qui suivent ceux touchés par les indices de mobilité les plus intenses qui vont développer le plus fortement cette « bulle migratoire ». Autrement dit, en cas de changement brutal des comportements migratoires, les répartitions à chaque âge entre les sous-populations A et B n'en portant que peu ou pas la trace, cet engendrement de personnes fictives par les projections « autonomes » va surtout toucher les jeunes adultes (25-29 ans) et les enfants non moins fictifs auxquels ils vont donner naissance.

La répartition à chaque âge entre les sous-populations A et B vers laquelle converge tout ensemble fermé de 2 (ou plusieurs) sous-populations dont les probabilités d'échanges internes sont fixées se détermine logiquement plus rapidement aux âges pour lesquels cette mobilité interne est la plus forte. Les migrations entre les sous-populations A et B définies à chaque âge pour les 4 cas, vont donc structurer d'abord la sur-représentation des 18-34 ans et des 0-4 ans en B, avant de former la sur-représentation des 5-17 ans et des 35-54 ans en A, pour terminer par celle des 55 ans et plus en A.

Le cas n°3 part d'une répartition initiale à chaque âge entre les sous-populations A et B en cours de convergence sous l'effet des probabilités de migrer de A vers B et de B vers A. Aussi, c'est aux âges élevés, où la mobilité est définie comme la plus faible que la répartition entre A et B conserve encore la marge la plus importante de modification. C'est donc aussi à ces âges que les soldes migratoires et « taux de variation migratoire » mesurés à l'origine de la projection reflètent le plus des effets transitoires de structure par sous-populations. Par conséquent, c'est à ces âges que l'on observe les plus fortes déformations correspondant à une « bulle migratoire » résultant de l'application de ces « taux de variation migratoire » par âge à des répartitions par sous-populations A et B encore en pleine mutation. Le fait que ces transformations soient déjà engagées à l'origine de la projection, c'est à dire lors de la mesure des « taux de variation migratoires » par âge, a pour effet de donner une ampleur limitée aux déformations issues de leur application lorsque l'horizon de la projection s'éloigne. Ainsi, le gonflement absurde des effectifs de l'ensemble de la population autour de 70 ans est incomparablement plus important en $t+45$ qu'en $t+100$. En revanche, l'importance des déformations de la pyramide de la somme

des projections à moyen terme ($t+30$ à $t+60$) des 2 sous-populations, provient du niveau de mobilité correspondant au cas n°3 qui est supérieur à celui des cas n°1 et n°2. Le cas n°3 permet aussi de percevoir que ces effets transitoires de structures par sous-populations peuvent par l'application dans les projections « autonomes » des « taux de variation migratoires » par âge alors mesurés, engendrer aussi de légères « disparitions » fictives de personnes. Beaucoup plus modestes que les « créations » fictives de personnes, ces « disparitions » concernent par un mécanisme inverse de celui expliqué précédemment pour les « créations », les âges transitionnels qui précèdent juste (moins de 10 ans, 15-17 ans, 30-34 ans) un âge de forte mobilité dans un sens très marqué (10-14 ans, 18-24 ans, 35-44 ans).

Figure 4. Cas n°4 : Pyramide des âges aux différentes dates $t+a$ de projection



Les déformations absurdes des pyramides des âges des sommes des projections des sous-populations A et B correspondants aux cas n°1 à n°3, proviennent de l'incorporation dans les « taux de variation migratoires » par âge, d'effets transitoires de structure par sous-populations. L'application dans les projections « autonomes » de ces « taux de variation migratoires » par âge à des sous-populations dont le poids dans l'ensemble de la population de cet âge, ne peut plus, du fait des comportements de mobilité intérieure définis dans les hypothèses de projection, correspondre à cette répartition initiale entre A et B, engendre des « créations » ou « disparitions » fictives de personnes. Réciproquement, de telles « créations » ou « disparitions » fictives de

personnes des différents âges, ne se produiraient pas si la répartition des personnes d'un âge donné entre les 2 sous-populations A et B n'était pas amenée à changer dans le futur. Autrement dit, les déformations absurdes de pyramides illustrées par les cas n°1 à n°3, ne surviendraient pas si, à l'origine de la projection, la répartition des personnes de chaque âge entre les 2 sous-populations A et B était la répartition vers laquelle converge tout ensemble fermé de 2 sous-populations soumises à des probabilités constantes à chaque âge de passage de l'une à l'autre. Ce processus de convergence qui associe un jeu de probabilités de changements de sous-populations à une répartition unique des personnes de chaque âge entre les sous-populations, se vérifie :

