

# Projections macroéconomiques et démographiques de long terme: 2017-2060

## Sommaire

<b>Introduction</b>	<b>5</b>
<b>1. Nouvelle approche de modélisation</b>	<b>6</b>
<b>2. Hypothèses macroéconomiques</b>	<b>12</b>
<b>3. Hypothèses démographiques</b>	<b>15</b>
<b>4. Projection de référence à l'horizon 2030</b>	<b>21</b>
<b>5. Scénarios à l'horizon 2060</b>	<b>26</b>
<b>6. Conclusions</b>	<b>37</b>
<b>7. Références</b>	<b>39</b>
<b>Annexes</b>	<b>40</b>

## **Impressum**

### **Responsable de la publication**

Dr Serge Allegrezza

### **Coordination et rédaction**

Tom Haas

François Peltier

### **Statec**

**Institut national de la statistique  
et des études économiques**

Centre Administratif Pierre Werner

13, rue Erasme

L - 1468 Luxembourg-Kirchberg

Téléphone

247 - 84219

Fax

46 42 89

E-mail

[info@statec.etat.lu](mailto:info@statec.etat.lu)

Internet

[www.statec.lu](http://www.statec.lu)

Novembre 2017

Volume LXIV

N° 03/2017

ISSN 0076-1583

Prix de ce numéro : 3,70 euros

La reproduction totale ou partielle du présent bulletin est autorisée  
à condition d'en citer la source.

Infographies : KAIWA, Luxembourg

Conception : Interpub', Luxembourg

## Table des matières

# Projections macroéconomiques et démographiques de long terme : 2017-2060

<b>Introduction</b>	<b>5</b>
<b>1. Nouvelle approche de modélisation</b>	<b>6</b>
1.1. Croissance (relative) du PIB, de la productivité et des revenus salariaux	6
1.2. Attirance de travailleurs étrangers	7
1.3. Répartition entre frontaliers et immigrants	8
1.4. Couplage des modèles macroéconomique et démographique	8
1.5. Modélisation démographique	9
<b>2. Hypothèses macroéconomiques</b>	<b>12</b>
2.1. Scénarios macroéconomiques	12
2.2. Parts respectives des frontaliers et immigrants actifs	13
2.3. Taux d'activité	13
<b>3. Hypothèses démographiques</b>	<b>15</b>
3.1. Migrations internationales	16
3.2. Fécondité	18
3.3. Mortalité	18
<b>4. Projection de référence à l'horizon 2030</b>	<b>21</b>
4.1. Trois pourcent de croissance du PIB, mi-intensive et mi-extensive	21
4.2. Vue d'ensemble des mouvements de la population	23
4.3. Structure d'âge de la population	23
<b>5. Scénarios illustratifs à l'horizon 2060</b>	<b>26</b>
5.1. Les gains de productivité changent la donne	27
5.2. Vue d'ensemble des mouvements de la population	30
5.3. Structure d'âge de la population	31
5.4. Effectifs scolaires	35
5.5. Personnes âgées	36
<b>6. Conclusions</b>	<b>37</b>
<b>7. Références</b>	<b>39</b>

<b>Annexe A : Analyse de sensibilité : Part respective des frontaliers et immigrants actifs</b>	<b>40</b>
<b>Annexe B : Analyse de sensibilité : Taux d'activité des immigrants</b>	<b>41</b>
<b>Annexe C : Analyse de sensibilité : Croissance du PIB des pays frontaliers</b>	<b>42</b>
<b>Annexe D : Analyse de sensibilité : migration zéro</b>	<b>43</b>
<b>Annexe E : Analyse de sensibilité : Fécondité</b>	<b>44</b>
<b>Annexe F : Analyse de sensibilité : Mortalité</b>	<b>45</b>
<b>Annexe G : Projections démographique – résultats par scénario : scénario de référence à l'horizon 2030 (situation au 1<sup>er</sup> janvier ; population en milliers)</b>	<b>47</b>
<b>Annexe H : Projections démographique – résultats par scénario: scénarios illustratifs à l'horizon 2060 (situation au 1<sup>er</sup> janvier ; population en milliers)</b>	<b>48</b>
<b>Annexe I : Historique des projections démographiques au Luxembourg : 1948–2010</b>	<b>49</b>
<b>Annexe J : Comparaison des projections démographiques du Statec avec celles réalisées par EUROSTAT</b>	<b>50</b>
<b>Annexe K : Projections démographiques : méthode des composantes</b>	<b>51</b>

## Introduction

Dans la très grande majorité des pays, l'évolution démographique est rythmée par le mouvement naturel de population, résultant de l'écart entre les naissances et les décès. Pour une structure par âge donnée, ce seront les niveaux de fécondité et de mortalité qui détermineront l'évolution de la population.

Au Luxembourg, comme dans d'autres petits pays, la population varie principalement suite aux migrations. L'excédent des arrivées sur les départs est à l'origine de l'accroissement de la population. L'exercice de projection devient donc plus compliqué pour le Luxembourg en raison du poids prépondérant du solde migratoire dans la croissance de la population et de sa volatilité. Cette dernière s'explique néanmoins en très grande partie par les fluctuations économiques, raison pour laquelle le modèle démographique et le modèle macroéconomique LuxGEM ont été couplés.

Autre spécificité du Luxembourg: les travailleurs étrangers résident au Luxembourg ou dans la région frontalière. Cet arbitrage sur le lieu de résidence n'est pas modélisé de sorte qu'une hypothèse sur la part relative des immigrés et des frontaliers doit être émise. L'incertitude y relative se transmet directement aux chiffres projetés de la population résidente. En revanche, pour représenter le marché du travail, c'est le nombre total de travailleurs étrangers, soit les frontaliers et les immigrés, qui doit être prise en compte.

Les travailleurs étrangers attirés par le Luxembourg sont majoritairement issus de pays de l'UE. Par conséquent, les projections démographiques devraient être basées sur l'évolution macroéconomique luxembourgeoise et européenne. L'extension du modèle macroéconomique, réalisée par le STATEC pour élaborer les nouvelles projections à long terme de la population, reflète cette interdépendance avec la zone euro et les pays frontaliers. De plus, la causalité entre évolution démographique et économique est bidirectionnelle: la croissance du PIB attire les travailleurs étrangers qui contribuent en même temps à celle-ci. La nouvelle approche de modélisation devrait donc prendre en compte cette spécificité, en rendant l'offre de travail étrangère

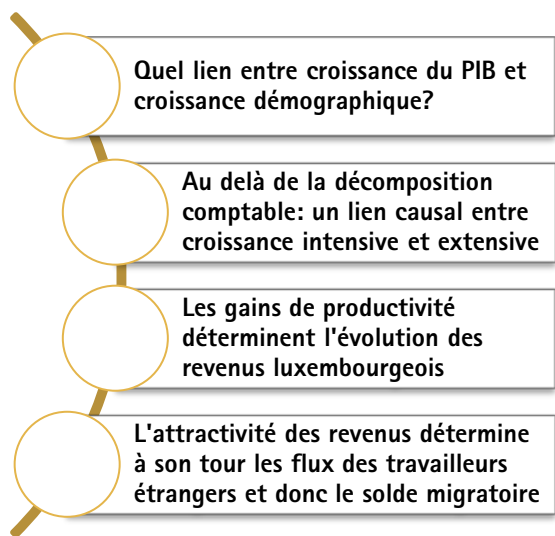
endogène, c'est-à-dire qu'elle réagit à la croissance du PIB. Différents scénarios ont été élaborés en partant d'une croissance annuelle du PIB qui varie entre 0% et 4,5%. La modélisation retenue permettra alors de déterminer les évolutions de l'emploi et de la population correspondant aux différentes trajectoires possibles de la croissance économique.

La productivité s'avère être le principal moteur du PIB et, plus surprenant, de la population. Plutôt que d'opposer la croissance de l'emploi à la croissance de la productivité, le lien entre les deux sources de croissance du PIB, extensive et intensive, sera décrit. Ce bulletin poursuit ainsi le double objectif de vulgariser les mécanismes économiques en œuvre et d'élaborer des projections de la population qui soient compréhensibles et fondées économiquement.

En raison de ces particularités, les projections du STATEC se différencient de la méthodologie utilisée par Eurostat, qui ne prend en compte aucun facteur économique pour l'élaboration des hypothèses migratoires. La nouvelle approche de modélisation est expliquée dans le premier chapitre alors que les hypothèses macroéconomiques et démographiques sont détaillées dans les chapitres 2 et 3. Le chapitre 4 décrit les résultats de la «projection de référence» à l'horizon 2030. Pour les années 2030 à 2060 plusieurs scénarios ont été élaborés afin d'illustrer l'impact de différents rythmes de croissance du PIB sur l'évolution démographique (chapitre 5).

Si des efforts de modélisation ont été réalisés, il reste de nombreuses questions à prendre en compte, «à endogénéiser», notamment les contraintes qui ne sont pas directement de nature économique, telles que les capacités des infrastructures de transport. Dans ce sens, des développements supplémentaires devraient être réalisés, de préférence en collaboration avec les ministères concernés. Les résultats présentés ci-après devraient ainsi être considérés comme une première étape visant à alimenter les débats publics actuels et à préparer une approche encore plus exhaustive pour concevoir le futur pour le Luxembourg.

# 1. Nouvelle approche de modélisation



Pour ses nouvelles projections démographiques, le STATEC a développé une méthodologie qui établit un lien entre croissance économique et croissance de la population. Le modèle macroéconomique LuxGEM<sup>1</sup> a été couplé au modèle démographique: l'un détermine la croissance, l'emploi et les travailleurs étrangers alors que l'autre permet de réajuster la structure d'âge de la population.

Pour déterminer le nombre de travailleurs étrangers, des extensions (cf. encadré 1) du modèle LuxGEM ont été développées pour capter des mécanismes dont la portée dépasse les frontières du pays (et du modèle initial). Une première équation lie l'attractivité relative des revenus luxembourgeois aux gains relatifs de productivité, chaque terme étant exprimé en ratio par rapport aux pays voisins (cf. 1.1.). Une deuxième équation détermine combien de nouveaux travailleurs étrangers sont attirés, tout en considérant cette attractivité des revenus ainsi que les fluctuations conjoncturelles (cf. 1.2.). Cette équation permet de rendre l'offre de travail endogène alors que la première équation établit le lien, via les revenus relatifs, avec la croissance de la productivité respectivement du PIB.

<sup>1</sup> LuxGEM est un modèle d'équilibre générale calculable qui couvre tous les marchés d'une économie selon la théorie de l'équilibre général. La base de donnée, dénommée matrice de comptabilité sociale, détaille les flux monétaires entre agents (ménage représentatif, branches d'activités, l'Etat et le reste du monde). Pour plus d'informations, voir Adam et al. (2010) <http://www.statistiques.public.lu/fr/publications/series/cahiers-economiques/2010/110-luxgem/index.html>

Une hypothèse sur la part des travailleurs étrangers qui décident de résider au Luxembourg (cf. 1.3.) permet par la suite de déterminer le solde migratoire, puis la population par catégorie d'âge via le couplage au modèle démographique (cf. 1.4.). En appliquant à la population en âge de travailler le taux d'emploi on retrouve l'offre de travail résidente. Cette dernière est ainsi réajustée dans LuxGEM et mise en cohérence avec le solde migratoire déterminé lors de l'étape précédente.

## 1.1. Croissance (relative) du PIB, de la productivité et des revenus salariaux

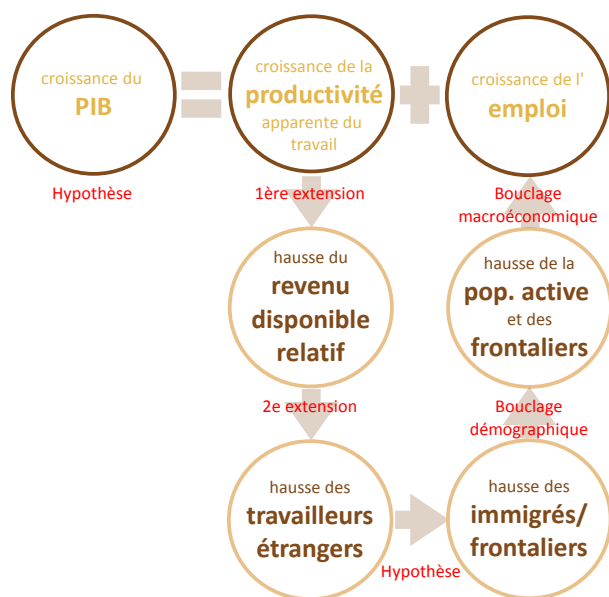
La croissance du PIB est communément décomposée en croissance de nature «extensive» respectivement «intensive». Si on ne tient compte que du facteur de production «travail», la croissance extensive correspond alors à la création nette d'emplois et la croissance intensive équivaut à une hausse de la productivité du travail<sup>2</sup>.

Au-delà de cette décomposition comptable, il existe un lien causal entre la croissance intensive et extensive. Plusieurs mécanismes séquentiels permettent de dégager cette causalité (cf. Graphique 1) qui influence l'évolution démographique au Luxembourg.

Le premier concerne le lien entre productivité et revenu. La théorie économique enseigne que les salaires réels devraient tendanciellement croître au rythme de la productivité<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Une hausse de la productivité «apparente» du travail regroupe des gains de productivité très divers: une main d'œuvre mieux formée, une organisation plus efficace, des machines ou ordinateurs plus performants ou plus nombreux, des gains d'efficacité en matière énergétique, etc. Dans le modèle LuxGEM, la modélisation est potentiellement plus fine. Un paramètre spécifique représente respectivement la productivité du travail, la productivité du capital et la productivité totale de facteurs, et ceci pour chacune des 14 branches d'activités représentées. En plus des différents types de productivité, les quantités du travail (heures travaillées) et du capital (intensification du capital) peuvent être ajustées.

<sup>3</sup> La théorie microéconomique classique postule que l'évolution des salaires doit tendanciellement suivre celle de la productivité. Le raisonnement «marginaliste» est intuitif: tant que la productivité d'une unité supplémentaire de travail est supérieure au salaire unitaire, l'entreprise a intérêt à l'employer; si elle est inférieure l'entreprise n'a pas intérêt à y recourir. Autrement dit, un employeur embauche si (et seulement si) le travail rapporte au moins le coût du salaire.

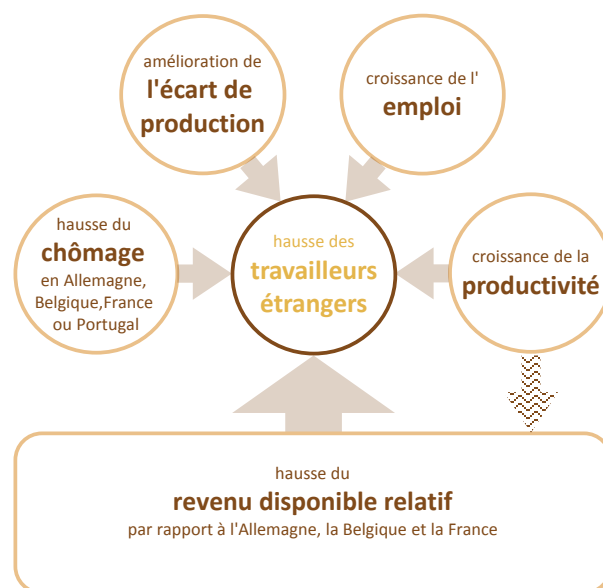
**Graphique 1 : Mécanisme vertueux de la croissance intensive à la croissance extensive**


Source: STATEC

Pour affiner, on raisonnera sur le revenu disponible net, c'est-à-dire où les impôts payés sont retranchés mais où les transferts sociaux sont rajoutés. Afin de capter l'interdépendance entre le Luxembourg et les pays frontaliers, la relation a été modélisée en termes relatifs: le ratio des revenus disponibles nets devrait suivre le ratio de la productivité. L'équation a été estimée sur données historiques (cf. encadré 1) et intégrée dans le modèle LuxGEM. A fiscalité constante, cette extension implique que si les gains de productivité sont significativement plus élevés qu'à l'étranger, les salaires luxembourgeois devraient augmenter relativement plus vite.

## 1.2. Attirance de travailleurs étrangers

Le deuxième mécanisme concerne les travailleurs étrangers qui sont attirés par les conditions relativement favorables au Luxembourg. L'équation, inspirée de la littérature sur les flux migratoires, regroupe des facteurs explicatifs «Push Et Pull» (cf. Graphique 2). Une détérioration du marché du travail étranger pousse ainsi les travailleurs étrangers à venir au Luxembourg, alors qu'une croissance du PIB luxembourgeois plus dynamique les attire. A côté des fluctuations conjoncturelles de court terme, le déterminant de long terme du nombre de travailleurs étrangers est le revenu disponible net relatif. Ce ratio, déterminé par l'évolution relative de la productivité (cf. paragraphe précédent), détermine ainsi le niveau futur de l'offre de travail étrangère.

**Graphique 2 : Facteurs expliquant l'attraction de travailleurs étrangers supplémentaires**


Source: STATEC

L'offre de travail étrangère doit effectivement être modélisée de manière endogène<sup>1</sup> afin de prendre en compte la causalité à double sens avec la croissance du PIB: une hausse de la main d'œuvre étrangère contribue à la croissance du PIB et cette croissance supplémentaire attire à son tour une main d'œuvre étrangère additionnelle.

La première causalité (travailleurs étrangers → PIB) est directe, via la contribution de l'emploi à la croissance du PIB. La causalité inverse (PIB → trav. étr.) est prise en compte à travers la productivité, les salaires et l'attraction par le revenu disponible relatif, soit les deux équations décrites ci-avant. Ces extensions de LuxGEM, prenant en compte des variables relatives aux régions frontalières, permettent de remédier au problème de l'exogénéité de l'offre de travail dans la version initiale.

<sup>1</sup> Une petite économie ouverte, telle que le Luxembourg, ne devrait pas être modélisée de la même façon qu'un grand pays relativement autosuffisant (cf. Adam 2009). Les facteurs de production utilisés ne se limitent effectivement pas aux seules ressources issues du territoire national: le Luxembourg importe les énergies fossiles dont il a besoin, bénéficie d'importants investissements directs étrangers, et attire de nombreux travailleurs étrangers. Cette dernière caractéristique implique que l'offre de travail devrait être endogène (comme les importations d'énergie et de capital) dans les modèles sur l'économie luxembourgeoise. L'endogénéité implique que l'offre de travail va réagir aux autres variables (PIB, productivité, etc.) plutôt que d'être fixée à une valeur exogène.

En même temps l'extension permet de comprendre les «vingt splendides» (Zahlen 2010). Les mécanismes en œuvre pourraient être décrits comme le cercle vertueux de la croissance économique au Luxembourg: les importants gains de productivité des années 1990 ont généré une hausse des revenus plus importante que dans les pays voisins, ce qui a permis d'attirer de plus en plus de travailleurs étrangers. C'est ainsi que la «croissance intensive», basée sur la productivité, a engendré une «croissance extensive», basée sur des créations d'emplois. Au-delà de la décomposition comptable, qui permet de caractériser la nature de la croissance, la modélisation de la relation causale permet de faire des projections fondées sur des mécanismes économiques.

### 1.3. Répartition entre frontaliers et immigrés

Les fluctuations conjoncturelles de la part des frontaliers et immigrés sont projetées à moyen terme (à l'horizon 2021) par le modèle économétrique Moudux. La part des frontaliers est généralement plus élevée en haut du cycle économique. A long terme, l'économie est supposée d'évoluer tendanciellement au rythme de la croissance potentielle. Les fluctuations à la hausse et à la baisse de la part des frontaliers doivent donc également se neutraliser tendanciellement. L'application d'une hypothèse constante à long terme est ainsi justifiée (cf. paragraphe 2.2.).

La nécessité d'appliquer une hypothèse à long terme s'explique par la modélisation qui détermine de façon agrégée les flux de travailleurs étrangers. Les motivations de venir travailler au Luxembourg devraient effectivement être les mêmes pour tous les travailleurs étrangers, qu'ils s'installent au Luxembourg ou dans la Grande Région. Cette décision sur le lieu de résidence, basée sur les prix immobiliers ou les temps de transport, n'est pas modélisée parce que ses déterminants de long terme ne peuvent être identifiés dans LuxGEM et dépendent directement de mesures politiques (infrastructures de transport, terrains constructibles, coût du logement, etc.). En revanche, la part des frontaliers pourrait à terme être calibrée sur les capacités maximales des infrastructures de transports, ou inversement, la part des immigrés pourrait être calibrée sur la disponibilité de terrains constructibles à long terme.

Des trajectoires alternatives sont néanmoins appliquées afin d'illustrer l'ampleur de l'incertitude autour de cette hypothèse ainsi que l'impact sur les projections démographiques. L'impact sur la population n'est pas symétrique: une forte proportion de travailleurs immigrés aurait ainsi un impact à la hausse plus élevée sur la population qu'une faible proportion l'aurait à la baisse. Ceci s'explique par les immigrés non actifs qui accompagneraient le travailleur immigré. Le taux d'activité des nouveaux travailleurs immigrés est en moyenne de 0.67, signifiant qu'à 10 immigrés actifs se rajoutent 5 immigrés inactifs.

Malgré la nécessité d'appliquer une hypothèse exogène, il reste que la trajectoire du solde migratoire est basée, comme celle des travailleurs étrangers, sur l'évolution économique au Luxembourg et ailleurs. Comme décrit dans ce chapitre, il se trouve que les gains (relatifs) de productivité et l'attractivité (relative) des revenus luxembourgeois sont les facteurs clés pour comprendre l'évolution démographique, passée et future, du Luxembourg. C'est le 1<sup>er</sup> avantage de l'extension du modèle LuxGEM, alors que dans les projections démographiques «traditionnelles» le solde migratoire n'était qu'une hypothèse exogène, sans fondement économique qui permettrait de juger le degré de réalisme de cette dernière. Ceci était d'autant plus insatisfaisant que l'hypothèse en question déterminait directement le résultat des projections, c.-à-d. les chiffres de la population qui étaient avancés.

### 1.4. Couplage des modèles macroéconomique et démographique

Le 2<sup>e</sup> avantage, cette fois dû au bouclage des deux modèles, économique et démographique, consiste à prendre en compte l'impact de la structure d'âge de la population sur le marché du travail. Les immigrés, plus jeunes que la moyenne des résidents, permettent de ralentir le vieillissement de la population. Cet effet direct entraîne également un effet indirect, via une hausse du nombre de naissances, sans laquelle l'accroissement naturel de la population deviendrait négatif à très long terme. Somme toute, la future population en âge de travailler, et donc l'offre de travail, sera revue à la hausse suite au bouclage avec le modèle démographique. Ces ajustements permettent de converger itérativement vers les projections finales pour l'emploi, l'immigration, la population, et la structure d'âge de cette dernière.

