

LA MÉTHODE DE PROJECTION

Cette note est un extrait du document de travail qui permet de comprendre les données détaillées des scénarios. Pour plus de détails, se reporter au document de travail (<https://www.insee.fr/fr/statistiques/5893639>).

A. LE PRINCIPE DE LA MÉTHODE DES COMPOSANTES

Les projections de population sont réalisées à l'aide de la méthode des composantes. Les projections consistent à estimer, année après année, pour les hommes et les femmes séparément, le nombre des naissances, des décès à chaque âge et le solde migratoire (entrées moins sorties du territoire) également à chaque âge.

Le point de départ de la projection est la population par sexe et âge au 1er janvier 2021 dont le total est calé sur les estimations de population et statistiques de l'état civil publiées en mars 2021¹. Le nombre d'habitants est projeté à chaque 1er janvier, entre l'année de départ (2021) et l'horizon fixé (2070). Au 1er janvier $n+1$, le nombre d'habitants est égal à la population au 1er janvier de l'année précédente n , augmentée des naissances et du solde entre les entrées et les sorties de population sur le territoire au cours de l'année n , et diminuée des décès.

$$Pop_{1.1.n+1} = Pop_{1.1.n} + naissances_n - deces_n + SoldeMigratoire_n$$

Certaines années, cette équation intègre une quatrième composante, dite d'ajustement. « L'introduction d'un ajustement est destinée à assurer la cohérence entre, d'une part, la variation de la population de la France déduite des résultats de deux recensements et, d'autre part, les composantes de cette variation, le solde naturel et le solde migratoire, estimées par ailleurs. L'ajustement constitue alors une troisième composante, fictive, de la variation de population, qui permet de caler les estimations de population sur les résultats du recensement. L'ajustement traduit ainsi un défaut de comparabilité entre les chiffres issus de deux recensements. Il peut être lié à une évolution de la méthode de recensement mais également aux évolutions mêmes de la société »².

Du fait d'un changement de questionnaire du recensement de la population en 2018, visant à améliorer la connaissance des situations de multi-résidence, un ajustement a été introduit

¹ Papon S., Beaumel C., 2021, Avec la pandémie de Covid-19, nette baisse de l'espérance de vie et chute du nombre de mariages, Insee première, n° 1846.

² Note « Ajustement et variations de population », accessible sur le site insee.fr : <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/source/serie/s1169/documentation-methodologique>

pour estimer les évolutions de population à questionnement inchangé. Cet effet de questionnaire est visible pendant 8 ans, de 2015 à 2022 compte tenu de la méthode de recensement.

Les hypothèses des projections portent sur le solde des entrées et des sorties du territoire réparti par sexe et âge (solde migratoire), les quotients de décès par sexe et âge, et les taux de fécondité par âge.

Le nombre de décès de femmes (ou d'hommes) d'âge (a) atteint dans l'année est calculé en appliquant à la population « moyenne » de l'année les quotients de mortalité projetés par sexe et âge (atteint dans l'année, définitions). Cette population « moyenne » est estimée par le nombre de femmes (ou d'hommes) présent(e)s au 1er janvier (d'âge a-1 donc) auquel est ajoutée la moitié du solde migratoire de femmes (d'hommes) d'âge (a), pour tenir compte des variations d'effectifs de population en cours d'année suite aux échanges avec l'extérieur, et être cohérent avec la définition des quotients de mortalité établie dans la situation démographique. Au cours de l'année n, le nombre de décès de personnes de sexe s et d'âge a (atteint dans l'année) est donc calculé ainsi, si a>0 :

$$Deces_{n,s}^a = (Pop_{1.1.n,s}^{a-1} + SoldeMigratoire_{n,s}^a / 2) * QuotientMortalite_{n,s}^a$$

Le nombre de décès de nouveau-nés est calculé, pour les garçons et les filles, en appliquant aux naissances de l'année les quotients de mortalité à l'âge 0, soit :

$$Deces_{n,s}^0 = naissances_{n,s} * QuotientMortalite_{n,s}^0$$

Le nombre de naissances est calculé en appliquant à la population moyenne de l'année des femmes d'âges féconds (15-50 ans en âge atteint dans l'année) les taux de fécondité projetés par âge (atteint dans l'année). Le nombre de naissances issues de femmes atteignant l'âge (a) au cours de l'année n est égal au taux de fécondité de ces femmes, multiplié par le nombre moyen de femmes de cet âge. Ce nombre moyen est estimé par le nombre de femmes présentes au 1er janvier (d'âge a-1 donc au premier janvier) auquel est ajoutée la moitié du solde migratoire de femmes d'âge (a) et retirée la moitié des décès de femmes d'âge (a), pour tenir compte des variations d'effectifs en cours d'année suite aux échanges avec l'extérieur et aux décès, et être cohérent avec la définition des taux de fécondité établie par l'Insee dans la situation démographique. Le nombre annuel de naissances est donc calculé ainsi :

$$naissances = \sum_{a=15}^{50} (Pop_{1.1.n,Femmes}^{a-1} + (SoldeMigratoire_{n,Femmes}^a - deces_{n,Femmes}^a) / 2) * TauxFecondite_n^a$$

où a est l'âge atteint dans l'année et n l'année

Les naissances sont réparties entre garçons et filles (105 garçons pour 100 filles).