- non seulement quand l'ensemble fermé constitué de toutes les sous-populations échangeant des personnes est une population stationnaire ou stable, donc à structure par âge fixe ;
- mais aussi quand cet ensemble fermé constitué de toutes les sous-populations échangeant des personnes est une population dont la mortalité et la fécondité donc la structure par âge se modifient dans le temps. Dans cette situation qui correspond au cas n°4, la convergence se fait vers une répartition unique entre les sous-populations à chaque âge. La répartition entre les sous-populations tous âges confondus se modifie alors toutefois au gré des transformations des comportements de fécondité et de mortalité via la composition par âge de la population d'ensemble qui pondère variablement les répartitions fixes entre les sous-populations de chaque âge.

Pour que cette convergence ait lieu, il est, comme on l'a dit, nécessaire que les probabilités à chaque âge de passer d'une sous-population à l'autre soient constantes, mais il faut par ailleurs que la fécondité et la mortalité de l'ensemble de la population, possiblement variables dans le temps, affectent à l'identique chaque sous-population. Pour pouvoir, comme dans le cas n°4 recourir aux projections « autonomes », sans implicitement « créer » ou « détruire » des pans fictifs de population, il faut donc :

- que la répartition à chaque âge entre les sous-populations soit dès l'origine de la projection destinée à ne plus varier, autrement dit, que les probabilité de changer de sous-population à chaque âge soient restées inchangées depuis suffisamment

longtemps pour que le processus de convergence soit quasiment achevé ;

- que les évolutions de la mortalité et de la fécondité de la population fermée d'ensemble soient identiques dans toutes les sous-populations.

Ce strict cadre théorique permettant d'utiliser sans incohérence des projections « autonomes » avec « taux de variation migratoires » par âge, équivaut au contexte permettant parfaitement l'utilisation de projections « dérivées ». Leur principe est en effet de réaliser une projection de la population d'ensemble en faisant évoluer mortalité et fécondité, puis de répartir pour chaque âge la population projetée en différentes sous-populations. Pour obtenir le même résultat que les projections « autonomes », il suffirait d'ailleurs pour de telles projections « dérivées » de maintenir constante la répartition entre sous-populations à appliquer à chaque âge. Autrement dit, en théorie, pour être mises en œuvre pour un territoire à forte mobilité résidentielle (comme l'est un territoire local ou un type d'espace), les projections « autonomes » nécessitent que l'on se trouve dans un contexte convenant très bien à la mise en œuvre de projections « dérivées » assez sommaires. Il suffirait alors de disposer :

- du poids à la dernière ou aux dernières dates censitaires que représente à chaque âge le ou les territoires à forte mobilité résidentielle à projeter (territoire local ou type d'espace) au sein d'un ensemble plus large beaucoup plus faiblement soumis aux migrations (territoire national d'un grand pays). Cela implique de connaître à cette ou ces dates censitaires les effectifs classés par sexe et âge du ou des territoires à projeter et ceux de l'ensemble plus large ;
- des tendances de long terme d'évolution de la mortalité, de la fécondité voire des migrations résiduelles affectant l'ensemble soumis à une faible mobilité résidentielle englobant le ou les territoires à projeter.

Ces informations assez faciles à réunir donnent un intérêt pratique à une mise en œuvre territoriale fine des projections « dérivées », celles-ci étant généralement réservées au champ des perspectives de population active, de corps professionnels, d'élèves et d'étudiants, de dépendance des personnes âgées, etc.. Cet intérêt pratique est d'autant plus net que

rien n'interdit aux projections « dérivées » de faire varier les séries de poids des différentes sous-populations à chaque âge en fonction des hypothèses, alors que les projections « autonomes » ne doivent théoriquement pas être utilisées dans un contexte autre que celui où des projections « dérivées » fixent définitivement ces poids. Il faut néanmoins rester prudent sur ces extrapolations de poids à chaque âge des différentes sous-populations. Ainsi, après le processus de convergence reposant sur des probabilités de migrer invariables précédemment décrit, les poids sont uniquement associés à ces probabilités quelles que soient la mortalité et la fécondité s'appliquant à la population d'ensemble. En revanche, lorsque ce processus de convergence n'existe pas (variabilité des comportements migratoires) ou est inachevé, les poids et leur modification dans le temps reflètent un mélange entre les probabilités de migrer et des éléments de structure par âge et par sous-populations. Autrement dit, une telle extrapolation revient à transformer « à l'aveugle » des valeurs statistiques sans en avoir décomposé la signification.