Le 3<sup>e</sup> avantage est la mise en cohérence avec d'autres exercices de prévision et de prospective:

- les projections démographiques de long terme répliquent à l'horizon 2021 la prévision de moyen terme qui sous-tend le Programme de stabilité et de croissance du Gouvernement;
- les projections du STATEC sur les besoins en logements, qui devraient paraître en 2018, ou encore les projections de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre, seront également basées sur cette nouvelle méthodologie qui permet de faire plusieurs scénarios en fonction du rythme de croissance;
- les projections et le suivi de la troisième révolution industrielle, même si la nature disruptive de celle-ci implique que des innovations supplémentaires en terme de modélisation seront nécessaires (les investissements nécessaires pour déclencher une troisième révolution industrielle sont par nature volontaristes ce qui différencie une telle simulation des projections «business as usual» et «à politique inchangée» présentées dans ce bulletin).

La combinaison de modèles utilisée pour les projections de long terme permet ainsi de réconcilier différentes sources de données et d'harmoniser les différents exercices de projections. Même si cette publication se focalise sur les aspects démographiques, il est important de noter qu'un scénario macroéconomique complet est élaboré. Ce dernier est basé sur une approche d'équilibre général (plutôt que d'équilibre partiel) signifiant que toutes les interactions macroéconomiques sont considérées simultanément (offres, demandes et prix d'équilibre sur les marchés des biens et services, du travail et du capital).

## 1.5. Modélisation démographique

La méthodologie consiste à projeter, année après année, le nombre des naissances, des décès et le solde migratoire (immigration – émigration). Ce dernier est déterminé par la modélisation macroéconomique telle que décrite ci-avant.

Le point de départ de la projection est la population par sexe et âge au 1<sup>er</sup> janvier 2017. Le nombre

d'habitants est projeté à chaque 1<sup>er</sup> janvier, entre l'année de départ (2017) et l'horizon final (2060). Au 1<sup>er</sup> janvier  $n+1$ , le nombre d'habitants est égal à la taille de la population au 1<sup>er</sup> janvier de l'année précédente  $n$  augmentée des naissances et des entrées nettes de population sur le territoire qui ont eu lieu au cours de l'année  $n$ , et diminuée des décès:

$$\text{Pop}_{1.1.n+1} = \text{Pop}_{1.1.n} + \text{naissances}_n - \text{décès}_n + \text{Solde Migratoire}_n$$

Les projections démographiques reposent sur la méthode dite 'des composantes' (cf. Annexe J). Pour chaque année de projection, le groupe d'âge des 0 à 1 an est alimenté par les naissances de l'année obtenues en multipliant les effectifs féminins en âge de procréer (15 à 50 ans) par les taux de fécondité par âge correspondants. Sont encore retranchés les décès de moins d'un an. La projection des autres groupes d'âge se fait en les faisant vieillir, chaque année, d'un an. Lors de ce passage d'une année d'âge à la suivante, on soustrait les décès et on ajoute, le cas échéant, le solde migratoire déterminé par le modèle macroéconomique. La nouvelle structure d'âge de la population permet par ailleurs d'actualiser la population en âge de travailler dans le modèle macroéconomique.

Au final, la population totale au 1<sup>er</sup> janvier est la somme des populations calculées par sexe et âge atteinte au 1<sup>er</sup> janvier.

Il n'y aura pas de projections séparées entre Luxembourgeois et personnes étrangères. Dans le cas de projections séparées, les hypothèses sur les acquisitions de la nationalité luxembourgeoise joueraient un rôle important. Vu les nouveautés législatives dans le domaine, la formulation d'hypothèses sur l'évolution à long terme n'est pas aisée.

De même, ces projections ne sont réalisées qu'au niveau national. Elaborer des projections au niveau communal présuppose l'élaboration d'hypothèses en termes de migration interne fortement liées au plan d'aménagement du territoire. Or, sur le long terme, il est très difficile de réaliser ce genre d'hypothèses.

Un complément aux projections sera proposé dans différentes analyses de sensibilité : quelles seraient les conséquences d'un solde migratoire nul, d'une hausse ou d'une baisse de la fécondité ou de la mortalité?

### Attractivité du revenu disponible luxembourgeois

Les extensions du modèle LuxGEM visent à représenter le contexte géospatial de l'économie luxembourgeoise, qui est en concurrence avec les économies voisines pour attirer de la main d'œuvre. Deux nouvelles équations définissent respectivement:

1. l'évolution du revenu disponible net en fonction des gains de productivité, les deux grandeurs étant exprimées comme ratio entre le Luxembourg et les pays voisins;
2. le nombre de travailleurs étrangers attirés par une situation conjoncturelle et un ratio du revenu disponible net favorable pour le Luxembourg.

Les deux équations ont été développées pour fonder les projections démographiques sur des mécanismes économiques. Elles sont modélisées sous une forme «à correction d'erreur», permettant d'expliquer simultanément les fluctuations de court terme et l'ancrage à long terme. C'est surtout l'élasticité de long terme qui va être déterminante pour les projections démographiques, alors que les élasticités de court terme permettent de comprendre l'origine de la volatilité des séries expliquées.

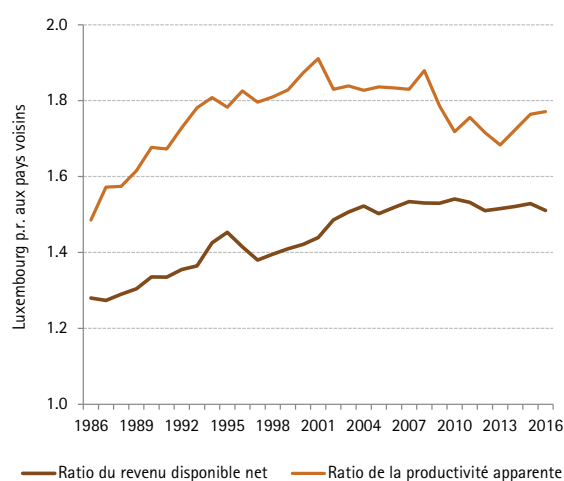
Les coefficients ont été estimés économétriquement, et sont ainsi validés empiriquement. En revanche, rien ne garantit leur stabilité future parce que leurs valeurs peuvent évoluer au cours du temps. Baser les projections sur ces coefficients signifie que les mécanismes observés aux cours des dernières décennies sont répliqués sur les prochaines. Les projections ont donc clairement un caractère «Business as usual» (BAU) et «à politique inchangée».

#### 1. Productivité, fiscalité et transferts sociaux: le revenu disponible net est entretemps 50% plus élevé que dans les pays voisins

Les données sur le revenu disponible brut et net sont issues de de l'OCDE (2017). La variable dépendante de l'équation (cf. Graphique 4) est le ratio entre le revenu disponible net luxembourgeois et celui des pays voisins (moyenne arithmétique). Les variables explicatives sont également exprimées comme ratio par rapport aux pays voisins: la productivité apparente du travail (PIB par emploi) et la part fiscale. Cette dernière représente le poids des impôts et cotisations à payer diminué par les transferts et prestations dont bénéficient les ménages.

Les propriétés statistiques (résidus normaux, homoscedastiques et non autocorrélés) valident l'estimation des coefficients qui sont significatifs et ont le bon signe. Le coefficient négatif du ratio de la part fiscale signifie qu'une hausse relative de la charge fiscale (ou une baisse de transferts sociaux) au Luxembourg entrainerait une baisse du ratio du revenu disponible net. Inversement une hausse de la fiscalité dans les pays voisins augmente l'attractivité des revenus luxembourgeois. L'élasticité du ratio du revenu disponible par rapport au ratio de la productivité est inférieure à l'unité, indiquant que pour stabiliser le ratio du revenu disponible, les gains de productivité luxembourgeois doivent être plus élevés que dans les pays voisins.

**Graphique 3: Revenu disponible net et productivité par rapport aux pays voisins**



Source: STATEC

**Graphique 4: Equation expliquant le revenu disponible net relatif par la productivité relative**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
<b>Method: Least Squares</b>				
Sample (adjusted): 1986 2016		Included observations: 31		
<b>Court terme</b>				
(1) DLOG(Ratio_REV_DISP)				
(2) DLOG(Ratio_PIB_par_EMP(-3))	0.15	0.06	2.41	0.02
(3) DLOG(Ratio_BRUT_NET)	-0.30	0.16	-1.92	0.07
<b>Long terme</b>				
(4) LOG(Ratio_REV_DISP(-1))	-0.09	0.04	-2.23	0.04
(5) LOG((Ratio_PIB_par_EMP(-1)))	0.07	0.04	1.58	0.13
(6) LOG(Ratio_BRUT_NET(-1))	-0.04	0.08	-0.50	0.62
C	-0.01	0.01	-0.64	0.53
<b>Statistiques de diagnostic</b>				
R-squared	0.82	Mean dependent var	0.01	
Adjusted R-squared	0.76	S.D. dependent var	0.01	
S.E. of regression	0.01	Akaike info criterion	-6.79	
Sum squared resid	0.00	Schwarz criterion	-6.37	
Log likelihood	114.19	Hannan-Quinn criter.	-6.65	
F-statistic	12.83	Durbin-Watson stat	2.04	
Prob(F-statistic)	0.00			

(1/4): Ratio du revenu disponible net du Luxembourg par rapport au revenu disponible net moyen en Allemagne, Belgique, France  
 (2/5): Ratio des gains de productivité (Luxembourg p.r. Allemagne, Belgique, France)  
 (3/6): Ratio de la part des impôts, charges et allocations sociales dans le revenu disponible brut du (Luxembourg p.r. Allemagne, Belgique, France)

L'élasticité de long terme p.r. au ratio des gains de productivité est de 0.07/0.09=0.8

Source: STATEC

Le revenu disponible net relatif est ainsi déterminé par les évolutions de la productivité et de la politique fiscale et sociale dans la Grande Région. Or, seule l'évolution des numérateurs est «sous contrôle» des décideurs luxembourgeois, alors que l'évolution des dénominateurs est déterminée à l'étranger. Ceci illustre parfaitement l'interdépendance avec les pays voisins, avec lesquelles on partage 359 km de frontières. Or, ces dernières sont ouvertes, notamment aux flux de personnes (espace Schengen), ce qui est l'objet de la deuxième équation.

### Graphique 5: Equation expliquant l'attrance de travailleurs étrangers

Method: ARMA Generalized Least Squares (Gauss-Newton)  
Sample: 1986 2015 Included observations: 30

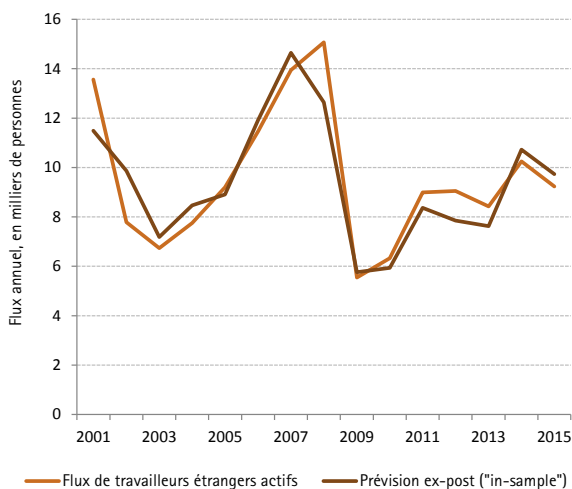
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
<b>(1) DLOG(TRAV_ETR_ATT)</b>				
<i>Court terme</i>				
(2) D(ECART_PRODUCTION)	0.04	0.01	5.21	0.00
(3) D(CHOMAGE_ABFP(-2))	0.09	0.04	2.20	0.04
(4) Diff_PC_PIB_par_EMP(-1)	0.06	0.01	4.13	0.00
(5) Diff_PC_EMP(-1)	0.03	0.02	1.72	0.10
<i>Long terme</i>				
(6) LOG(TRAV_ETR_ATT(-1))	-0.52	0.10	-5.31	0.00
(7) LOG(Ratio_REV_DISP(-1))	1.77	0.73	2.42	0.02
(8) SCHENGEN	0.17	0.07	2.37	0.03
C	0.29	0.14	2.04	0.05
R-squared	0.88	Mean dependent var	0.07	
Adjusted R-squared	0.83	S.D. dependent var	0.27	
S.E. of regression	0.11	Akaike info criterion	-1.30	
Sum squared resid	0.26	Schwarz criterion	-0.88	
Log likelihood	28.48	Hannan-Quinn criter.	-1.16	
F-statistic	18.98	Durbin-Watson stat	1.99	
Prob(F-statistic)	0.00			

- (1): nouveaux frontaliers et immigrés actifs attirés (taux de croissance)  
 (3): Différence 1ère du taux de chômage moyen (All., Belgique, France, Portugal)  
 (4): Différentiel des gains de productivité entre le Luxembourg et la zone euro  
 (5): Différentiel des créations d'emploi entre le Luxembourg et la zone euro  
 (7): Ratio du revenu disponible net du Luxembourg par rapport au revenu disponible net moyen en Allemagne, Belgique, France, Pays-Bas  
 (8) Variable indicatrice de l'abolition des contrôles aux frontières en 1995

L'élasticité de long terme p.r. au ratio du revenu disponible est de  $1.77/0.52=3.4$

Source: STATEC

### Graphique 6: Prévision ex-post du flux de travailleurs étrangers actifs



Source: STATEC

## 2. Conjoncture et revenu disponible net favorable: de plus en plus de travailleurs étrangers attirés

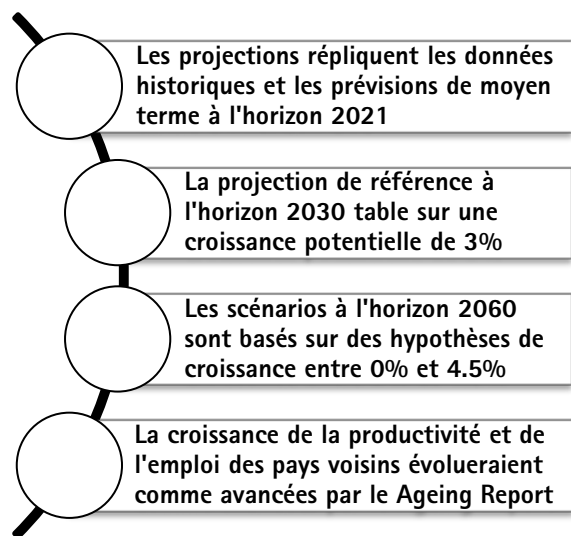
Le revenu disponible net relatif, déterminé notamment par les gains de productivité relatifs, va équilibrer la valeur de long terme du flux de travailleurs étrangers. L'élasticité de long terme est estimée à 3.4, signifiant qu'une hausse de 1% du ratio engendre une hausse de 3.4% du flux annuel de travailleurs étrangers (cf. Graphique 5).

Le choix des variables explicatives pour les fluctuations de court terme est inspiré de la littérature sur les migrations où on parle de facteurs «Push» et «Pull». Ainsi une hausse du chômage à l'étranger «pousse» les travailleurs à chercher des opportunités au Luxembourg. Similairement, une amélioration de l'écart de production au Luxembourg «attire» davantage de travailleurs étrangers.

Les autres variables sont exprimées en différentiel par rapport à la zone euro, ce qui reflète la situation concurrentielle du Luxembourg. Une croissance de la productivité apparente (PIB par emploi) plus élevée que dans les pays voisins attire des travailleurs étrangers supplémentaires. Elle peut s'interpréter comme un indicateur avancé pour des hausses de salaires futures.

L'équation permet d'expliquer plus que 80% de la variance des flux annuels de travailleurs étrangers au cours des dernières années (cf. Graphique 6). La forte baisse du flux annuel enregistré entre 2007 et 2009 serait expliquée, à part égale, par la dynamique de court terme et l'ancrage de long terme. On observait simultanément une baisse de l'écart de production, du ratio de la productivité et du ratio du revenu disponible net. Par conséquent le Luxembourg était moins attractif et moins de travailleurs étrangers supplémentaires étaient attirés en ces années. Plus récemment, toutes ces variables étaient à nouveau orientées à la hausse et contribuaient ainsi à un flux de travailleurs étrangers plus élevé. La forte croissance du PIB luxembourgeois ou les allègements dus à la réforme fiscale renforcera cette dynamique dans les années à venir (cf. Chapitre 2).

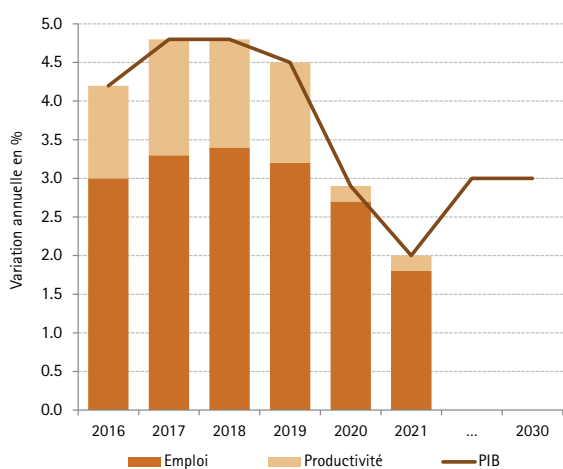
## 2. Hypothèses macroéconomiques



### 2.1. Scénarios macroéconomiques

Pour garantir la cohérence et l'unicité des trajectoires macroéconomiques, les projections présentées dans ce bulletin répliquent les prévisions de moyen terme<sup>1</sup> à l'horizon 2021. D'après ces prévisions, les années 2017 à 2019 correspondraient à une période de haut de cycle où la croissance du PIB se situerait au-delà de 4.5%, l'emploi progresserait de plus de 3% par année et les gains de productivité s'élèveraient en moyenne à 1.5% (cf. Graphique 7).

Graphique 7: Croissance à moyen et long terme



Source: STATEC (prévision de moyen terme et estimation de la croissance potentielle à long terme)

Les années 2020 et 2021 se caractériseraient ainsi par un «retour à la normale», soit un ralentissement cyclique de l'activité qui conduirait à terme à une fermeture de l'écart de production.

Au-delà de ces prévisions de moyen terme, et jusqu'en 2030, l'économie croîtrait au rythme de la croissance potentielle, soit de 3%<sup>2</sup>, et le taux de chômage retrouverait graduellement son niveau structurel, évalué à 5%<sup>3</sup>. La «**projection de référence**» est ainsi basée sur des estimations du rythme de croissance potentielle et du taux de chômage de long terme et correspond ainsi à une prolongation cohérente des prévisions du PSC.

Les autres variables évolueraient suivant leur tendance historique (par exemple, baisse annuelle des heures travaillées de 0.3%) ou en fixant leur part dans le PIB (par exemple le stock de capital ou encore les dépenses publiques). Il s'agit d'hypothèses techniques qui se justifient par un raisonnement «à politique inchangée». Les agrégats des pays frontaliers (croissance du PIB, de l'emploi et de la productivité) convergeraient vers les projections du Ageing Report 2015.

Toutes ces hypothèses caractérisent la projection de référence ainsi que les différents scénarios à très long terme (2060). Ces scénarios illustratifs à l'horizon 2060 se différencient par des taux de croissance du PIB qui sont supposés de converger, entre 2030 et 2040, respectivement vers 0%, 1.5%, 3% ou 4.5%. Ces trajectoires stylisées reflètent l'incertitude quant à la croissance du PIB à très long terme et visent à illustrer les impacts démographiques qu'aurait respectivement:

- une croissance du PIB de 4.5% telle qu'observée actuellement en haut de cycle, et qui correspond au rythme de la croissance potentielle telle qu'estimée avant la grande crise;
- une croissance du PIB consistant en une simple prolongation de la croissance potentielle telle qu'évaluée actuellement (3%);

<sup>1</sup> Les prévisions de moyen terme (cf. NdC 1-2017, pp. 56-58) sont élaborées avec le modèle économétrique Modux (cf. Adam 2007) et servent généralement de base au Programme de Stabilité et de Croissance (PSC).

<sup>2</sup> En baisse de 3.6% en 2016 à 3.1% en 2021 (cf. NDC 1-2017, pp. 20 et 56-58).

<sup>3</sup> Cf. hypothèses macroéconomiques du «Ageing report 2018» de la Commission européenne.

- un rythme de croissance moitié moindre, qui serait ainsi inférieure mais proche de l'hypothèse du Ageing report (1.5%);
- une convergence vers une croissance zéro, soit une stagnation économique à très long terme (0%).

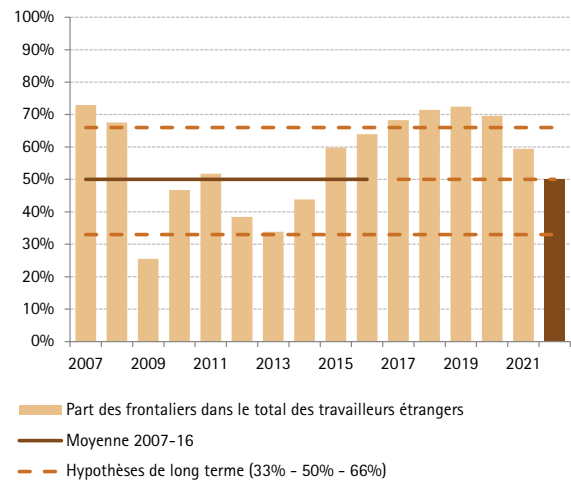
## 2.2. Parts respectives des frontaliers et immigrés actifs

La part des frontaliers est fixée à 50%, soit la moyenne historique sur le dernier cycle économique (2007-16). Deux variantes alternatives sont simulées: une part des frontaliers fixée à 33% respectivement à 66% (cf. Graphique 9). Ces valeurs correspondent, à peu de choses près, aux minimum et maximum observés respectivement en bas et en haut de cycle. Ainsi, les trois trajectoires paraissent plausibles et elles forment une fourchette autour de la projection de référence.

Rappelons qu'il s'agit de décisions individuelles sur le lieu de résidence, qui dépend de l'offre en logements, des prix immobiliers ou encore des temps et de la qualité des déplacements. Ces déterminants dépendent directement de mesures politiques qui ne peuvent pas être anticipées voire quantifiées. Ces variantes témoignent ainsi de l'incertitude inhérente des projections de la population, indépendamment du rythme de la croissance économique.

