

# CHAPITRE 4 : LES PROJECTIONS D'HABITANTS

## 4.1 Les scénarios

Pour projeter la population d'une zone, nous disposons de la pyramide des âges de la population au 1<sup>er</sup> janvier de l'année de référence R2, des séries de quotients de mortalité et de fécondité pour l'année R2 et des quotients de migrations nettes pour la période de référence [R1,R2].

Ces éléments permettraient de faire une et une seule projection de population en reconduisant chaque année projetée les quotients de référence. Pour élargir le champ des futurs possibles, il faut pouvoir faire évoluer d'une année sur l'autre les 435 quotients par sexe et âge.

Omphale offre la possibilité de faire évoluer tous ces quotients sur la base de trois hypothèses :

- une hypothèse d'évolution de la fécondité
- une hypothèse d'évolution de la mortalité
- une hypothèse d'évolution des migrations

L'ensemble des trois hypothèses forme un scénario de projection.

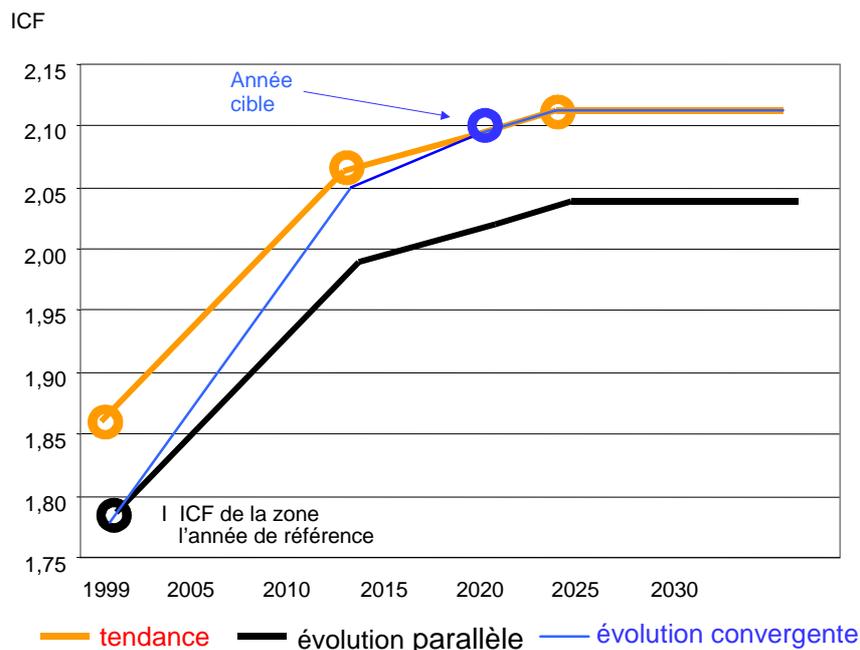
Chacune des hypothèses a un traitement spécifique en raison de la nature des indicateurs mis en œuvre, mais elles ont un point commun : toutes trois sont purement démographiques. Omphale n'offre pas de possibilité directe de prendre en compte des éléments contextuels tels que l'évolution de l'appareil productif ou la mise en chantier de logements. Les effets de ces données doivent être traduits en termes de fécondité, mortalité et migrations pour pouvoir être intégrés dans un scénario.

## 4.2 Les hypothèses de fécondité

Les hypothèses de fécondité dans Omphale reposent sur l'évolution de l'indicateur conjoncturel. Les quotients de fécondité de référence par âge sont obtenus en multipliant les quotients métropolitains par coefficient qui ne dépend que de la zone et de l'année. C'est-à-dire que toutes les courbes de fécondité possibles dans Omphale sont totalement déterminées par un facteur d'homothétie. Comme l'indicateur conjoncturel fécondité est la somme des taux par âge, ce facteur est simplement le rapport de l'ICF de la zone sur celui de la métropole. Cette propriété permet de construire les hypothèses de fécondité sur la base de deux éléments :

- L'évolution générale de l'ICF pour les années de projection
- Le rapprochement éventuel de la fécondité des zones projetées par rapport à cette tendance. Ce deuxième paramètre permet d'appliquer la même tendance générale à un ensemble de zones qui n'ont pas le même niveau de fécondité l'année de référence.