Si en théorie les exigences permettant d'utiliser sans incohérence les projections « autonomes » pour un territoire soumis à une forte mobilité résidentielle, réduisent fortement leur intérêt, en pratique la situation est moins défavorable en raison du contexte et du caractère moins strict que revêtent de telles exigences. En effet, parmi les 4 cas choisis, les 3 présentant des déformations absurdes pour les pyramides de la somme des sous-populations projetées, correspondent, sans être ce que l'on peut concevoir de pire, à des niveaux très aigus d'inadaptation des projections « autonomes ». Tout d'abord, la mobilité résidentielle entre les sous-populations A et B présente, pour les quatre cas, un niveau supérieur à tout ce qui peut être observé entre les territoires français. Ensuite, la subdivision de la population d'ensemble en deux sous-populations initialement d'importance comparable hyper-sensibilise les résultats aux effets transitoires de structure entre sous-populations incorporés dans les « taux variation migratoires » par âge. Enfin, il existe une marge de manœuvre pratique sans trop de dommages autour des conditions de mise en œuvre cohérente des projections « autonomes » illustrées par le cas n°4. Constituant l'exemple de l'association entre une forme de mobilité résidentielle et une répartition à chaque âge en deux sous-populations résultant d'un processus de convergence reposant sur ces migrations, il implique par exemple que la population d'ensemble

formée par les deux sous-populations soit fermée. Lorsque les échanges migratoires de la population formée par l'ensemble des sous-populations avec le reste du monde restent assez modestes, la dérive n'est pas trop importante. Il en va de même, lorsque la répartition à chaque âge entre les différentes sous-populations, sans être stabilisée, ne varie pas trop vite. L'exemple de projections « autonomes » appliquées à 15 types d'espace français⁽¹⁹⁾ à l'horizon 2035 montre, avec ou sans migrations internationales, une dérive modérée, avec des écarts entre la somme des projections « autonomes » des 15 sous-populations et la projection de la France métropolitaine ne dépassant pas 5,5 % de l'effectif d'une génération et 1,2 % pour l'effectif tous âges confondus. Ces résultats globaux n'autorisent pas pour autant à conclure qu'à l'échelle de chaque type d'espace dont la population est projetée il n'existe pas de déformation plus importante. Ainsi, les 5,5 % de « créations » fictives de personnes de la génération la plus touchée peuvent se concentrer sur peu de types d'espace voire un seul et alors représenter le résultat d'une « bulle migratoire » beaucoup plus significative.

Comme les projections « autonomes », les projections « liées » reposent sur des mesures des flux de mobilité résidentielle (ce qui les différencie des projections « dérivées »). A la différence des projections « autonomes » cette utilisation d'indices migratoires n'engendre, pour les projections « liées » aucune déformation absurde des pyramides des âges des sous-populations projetées et donc de leur agrégation. En projetant simultanément les sous-populations échangeant d'importants flux de migrants, les projections « liées » appliquent des probabilités d'émigrer entre toutes ces sous-populations qui n'incorporent d'effet transitoire de structure :

- ni en termes d'âge, comme les « taux de variation migratoires » des projections « autonomes », elles sont calculées pour chaque âge ;
- ni en termes de sous-populations, à la différence des « taux de variation migratoires » des projections « autonomes », elles rapportent des migrants d'un âge donné uniquement à la sous-population dont ils sont issus et non à celle dans laquelle ils entrent.

(19) Voir note 2, la subdivision des aires urbaines selon leur taille étant ici un peu moins fine (4 niveaux au lieu de 5) de façon à limiter le nombre de types d'espace.