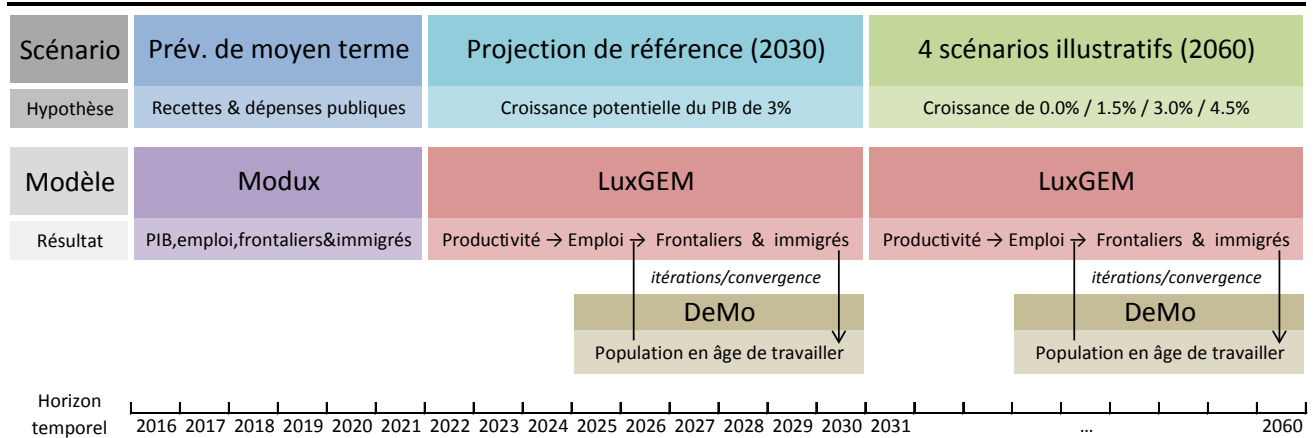
Il s'agit d'une modélisation des forces macroéconomique sans considération de contraintes géographiques. Ces dernières existent nécessairement, que ce soient les limites de capacité des infrastructures de transports ou la disponibilité de bureaux et logements. Les travaux futurs doivent ainsi porter sur ces facteurs qui pourraient contraindre les forces économiques en œuvre ou entraîner des hausses de prix du foncier.

**Graphique 9: Part des frontaliers et immigrés dans le total des travailleurs étrangers attirés**



Source: STATEC (comptabilité nationale, prévisions de moyen terme, projections de long terme)

**Graphique 8: Données et modèles utilisés selon l'horizon temporel**



Source: STATEC

## 2.3. Taux d'activité

Les taux d'activité (ou taux de participation) correspondent au pourcentage de personnes qui sont économiquement actives (employées ou au chômage) par rapport à la population totale d'une catégorie d'âge donnée. Dans LuxGEM on distingue cinq catégories d'âge, agrégées à partir des groupes d'âges du modèle démographique:

- moins de 14 ans;
- de 15 à 19 ans;
- de 20 à 64 ans;
- de 65 à 74 ans;
- plus de 75 ans.

Pour chaque catégorie d'âge un taux d'activité (exogène) est appliqué ce qui permet de déduire la population active pour les différentes catégories d'âge.

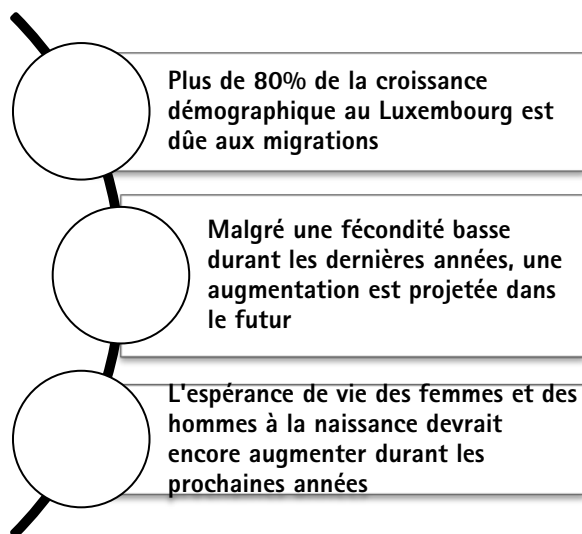
Les taux d'activité pour les jeunes (<15) et pour les personnes âgées (>64) sont fixés à zéro, leur niveau actuel. Si cela apparaît plutôt réaliste à l'horizon 2030, à très long terme (2060) le taux d'activité des personnes âgées entre 65 et 74 années pourrait augmenter progressivement, mais les hypothèses retenues sont supposées refléter une situation «à politique inchangée».

De même, le taux de participation des jeunes de 15 à 19 ans est maintenu à 9.1%, tandis que celui des personnes âgées de 20 à 64 est laissé constant à 69.8%. Notons qu'il s'agit des taux d'activité issus de la comptabilité nationale, qui diffèrent de ceux issus de l'enquête force de travail.

Ces taux d'activité s'appliquent sur les stocks de population. En revanche le taux d'activité n'est pas observé sur les flux nets qui sont pourtant modélisés explicitement dans LuxGEM: les jeunes résidents qui entrent en âge de travailler (nets des résidents âgés qui sortent de l'âge de travailler) et des nouveaux immigrés (nets des personnes qui émigrent). Les premiers seront assimilés au stock de la classe d'âge 15-19 ans et le taux d'activité correspondant sera appliqué. Le taux d'activité des seconds est alors celui qui équilibre la hausse de la population avec la hausse de la population active. La valeur historique moyenne de 67% est utilisée à long terme pour ce taux d'activité des nouveaux migrants.

La trajectoire démographique est relativement sensible à ce paramètre (cf. Annexe B) parce qu'il engendre le nombre d'immigrés non actifs. A titre d'exemple, si 10000 travailleurs étrangers seraient attirés (cf. encadré 1), dont 50% de frontaliers, cela correspondrait à un flux de 5000 immigrés actifs. Le solde migratoire serait alors de  $5000/0.67=7463$  migrants, dont 2463 migrants non actifs.

### 3. Hypothèses démographiques



Comme mentionné en préambule (cf.1.5. Modélisation démographique), les projections démographiques sont réalisées au niveau national et sur l'entièreté de la population (nationaux et étrangers confondus). Il n'y a, dès lors, pas lieu de formuler des hypothèses ni sur les entités territoriales, ni sur les acquisitions de la nationalité luxembourgeoise.

Ces projections sont basées sur des hypothèses portant sur la fécondité, la mortalité ainsi que le solde migratoire (différence entre immigration et émigration). La population servant comme point de départ à ces nouvelles projections est celle dénombrée au 1<sup>er</sup> janvier 2017. Grâce à ces différentes hypothèses, on projetera année par année, jusqu'en 2060, la population résidente au Luxembourg qui sera ventilée par âge et sexe.

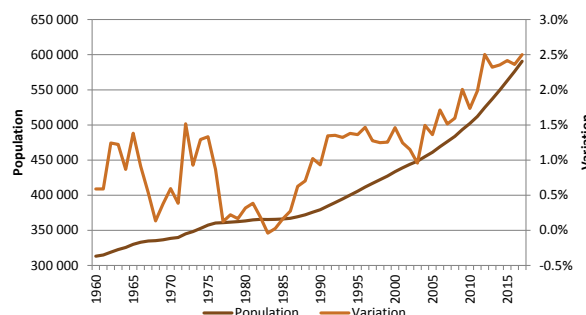
Contrairement aux projections socio-économiques précédentes, le STATEC ne reprend pas les hypothèses élaborées par EUROSTAT. Ce choix tient au fait que le STATEC ne croit pas à un scénario de convergence (en termes de fécondité, de mortalité et de migration) entre les différents pays de l'Union Européenne à l'horizon 2150 comme le supposent les experts d'EUROSTAT. Cette hypothèse de convergence a été développée dans un cadre conceptuel où les différences socioéconomiques et culturelles entre les pays de l'Union Européenne s'affaibliraient avec le temps. Ce scénario de convergence a été

recommandé par l'ECOFIN (Conseil pour les Affaires Économiques et Financières). De plus, les hypothèses migratoires développées par EUROSTAT ne prennent en compte aucunes variables économiques hautement importantes dans le cas du Grand-Duché.

Une croissance dynamique de la population caractérise le Luxembourg depuis son envol économique lié au développement de la place financière - et du secteur des services en général - à partir du milieu des années 1980. Du 1<sup>er</sup> janvier 1960 au 1<sup>er</sup> janvier 2017, la population du Grand-Duché est passée de 313 050 à 590 667 habitants, soit une augmentation de près de 89% (voir graphique 10). Durant cette époque, la progression démographique dans l'UE-28 n'est que de l'ordre d'environ 25%.

Cette croissance considérable de la population du Grand-Duché - et l'écart de croissance grandissant par rapport à la moyenne européenne - est considérable depuis 1985. Au cours des 25 premières années de la période considérée (de 1960 à 1985), la population du Grand-Duché n'a augmenté que de 17%, soit seulement un tout petit peu plus que la population de l'UE (+15% de 1960 à 1985). De 2000 à 2017, la population du Luxembourg a augmenté de 36.2%, alors que dans l'UE cette augmentation dépasse à peine les 5%.

**Graphique 10 : Evolution de la population et de sa variation, 1960 à 2017**



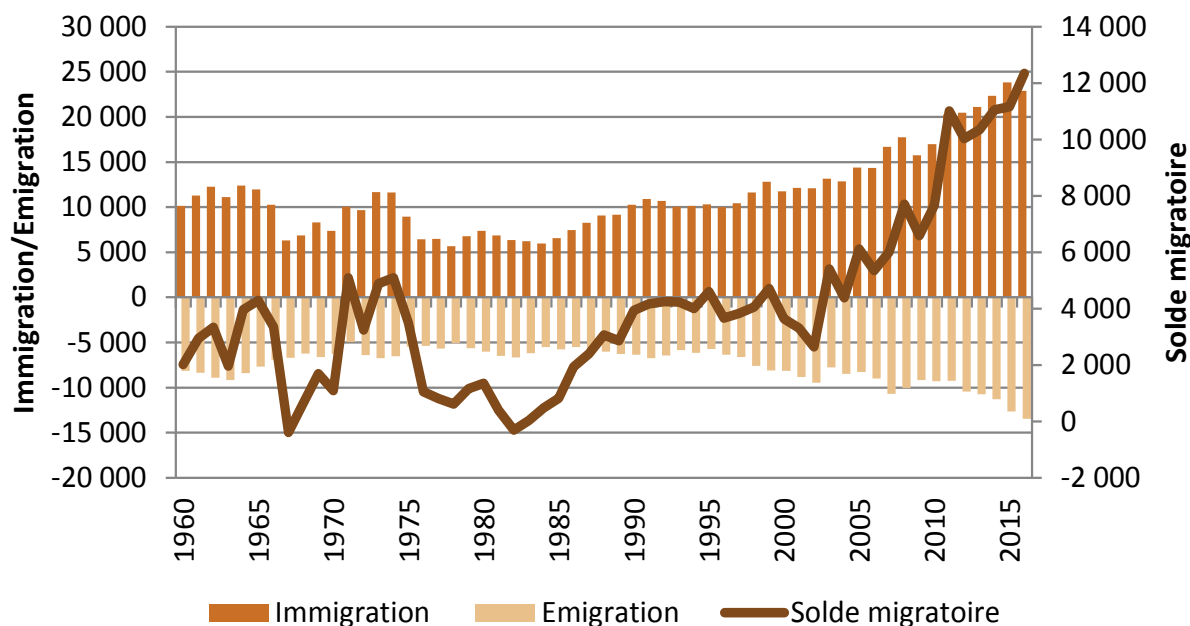
Source : STATEC

**Tableau 1 : Répartition de la population entre les principaux groupes d'âge, 1960-2017**

Année	Moins de 15 ans	15-64 ans	65 ans et plus
1960	21.4%	67.8%	10.8%
1981	18.5%	67.9%	13.6%
1991	17.5%	69.3%	13.2%
2001	18.9%	67.2%	13.9%
2011	17.3%	68.7%	14.0%
2017	16.3%	69.5%	14.2%

Source : STATEC

Graphique 11 : Solde migratoire, immigrations et émigrations, 1960/2016



Source : CTIE, STATEC

NB : Le solde migratoire de l'année 2016 prend en compte l'ajustement statistique

La structure par âge de la population du Luxembourg change passablement au cours de ces dernières décennies (tableau 1). Alors qu'en 1960 la proportion des personnes âgées de 65 ans et plus se situe à 10.8%, en 2017, elle est de 14.2%, soit une augmentation de 3.4 points de pourcentage en un peu plus de cinquante ans. Inversement, le pourcentage des moins de 15 ans passe, durant cette même période, de 21.4% à 16.3%. La part des personnes en âge de travailler (15–64 ans) dans la population totale est donc en 2017 de 69.5%, atteignant les valeurs maximales historiques observées au début des années quatre-vingt-dix.

### 3.1. Migrations internationales

Le dynamisme démographique au Luxembourg est largement imputable à l'immigration. Durant les dix dernières années, le taux de solde migratoire net<sup>1</sup> du Luxembourg dépasse largement celui de l'Europe prise dans son ensemble: 16.0 pour mille par an au Luxembourg, contre 2.2 pour mille dans l'UE-28.

Le solde migratoire est le miroir de l'évolution économique du pays. Les périodes de croissance économique forte, comme la première moitié des années 1960, puis le début des années 1970 (avant

la crise économique mondiale), puis la période de croissance exceptionnelle à partir du milieu des années 1980, sont caractérisées par des soldes migratoires très élevés. À l'inverse, les périodes de ralentissement économique ou de croissance économique lente (deuxième moitié des années 1960, les années 1975–1985, les années 2001–2003) sont caractérisées par un recul du taux de solde migratoire. Néanmoins, la crise observée depuis 2008 n'a pas d'impact négatif sur les soldes migratoires, au contraire. Le solde migratoire n'a jamais été aussi élevé et atteint un niveau historique en 2015, avec un solde positif de 11 159, (graphique 11). Et même si le Luxembourg a connu une crise économique, elle a été moindre que dans d'autres pays comme l'Espagne, la Grèce ou le Portugal. L'attractivité économique du Luxembourg n'a donc pas diminué durant cette période.

Il existe différentes théories sur les facteurs pouvant influencer les migrations (Howe et Jackson, 2005), mais aucune d'entre elles n'a jamais permis de déterminer l'évolution future des migrations vers un pays d'une manière satisfaisante. Ces dernières années, les études sur les migrations ont pris de l'ampleur et ont permis de connaître de mieux en mieux ce phénomène (IOM, 2008). Il paraît ainsi possible de donner une liste des facteurs qui auront certainement une influence sur les migrations vers les pays riches au cours des prochaines décennies : les facteurs économiques, les facteurs démogra-

<sup>1</sup> Ratio entre le solde migratoire et la population.

phiques, les effets de réseaux, les facteurs liés au marché du travail, à la formation, à la santé et aux besoins de soins à long terme et enfin d'autres facteurs principalement liés à l'intégration (Lowell, 2009).

Les facteurs influençant les migrations vers le Luxembourg peuvent en fait être très différents selon le motif de l'immigration. Actuellement, le facteur principal pour immigrer au Grand-Duché est le travail. Les migrations en raison d'activité lucrative dépendent en premier lieu de la conjoncture économique dans le pays (crise ou forte croissance, manque d'employés qualifiés, etc.). Elles dépendent bien entendu également de la situation socio-économique des pays de départ (chômage élevé, différences importantes entre les niveaux de salaires, manque de postes disponibles dans un domaine particulier, etc.). Certains facteurs peuvent favoriser ce type de migrations : les réseaux familiaux ou de voisinage, les informations sur la conjoncture économique du Luxembourg, l'existence d'une certaine tradition migratoire entre le Luxembourg et un pays comme le Portugal. Une nouvelle méthodologie a été donc mise en œuvre par le STATEC, par rapport aux projections précédentes, tenant compte de la croissance économique et de la productivité (cf. partie 2 hypothèses macroéconomiques).

Le regroupement familial est une autre raison pour immigrer au Luxembourg. Ces mouvements sont principalement dus aux résidents étrangers qui sont venus pour travailler et qui font suivre leur famille.

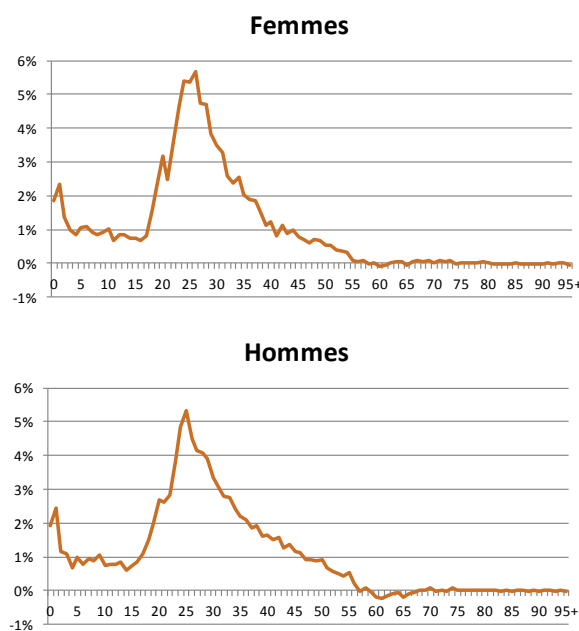
Le solde migratoire ne se répartit pas de façon homogène entre les différents âges. En moyenne, sur la période 2000-2015, on remarque une forte concentration dans le groupe d'âges des 20 à 34 ans. Les soldes relativement élevés aux jeunes âges indiquent que la migration en plus d'être professionnelle est aussi une migration familiale.

Autour de l'âge de 50 ans, les excédents migratoires deviennent faiblement négatifs ou restent proches de zéro. Aucun mouvement de retour massif, une fois la vie professionnelle achevée, n'est donc observé (graphique 12). Cette structure par âge du solde migratoire est maintenue constante, pour chaque sexe, tout au long de la période de projection.

Les hommes ayant tendance à migrer un peu plus souvent que les femmes, le solde migratoire total sera réparti comme suit : 48% pour les femmes et

52% pour les hommes. Ce partage est également constant tout au long de la projection.

**Graphique 12 : Répartition par âge des soldes migratoires (moyenne 2000 – 2015) (en %)**



Source : CTIE, STATEC

Contrairement à la fécondité et à la mortalité, un scénario de projection des migrations internationales de référence avec trois variantes a été retenu jusqu'en 2030 (moyen terme) ainsi que quatre autres scénarios illustratifs de long terme jusqu'en 2060 (cf. 2.1. Scénarios macroéconomiques):

- une croissance du PIB de 4.5% telle qu'observée actuellement en haut de cycle, et qui correspond au rythme de la croissance potentielle telle qu'estimée avant la grande crise;
- une croissance du PIB consistant en une simple prolongation de la croissance potentielle telle qu'évaluée actuellement (3%);
- un rythme de croissance de moitié moindre (1.5%);
- une convergence vers une croissance zéro (0%).

Vous trouverez les résultats des hypothèses migratoires aux points 4.1 et 5.1.

Afin de montrer l'impact des migrations sur la croissance démographique, une variante à ces hypothèses sera également prise en compte (solde migratoire nul) et sera détaillée en annexe D.

## 3.2. Fécondité

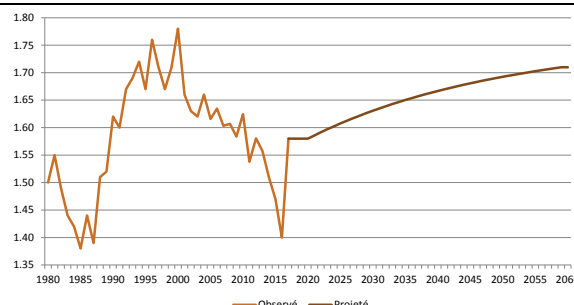
Au Luxembourg, l'Indicateur conjoncturel de fécondité (ICF)<sup>1</sup> recule fortement dans les années 1960 et cela jusqu'au milieu des années 1970. Le Luxembourg ne fait pas exception à la règle : la plupart des pays européens connaissant une évolution similaire. Le déclin rapide de l'indicateur au Luxembourg s'arrête au milieu des années 1970 et se stabilise par la suite. Il remonte de nouveau à partir du milieu des années 1980 jusqu'en 2000 (passant de 1.41 en 1987 à 1.78 en 2000). Depuis l'an 2000, l'indicateur se stabilise avant de diminuer de nouveau à partir de 2011.

A l'heure actuelle, le niveau de cet indicateur est donc relativement bas au Luxembourg (comme dans une majorité des autres pays européens), par rapport au passé, ce qui rend sa projection un peu risquée. En effet, on ne peut projeter à l'infini une baisse de la fécondité car on observe dans certains pays européens une seconde transition démographique<sup>2</sup>. En ce moment le niveau de fécondité est faible pour deux raisons : les femmes ont des enfants plus tard que leurs mères et grand-mères et elles ont relativement peu d'enfants. Cette seconde transition démographique est caractérisée par le fait que même si les femmes donnent naissance à des enfants de plus en plus tard, elles en ont également de plus en plus pour atteindre des niveaux observés dans les décennies précédentes. Un « effet de rattrapage » est donc observé. Les pays membres qui sont actuellement dans la fin de cette transition sont par exemple la France (ICF de 1.96 en 2015), l'Irlande (1.92 en 2015), la Suède (1.85 en 2015) ainsi que le Royaume-Uni (1.80 enfant par femme en 2015).

L'ICF au Luxembourg a diminué durant les dernières années. Néanmoins, le STATEC ne pense pas que cette tendance continuera dans le temps et que le Luxembourg, au contraire, se situera dans la seconde transition démographique. L'ICF de départ correspond à la moyenne observée entre 2006 et 2015. La valeur de cet indice est de 1.57 au Luxembourg. Le STATEC projette dans un premier temps une stabilisation de cet ICF entre 2017 et 2020 (1.57 enfant par femme durant cette période) et dans un second temps, une remontée continue entre

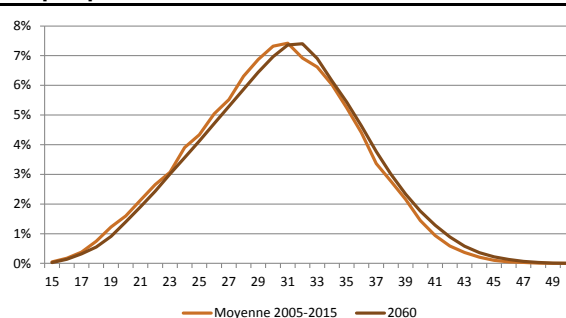
2021 et 2060, pour atteindre un niveau de 1.71 enfant par femme en 2060. Ce niveau de fécondité était déjà celui projeté lors des dernières projections du STATEC.

**Graphique 13 : Indicateur conjoncturel de fécondité (ICF), 1980-2060**



Source : STATEC

**Graphique 14 : Calendrier de la fécondité<sup>3</sup>**



Source : STATEC

Le calendrier de la fécondité projeté ne change guère de celui observé en moyenne entre 2005 et 2015 à celui atteint en 2060. C'est autour de l'âge de 30 ans que les naissances sont les plus fréquentes.

Deux variantes à cette hypothèse de base seront également prises en compte (une haute et une basse). Elles seront détaillées en annexe E.