**Figure 7 : Evolution parallèle ou convergente de la fécondité**



L'élaboration d'une hypothèse de fécondité selon cette méthode a le mérite de la simplicité. En contrepartie, il n'est pas possible de simuler une évolution future du calendrier de fécondité des femmes, par exemple le décalage des âges de plus forte fécondité vers des âges plus élevés. En métropole, une telle hypothèse ne peut avoir qu'un effet limité sur le nombre total de naissances, la pyramide des âges des femmes de 15 à 49 ans ne présentant généralement pas de générations très inégales. Par contre, ceci est moins vrai pour les départements d'outre-mer où le décalage du calendrier de la fécondité par rapport à la métropole peut affecter sensiblement le nombre de naissances projetées. Aussi, pour La Réunion, une courbe de fécondité spécifique est utilisée à la place de la courbe métropolitaine.

#### 4.2.1 Les tendances de la fécondité

Omphale offre plusieurs possibilités de choix de la tendance générale :

- une parmi les trois évolutions de l'ICF des scénarios de projection de la France métropolitaine : centrale , haute ou basse
- une tendance construite par l'utilisateur : valeur de l'ICF pour au maximum trois années, la valeur pour l'année de référence étant fixée. L'indicateur pour les années intermédiaires est calculé par interpolation linéaire. La stabilité de l'ICF est un cas particulier de cette possibilité.

Dans les formules suivantes, l'indicateur conjoncturel de la tendance choisie sera indiqué « tend ».

#### 4.2.2 Evolution parallèle à la tendance

Il s'agit plus précisément du maintien sur toute la période de projection de l'écart relatif des indicateurs de fécondité de la zone et de la métropole observé l'année de référence.

$$\frac{ICF_{z,a,2}}{ICF_{tend,a,2}} = \frac{ICF_{z,R2,2}}{ICF_{tend,R2,2}}$$

L'indicateur conjoncturel de fécondité est la somme des quotients par âge, il suffit donc d'appliquer aux quotients de fécondité de référence le rapport de l'ICF de la tendance choisie de l'année sur celui de l'année de référence :

$$QF_{z,a,2,j} = QF_{z,R2,2,j} \left( \frac{ICF_{tend,a,2}}{ICF_{tend,R2,2}} \right)$$

### 4.2.3 Convergence vers une tendance

Au lieu de maintenir les écarts de fécondité entre les zones, on peut supposer un rapprochement des comportements à un horizon déterminé. L'hypothèse de convergence permet d'égaliser les ICF de toutes les zones au bout d'un nombre d'années à choisir.

Soit AC l'année cible où la tendance est rejointe ( $AC > R2$ ).

On calcule d'abord la série des ICF convergents pour la zone. Comme la tendance évolue, il n'est pas possible de réduire linéairement dans le temps l'écart de fécondité entre la zone et la tendance en début de période. La convergence de la fécondité est obtenue en supposant une réduction linéaire de l'écart à un du rapport des indicateurs de la zone et de la tendance selon la formule :

$$\frac{ICF_{z,a,2}}{ICF_{tend,a,2}} = 1 + (AC - a).k$$

Soit en remplaçant k par sa valeur R2 (année de référence) :

$$ICF_{z,a,2} = \frac{ICF_{tend,a,2} \left[ (a - R2) + (AC - a) \cdot \frac{ICF_{z,R2,2}}{ICF_{tend,R2,2}} \right]}{AC - R2}$$

Au-delà de l'année cible, l'indicateur suit la tendance.

Pour  $a \geq AC$  :

$$ICF_{z,a,2} = ICF_{tend,a,2}$$

Les quotients sont obtenus ensuite par application du rapport de l'ICF « convergent » de l'année à l'ICF de la zone l'année R2 :

$$QF_{z,a,2,j} = QF_{z,R2,2,j} \left( \frac{ICF_{z,a,2}}{ICF_{z,R2,2}} \right)$$

## 4.3 Les hypothèses de mortalité

Les hypothèses de mortalité offertes par Omphale comportent deux options :

- le choix de la tendance de la mortalité des projections métropolitaines : haute, basse, centrale
- le choix d'une évolution de la mortalité de la zone parallèle à la tendance ou avec rattrapage pour une année cible choisie.