Les années pour lesquelles un ajustement est introduit, on ajoute cette composante pour calculer la population par sexe et âge.

La population au 1er janvier de l'année n+1 par sexe et âge atteint au 1er janvier n+1 se déduit alors de la population par sexe et âge au 1er janvier n de la façon suivante :

$$Pop_{1.1.n+1,s}^a = Pop_{1.1.n,s}^{a-1} - Décès_{n,s}^a + Solde migratoire_{n,s}^a + Ajust.^a_{n,s} \text{ pour } a>0$$

$$Pop_{1.1.n+1,s}^0 = Naissances_{n,s} - Décès_{n,s}^0 + Solde migratoire_{n,s}^0 + Ajust.^0_{n,s} \text{ pour } a=0$$

B. QUELQUES DÉFINITIONS

L'âge atteint dans l'année est l'âge qu'une personne atteint au cours d'une année civile donnée. Il correspond à l'âge au 31 décembre de l'année. C'est également la différence entre une année donnée et l'année de naissance. L'âge en années révolues correspond au nombre d'années entières écoulées entre la date de naissance de la personne et la date de référence utilisée.

Le **quotient de mortalité** (ou risque de décès) à l'âge (a) est obtenu en rapportant le nombre des décès intervenus au cours de l'année n de personnes de la génération née en n-a à l'effectif de cette génération au 1er janvier de l'année n auquel est ajoutée la moitié du solde migratoire. Les quotients de mortalité sont calculés par âge atteint dans l'année.

L'espérance de vie à la naissance qui en est déduite est la durée de vie moyenne (ou âge moyen au décès) d'une génération fictive de femmes (d'hommes) qui auraient durant toute leur existence les risques de décès féminins (masculins) par âge observé cette année-là. C'est un indicateur synthétique des quotients de mortalité de l'année considérée.

Calcul de l'espérance de vie

Une année n donnée, l'espérance de vie à la naissance est l'âge moyen au décès d'une génération fictive de personnes soumises à chaque âge aux risques de décès par âge observée cette année-là. La méthode de calcul est la même que celle utilisée dans le bilan démographique.

Elle est calculée de la façon suivante :

$$E_0^n = 0,5 + \frac{\sum_{i=1}^{120} S^n(i)}{S(0)} \text{ où } S(i) \text{ est le nombre de survivants à l'âge révolu } i . \text{ Par convention, } S(0)=100\ 000.$$

Le nombre de survivants en âge révolu est calculé en appliquant au nombre de survivants en âge atteint la proportion de personnes décédées dans l'année avant leur anniversaire.

Le nombre de survivants à chaque âge se calcule par récurrence :

$S^n(i) = S^n(i-1) * (1 - q_{i-1}^n)$ avec $i \geq 1$ et q_{i-1} est le quotient de décès à l'âge $i-1$ (âge révolu) observé l'année n .

De la même façon, on peut définir des espérances de vie à un âge x donné. C'est la moyenne des âges au décès des personnes encore survivantes à l'âge révolu x , pour une génération fictive.

$$E_x^n = 0,5 + \frac{\sum_{i=x+1}^{120} S^n(i)}{S(x)}$$

Une année n donnée, le **taux de fécondité** à l'âge (a) rapporte le nombre de naissances d'enfants nés de mères d'âge a au nombre moyen de femmes de cet âge cette année (population de milieu de période).

Les taux de fécondité sont calculés par âge atteint dans l'année.

L'**indicateur conjoncturel de fécondité** qui en découle est la somme des taux de fécondité par âge. Cet indicateur s'interprète comme le nombre moyen d'enfants par femme pour une génération fictive de femmes qui auraient pendant toute leur vie féconde les taux de fécondité observés à chaque âge au cours de l'année n . Il mêle donc le comportement de diverses générations de femmes. C'est un indicateur synthétique des taux de fécondité relatifs à l'année n .

L'**âge moyen à la maternité** est aussi déduit des taux de fécondité par âge. Il complète l'indicateur conjoncturel de fécondité : il correspond à l'âge moyen auquel la génération fictive considérée donne naissance à ses enfants.

La **descendance finale** d'une génération donnée est le nombre moyen d'enfants mis au monde par les femmes nées une même année.

Le **solde naturel** une année donnée est la différence entre le nombre de naissances et le nombre de décès survenus au cours de l'année. Le solde migratoire est la différence entre les entrées sur le territoire et les sorties.