## 3.3. Mortalité

Historiquement, l'augmentation de l'espérance de vie à la naissance est due pratiquement exclusivement à la baisse de la mortalité infantile et juvénile. Mais depuis quelques années, la baisse de la mortalité profite surtout aux personnes âgées de 60 ans et plus<sup>4</sup>.

1 Mesure le nombre d'enfants qu'aurait une femme tout au long de sa vie, si les taux de fécondité observés l'année considérée à chaque âge demeuraient inchangés.

2 Ce concept de seconde transition a été popularisé par Ron J. Lesthaeghe et Dirk van de Kaa (1986).

3 ICF observé en 2016 est considéré comme un outlier suite à un changement méthodologique.

4 L'espérance de vie à 65 ans a augmenté depuis 1981 de 6.6 ans pour les hommes et de 5.8 années pour les femmes. Pour les personnes de 80 ans et plus, l'espérance de vie s'est allongée de 3.6 ans pour les hommes et de 4.0 ans pour les femmes.

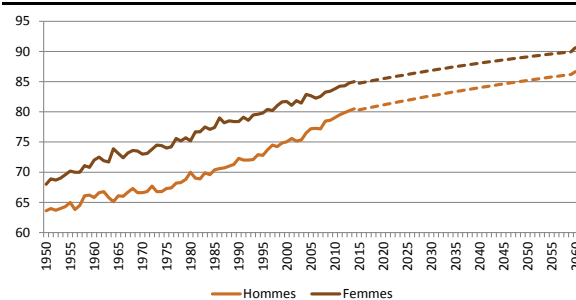
En 1981, l'espérance de vie à la naissance d'une femme est de 76.7 années et celle d'un homme de 70.0 ans. En 2014, la valeur de cet indicateur pour les femmes est de 85.0 ans et pour les hommes de 80.5 ans, soit des progrès de plus de 8.3 ans pour les femmes et de 10.5 années pour les hommes.

Un autre phénomène est également apparu: le rétrécissement de l'écart de mortalité entre hommes et femmes. Cet écart passe de 6.7 années en 1981 à 4.5 années en 2014, soit une diminution de l'ordre de 2.2 années en un peu plus de 30 ans. En raison des comportements liés à la santé de plus en plus similaires entre les deux sexes, cet écart devrait certainement encore se réduire.

Il n'existe pas de consensus parmi les démographes sur les tendances sur le très long terme concernant la mortalité. Par exemple, (1) existe-t-il une limite biologique naturelle de la longévité et si oui laquelle, (2) quel sera l'impact des futures percées médicales, (3) des programmes de santé publique, (4) des comportements sociétaux à l'égard du tabagisme, (5) ou de l'obésité. Les anciennes projections de la population ont généralement sous-estimé les gains dans l'espérance de vie à la naissance<sup>1</sup> car il était difficile d'imaginer que la réduction de la mortalité continuerait à un rythme élevé dans le long terme.

Dès lors, projeter la mortalité n'est pas sans difficulté. Néanmoins, certaines évolutions semblent se dessiner. Plusieurs études montrent en effet que les personnes ayant des formations élevées (Bopp, 2003) ou exerçant des métiers ne nécessitant pas d'efforts physiques (Villiger, 2009) vivent en général plus longtemps. Le nombre de personnes travaillant dans le secteur tertiaire et ayant des niveaux de formation élevés devient au Luxembourg de plus en plus important. Ces changements dans la composition de la population devraient entraîner une poursuite de la baisse de la mortalité aux âges élevés.

**Graphique 15 : Espérance de vie à la naissance 1950-2060 (en années)**



Source : STATEC

Il est enfin vraisemblable que la mortalité des enfants ne pourra bientôt plus baisser. Le taux de mortalité infantile en Europe est déjà extrêmement bas (spécialement au Luxembourg). La raison de cette probable stagnation est que les taux de mortalité à certains âges sont proches d'une limite inférieure. La mortalité aux jeunes âges (plus particulièrement de la population active) pourra être réduite en améliorant, par exemple, la législation sur la sécurité au travail ou bien encore contre les accidents de la route. Néanmoins, à ces âges, les gains seront assez réduits. On peut donc penser qu'il y aura un léger ralentissement des gains d'espérance de vie à la naissance dans l'avenir.

De nombreux facteurs peuvent avoir une influence positive sur le niveau de la mortalité :

- les progrès des technologies médicales et les nouveaux traitements,
- les recherches biomédicales,
- la prévention,
- le choix d'une part importante de la population d'avoir une meilleure hygiène de vie,
- une alimentation plus saine,

<sup>1</sup> Pour plus de détails, cf. Majérus, 2015.

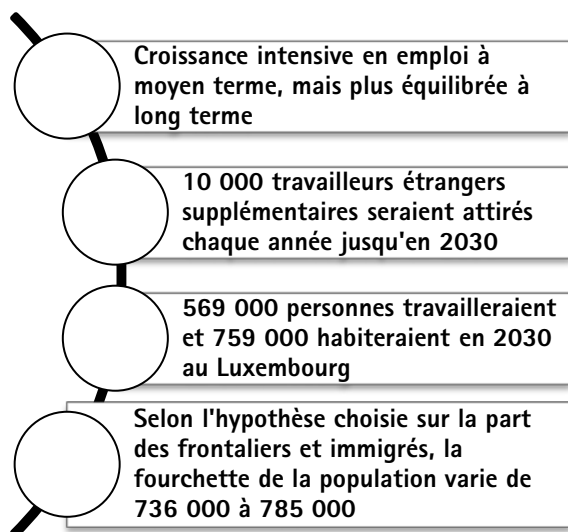
D'autres facteurs peuvent par contre freiner les progrès de l'espérance de vie ou même inverser l'évolution actuelle (OFS, 2010) :

- Le nombre de personnes en surpoids pourrait fortement augmenter ces prochaines décennies si une part importante de la population ne change pas ses habitudes alimentaires ;
- D'autres comportements liés à la santé comme le manque d'exercice, le tabagisme ou la consommation de stupéfiants peuvent également avoir un impact négatif ;
- Des situations professionnelles difficiles ou une vie familiale en crise (divorce, ...) peuvent détériorer la santé mentale des personnes et à plus long terme augmenter les risques de décéder précocement.

Selon l'hypothèse du STATEC, l'espérance de vie à la naissance chez les femmes passerait de 85.1 ans en 2014 à 90.7 ans en 2060. Elle évoluerait de 80.5 ans à 86.7 ans chez les hommes, l'écart entre les deux sexes (en faveur des femmes) passant de 4.5 années à 4.0 années. Le graphique 15, qui reprend à la fois l'espérance de vie à la naissance observée dans le passé et celle projetée jusqu'en 2060, montre que, dans la période de projection, l'accroissement de l'espérance de vie connaîtrait un ralentissement par rapport aux tendances antérieures.

Tout comme pour la fécondité, deux variantes à cette hypothèse de base seront également prises en compte afin d'étudier l'impact d'une baisse plus importante ou d'une stagnation de la mortalité sur les chiffres de population. Elles seront détaillées en annexe F.

## 4. Projection de référence à l'horizon 2030

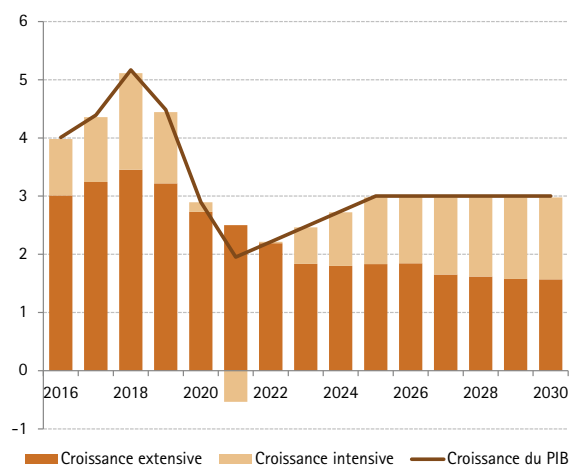


La croissance du PIB n'a rien de régulier: elle est influencée par des cycles courts (fluctuations conjoncturelles) et longs (changements structurels, innovations technologiques) ou encore par des événements d'ordre géopolitique. Sur les dernières décennies, on peut distinguer la période à forte croissance en Europe des «trente glorieuses» (1945-75), suivis par les récessions dues aux chocs pétroliers (1975-85). Puis, au Luxembourg, la croissance a systématiquement dépassé la croissance européenne au cours de la période des «vingt splendides» (1985-2005). La «grande crise» (prolongée par la crise de la dette européenne) était certes à l'origine d'une récession, mais la croissance de l'économie luxembourgeoise s'est finalement redressée et dépasse à nouveau la croissance des principaux partenaires sur les années récentes.

D'après les prévisions de moyen terme et les dernières estimations de la croissance potentielle, il en resterait de même. La projection de référence est ainsi basée sur une croissance de 3% à l'horizon 2030, alors que celle de la zone euro serait de 1.4% d'après le «Ageing report» de la Commission Européenne. Si les incertitudes à cet horizon sont trop élevées pour pouvoir parler d'une prévision, le STATEC propose toutefois une projection technique qui pourrait servir de base aux autres exercices prospectifs et ainsi répondre au besoin de planification des ministères, des entreprises ou de la société civile. A cette fin, la projection correspond à un scénario «à politique inchangée» dont les hypothèses se veulent objectives et transparentes (cf. chapitre 2).

### 4.1. Trois pourcent de croissance du PIB, mi-intensive et mi-extensive

Graphique 16: Nature de la croissance du PIB



Source: STATEC (prév. de moyen terme, proj. de long terme)

En partant d'une croissance du PIB qui accélère puis décélère sous l'influence d'impulsions conjoncturelles, le rythme est dans les années subséquentes fixé à une croissance potentielle de 3%. Le différentiel de croissance avec la zone euro s'expliquerait par une croissance extensive (c.-à-d. de l'emploi) plus élevée au Luxembourg sur toute la période. La croissance intensive en revanche serait du même ordre, en moyenne de 1% par année, au Luxembourg comme dans la zone euro et les pays frontaliers<sup>1</sup>.

Or, pour maintenir le ratio du revenu disponible constant, le Luxembourg aurait besoin de gains de productivité plus élevés qu'à l'étranger (cf. encadré 1). Le ratio du revenu disponible net reculerait ainsi légèrement: il serait 50% plus élevé en 2020 que dans les pays voisins, puis 47% plus élevé en 2030 (cf. Graphique 17). Associée à une élasticité élevée, cette légère baisse du ratio du revenu disponible net induit néanmoins un tassement assez important du nombre de nouveaux travailleurs étrangers attirés.

<sup>1</sup> Dans le «Ageing report», tous les pays européens convergent vers des gains de productivité annuels de 1%, par hypothèse. Avec la méthodologie développée, les gains de productivité pour le Luxembourg sont en revanche endogènes. En contrepartie, la croissance du PIB a été fixée à 3% alors que les gains de productivité et les créations d'emplois sont déterminés par les extensions du modèle (cf. encadré 1 et Graphique 1).

La dissipation des effets du haut de cycle conjoncturel accentue la décélération du flux annuel qui baisserait de 14 000 personnes en 2020 à moins de 10 000 personnes à l'horizon 2030 (cf. Graphique 18).

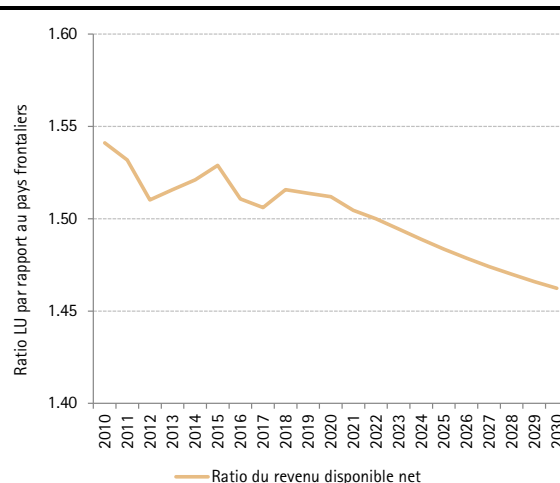
A la décélération de l'offre de travail d'origine étrangère s'ajoute celle de l'offre de travail résidente, due au vieillissement de la population qui limite la hausse de la population active. Les créations nettes d'emplois seraient ainsi freinées par une raréfaction de la main d'œuvre: elles baisseraient d'un maximum de 15 000 en 2018 à 9 000 en 2030. L'emploi total augmenterait malgré tout de 100 000 en dix ans (474 000 en 2020, 572 000 en 2030) et resterait largement plus dynamique que dans la zone euro (+1.6% en 2030 contre +0.4%).

La part respective des frontaliers et immigrés parmi les travailleurs étrangers attirés déterminera le solde migratoire. Entre 2017 et 2021, en haut du cycle économique, cette part des frontaliers fluctuerait entre 59% et 66% d'après les prévisions de moyen terme. A partir de 2022, cette part est fixée à 50%, ce qui correspond à la valeur moyenne observée sur tout le cycle (haut et bas de cycle). Les 10 000 travailleurs étrangers attirés en 2030 se composeraient dès lors de 5 000 frontaliers et de 5 000 immigrés actifs. A ces derniers s'ajoutent les immigrés non actifs de sorte que le solde migratoire serait de 9 400 personnes en 2030.

Si en revanche la part des frontaliers était de 66%, ou alors seulement de 33%, cela induirait un solde migratoire de 6 500 respectivement 12 000 personnes en 2030 (cf. Graphique 19). La différence, du simple au double, entre ces soldes migratoires annuels témoigne de l'incertitude engendrée par ce paramètre, qui pourrait toujours être perturbé par les fluctuations conjoncturelles. L'évolution à long terme dépendra surtout de la disponibilité et des prix de logements, ainsi que des infrastructures de transport mises en place. Au niveau de la modélisation, les travaux futurs devraient porter sur la prise en compte d'autres sources de données<sup>1</sup> afin de calibrer ce paramètre en fonction des contraintes géographiques du pays.

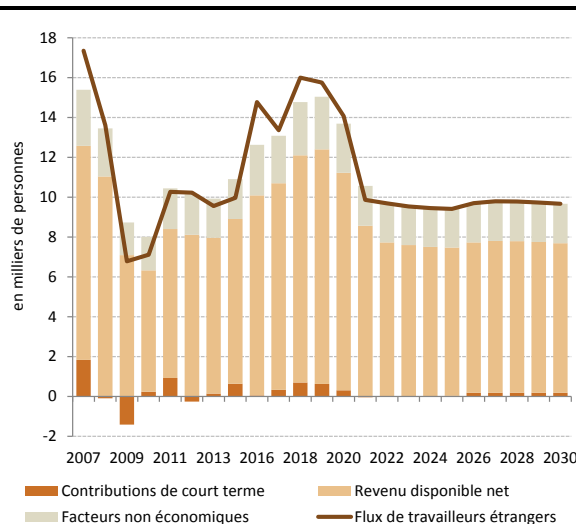
<sup>1</sup> Par exemple en considérant les capacités maximales des infrastructures de transport transfrontalier, ou encore en évaluant le nombre de logements disponibles à l'horizon 2030 sur base des plans d'aménagements du territoire.

Graphique 17: Ratio du revenu disponible net



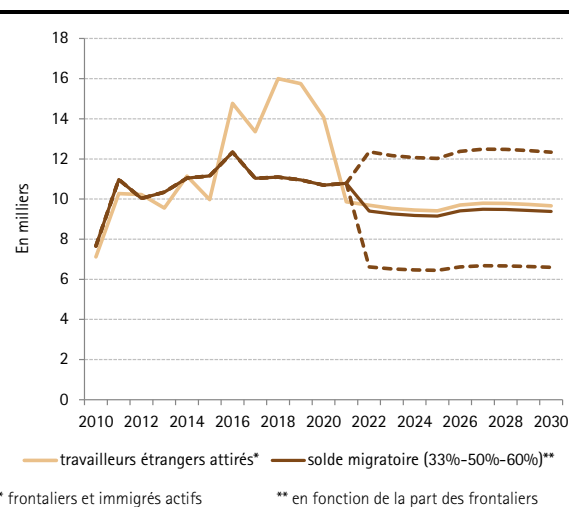
Source: STATEC

Graphique 18: Attirance de travailleurs étrangers



Source: STATEC

Graphique 19: Solde migratoire selon l'hypothèse sur la part respective des frontaliers et immigrés



\* frontaliers et immigrés actifs

\*\* en fonction de la part des frontaliers

Source: STATEC

## 4.2. Vue d'ensemble des mouvements de la population

Les niveaux de fécondité et de mortalité restant identiques dans les différents scénarios, les différences entre les variantes dépendent uniquement des hypothèses migratoires, qui influencent *in fine* sur le nombre absolu de naissances et de décès.

Pour rappel, le solde migratoire de départ (année 2017) est de 11 040 et atteindrait, en 2030, le seuil des 12 000 dans le cas où la part des frontaliers serait de 33%, 9 400 dans le scénario avec 50% (niveau observé actuellement) de frontaliers et d'environ 6 500 dans l'optique où les frontaliers représenteraient 66% du total des travailleurs (cf. graphique 19).

Un scénario de référence avec trois variantes a été élaboré jusque 2030 en faisant fluctuer la part des frontaliers parmi l'offre de travail : 33%, 50% et 66%.

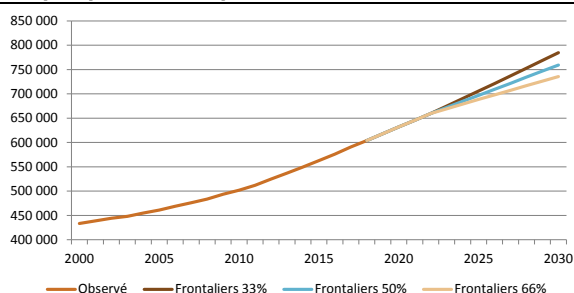
La variante « frontaliers 33% », aboutit à une population totale de 785 000 personnes en 2030 (+32.8% par rapport à 2017).

Dans la variante « 50% de frontaliers », la population atteindrait 759 000 habitants (+28.6% par rapport au 1<sup>er</sup> janvier 2017).

C'est dans la variante où la part des frontaliers est la plus grande (66%), que la population serait, assez logiquement, la plus faible, de l'ordre de 735 000 personnes en 2030, soit une augmentation de 24.5% par rapport au 1<sup>er</sup> janvier 2017.

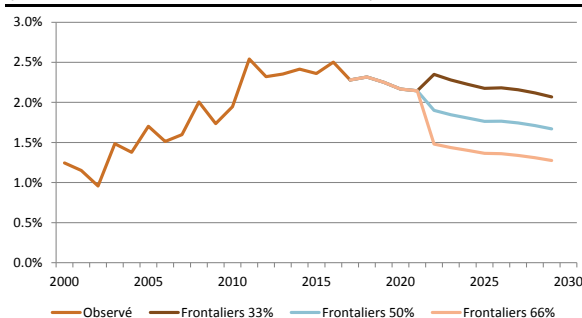
La population varierait finalement « peu » entre les trois variantes : différence de 50 000 personnes d'ici 2030.

**Graphique 20 : Population totale 2000-2030**



Source : STATEC

**Graphique 21 : Population totale 2000-2030 (taux d'accroissement annuels)**



Source : STATEC

L'évolution observée des taux d'accroissements annuels entre 2000 et 2017 est nettement plus irrégulière que celle des projections qui se caractérisent par une volatilité pratiquement nulle. On observe que plus le solde migratoire projeté est faible, plus les taux d'accroissements annuels seront faibles. Seule la variante avec 33% de frontaliers aboutit à des taux d'accroissements annuels comparables à ceux observés aujourd'hui car c'est dans cette variante que le solde migratoire est le plus élevé.

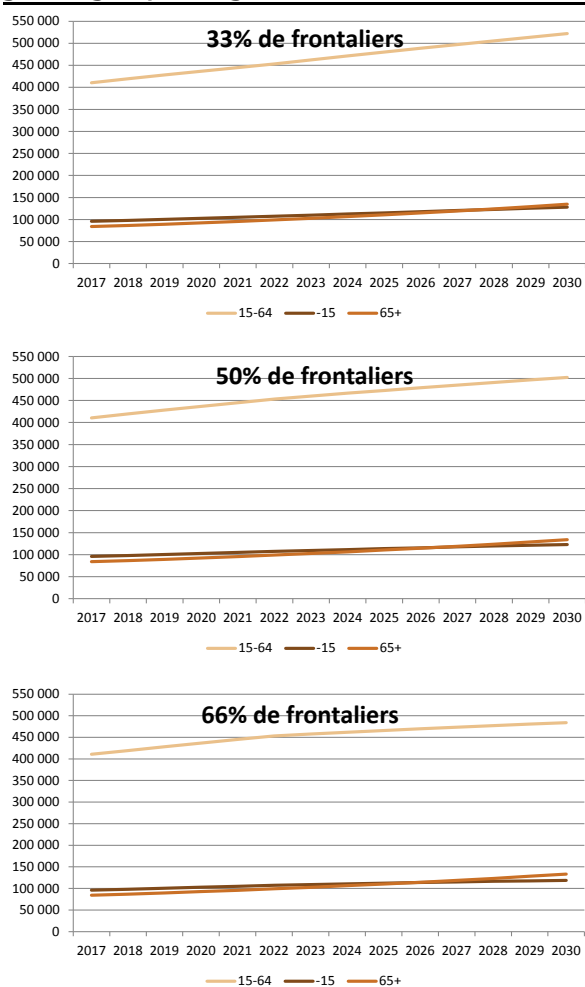
## 4.3. Structure d'âge de la population

Dans cette section, trois groupes retiennent notre attention : les jeunes (moins de 15 ans), la population en âge de travailler (15-64 ans) ainsi que les personnes âgées (65 ans et plus).

Plus la part des frontaliers est élevée, plus l'accroissement des 15 à 64 ans est faible. En effet, la majorité des migrants étant des personnes en âge de travailler, plus le solde migratoire est faible (et donc plus la part des frontaliers est importante) moins ils seront nombreux.

Dans l'optique où il y aurait 66% de frontaliers (variante avec le solde migratoire le plus bas), l'accroissement serait de l'ordre de 17.8% d'ici 2030. Dans la variante « 50% de frontaliers », l'augmentation serait de l'ordre de 22.3% tandis que dans la variante « 33% de frontaliers », le nombre de personnes âgées de 15 à 64 ans augmenterait de 27.1% par rapport à aujourd'hui.

**Graphique 22 : Evolution des effectifs des trois grands groupes d'âges, 2017-2030**

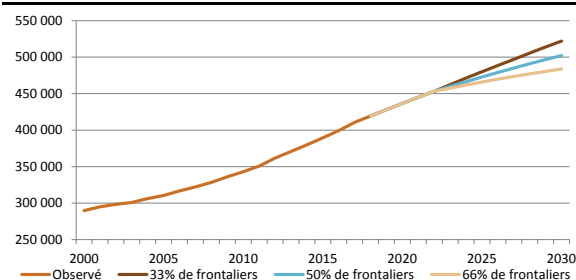


Source : STATEC

La croissance du groupe d'âge des 65 ans et plus est très importante et ce peu importe la part des frontaliers. En effet, leur nombre augmente d'environ 60% et ce dans les trois variantes.