Cette spécificité de construction fait donc des projections « liées » l'outil de simulation démographique s'appuyant de la façon la plus approfondie sur la décomposition de la mobilité résidentielle.

Les projections « liées » : lourdeur logistique, amendements limités

Le principe des projections « liées » consiste à projeter simultanément la population de tous les territoires constituant un ensemble au sein duquel les échanges migratoires sont importants. Cela permet d'obtenir des flux migratoires projetés fonction uniquement de l'évolution future de l'effectif et de la composition par sexe et âge de chacun des territoires d'origine des migrants et non en partie fonction de l'effectif et de la composition par sexe et âge des territoires de destination des migrants. La meilleure cohérence théorique des projections « liées » repose en effet sur le maintien dans le futur de la proportionnalité entre les effectifs de migrants et leur population d'origine, en structure et en volume. Elles sont, de ce fait la seule démarche projective fondée sur les indices de mobilité résidentielle, n'important pas, via des indices de migration nette, d'inopportuns effets provisoires de structure territoriale. Traitant simultanément un ensemble de sous-populations associées par des indices de mobilité de l'une à l'autre pour chaque sexe et âge, les projections « liées », font évoluer, selon les comportements migratoires récents, les « réservoirs migratoires » que les différentes sous-populations constituent les unes pour les autres. Par l'utilisation de mesures passées de mobilité résidentielle nette, les projections « autonomes » figent implicitement des éléments de la répartition spatiale de la population d'un âge donné, pour en étudier les variations futures. Les projections « liées » laissent cette répartition se transformer au gré de l'application d'indices mesurant la mobilité résidentielle passée qui n'étaient pas mécaniquement dépendants de cette répartition.

Dans l'absolu, de façon à disposer de la souplesse géographique maximale dans la simulation des futurs possibles, les territoires projetés simultanément par les projections « liées » devraient être définis le plus étroitement possible sans toutefois faillir aux exigences de la

signification statistique. La limite inférieure de 50 000 habitants⁽²⁰⁾ donne sur ce plan un ordre de grandeur assez satisfaisant. On aurait alors un peu plus d'un millier de territoires métropolitains à projeter simultanément, engendrant une matrice de calcul (âge*sexe*territoire initial*territoire final) de plus de 200 millions de cases pour chaque bond projectif. En pratique, traiter simultanément 35 à 40 territoires (matrice de calcul d'environ 30 000 cases par bond projectif) constitue un maximum tant sur le plan du temps de programmation, de la lourdeur d'exécution que du contrôle de la qualité des indices utilisés. Pour mettre en œuvre les projections « liées », il n'est donc pas possible de définir un zonage infra-métropolitain invariable dont les résultats formeraient les briques élémentaires à agréger selon les besoins. Au contraire, il faut selon le ou les territoires à étudier définir un découpage de l'espace métropolitain subsistant de façon à n'avoir à traiter simultanément qu'un nombre limité de sous-populations. Ce choix n'est pas sans conséquence sur les résultats, non seulement, ce qui est évident, pour les comparaisons avec les résultats des unités géographiques subdivisant le territoire métropolitain subsistant, mais aussi pour les résultats des territoires étudiés à titre principal. Ainsi, sans que les variations soient d'amplitude majeure (+ ou - 5 % à l'horizon 36 ans pour les âges et les populations les plus affectés), on observe que modifier le découpage de la France métropolitaine en sous-ensembles conduit, via les projections « liées » à des résultats différents, y compris pour les territoires dont la définition n'a cependant pas changé d'une subdivision à l'autre. Autrement dit, pour projeter la population d'un territoire fortement soumis à la mobilité résidentielle :

- le recours à une méthode dite des « composantes », comme les projections « autonomes » élimine la divergence entre modèles pour ce qui est des différentes parties (tranches d'âge notamment) de la population d'un même territoire,
- parmi les méthodes dites des « composantes » le recours aux projections « liées » élimine la divergence entre modèles pour ce qui est des différentes unités spatiales formant un même ensemble national.

(20) Déterminée par l'INSEE pour la publication des résultats des projections OMPHALE. Bien que les projections « autonomes », dont OMPHALE est un représentant, et les projections « liées » reposent sur des principes différents de prise en compte de la mobilité résidentielle, les contraintes de signification statistique sont dans les deux cas assez semblables.