Cette gamme d'hypothèses repose sur les évolutions de la mortalité élaborée au niveau national. Ceci permet une prise en compte de la déformation des courbes par âge en fonction des baisses de la mortalité de certains âges : les progrès médicaux dans le domaine de la gérontologie ne bénéficient pas aux plus jeunes. Ce type d'évolution différenciée par âge ne serait pas possible en utilisant l'espérance de vie à l'instar de l'ICF pour la fécondité. D'autre part élaborer des évolutions locales de la mortalité différenciées par âge serait hasardeux : l'hypothèse de la mortalité est non seulement celle qui influence le moins les projections locales mais aussi celle que l'on cerne le mieux.

Le quotient de mortalité de la métropole selon la tendance haute, basse ou centrale choisie sera indicé « tend » au lieu de « z » dans les formules suivantes.

### 4.3.1 Evolution parallèle

Il ne s'agit pas de maintenir constant l'écart des quotients de décès de la zone et de la métropole qui pourrait conduire à des valeurs de quotients aberrantes. L'évolution parallèle maintient l'écart relatif entre les quotients de référence par âge de la zone et ceux de l'hypothèse retenue pour la métropole :

$$QD_{z,a,s,i} = QD_{tend,a,s,i} \left( \frac{QD_{z,R2,s,i}}{QD_{tend,R2,s,i}} \right)$$

Selon cette hypothèse, une zone où la mortalité est supérieure à la moyenne aura un moindre bénéfice d'une baisse de mortalité et inversement pour une zone de sous-mortalité. Ce ne serait pas le cas si les quotients étaient maintenus strictement parallèles. Il s'agit toutefois d'une précision d'ordre méthodologique, car les écarts de mortalité au sein de la métropole ne sont pas suffisamment importants pour que ces deux hypothèses donnent des projections sensiblement différentes.

### 4.3.2 Convergence vers la tendance

Soit AC l'année cible où la mortalité de chaque zone projetée rejoint la tendance nationale sélectionnée (AC > R2).

La convergence s'effectue directement sur les quotients par âge. L'écart à un du rapport des quotients de la zone par rapport à la métropole est réduit linéairement sur la période R2 à AC selon l'expression :

$$\frac{QD_{z,a,s,i}}{QD_{tend,a,s,i}} = 1 + (AC - a).k$$

Soit en remplaçant k par sa valeur l'année de référence (R2) :

$$QD_{z,a,s,i} = \frac{QD_{tend,a,s,i} \left[ (a - R2) + (AC - a) \cdot \frac{QD_{z,R2,s,i}}{QD_{tend,R2,s,i}} \right]}{AC - R2}$$

Au-delà de l'année cible, l'évolution des quotients suit la tendance.

Pour  $a \geq AC$  :  $QD_{z,a,s,i} = QD_{tend,a,s,i}$

## 4.4 Les hypothèses de migrations nettes

Les hypothèses de fécondité et de mortalité reposent sur des profils par âge fixés au niveau métropolitain, ce qui permet d'exprimer les hypothèses sous forme synthétique simple. Les quotients de migrations nettes ne bénéficient pas de cette simplicité car le profil par âge des quotients est très différent selon les zones.

En dehors des hypothèses de maintien des quotients ou d'annulation des quotients, les hypothèses sont à la fois complexes dans leur expression et dans leur élaboration.

La constitution d'une hypothèse de migration nette comprend deux volets :

- l'élaboration des quotients de référence
- l'évolution éventuelle des quotients en projection

Pour ce dernier point, Omphale offre plusieurs possibilités qui reposent sur deux techniques : la transformation affine des quotients et le décalage des quotients.