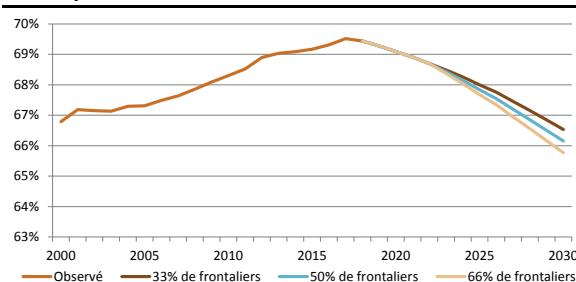
Concernant le nombre de jeunes de moins de 15 ans, la progression sera également fonction de la part de frontaliers retenue. Plus cette part est grande, plus cette progression est faible : 23.6% dans la variante « 66% de frontaliers », 28.3% dans la variante « 50% de frontaliers » et 33.4% dans la variante « 33% de frontaliers ».

**Graphique 23 : Population en âge de travailler (15 à 64 ans), 2000-2030**



Source : STATEC

**Graphique 24 : Part relative de la population en âge de travailler (15 à 64 ans) dans la population totale, 2000-2030**



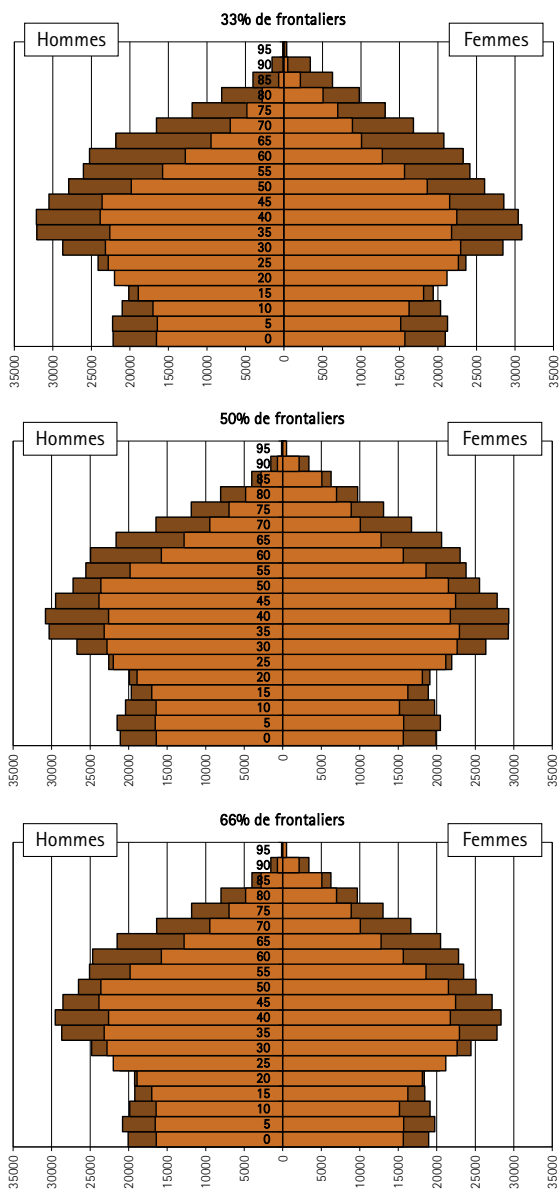
Source : STATEC

Concernant l'offre de travail, seuls les changements prévus chez les 15 à 64 ans sont à prendre en considération. Des écarts existent, à l'horizon 2030, entre les différentes variantes. Pour l'année de départ (2017), les effectifs en question se situent autour de 411 000. Ils s'accroîtraient de quelque 111 000 individus (+27.1%) dans l'hypothèse « 33% de frontaliers », 92 000 personnes (+22.3%) dans la variante « 50% de frontaliers » et de 73 000 unités dans l'optique « 66% de frontaliers » (+17.8%).

Leur part dans la population totale augmente durant les dernières années et est de 69.5% au 1<sup>er</sup> janvier 2017. Dans les trois variantes, cette part diminuerait légèrement d'ici l'horizon 2030 et représenterait environ 66%.

Les pyramides des âges, comparant la situation observée au 1<sup>er</sup> janvier 2017 à celle projetée au 1<sup>er</sup> janvier 2030, selon les différentes variantes, illustrent ces constatations.






**Graphique 25 : Pyramide des âges 2017 vs 2030**  
(brun clair : 2017 ; brun foncé : 2030)



Source : STATEC

Dans ces différentes variantes, l'âge moyen de la population qui est de 39.3 ans en 2017 augmenterait de 1.5 année d'ici 2030 (« 33% de frontaliers »), de 1.8 an (« 50% de frontaliers ») et de 2.1 ans (« 66% de frontaliers »).

## 5. Scénarios illustratifs à l'horizon 2060

 Croissance du PIB	 Productivité	 Attractivité salariale	 Immigrés actifs et frontaliers	 Solde migratoire	 Population
<b>4.5 %</b>	<b>+ 2.8 %</b>	<b>170 %</b>	<b>+ 17 100</b>	<b>+ 16 100</b>	<b>1.2 Mio</b>
<b>3.0 %</b>	<b>+ 2.0 %</b>	<b>148 %</b>	<b>+ 9 900</b>	<b>+ 9 600</b>	<b>1.1 Mio</b>
<b>1.5 %</b>	<b>+ 1.1 %</b>	<b>127 %</b>	<b>+ 5 600</b>	<b>+ 5 700</b>	<b>1.0 Mio</b>
<b>0.0 %</b>	<b>+ 0.1 %</b>	<b>108 %</b>	<b>+ 3 100</b>	<b>+ 3 500</b>	<b>1.0 Mio</b>
croissance annuelle		par rapport aux pays voisins		flux annuel de personnes	

Il n'existe pas de consensus entre économistes sur les perspectives de croissance à très long terme. Certains considèrent que les gains de productivité liés à la digitalisation resteraient plutôt limités. Le vieillissement de la population et le désendettement nécessaire des ménages et entreprises devraient même contribuer à une baisse continue de la croissance potentielle des pays développés. Ces arguments sont notamment avancés par les économistes qui voient venir une période de 'stagnation séculaire'.

D'autres auteurs anticipent au contraire que les gains de productivité liés à l'automatisation, l'intelligence artificielle ou encore les énergies renouvelables ne sont qu'à leurs débuts. La troisième révolution industrielle ne ferait que ces débuts et les gains de productivité conduiraient à des coûts (de production) marginaux nuls. Le système économique se transformerait ainsi en profondeur et serait à l'origine d'une croissance économique soutenue, certainement découplée des énergies fossiles et éventuellement même du facteur travail.

Les scénarios illustratifs de ce bulletin ne sauraient représenter la complexité de ces débats prospectifs. Au contraire, la modélisation se focalise sur le fonctionnement passé et actuel du marché du travail luxembourgeois. C'est dans ce contexte «à politique inchangée» que les scénarios tentent d'illustrer les conséquences démographiques d'une croissance économique plus ou moins dynamique au Luxembourg.

A cette fin, les scénarios tablent sur des hypothèses de croissance du PIB très différentes, ce qui implique des évolutions divergentes de la productivité. A travers les mécanismes économiques, décrits à plusieurs reprises dans ce bulletin, la productivité se transmettrait par la suite aux revenus, puis aux flux de travailleurs étrangers et le solde migratoire. En partant de quatre scénarios macroéconomiques à l'horizon 2060 on trouve ainsi quatre scénarios démographiques correspondant.

## 5.1. Les gains de productivité changent la donne

Rappelons que dans ce bulletin la productivité apparente du travail a été mise en avant. Il s'agit de la définition la plus simple de la productivité, qui s'obtient en divisant le PIB réel par le nombre d'emplois, et s'interprète comme la 'valeur créée par personne employée'. Ce concept de la productivité est très large, et englobe la productivité et la quantité du travail (qualification, heures travaillées), la productivité et la quantité du capital (efficacité et nombre de machines/ordinateurs), la productivité totale des facteurs (qualité, procédés, organisation, etc.) ou encore l'efficacité énergétique. Par conséquent, l'évolution de la productivité apparente du travail est la résultante de tous ces potentiels gains de productivité, mais est limitée par une réduction des heures travaillées. Pour ces dernières une évolution annuelle de -0.3% est projetée, conformément à la tendance historique, et ceci dans tous les scénarios présentés<sup>1</sup>, soit en équivalent temps plein un passage de 40 à 35 heures hebdomadaires à l'horizon 2060.

Les quatre scénarios ont comme point de départ la projection de référence à l'horizon 2030 qui tablait sur une croissance de 3% du PIB. Dans un des scénarios, l'économie continuerait simplement à croître jusqu'en 2060 à ce rythme annuel de 3%. Les gains de productivité devraient alors continuellement accélérer, jusqu'à un rythme annuel de 2% (cf. Graphique 26). Entre 2016 et 2060, le niveau de la productivité apparente du travail aurait ainsi doublé.

Dans le scénario «4.5%», la croissance du PIB augmenterait graduellement de 3% à 4.5% entre 2030 et 2040, et resterait à 4.5% entre 2040 et 2060. La productivité devrait alors croître à un rythme annuel de 3% environ. Dans les deux autres scénarios, la croissance du PIB ralentirait en revanche entre 2030 et 2040, à 1.5% respectivement à 0%, et ces taux de croissance respectifs seraient maintenus constants de 2040 à 2060. Mécaniquement les gains de productivité, qui figurent ici comme variable d'ajustement à la croissance du PIB et de l'emploi,

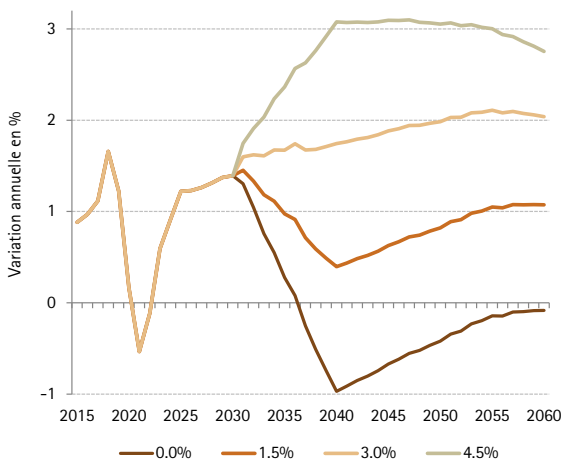
devraient également ralentir jusqu'en 2040. Après, la tendance est inversée, ce qui tient à la raréfaction de la main d'œuvre disponible, due à une moindre attirance de travailleurs étrangers et au vieillissement de la population résidente. À côté de l'ajustement initial, purement mécanique de la productivité, c'est donc l'interdépendance causale entre croissance intensive et croissance extensive qui est la force motrice des résultats (cf. paragraphe 1.1.).

Les gains de productivité du scénario «3%» permettraient de maintenir un revenu disponible qui serait près de 50% plus élevé que dans les pays voisins (cf. Graphique 27). Les gains de productivité très élevés du scénario «4.5%» conduiraient en revanche à une hausse du revenu disponible relatif à 170% en 2060. Dans le scénario «1.5%» les gains de productivité seraient néanmoins trop faibles, par rapport à ceux des pays voisins, pour maintenir le ratio du revenu disponible à un niveau élevé: ce dernier baisserait de 20 points de % jusqu'en 2060. Dans le scénario «0%», où la productivité devrait baisser pour contrebalancer la persistance initiale des créations d'emplois, le ratio du revenu disponible reculerait de 40 points de % jusqu'en 2060.

Comme c'est le revenu disponible relatif qui permet d'attirer les travailleurs étrangers, ces derniers sont plus nombreux si la croissance du PIB et de la productivité sont plus élevées. C'est ainsi que la croissance intensive (via la productivité) est à l'origine d'une croissance extensive supplémentaire (via les créations d'emplois). L'emploi augmenterait dans tous les scénarios, même dans le scénario «0%» où le PIB stagne, mais où le revenu disponible resterait au-dessus du revenu disponible des pays voisins (de 50% en 2021 à 10% plus élevé en 2060). Des travailleurs étrangers supplémentaires seraient toujours attirés ce qui permettrait à l'emploi de progresser. La persistance des flux annuels de travailleurs étrangers s'explique ainsi par le niveau actuellement élevé du ratio du revenu disponible et la baisse relativement lente de ce dernier.

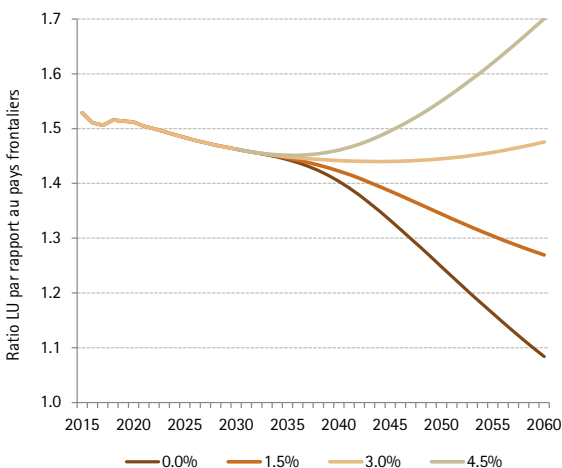
<sup>1</sup> Or, historiquement, et à travers les pays, la réduction du temps de travail est corrélée aux gains de productivité. Par conséquent la baisse des heures de travail devrait probablement être plus élevée dans les scénarios à forte croissance du PIB où la productivité augmente plus rapidement.

**Graphique 26: Gains de productivité nécessaires en fonction de la croissance du PIB**



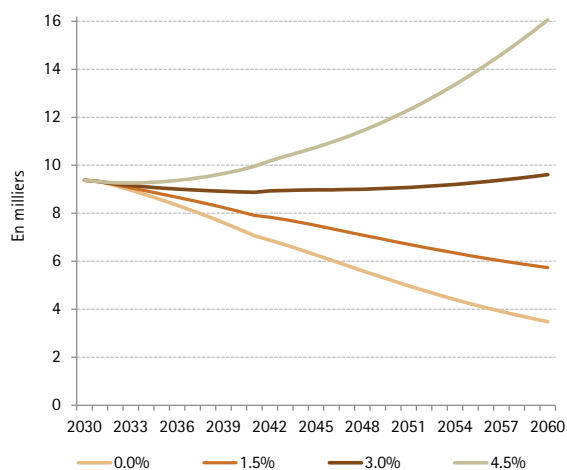
Source: STATEC

**Graphique 27: Ratio du revenu disponible net en fonction de la croissance du PIB**



Source: STATEC

**Graphique 28: Solde migratoire en fonction de la croissance du PIB**



Source: STATEC

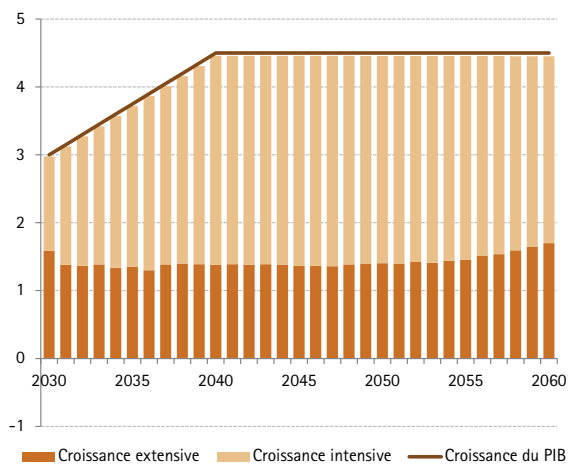
Remarquons que tous les scénarios supposent une croissance économique des pays voisins telle que projetée par le « Ageing report 2015 ». Une plus forte croissance du PIB et de la productivité dans ces pays engendrerait en revanche une baisse plus prononcée du ratio du revenu disponible et des flux de travailleurs étrangers. Une convergence accélérée entre pays européens conduirait ainsi à une raréfaction de la main d'œuvre disponible pour l'économie luxembourgeoise.

En se limitant à l'hypothèse centrale de la part respective des frontaliers et travailleurs immigrés, à savoir 50%/50%, le solde migratoire se situerait entre 3 000 et 15 000 personnes en 2060 (cf. Graphique 28). Le scénario de croissance 0% étant évidemment celui où le solde migratoire, comme le nombre de frontaliers et le nombre d'emplois en général, seraient les plus faibles.

Le scénario de croissance à 3% en revanche engendrerait un solde migratoire trois fois plus élevé. Comparé aux niveaux actuel et passé, le solde migratoire apparaît, malgré tout, relativement faible.

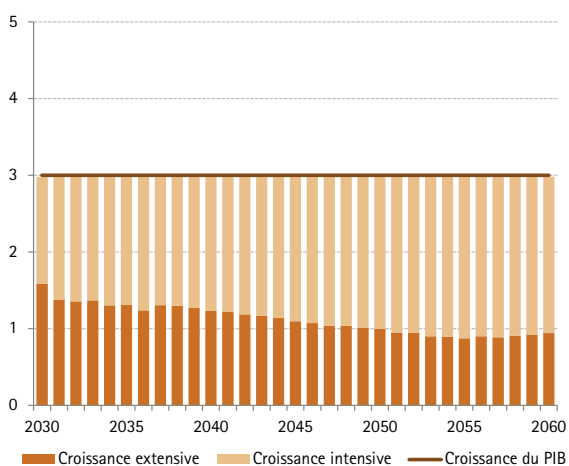
L'explication est à nouveau à chercher du côté des gains de productivité: ils seraient suffisamment élevés pour que la croissance du PIB puisse atteindre les 3%, mais trop faibles pour attirer davantage de travailleurs étrangers via une hausse du revenu disponible relatif. Dans le scénario 4.5%, les forts gains de productivité feraient augmenter le ratio du revenu disponible à 170%, ce qui engendrerait un solde migratoire de plus de 15 000 personnes à l'horizon 2060. Si les hypothèses de croissance du PIB de «0%» et de «4.5%» pourraient être qualifiées de moins probables, les ratios du revenu disponible et les flux migratoires qui en résulteraient à long terme ne seraient pas irréalistes en vue des évolutions observées aux cours des 3 dernières décennies.

**Graphique 29: Scénario de croissance à 4.5%**



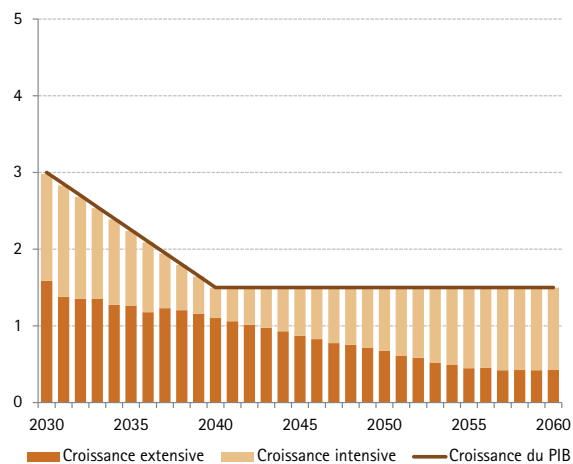
Source: STATEC

**Graphique 30: Scénario de croissance à 3.0%**



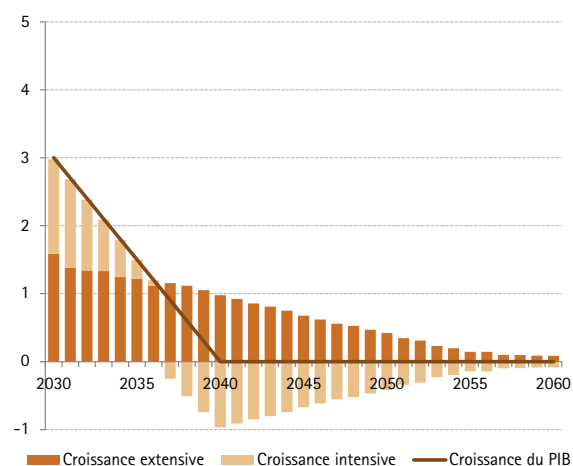
Source: STATEC

**Graphique 31: Scénario de croissance à 1.5%**



Source: STATEC

**Graphique 32: Scénario de croissance à 0.0%**



Source: STATEC

## 5.2. Vue d'ensemble des mouvements de la population



Sur le long terme (2017-2060), le STATEC a élaboré quatre scénarios illustratifs faisant varier la croissance du PIB entre 0 et 4.5%. Entre 2017 et 2030, ces scénarios reprennent la variante avec 50% de frontaliers du scénario central (cf. partie 4. Résultats : scénario de référence à l'horizon 2030).

Les différences entre les scénarios résultent principalement du niveau du solde migratoire. Pour rappel, ce solde évoluerait comme suit :

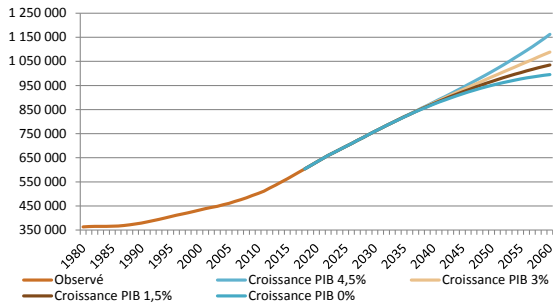
- Scénario « croissance PIB 4.5% » : Dans ce scénario où la croissance du PIB est la plus élevée, le solde migratoire diminuerait dans un premier entre 2016 et 2037, pour augmenter par la suite et atteindre un solde positif de 16 000 en 2060, soit une augmentation de 30% par rapport à aujourd'hui;

- Scénario « croissance PIB 3% » : le solde migratoire diminuerait légèrement en début de projection pour se stabiliser par la suite. Le solde migratoire passerait de 12 335 pour l'année 2016 à 9 600, soit une diminution de l'ordre de 22% à l'horizon 2060 ;
- Scénario « croissance PIB 1.5% » : le solde migratoire diminuerait de plus de la moitié (-53%) pour passer de 12 335 en 2016 à 5 700 en 2060 ;
- Scénario « croissance PIB 0% » : Dans ce scénario, le solde migratoire diminuerait fortement pour passer de 12 335 en 2016 à 3 500 en 2060, soit une diminution de l'ordre de 72%.