En revanche, les projections « liées » sont des modèles conservant une part de divergence entre les différentes séries de résultats associées à des découpages variables du territoire national. Il serait donc fort imprudent de procéder par différence entre séries territoriales de résultats obtenus avec les projections « liées ». Projetant simultanément les territoires A+B, C+D+E, F+G+H ; puis projetant simultanément D+E, F+G, A+C, B+H, il n'est pas fondé d'en déduire par différences successives une projection de A, B, C et H. En revanche, des projections « liées » dont on pourrait subdiviser territorialement les résultats en intégrant, en fonction de l'équipement (notamment l'habitat), une répartition spatiale à l'intérieur des territoires dont les projections « liées » ont simulé l'évolution démographique, permettrait d'obtenir des briques élémentaires communales ou par IRIS 2000. Susceptibles d'être agrégées avec la souplesse requise, ces briques élémentaires conduiraient à éliminer complètement la divergence des modèles de projections utilisés avec des hypothèses identiques. Utilisées pour de grands territoires les projections « liées » constitueraient une sorte de « garde fou » démographique pour une « simulation immobilière » qui en réaliserait la désagrégation spatiale.

Dans une démarche de prospective démographique, les différents scénarios sont construits sur la base des facteurs susceptibles de transformer les tendances d'évolution des populations et sous-populations. Les programmes d'habitat et plus généralement les politiques d'équipement faisant partie de ces facteurs, les prendre en considération pour répartir les populations à l'intérieur d'un territoire plus vaste dont l'évolution future de la population a été simulée par des projections « liées », ne peut qu'enrichir la démarche, l'absence de mise en perspective de « l'offre » de territoire constituant une de ses insuffisances. Cette orientation intéressante à expérimenter revient à ajuster « offre » et « demande » de territoire à des échelons géographiques distincts, la « demande » de territoire pour le niveau macro-spatial (les régions par exemple) et « l'offre » de territoire pour les niveaux inférieurs.

Outre son caractère un peu schématique : l'attractivité des « contenus » serait régionale et leur répartition infra-régionale résulterait de la « production » territoriale des « contenants », ce découplage géographique de « l'offre » et de la « demande » de territoire, suppose inexistante toute forme d'interaction entre « offre » et « demande » de

territoire. Ainsi, les niveaux de mobilité résidentielle servant de référence aux projections « liées » pour définir une « demande » de territoire ne constituent pas une « demande » à l'état pur mais le résultat d'un ajustement passé entre « offre » et « demande » de territoire. Faire varier ces indices migratoires en fonction de l'évolution des facteurs supposés influencer cette « demande » de territoire, nécessite donc d'analyser les conditions initiales de l'équilibre à modifier. Utiliser pour ce faire des modélisations statistiques incluant le climat, les différences de rémunérations, les délocalisations d'activités, etc. n'est qu'en apparence satisfaisant. Les niveaux de corrélation alors obtenus sont élevés, mais les coefficients affectant chaque variable sont très instables, signe d'une modification permanente de la synergie entre ces facteurs supposés, les niveaux de mobilité résidentielle entre régions changeant plus vite que nombre de ces facteurs. Réciproquement, les niveaux de construction envisagés dans les hypothèses de répartition des populations à partir des programmes d'habitat ou des prolongements des tendances de production de logements ne définissent pas une « offre » à l'état pur, mais la représentation d'un ajustement futur entre « offre » et « demande » de territoire, parfois fondée sur les ajustements passés.

Au delà des projections, le rôle du démographe dans une équipe de prospective territoriale

Seule méthode fondée sur une utilisation cohérente des indices de mobilité résidentielle, les projections « liées » pourraient être améliorées par un agencement géographique avec la logique de la « simulation immobilière » afin de conduire à des résultats présentant une désagrégation territoriale intéressante. Une telle construction intégrant projections « liées » et « simulation immobilière » par des découpages raisonnés de l'espace, ne saurait néanmoins créer un modèle réaliste de répartition spatiale des populations, via des parcours migratoires constituant un ajustement entre biographies personnelles et offre territoriale d'équipements. Techniquement possible mais théoriquement incomplète et imparfaite, cette option doit néanmoins être expérimentée pour répondre à une demande sociale croissante en la matière.