### 4.4.1 Le choix des quotients de référence

Les quotients de référence pour les migrations nettes ne sont pas calculés pour l'année de référence comme la fécondité et la mortalité, mais en moyenne sur l'ensemble de la période de référence. La mention de la période de référence fait donc partie intégrante de l'hypothèse. Mais cela ne suffit pas, car les quotients migratoires de référence peuvent être déterminés selon des méthodes différentes et les résultats d'une projection sur la base des quotients « médiane-moyenne » ne seront pas les mêmes que ceux d'une projection avec des quotients issus du « lissage composite ».

En dehors de l'utilisation directe des quotients de référence de la zone, Omphale offre deux autres possibilités abordées au point 3.4.8.

- l'utilisation des quotients d'une autre zone
- l'intervention manuelle sur les quotients

Dans tous les cas, les quotients de migrations nettes de référence retenus finalement peuvent être transformés selon l'une des deux méthodes exposées ci-après.

*Dans les formules suivantes, l'indice « z » pour les quotients de référence signifie qu'il s'agit des quotients de référence retenus pour la zone, mais pas obligatoirement qu'ils soient élaborés sur les données de la zone.*

## 4.4.2 La transformation affine des quotients

La transformation affine des quotients permet de modifier les quotients de migrations nettes pour un âge et une période choisis selon le principe :

$$QM_{z,a,s,i} = A.QM_{z,R,s,i} + B$$

Techniquement, Omphale permet d'appliquer des coefficients A et B différents pour au maximum quatre périodes et six groupes d'âges, les coefficients sont les mêmes pour les deux sexes.

La difficulté de l'exercice réside dans la détermination des coefficients A et B qui quantifient l'effet démographique du phénomène. Dans certains cas, on peut estimer rétrospectivement A et B, et extrapoler leur tendance si on en constate une.

Trois cas particuliers de transformation affine sont distingués dans l'utilisation d'Omphale.

### Le maintien des quotients :

- A=1 et B=0 pour toutes les années et tous les âges

Cette hypothèse simple donne des projections de type « tendancielle » pour les migrations car elles prolongent dans l'avenir les tendances migratoires de la période de référence (sauf si les quotients ne sont pas ceux de la zone !). Le terme « projection tendancielle » est parfois utilisé quand les hypothèses de mortalité et de fécondité sont elles aussi dans le prolongement de la tendance passée.

### Les migrations nulles :

- A=0 et B=0 pour toutes les années et tous les âges

Cette hypothèse, hautement improbable, doit être considérée comme un « cas d'école » théorique. Cependant, comparée avec une projection dont les hypothèses sont plus réalistes, elle permet de mesurer l'effet des migrations à moyen/long terme. (L'effet des migrations sur la population ne se limite bien sûr pas au solde migratoire, car les migrants ont eux-mêmes des enfants et sont soumis à la mortalité.)

### La translation des quotients :

- A=1 et B<>0 pour toutes les années et tous les âges

La translation des quotients présente un intérêt spécifique dans la nouvelle version de l'application. Les estimations localisées de population postérieures à 1999 peuvent être utilisées pour actualiser les projections. Or, les estimations fournissent la population totale qu'il est nécessaire de répartir par sexe et âge. Cette répartition se fait à l'aide d'une translation des quotients migratoires par sexe et âge pour ajuster le solde migratoire global au nouveau solde que fournissent les estimations.

## 4.4.3 Le décalage des quotients

Le décalage des quotients consiste à appliquer à une tranche d'âge choisie les quotients d'un groupe d'âge supérieurs ou inférieurs de quelques années. L'idée de cette méthode est de pouvoir différer les événements qui influencent fortement les migrations : allongement de la durée de la scolarité et de l'entrée dans la vie active par exemple.

Pour la tranche d'âge choisie et pour un décalage de k années on pose :

$$QM_{z,a,s,i} = QM_{z,R,s,i+k}$$

Techniquement, Omphale permet de décaler les quotients de trois tranches d'âge au maximum pour chaque sexe. Les valeurs de  $k$  peuvent être appliquées progressivement dans le temps par valeurs entières de 0 à 5 au maximum ou de 0 à -5 au minimum.