Dans chacun de ces scénarios, la population dépasserait le million d'habitants d'ici 2060 à l'exception du scénario avec une croissance du PIB à 0% :

- Scénario « croissance PIB 4.5% » : c'est dans ce scénario que la population serait la plus élevée. Au 1<sup>er</sup> janvier 2060, la population dépasserait légèrement les 1 150 000 habitants, soit une augmentation de 96.7% par rapport à aujourd'hui;
- Scénario « croissance PIB 3% » : au 1<sup>er</sup> janvier 2060, la population dépasserait légèrement les 1 089 000 habitants, soit une augmentation de 84.3% par rapport à aujourd'hui;
- Scénario « croissance PIB 1.5% » : dans ce scénario, la population serait multipliée par 1.8 par rapport au début de la projection. Au 1<sup>er</sup> janvier 2060, la population serait au nombre de plus ou moins 1 035 000 personnes;
- Scénario « Croissance PIB 0% » : c'est dans ce scénario que la population serait la plus basse (996 000) en 2060 soit une augmentation de 68.5% par rapport au 1<sup>er</sup> janvier 2017.

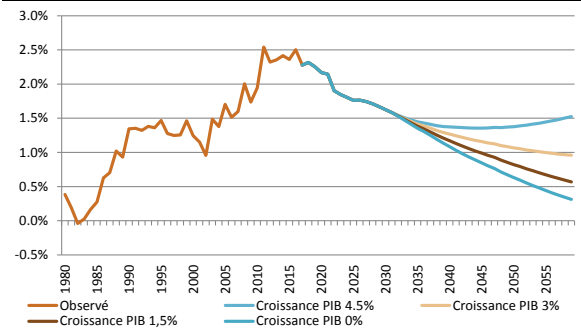
**Graphique 33 : Population totale 1980-2060**



Source : STATEC

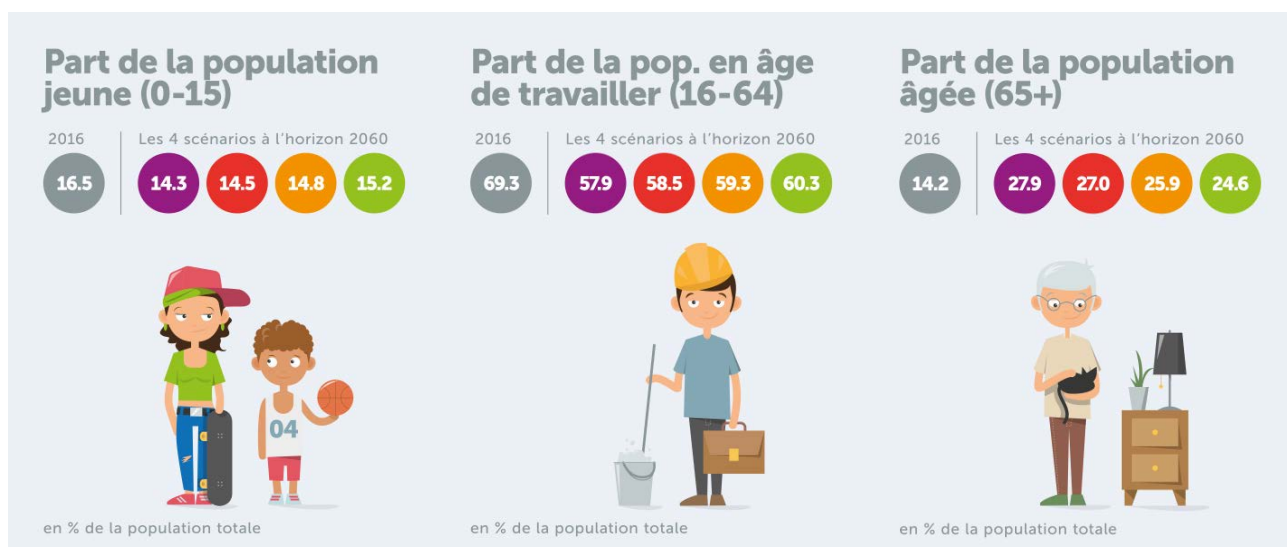
Dans ces scénarios, les taux d'accroissement annuels de la population seraient plus faibles que ceux observés durant les dernières années, comme le montre le graphique 34.

**Graphique 34 : Population totale 1980-2060 (taux d'accroissement annuels)**



Source : STATEC

### 5.3. Structure d'âge de la population



Plus le solde migratoire est bas, plus l'accroissement des 15 à 64 ans est faible. Dans le scénario « PIB 4.5% » (scénario avec le solde migratoire le plus élevé), l'accroissement serait de l'ordre de 70.6% en 2060, tandis que dans le scénario « croissance PIB 0% », cet accroissement serait de 40.2% par rapport

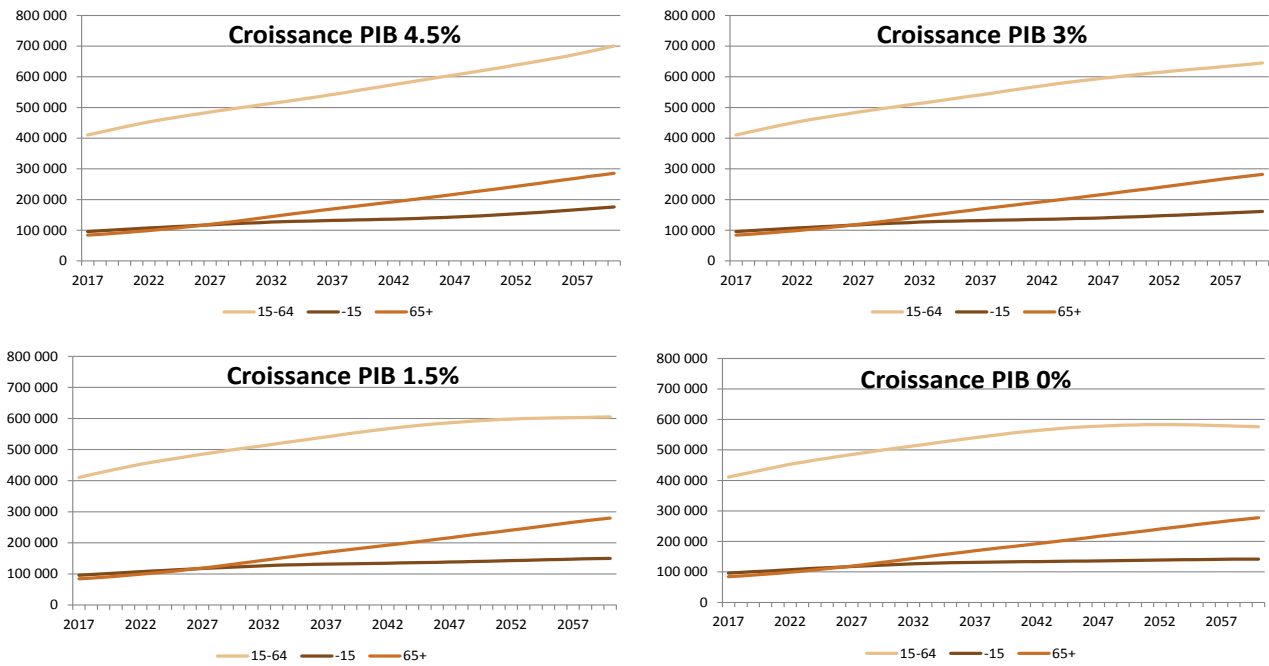
à aujourd'hui. Dans les scénarios « croissance PIB 3% » et « croissance PIB 1.5% », l'augmentation serait respectivement de l'ordre de 57.1% et 47.4%.

Le groupe des personnes de 65 ans et plus est celui qui connaîtrait la croissance la plus importante et ce dans les différents scénarios illustratifs de long-terme. Leur nombre fait plus que tripler dans les différents scénarios. Cette progression est la plus élevée dans le scénario « croissance PIB 4.5% » (+239.4%) suivi du scénario « croissance PIB 3% » (+235.5%), du scénario « croissance PIB 1.5% » (+232.4%) et du scénario « croissance PIB 0% » (+229.9%). La croissance démographique serait donc principalement due aux personnes ayant l'âge de la retraite.

Concernant le nombre de jeunes de moins de 15 ans, la progression sera également fonction de l'immigration nette qui intervient à la fois à travers les arrivées annuelles dans le groupe en question et à travers l'accroissement de la population féminine en âge de procréer. L'évolution serait la plus grande dans le scénario « croissance PIB 4.5% » (+83.5%) et la moindre dans le scénario « croissance PIB 0% » (+48.2%).

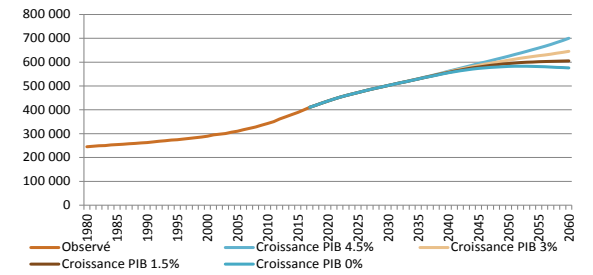
Concernant l'offre de travail (personnes de 15 à 64 ans), des écarts non négligeables existent, à l'horizon 2060, entre les différents scénarios. Pour l'année de départ (2017), les effectifs en question se situent autour de 411 000. Ils s'accroîtraient de quelque 290 000 individus (+70.6%) dans le scénario « croissance PIB 4.5% », 235 000 personnes (+57.1%) dans le scénario « croissance PIB 3% », 195 000 personnes (+47.4%) dans le scénario « croissance PIB 1.5% » et de 165 000 unités dans le scénario « croissance PIB 0% » (+40.2%).

Graphique 35 : Evolution des effectifs des trois grands groupes d'âges



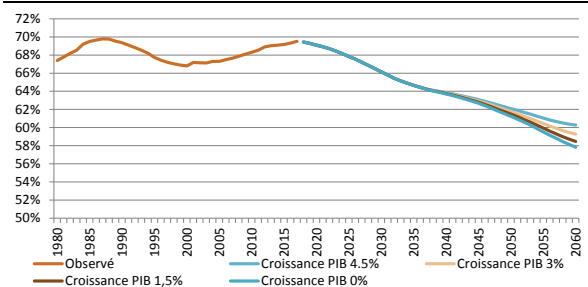
Source : STATEC

Graphique 36 : Population en âge de travailler (15 à 64 ans), 1980-2060



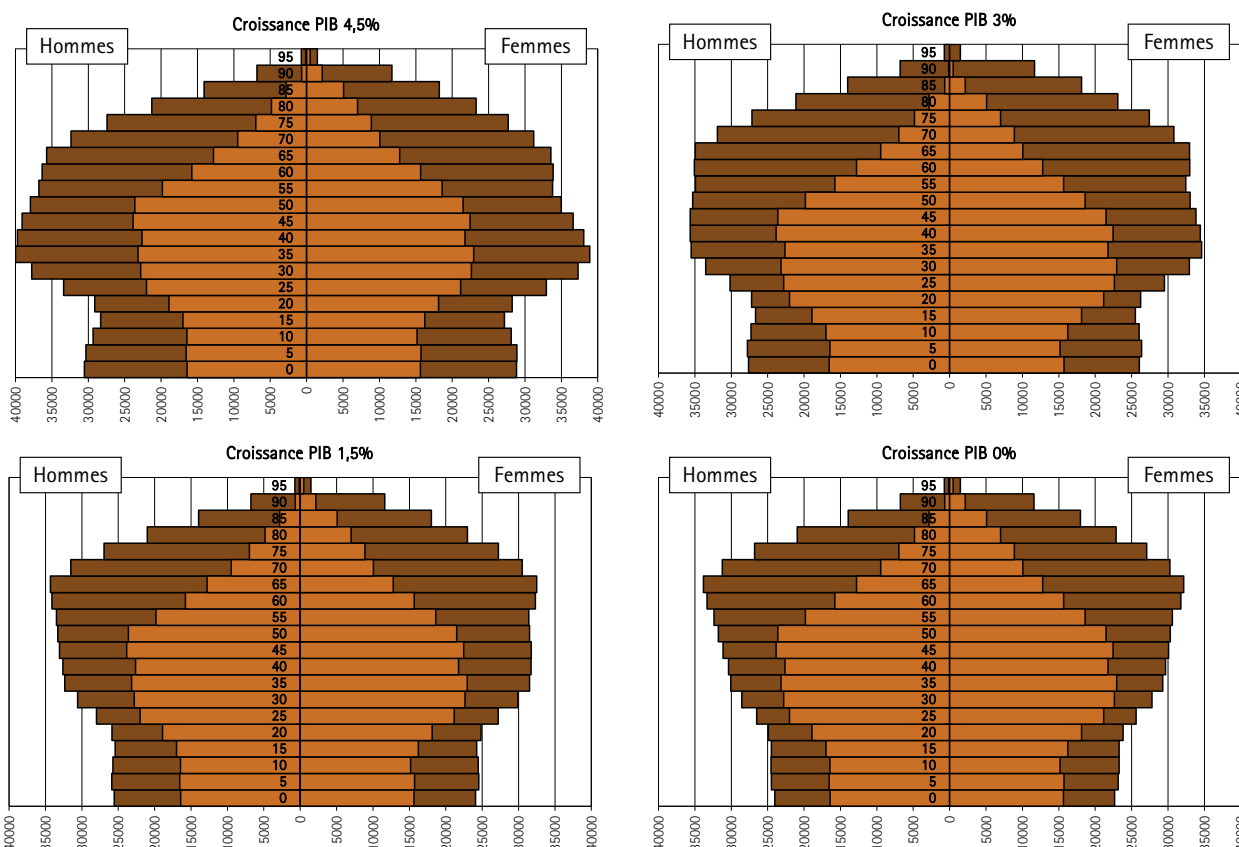
Source : STATEC

Graphique 37 : Part relative de la population en âge de travailler (15 à 64 ans) dans la population totale, 1980-2060



Source : STATEC

Graphique 38 : Pyramide des âges 2017 vs 2060 (brun clair : 2017 ; brun foncé : 2060)



Source : STATEC

Si, à l'heure actuelle, le groupe d'âge de 15 à 64 ans représente encore environ 69% de la population totale, sa part diminuerait progressivement. En 2060, cette part varierait entre 57.8% dans le scénario « croissance PIB 0% » et 60.3% dans le scénario « croissance PIB 4.5% ».

En 2017, l'âge moyen de la population est de 39.3 ans et devrait augmenter au fur et à mesure des années. Plus le solde migratoire est élevé, plus cet âge moyen devrait être bas : 46.0 ans en 2060 dans le scénario « croissance PIB 0% », pour 44.2 ans dans le scénario « croissance PIB 4.5% ».

Tableau 2 : Age moyen, 2017-2060 (en années)

Scénario	2017	2020	2030	2040	2050	2060
Croissance PIB 4.5%	39.3	39.6	41.1	42.8	44.0	44.2
Croissance PIB 3%	39.3	39.6	41.1	42.9	44.2	44.9
Croissance PIB 1.5%	39.3	39.6	41.1	42.9	44.5	45.5
Croissance PIB 0%	39.3	39.6	41.1	42.9	44.7	46.0

Source : STATEC

Tableau 3 : Ratio de dépendance démographique, 2017-2060

Scénario	2017	2020	2030	2040	2050	2060
Croissance PIB 4.5%	58.4%	56.7%	63.7%	70.6%	74.9%	80.2%
Croissance PIB 3%	58.4%	56.7%	63.7%	70.7%	76.0%	83.6%
Croissance PIB 1.5%	58.4%	56.7%	63.7%	70.9%	76.9%	86.3%
Croissance PIB 0%	58.4%	56.7%	63.7%	71.0%	77.7%	88.5%

Source : STATEC

En 2017, le ratio de dépendance démographique<sup>17</sup>, était de 58.4%. Ce rapport varierait de 80.2% à 88.5% à l'horizon 2060. Il y aura donc de moins en moins d'actifs pour subvenir aux besoins des non actifs. Cette dégradation du ratio de dépendance démographique est due à trois phénomènes :

- l'augmentation de l'espérance de vie;
- l'arrivée à l'âge adulte des générations du baby-boom, succédant aux classes creuses de la première guerre mondiale, a favorisé l'équilibre entre les actifs et les non actifs. Le passage à la retraite de ces générations met fin à cette situation favorable;

17 L'OCDE rapporte le nombre d'individus de moins de 20 ans et de plus de 65 ans à la population de 20 à 64 ans. Si cet indice est de 100%, cela signifie qu'il y a un actif pour un inactif.

- l'augmentation de l'ICF projeté qui gonflerait légèrement les classes d'âges jeunes.

Il est également utile de préciser que ce ratio n'est calculé que pour les personnes ayant leur résidence au Luxembourg. Les frontaliers (actifs et inactifs) devraient également être pris en compte pour calculer un ratio de dépendance démographique plus « proche de la réalité ». En effet, ces frontaliers cotisent au Luxembourg et perçoivent donc diverses prestations. Ils ont donc aussi un « coût économique ». Néanmoins, les données permettant un tel calcul sont difficilement accessibles.

## 5.4. Effectifs scolaires

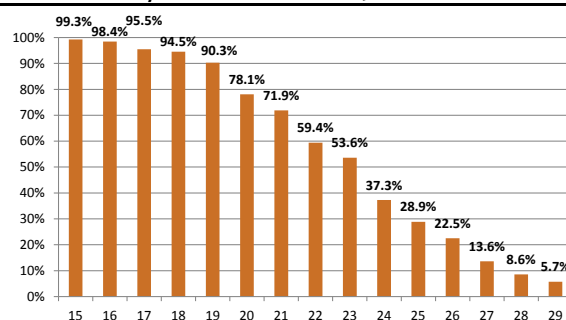
Les taux de scolarisation, qui sont globalement le complément des taux d'activité (cf. point 2.3) repris dans cette publication sont ceux observés dans l'Enquête sur les Forces de Travail. La moyenne observée entre 2014 et 2016 a été maintenue constante tout au long de la projection. En effet, le développement de la population scolarisée est tributaire de l'évolution des effectifs des cohortes en question. Le taux de scolarisation avant 15 ans est supposé être de 100% eu égard à l'obligation scolaire jusque cet âge.

En 2060, la population scolaire âgée de 4 à 16 ans, serait d'environ 151 000 pour le scénario le plus

haut « croissance PIB 4.5% » (+80.9% par rapport à 2017). Les effectifs de cette classe d'âges seraient également plus élevés qu'actuellement dans les trois autres scénarios, respectivement environ 139 000 dans le scénario « croissance PIB 3% », 130 000 dans le scénario « croissance PIB 1.5% » et 124 000 dans le scénario « croissance PIB 0% ».

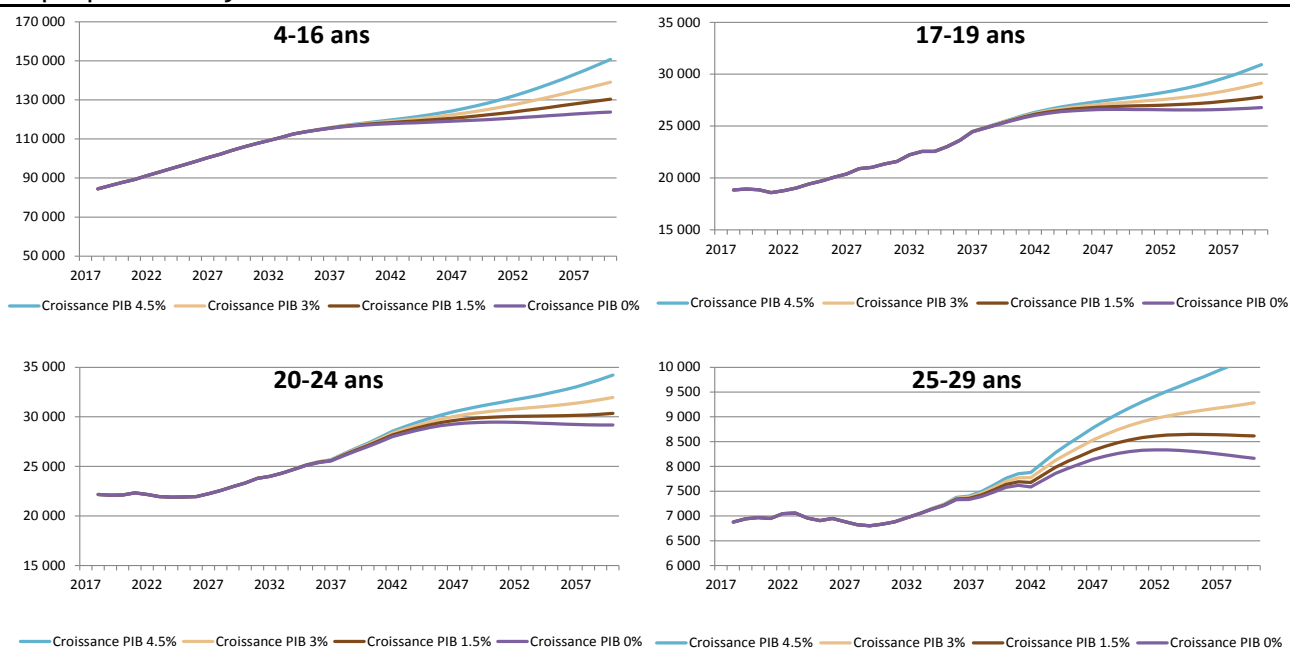
Tout comme les 4-16 ans, on verrait les effectifs des 16-19 ans (fin de l'école secondaire), les 20-24 ans et les 24-29 ans progresser dans chacun des scénarios par rapport à aujourd'hui.

Graphique 39 : Taux de scolarisation par âge (15-29 ans – moyenne 2014-2016)



Source : STATEC - LFS

Graphique 40 : Projections des effectifs scolaires, 2017-2060



Source : STATEC

## 5.5. Personnes âgées

On constate qu'il y a peu de différences, en chiffres absolus, entre les différents scénarios. Les différentes hypothèses sur le solde migratoire n'ont donc que peu d'impact sur la part des personnes âgées. Cela s'explique, en très grande partie, par le fait que les immigrés supposés venir durant la période de projection n'auront pas atteint l'âge en question (65 ans et plus).

Dans les différents scénarios développés dans ce bulletin, le nombre de personnes en âge à la retraite (65+ ans) passerait d'environ 84 000 personnes en 2017 à 282 000 en 2060 dans le scénario « croissance PIB 3% », soit une augmentation de 235.5%. La différence entre le scénario « croissance PIB 4.5% » et le scénario « croissance PIB 0% » est de 8 000 individus : 286 000 personnes de 65+ ans dans le premier scénario et 278 000 dans le second scénario.

Le nombre des 75 ans et plus serait multiplié par 3.9, celui des 85 ans et plus en moyenne (entre les différents scénarios) par 4.6. D'environ 39 000 en début de projection, le nombre des 75 ans et plus avoisinerait quarante-trois ans plus tard les 150 000/153 000 personnes. Durant l'intervalle de projection, l'accroissement moyen, entre les quatre scénarios, se chiffrerait aux environs de 53 000 chez les 85 ans et plus.