Ce projet loin d'être inutile mais dont on peut déjà entrevoir les limites ne se substitue donc pas à la « simulation immobilière » pure qui

accorde une beaucoup plus grande importance à la spécificité des objectifs politiques locaux d'aménagement. Elle reste ainsi l'outil de référence des prévisions de court terme pour les communes contrôlant le développement de leur habitat via des programmes clairement définis, notamment lorsqu'elles appartiennent à des bassins de logement en forte tension.

Il ne se substitue pas non plus aux projections « liées » puisqu'en désagrégant leurs résultats régionaux selon des principes « d'offre » d'habitat, il tend à gommer la spécificité d'espaces relativement restreints mais très associés à certaines étapes biographiques et donc migratoires. C'est par exemple le cas des villes centres des grandes aires urbaines de province dont l'offre locale d'habitat suit parfois davantage des mobilités résultant d'évolutions culturelles et éducatives globales, souvent accompagnées de dispositifs nationaux d'aide au logement, qu'elle ne les conditionne.

Simulant sans biais majeur les conséquences démographiques locales futures de la poursuite des comportements de mobilité résidentielle, les projections « liées » se limitent à visualiser les phénomènes migratoires récents dans un changement de contexte démographique global de long terme (le vieillissement à venir, par exemple). Elles doivent donc, pour éclairer utilement les décisions publiques, et devenir l'outil de référence pour le long terme, s'accompagner d'une réflexion prospective sur les ruptures susceptibles d'intervenir dans la constitution des mobilités à l'œuvre. Dans le domaine des populations territoriales soumises à d'intenses migrations, cette interrogation, par nature qualitative, se porte sur :

- les évolutions technologiques (enseignement électronique à distance, télétravail,...) ;
- les modifications éducatives et culturelles (accès à l'enseignement supérieur, loisirs, lieux de sociabilité,.....) ;
- les transformations de la vie affective et familiale (formes de vie commune, solidarités et polyrésidence aux différents âges de la vie,...) ;
- la structuration des inégalités (ségrégation socio-spatiale, captation des revenus et des investissements,...) ;
- les politiques nationales d'aménagement, d'urbanisme et les dispositifs d'aide au logement ;

- le contexte environnemental et énergétique (climat, préservation des espaces naturels attractifs, coût et réglementation des déplacements,...).

Mettre en relation ces éléments avec le peuplement territorial présente souvent une apparente évidence, notamment lorsque la thématique est fortement vulgarisée (changement climatique et pénurie énergétique, télétravail, ségrégation socio-spatiale,...), sans pour autant s'appuyer sur des analyses empiriques très robustes. La polyrésidence des populations retraitées en est un exemple: communément considérée comme en plein développement, on ne dispose sur ce phénomène d'aucune statistique représentative localisée. Dépasser ces considérations souvent triviales et les contradictions implicites que peut entraîner leur accumulation nécessite de relier dans un raisonnement systémique :

- les instances de décision ;
- les contextes technologiques, culturels, sociaux, énergétiques déjà évoqués⁽²¹⁾ ;
- les différentes formes de mobilité (des résidents, des actifs occupés, des revenus, des capitaux) (Davezies, 2008).

N'étant pas qualifié pour en traiter tous les aspects, le démographe participera à la construction pluri-disciplinaire de ce raisonnement systémique, par :

- la mise en œuvre des projections « liées » qui constitueront, soit une référence tendancielle autour de laquelle les hypothèses de rupture vont s'élaborer (IEDUB, 2007b et 2007c), soit un outil d'engendrement des populations du futur dans le cas d'une démarche par scénarios (Section Veille et Prospective du CESR Aquitaine, 2007). Beaucoup plus riche en pouvoir d'évocation, la méthode des scénarios souffre cependant d'une moindre robustesse empirique des indices de mobilité résidentielle utilisés ;
- une analyse des relations entre mobilité résidentielle (ou sédentarité), mobilité quotidienne, vie professionnelle,

(21) Les contextes considérés pertinents ont obligatoirement un lien avec les capacités d'action des instances locales, départementales ou régionales de décision. Ainsi, une épidémie ou une guerre mondiale auraient sûrement un impact important sur les populations locales ou régionales étudiées, mais leur prévention qui rentre dans le champ des prospectives sectorielles de santé publique ou de défense sort complètement du rayon d'action des décideurs ici en cause.

constitution des ménages et habitat. D'essence longitudinale cette recherche se heurte aux données disponibles et nécessite certains « bricolages ». D'une part, le recensement traite de toutes ces questions mais n'aborde de façon longitudinale que certaines étapes de la mobilité résidentielle. D'autre part, les enquêtes fournissent des restitutions longitudinales très riches pour quelques aspects, rarement tous, et jamais à une échelle géographique fine.