Les personnes âgées de 95 ans et plus sont au nombre de 642 au 1<sup>er</sup> janvier 2017. L'effectif de ce groupe d'âge serait multiplié en moyenne (entre les différents scénarios) par 3.4.

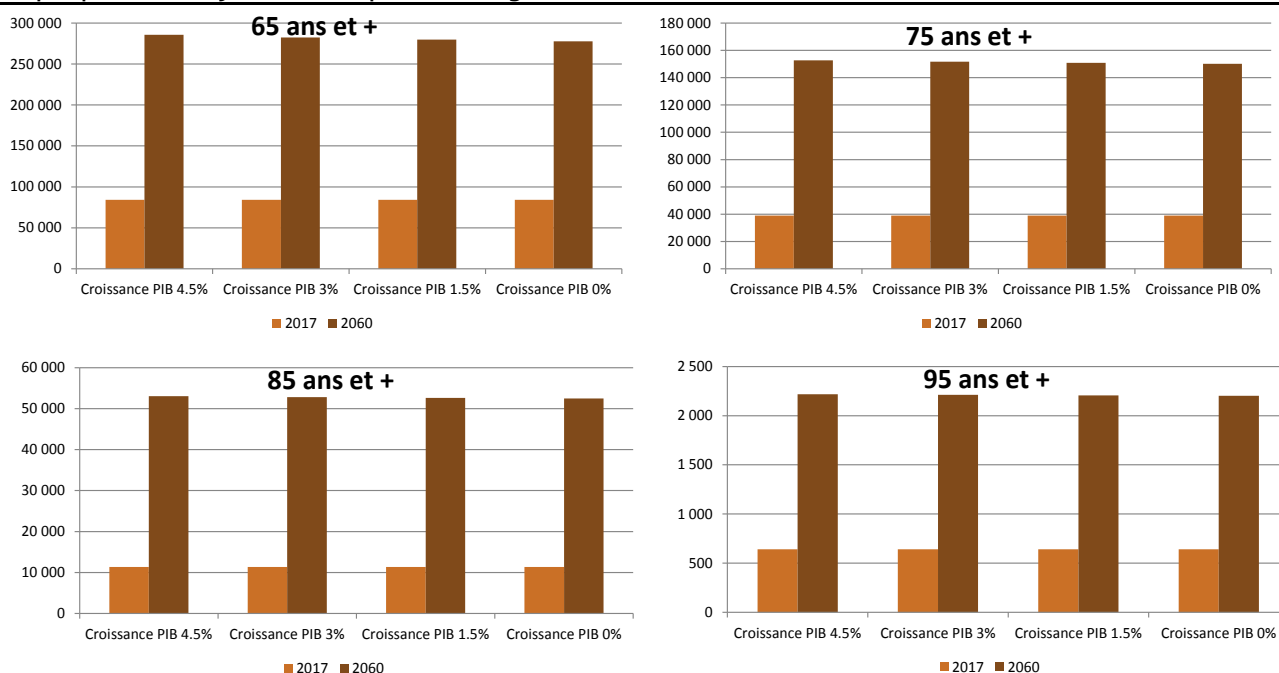
Le poids relatif des 65 ans et plus connaîtrait également une augmentation importante. Ainsi s'ils représentent à l'heure actuelle environ 14% de la population totale, leur part relative varierait, en 2060, entre 24.6% dans le scénario « croissance PIB 4.5% » et 27.9% dans le scénario « croissance PIB 0% ».

Le pourcentage des 75 ans et plus (6.6% en début de projection) monterait jusqu'à 15.1% dans le scénario « croissance PIB 0% ». La part la plus basse (13.1%) serait observée dans le scénario « croissance PIB 4.5% ».

En début de projection, 1.9% de la population est âgée de 85 ans et plus. Cette part grimperait jusqu'en 2060 : 5.3% (scénario « croissance PIB 0% »), et 4.6% (scénario « croissance PIB 4.5% »).

Les individus de plus de 95 ans ne sont guère présents au commencement de la projection (0.1%). Leur part reste tout au long de la projection relativement faible même si elle augmente légèrement : 0.2% en 2060 et ce dans les différents scénarios.

Graphique 41 : Projections des personnes âgées (effectifs)



Source : STATEC

## 6. Conclusions

### Modéliser l'attraction de travailleurs étrangers pour comprendre l'évolution du solde migratoire

Aujourd'hui au Luxembourg, plus de 80% de la croissance démographique vient des flux migratoires. Les nouvelles projections démographiques montrent que l'importance du solde migratoire persisterait dans les années à venir.

La force motrice des flux migratoires est l'attraction de travailleurs étrangers par un revenu disponible net élevé par rapport aux pays voisins. L'évolution de ce dernier à long terme sera conditionnée par la croissance de la productivité au Luxembourg et dans les pays partenaires.

### De la croissance économique à la croissance démographique

La nouvelle méthodologie qui a été développée permet de faire le lien entre la croissance économique et démographique. Plutôt que de supposer des hypothèses migratoires, les projections se basent sur des trajectoires de croissance du PIB.

Vu l'incertitude autour de la croissance économique à très long terme, mais le besoin de clairvoyance et de cohérence à un horizon plus rapproché, le STATEC a réalisé ces projections en deux temps:

- (1) Le scénario de référence à l'horizon 2030 est basé sur les dernières estimations de la croissance potentielle ou tendancielle de 3%. Autour du scénario central une fourchette est donnée par deux hypothèses alternatives sur la

part des frontaliers parmi les travailleurs étrangers attirés.

- (2) L'incertitude accrue à très long terme est représentée par quatre scénarios illustratifs à l'horizon 2060, où le rythme de croissance du PIB luxembourgeois est fixé respectivement à 0%, 1.5%, 3% et 4.5%, et celui pour les pays voisins aux projections du « Ageing report ».

La projection de référence prévoit pour 2030 une population entre 736 000 (variante avec 66% de frontaliers) et 785 000 (scénario avec 33% de frontaliers), soit une augmentation respective entre 25% et 33% par rapport au 1<sup>er</sup> janvier 2017.

Dans les scénarios illustratifs à l'horizon 2060 la population frôlerait inévitablement le million d'habitants: 996 000 personnes dans le scénario de stagnation du PIB, 1 035 000 dans le scénario avec 1.5% de croissance du PIB, 1 089 000 dans le scénario 3.0% », 1 162 000 dans le scénario 4.5%.

### Des gains de productivité à l'attractivité des revenus et l'attraction d'étrangers au Luxembourg

La force motrice des différents scénarios macroéconomique et démographique est la croissance de la productivité qui détermine le revenu disponible. L'attractivité relative de ce dernier, par rapport à celui des pays voisins, génère des flux de travailleurs étrangers plus ou moins élevés, ce qui engendre par la suite un solde migratoire plus ou moins élevé.

Le solde migratoire est également déterminé par la part des travailleurs étrangers qui résideraient au Luxembourg ou qui s'installeraient dans la Grande Région. Ces décisions sur le lieu de résidence n'ont

Tableau 4 : Récapitulatif des projections démographiques

Variables \ Variantes	2016	2030 (projection de référence)			2060 (4 scénarios illustratifs)			
	Données observées	Part des frontaliers 33%	Part des frontaliers 50%	Part des frontaliers 66%	Croissance du PIB de 0.0%	Croissance du PIB de 1.5%	Croissance du PIB de 3.0%	Croissance du PIB de 4.5%
Croissance du Produit intérieur brut <sup>1</sup> (PIB)	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0	1.5	3.0	4.5
Croissance intensive <sup>1</sup> (productivité)	0.1	1.4	1.4	1.4	-0.1	1.1	2.0	2.8
Croissance extensive <sup>1</sup> (création nette d'emplois)	3.0	1.6	1.6	1.6	0.1	0.4	0.9	1.7
Emploi intérieur total (en milliers)	419	569	570	571	697	737	793	870
Emploi frontalier (en milliers)	181	253	268	282	361	381	409	448
Emploi intérieur résident (en milliers)	238	316	302	288	337	356	384	422
Revenu disponible par rapport aux pays voisins	151%	146%	146%	146%	108%	127%	148%	170%
Travailleurs étrangers attirés <sup>2</sup>	14 774	9 675	9 665	9 656	3 093	5 607	9 925	17 110
Solde migratoire <sup>2,4</sup>	12 335	13 041	10 080	7 298	4 181	6 437	10 313	16 762
Accroissement naturel de la population <sup>2</sup>	2 083	3 478	2 978	2 508	-612	-37	793	1 987
Population totale (en milliers)	576	785	759	736	996	1 035	1 089	1 162
Part de la population jeune <sup>3</sup> (0-15)	16.5	16.3	16.2	16.1	14.3	14.5	14.8	15.2
Part de la pop. en âge de travailler <sup>3</sup> (16-64)	69.3	66.5	66.2	65.8	57.9	58.5	59.3	60.3
Part de la population âgée <sup>3</sup> (65+)	14.2	17.1	17.6	18.1	27.9	27.0	25.9	24.6

<sup>1</sup> Taux de variation annuelle en %

<sup>2</sup> Flux annuel en nombre de personnes

<sup>3</sup> En % de la population totale

<sup>4</sup> Y compris ajustement statistique

pas été modélisées: elles dépendront entre autre des infrastructures mises en place à très long terme. Notons que les contraintes physiques ou géographiques n'ont pas non plus été considérées dans ces projections purement économiques. Or, si les forces économiques en œuvre seraient limitées par des capacités de transports ou logements disponible, cela engendrerait nécessairement des impacts sur les prix, notamment immobiliers.

## Viellissement

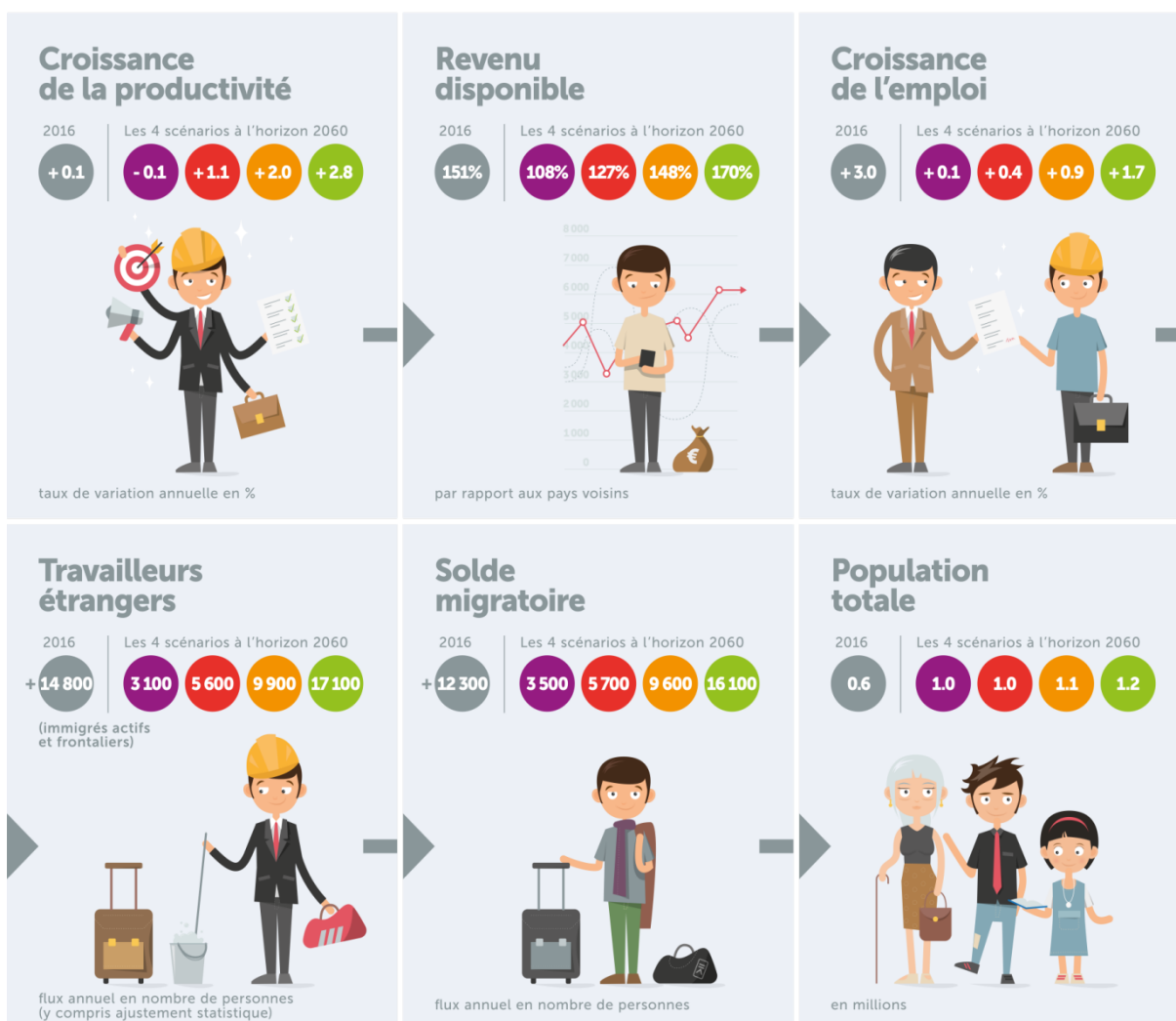
A la vue des différents résultats, le vieillissement de la population paraît inéluctable, mais plus les migrations seront élevées, plus le vieillissement de la

population sera freiné. Les 65 ans et plus représentent à l'heure actuelle environ 14% de la population totale: leur part relative augmenterait dans les différents scénarios illustratifs à 24% respectivement 28% en 2060.

## Projections des ménages privés et des besoins en logement

En complément à ces projections macroéconomiques et démographiques de long terme, le STATEC réalisera, dans les prochains mois, de nouvelles projections sur les ménages privés et sur les besoins en logements qui se baseront sur les résultats des projections démographiques élaborés dans le cadre de cette publication.

### Projections macro-économiques



## 7. Références

- ADAM, F., *Cahier de variantes Modux*, Cahier économique n° 104, septembre 2007.
- ADAM, F., *Modelling agregate migration and cross border workers flows*, Economie et Statistiques, Working papers du STATEC n° 35, décembre 2009.
- ADAM, F., AKA, F., DRAMAIS, F., MOHORA, C., OPESE, M., *Luxgem: modèle d'équilibre général calculable pour le Luxembourg*, Cahier économique n° 110, septembre 2010.
- ALLEGREZZA, S., *1 million d'habitants: une chance, un défi*, Serge Allegrezza Blog, 2017.
- BOPP, M., MINDER, CE., *Mortality by education in German speaking Switzerland, 1990–1997: results from the Swiss National Cohort*, Int J Epidemiol, 32(3), 346–354, 2003.
- BUREAU FEDERAL DU PLAN, *Perspectives démographiques 2014–2060: Population, ménages et quotients de mortalité prospectifs*, 2015.
- CASELLI, G., *Projections de mortalité: hypothèses et méthodes*, in CASELLI, G., VALLIN, J. et WUNSCH, G., éd. *Démographie: analyse et synthèse, TOME V. Histoire du peuplement et prévisions*. Paris, INED. pp. 301–322, 2004.
- HECHT, J., *L'avenir était leur affaire: de quelques essais de prévision démographique au XVIII<sup>e</sup> siècle*, Revue européenne de démographie/European Journal of Population, vol 6, n° 3, p.285–322, 1990.
- HOWE, N., JACKSON, R., *Projecting Immigration, A Survey of the Current State of Practice and Theory*, Center for Strategic and International Studies (CSIS), 2005.
- IOM, *World Migration 2008 Managing Labour Mobility in the evolving global Economy*, IOM, 2008.
- LANGERS, J., *Premier "Rapport Calot": Démographie et marché du travail: Prévisions et réalité*, in STATEC, *L'économie luxembourgeoise Kaléidoscope 2008*, 2008.
- LEE, C. CARTER, L., *Modelling and forecasting US mortality*, Journal of the American Statistical Association, vol. 87, n° 419, p. 659–675, 1992.
- LESTHAEGHE, R., VAN DE KAA, D., *De tweede demografische transitie?*, in VAN DE KAA, D., LESTHAEGHE, R., *Bevolking: groei en krimp*, Deventer, Van Loghum Slaterus, p.9–24, 1986.
- Lowell, B. L., *Immigration Pull Factors in OECD Countries over the Long Term*, The Future of International Migration to OECD Countries, Chapter 2, OCDE, 2009.
- MAJERUS, P., *Etude comparative des analyses ex post des projections démographiques luxembourgeoises, belges, françaises, britanniques et néerlandaises du vingtième siècle*, STATEC, Economie et statistiques, n° 82/2015, 2015.
- OCDE, *Taxing Wages 2017*, OECD Publishing, Paris.
- OFFICE FEDERAL DE LA STATISTIQUE (OFS), *Les scénarios de l'évolution de la population de la Suisse 2010–2060*, 2010.
- VILLIGER, S., KNOPFEL, C., *La pauvreté rend malade, Pourquoi les conditions sociales influent sur la santé*, Papier de discussion n° 24, Editions Caritas, Lucerne, 2009.
- ZAHLEN, P., *L'évolution économique globale du Luxembourg sur la longue durée*, Le Luxembourg 1960–2010, 13 décembre 2012.

## Annexe A : Analyse de sensibilité : Part respective des frontaliers et immigrés actifs

La part des frontaliers est une hypothèse exogène déterminante des projections démographiques pour le Luxembourg: les variantes haute et basse de la projection de référence à l'horizon 2030 témoignaient de l'incertitude autour des chiffres projetés de la population due à ce paramètre (cf. chapitre 4). L'analyse de sensibilité consiste à appliquer ces hypothèses alternatives également à l'horizon 2060, et ceci pour le scénario de croissance du PIB de 3%.

Les scénarios à l'horizon 2060 se distinguaient en revanche uniquement par la croissance du PIB. Tous étaient basés sur une part des frontaliers de 50%, soit la moyenne historique sur le dernier cycle économique (2007-16). Dans la projection de référence deux variantes alternatives avaient été simulées: une part des frontaliers fixée à 33% respectivement à 66% (cf. Graphique 19). Ces valeurs correspondent, à peu de choses près, aux minimum et maximum observés respectivement en bas et en haut de cycle: elles pourraient théoriquement se reproduire si une phase de récession ou d'expansion prolongée survenait.

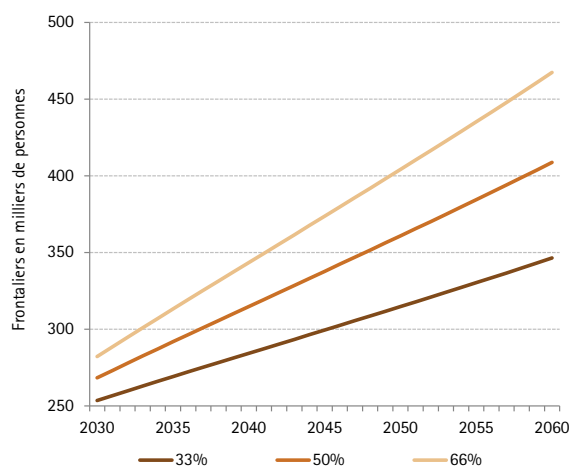
Or, par définition, les phases cycliques ne peuvent persister à très long terme: cela engendrerait alors une baisse ou une hausse de la croissance potentielle, ce qui justifie les différents scénarios de croissance du PIB entre 0% et 4.5%. Les hypothèses alternatives, plausible à moyen et long terme (2030), semblent donc moins opportuns à très long terme.

Des arguments non-économiques pourraient en revanche plaider en faveur de scénarios alternatifs. Qu'est-ce qui se passerait si l'offre de logements évoluerait de manière asymétrique des deux côtés des frontières? Quelles infrastructures devraient alors être mises en place? Les limites spatiales ou temporelles, non évaluées dans cette étude, seraient probablement plus contraignantes. Si la part des frontaliers s'élèverait en permanence à 66%, leur nombre augmenterait à 470 000 en 2060, soit 70 000 milles personnes de plus que dans le scénario «50%» (cf. Graphique A1).

Inversement, si la part des frontaliers ne serait que de 33%, la part accrue des immigrés conduirait à 140 000 résidents de plus.

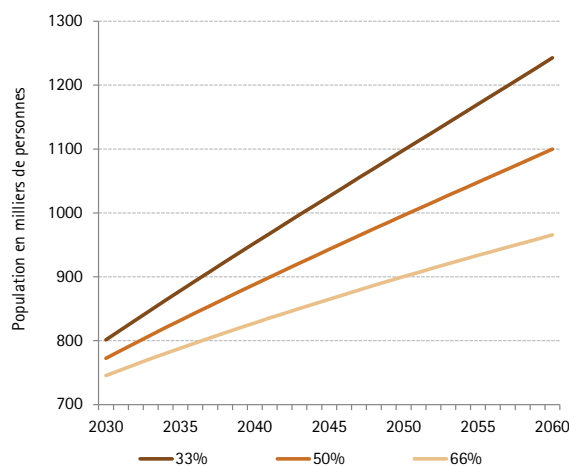
Les prix immobiliers, des deux côtés de la frontière, joueront probablement un rôle d'équilibrage, rendant les variantes «asymétriques» moins probables.

Graphique A1 : Emploi frontalier selon l'hypothèse choisie sur la part des frontaliers



Source: STATEC

Graphique A2 : Population résidente selon l'hypothèse choisie sur la part des frontaliers



Source: STATEC

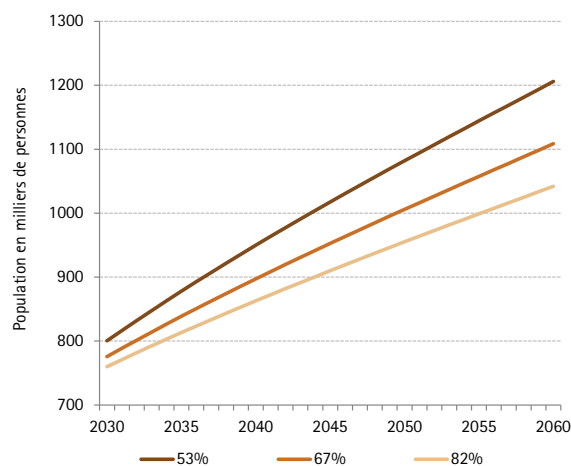
## Annexe B : Analyse de sensibilité : Taux d'activité des immigrants

Les taux d'activité correspondent au pourcentage de personnes qui sont économiquement actives (employées ou au chômage) par rapport à la population totale d'une catégorie d'âge donnée. En appliquant les taux d'activité exogènes correspondants, on peut déduire la population active pour les différentes catégories d'âge.