En toute logique, l'ultime conséquence méthodologique de ces « bricolages » pseudo-longitudinaux serait la construction de micro-simulations spatialisées. Outre la lourdeur d'un tel dispositif, à côté duquel les projections « liées » feraient figure d'appareillage léger, ces micro-simulations malgré leur caractère plus complet resteraient dans le domaine du tendanciel du fait de leur incapacité à intégrer les mécanismes d'équilibre de marché et de concurrence entre les usages de l'espace. Quoi qu'il en soit de l'utilisation possible de ces « bricolages » pseudo-longitudinaux, ils ne doivent en aucun cas renoncer au principe démographique fondamental selon lequel un phénomène doit toujours s'étudier en rapport avec le groupe de personnes qui est susceptible de l'avoir subi. Souvent difficile à respecter pour des populations locales qui correspondent à des additions temporaires de segments de vie éventuellement très brefs, ce principe suppose de pouvoir appréhender les groupes d'origine de personnes parfois très temporairement associées au territoire. Il serait, a contrario, incohérent théoriquement de considérer les populations locales, les caractéristiques démographiques territoriales où les synthèses finement spatialisées de comportements démographiques comme de simples attributs quantitatifs de portions de l'espace. L'observation de corrélations fortes entre ces caractéristiques démographiques territoriales et les autres caractéristiques territoriales (climat, activité, revenu,...) n'en justifie pas l'extrapolation tendancielle fondée sur des modèles statistiques dont les coefficients sont très instables car résultant d'interactions synergiques entre les différentes formes de mobilité.

Vue d'ensemble

Aucun outil projectif ne permet de traiter de façon cohérente la totalité des facteurs influençant fortement le renouvellement des populations

soumises à une forte mobilité résidentielle. Les différentes méthodologies existantes procèdent souvent à un choix entre les différents impératifs théoriques :

- respect de la logique du renouvellement des populations ;
- prise en compte de « l'offre » de territoire via les équipements et l'habitat ;
- recours à des indices de mobilité traduisant des étapes biographiques fondamentales ;
- imagination d'hypothèses de rupture dans les comportements et dans les politiques d'aménagement.

Les différentes solutions fondées sur la sélection d'un de ces principes ou sur la combinaison d'une partie d'entre eux ont une pertinence très variable en fonction de l'objectif de la projection et de la demande sociale à laquelle elle est supposée répondre. Selon qu'il s'agit :

- de déterminer, pour une commune, dans une optique gestionnaire à l'horizon 10 ans, les besoins en matière d'offre scolaire ou d'accueil des plus âgés ;
- de débattre des orientations à l'horizon 20 ou 30 ans, en matière d'aménagement et d'urbanisme pour les territoires composant l'ensemble d'une région ou d'une grande agglomération ;
- d'analyser les conséquences futures des formes actuelles de mobilité sur l'usage de l'espace lorsque le contexte démographique global se transforme rapidement (le vieillissement à venir des populations d'Europe par exemple) ;
- de simuler pour un grand nombre de petits territoires une évolution future de la population et de sa composition par sexe et âge, compatible avec les comportements passés et l'organisation territoriale des équipements et du bâti ;

les manques correspondants aux diverses options projectives existantes ou susceptibles d'être construites, seront plus ou moins criants. En s'en tenant à cette logique on pourrait affirmer qu'à chaque question de perspective démographique s'identifie un modèle de projection hybridant autant que possible les principes théoriques précédemment énoncés. La confrontation de résultats éventuellement contradictoires entre plusieurs « solutions » techniques dont la diversité excède la stricte réponse aux demandes institutionnelles permet cependant de

déterminer de façon plus objective les facteurs du changement démographique futur que l'interprétation directe des conclusions issues d'une seule option méthodologique.

Références bibliographiques

BERGOUIGNAN Christophe, 2002, « Les actualisations post censitaires de populations locales : bilan contrasté d'une expérience », *in* : BLAYO Chantal, DION Michèle, DITTGEN Alfred, SARDON Jean-Paul (eds.), *Collecte des données et connaissance des populations*, CUDEP, pp 423-439.

CAILLOT Mélanie, 2005, « L'élévation du niveau de diplôme », *in* : BERGOUIGNAN Christophe, BLAYO Chantal, PARANT Alain, SARDON Jean-Paul, TRIBALAT Michèle (eds.), *La population de la France, évolutions démographiques depuis 1946*, CUDEP, pp 785-792.

COURGEAU Daniel, 1988, *Méthodes de mesure de la mobilité spatiale. Migrations internes, mobilité temporaire, navettes*, INED, 364 p.

DAVEZIES Laurent, 2008, *La république et ses territoires : la circulation invisible des richesses*, La république des idées, Seuil, 128 p.

DITTGEN Alfred, 1993, « Détermination et projection de la population d'un ensemble urbain à partir de la programmation des logements », *in* : *Croissance démographique et urbanisation*, AIDELF, pp 345-354.

DITTGEN Alfred, 2007, « Projections de population : prévisions ou simples simulations », *in* : *L'engrenage démographique*, AGIR, n°29, pp 63-76.

DITTGEN Alfred, 2008, « Pourquoi et comment tenir compte du logement dans les projections de populations locales ? », *Cahiers de démographie locale 2008*, Néothèque, coll. « Dynamiques des populations locales », pp 99-114.

HEINS Franck, 1999, « De l'observatoire démographique aux prévisions : le cas de la ville de Gènes », *in* : BLAYO Chantal, CALOT Gérard, ETCHÉLECOU Alain, LAMY Marlène (eds.), *Les populations locales*, CUDEP, pp 373-387.

IEDUB, 2007a, *Observatoire démographique de la ville de Bègles*, document de travail remis à la mairie de Bègles, 50 p.

IEDUB, 2007b, *Populations et territoires girondins en 2035*, document de travail remis à l'AURBA, 154 p.

IEDUB, 2007c, *La population de l'Aquitaine aujourd'hui et demain*, document de travail remis au CESR Aquitaine, 103 p.

LOUCHART Philippe, SAGOT Mariette, 1996, « Comment simuler l'évolution de la population d'un grand nombre de zones », in : D'ARMAGNAC Janine, BLAYO Chantal, PARANT Alain (eds.), *Démographie et aménagement du territoire*, CUDEP, pp 171-182.

NAULIN Audrey, 2006, *Projection de la population yonnaise et du syndicat Yon et Vie à l'horizon 2020*, Mémoire de Master II PODEPRO, Université Montesquieu-Bordeaux IV.

Section Veille et Prospective du CESR Aquitaine, 2007, *L'activité des Aquitains à l'horizon de 30 ans*, Rapport du CESR Aquitaine, 100 p.

Christophe BERGOUIGNAN

Projeter les populations soumises à une forte mobilité résidentielle I

La dynamique des populations soumises à une forte mobilité résidentielle résulte de l'interaction d'un ensemble complexe de facteurs : évolution des parcours de vie au fil des générations, politiques sociales, éducatives et d'aménagement du territoire, navettes quotidiennes et réseaux de transports, structure du parc de logements et programmes locaux d'habitat. Dans l'impossibilité de concevoir une méthode systémique unique tenant compte de l'ensemble de ces aspects dans un même modèle projectif, le démographe est susceptible de proposer des outils fondés sur des principes divers. Les limites conceptuelles et pratiques affectant chacune des démarches sont ici analysées à la lumière de leur impact sur les résultats, très variable selon les contextes (nature des interrogations prospectives, horizon projectif, niveau territorial d'analyse et nombre d'unités géographiques à traiter, facteurs dominants de mobilité résidentielle, ...). Avant de parvenir à élaborer des modèles synthétisant plusieurs démarches pour une adaptation qui sans être universelle serait plus générale, on peut confronter plusieurs méthodes et s'appuyer sur leurs résultats pour construire un discours prospectif reposant aussi sur une analyse des formes de mobilité résidentielle et des logiques d'organisation territoriale.