Les taux d'activité ne sont disponibles que pour les stocks de population. Or, LuxGEM modélise également le flux des travailleurs étrangers, duquel on déduit le solde migratoire en appliquant une hypothèse sur la part respective des frontaliers et immigrants actifs (cf. Annexe A) et une hypothèse sur le taux d'activité des immigrants. Comme ce dernier n'est pas recensé, il a été déterminé en équilibrant la hausse annuelle de la population et la hausse annuelle de la population active. La valeur historique moyenne de 67% est utilisée à long terme comme taux d'activité exogène pour les flux de migration nette. L'analyse de sensibilité consiste à évaluer l'impact, sur le solde migratoire et la population, si ce paramètre s'avérait plus faible ou plus élevé. L'ampleur choisie correspond à +/- un écart-type (15 points de %) des valeurs historiques. Le scénario de croissance du PIB de 3% a été pris comme référence.

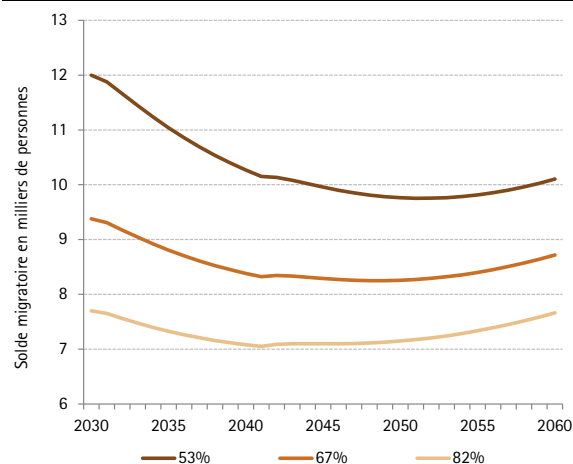
A titre d'exemple, si 10 000 travailleurs étrangers seraient attirés (cf. encadré 1), dont 50% de frontaliers, cela correspondrait à un flux de 5 000 immigrants actifs. Avec un taux d'activité de 67%, le solde migratoire serait alors de  $5\,000/0.67=7\,463$  immigrants, dont 2 463 immigrants non actifs. Un taux d'activité de 82% respectivement 53% engendrerait en revanche 1 098 respectivement 4 433 immigrants non actifs, toute chose égale par ailleurs. L'incertitude autour des soldes migratoires projetés s'évalue donc à plusieurs milliers de personnes. L'impact cumulé sur la population, à l'horizon 2060, serait de +100 000 personnes si l'hypothèse basse (56%) était retenue. Avec l'hypothèse haute (81.8%) la population compterait en revanche 66 000 personnes en moins.

Graphique B1 : Population selon l'hypothèse choisie sur le taux d'activité des nouveaux immigrants



Source: STATEC

Graphique B2 : Solde migratoire selon l'hypothèse choisie sur le taux d'activité des immigrants



Source: STATEC

## Annexe C : Analyse de sensibilité : Croissance du PIB des pays voisins

Les projections macroéconomiques sont basées sur des hypothèses de croissance du PIB, aussi bien celui du Luxembourg que ceux des pays voisins. L'objectif de ce bulletin consistait à illustrer l'impact de différents rythmes de croissance du PIB luxembourgeois sur l'évolution de la population. Afin de ne pas démultiplier le nombre de scénarios, la trajectoire du PIB des pays voisins était par contre toujours fixée à la croissance de long terme (1.3%) proposée par le « Ageing Report ».

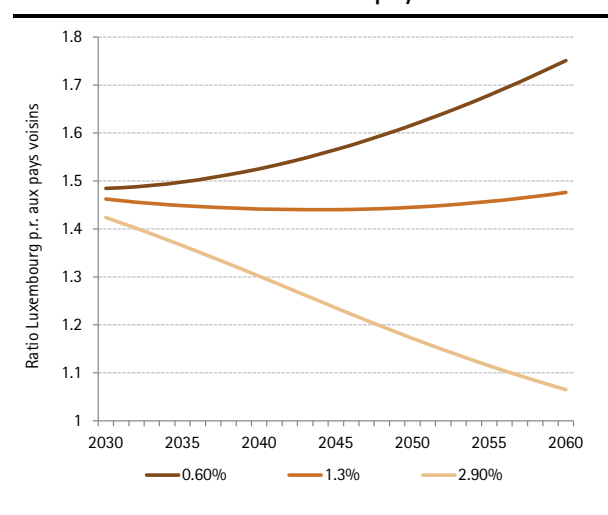
L'analyse de sensibilité consiste à évaluer l'impact d'une croissance du PIB des pays voisins plus faible (0.6%) respectivement plus élevée (2.9%). Cela correspond à une croissance de leur productivité moitié moindre, respectivement deux fois plus importante. La croissance du PIB luxembourgeois est ici fixée à 3%, et la croissance de la productivité correspondante est déterminée de façon endogène. La productivité du Luxembourg et celle des pays voisins déterminent par la suite le ratio du revenu disponible, qui explique, à son tour, le nombre de travailleurs étrangers attirés, le solde migratoire, et finalement la population résidente.

Une croissance plus faible dans les pays voisins a donc un impact similaire sur le solde migratoire qu'une croissance plus élevée au Luxembourg, toute chose égale par ailleurs: le ratio du revenu disponible net augmente à 175% en 2060 (cf. Graphique C1), et avec lui le nombre de travailleurs étrangers attirés, le solde migratoire et la population. Cette dernière s'établirait à 1.2 Mio d'habitants. Inversement une croissance étrangère plus dynamique engendre une population plus faible, légèrement en dessous du million. L'attractivité relative du Luxembourg pour la main d'œuvre étrangère diminue ainsi si les salaires étrangers augmentent davantage.

Ces résultats illustrent l'impact du développement économique des pays voisins sur la démographie luxembourgeoise. Comme pour les différents scénarios du PIB luxembourgeois, les trajectoires alternatives du PIB des pays voisins engendrent une fourchette d'environ 200 milles habitants en 2060.

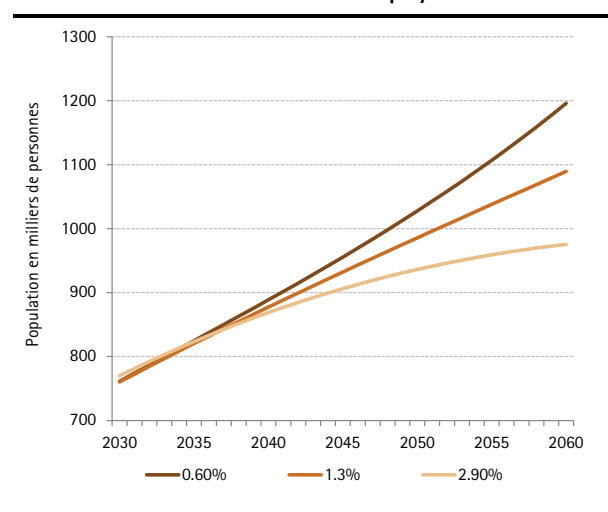
Notons que cette analyse de sensibilité est purement technique: la croissance du PIB luxembourgeois est supposée invariante à l'évolution du PIB des pays voisins, alors qu'en réalité les deux évolutions sont directement liées, par exemple à travers les échanges commerciaux. De plus, on s'attendrait en réalité à des dynamiques similaires de la productivité (transfert technologique, etc.). Pour cette analyse de sensibilité ces interdépendances n'ont pas été considérées.

Graphique C1 : Ratio du revenu disponible net selon la croissance du PIB des pays voisins



Source: STATEC

Graphique C2 : Population selon l'hypothèse choisie sur la croissance du PIB des pays voisins



Source: STATEC

## Annexe D : Analyse de sensibilité : migration zéro

A côté des scénarios illustratifs à l'horizon 2060, le STATEC a également élaboré un scénario où le solde migratoire serait nul dès 2017. Il est à noter dans cette analyse de sensibilité, que le couplage entre les modèles macroéconomique et démographique, tel que mentionné dans le chapitre 1, n'est pas rencontré. En effet, l'objectif est uniquement de voir l'impact de la variation des composantes démographiques, en l'occurrence ici le solde migratoire. Les hypothèses en termes de fécondité et de mortalité sont identiques à celles utilisées dans les scénarios illustratifs.

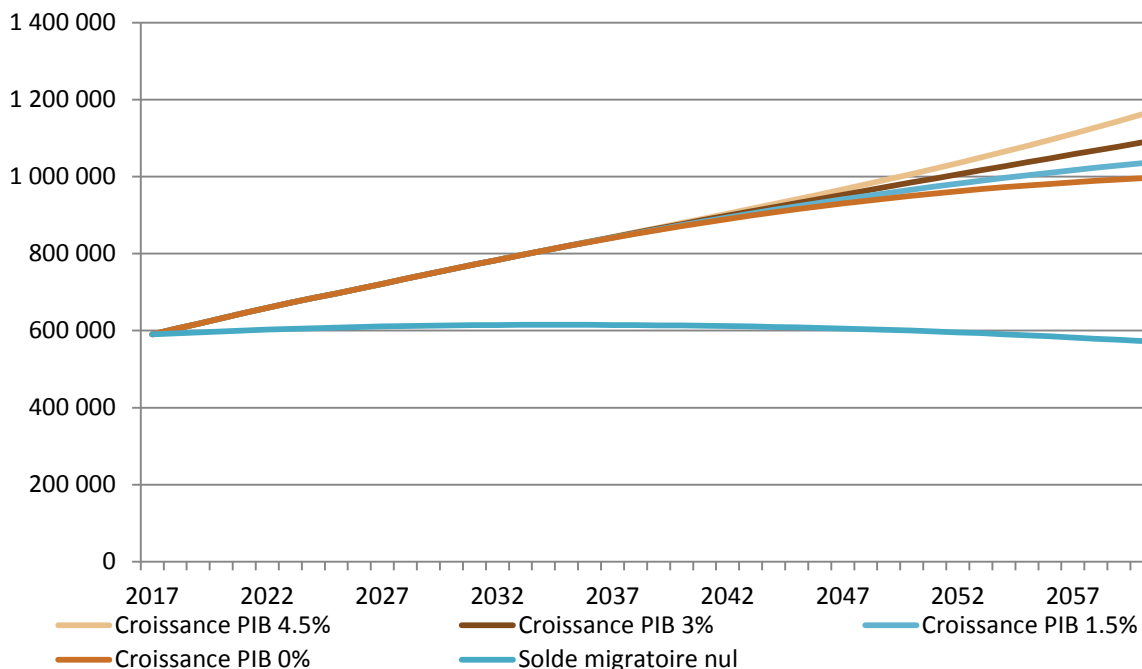
Sans migration, la population du Grand-Duché du Luxembourg diminuerait et passerait de 590 667 habitants en 2017 à 573 000 au 1<sup>er</sup> janvier 2060. Cela représenterait une diminution de 42.5% par rapport au scénario « croissance PIB 0% » (-423 000 personnes), 44.7% par rapport au scénario « croissance PIB 1.5% » (462 000 personnes de moins), 47.4% par rapport au scénario « croissance PIB 3% »

(516 000 personnes de moins) et 50.7% par rapport au scénario « croissance PIB 4.5% » (- 589 000 habitants).

Bien que le STATEC prévoit une légère augmentation de la fécondité (cf. partie 3 hypothèses démographiques), la fécondité des femmes résidentes ne permet pas, à elle seule, un accroissement de la population. Au contraire, sans migration, la population diminuerait ... La migration joue donc un rôle important dans la croissance démographique luxembourgeoise (environ 80% de cette croissance durant les dernières années).

Dans ce scénario sans migration, le vieillissement de la population serait très important comme le montre l'âge moyen de la population, qui atteindrait les 49.0 ans en 2060 et ce en comparaison avec les quatre scénarios illustratifs : 44.2 ans dans le scénario « croissance PIB 4.5% », 44.9 ans dans le scénario « croissance PIB 3% », 45.5 ans dans le scénario « croissance PIB 1.5% » et 46.0 ans dans le scénario « croissance PIB 0% ».

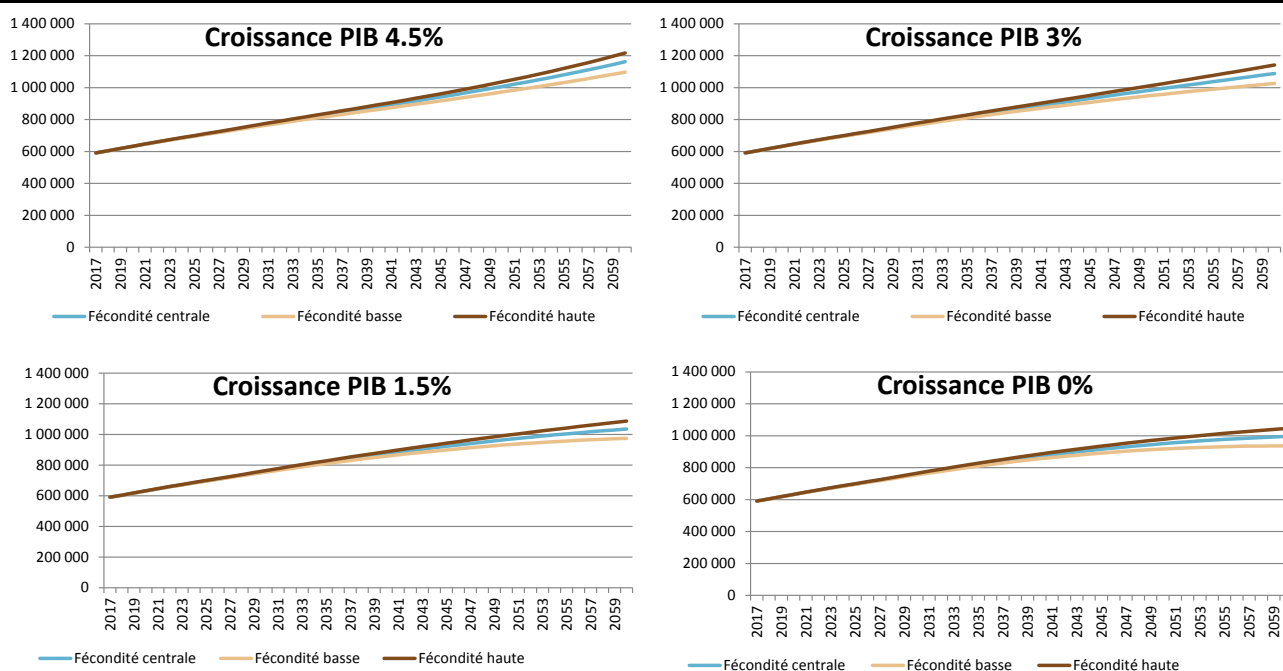
Graphique D1 : Analyse de sensibilité « Migration » (nombre de personnes, 2017-2060)



Source : STATEC

## Annexe E : Analyse de sensibilité : Fécondité

Graphique E1 : Analyse de sensibilité « Fécondité » (nombre de personnes 2017–2060)



Source : STATEC

Au lieu de supposer que l'indicateur conjoncturel de fécondité atteindra 1.71 enfant par femme à l'horizon 2060 comme dans le scénario central, le STATEC projette deux autres variantes<sup>1</sup> :

- une hypothèse haute : augmentation linéaire de l'ICF qui atteindrait 2.10 enfants par femme en 2060. Ce nombre correspond au seuil de remplacement, c'est-à-dire que dans une population fermée (sans migration) la population resterait stable avec un tel niveau de fécondité;
- une hypothèse basse : diminution linéaire de l'ICF jusqu'à un niveau de 1.21 enfant par femme en 2060. Un ICF de 1.21 correspond au niveau très faible observé durant les années de crises au Portugal.

Dans ces deux variantes, le calendrier de la fécondité est identique et correspond au calendrier du utilisé dans le scénario central (cf. graphique 14).

A la vue du graphique E1, on constate que les variations de la fécondité tantôt à la hausse, tantôt à la

baisse ont finalement peu d'impact sur le nombre d'habitant à l'horizon 2030.

Dans la variante haute, on compterait, en 2060 :

- 1 217 000 personnes au lieu de 1 162 000 dans le scénario « croissance PIB 4.5% » (+4.7%);
- 1 142 000 personnes au lieu de 1 089 000 dans le scénario « croissance PIB 3% » (+4.9%);
- 1 087 000 résidents au lieu de 1 035 000 dans le scénario « croissance PIB 1.5% » (+5.0%);
- 1 056 000 habitants au lieu de 996 000 dans le scénario « croissance PIB 0% », soit une augmentation de 5.1%.

Dans la variante basse de fécondité, on compterait, à l'horizon 2060 :

- 936 000 personnes dans le scénario « croissance PIB 0% » (-6.0%);
- 974 000 résidents dans le scénario « croissance PIB 1.5% » (-5.9%);
- 1 026 000 habitants dans le scénario « croissance PIB 3% », soit une diminution de 5.8%;
- 1 096 000 habitants dans le scénario « croissance PIB 4.5% », (-5.6%).

<sup>1</sup> Dans cette analyse de sensibilité, que le couplage entre les modèles macroéconomique et démographique, tel que mentionné dans le chapitre 1, n'est pas réalisé. En effet, l'objectif est uniquement de voir l'impact de la variation des composantes démographiques, en l'occurrence ici la fécondité.

## Annexe F : Analyse de sensibilité : Mortalité

Comme pour la fécondité, le STATEC projette deux autres variantes par rapport à l'hypothèse centrale de mortalité : une haute et une basse. Il est à noter, tout comme dans les autres analyses de sensibilité, que le couplage entre les modèles macroéconomique et démographique, tel que mentionné dans le chapitre 1, n'est pas réalisé. En effet, l'objectif est uniquement de voir l'impact de la variation de la mortalité.

L'hypothèse haute prévoit une mortalité plus importante par rapport à celle projetée dans le scénario de référence (2030) et dans les scénarios illustratifs (2060). Dans cette variante, les taux de mortalité observés en 2014 seront maintenus constants tout au long de la projection. L'espérance de vie à la naissance en 2060 serait donc de 85.0 ans pour les femmes et de 80.5 ans pour les hommes.

Dans la variante mortalité haute, on compterait, à l'horizon 2060 :

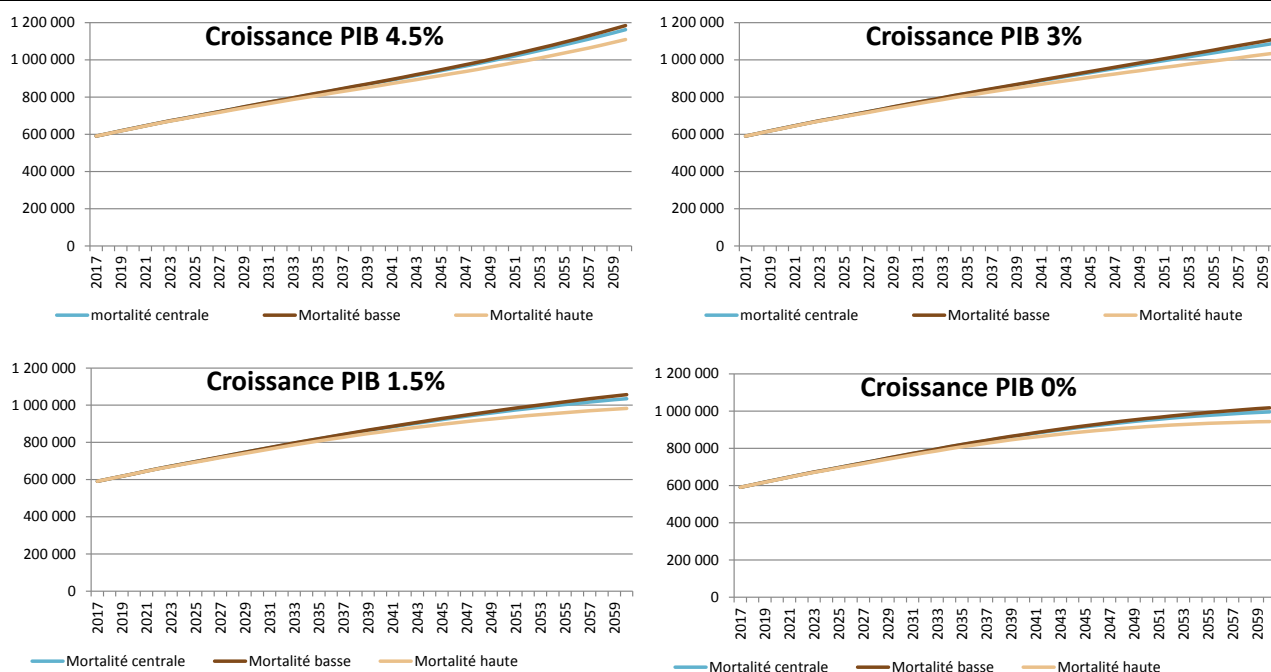
- 1 109 000 personnes au lieu de 1 162 000 dans le scénario « croissance PIB 4.5% » (-4.6%);

- 1 036 000 personnes au lieu de 1 089 000 dans le scénario « croissance PIB 3% » (-4.9%);
- 983 000 résidents au lieu de 1 035 000 dans le scénario « croissance PIB 1.5% » (-5.1%);
- 943 000 habitants au lieu de 996 000 dans le scénario « croissance PIB 0% », soit une diminution de 5.2%.

L'hypothèse basse, quant à elle, prévoit une diminution du niveau de la mortalité, c'est-à-dire une augmentation de l'espérance de vie à la naissance. Cette espérance serait, au terme de la projection en 2060, de 93.1 ans pour les femmes et de 91.2 pour les hommes. Dans cette hypothèse, on dénombrerait en 2060 :

- 1 184 000 personnes dans le scénario « croissance PIB 4.5% » (+1.9%);
- 1 111 000 personnes dans le scénario « croissance PIB 3% » (+2.0%);
- 1 057 000 résidents dans le scénario « croissance PIB 1.5% » (+2.1%);
- 1 047 000 habitants dans le scénario « croissance PIB 0% », soit une augmentation de 2.2%.

Graphique F1 : Analyse de sensibilité « Mortalité » (nombre de personnes, 2017-2060)



Source : STATEC

**Tableau F1 : Analyse de sensibilité « Mortalité »  
(Part des 65 ans et plus parmi la population totale, 2060)**

Scénarios	Variante centrale	Variante basse	Variante haute
Croissance PIB 4.5%	24.6%	25.9%	21.5%
Croissance PIB 3%	25.9%	27.3%	22.8%
Croissance PIB 1.5%	27.0%	28.4%	23.8%
Croissance PIB 0%	27.9%	29.3%	24.5%

Source : STATEC

Cette variation de la mortalité a surtout des impacts parmi le groupe d'âge « 65+ans ». En effet, la mor-

talité est déjà actuellement relativement faible dans les jeunes âges et les âges actifs. Dès lors, la stagnation du niveau de mortalité où sa baisse est surtout concentré dans les âges plus avancés. Pour rappel, le part des 65 ans et plus au 1<sup>er</sup> janvier 2017 est de 14.2%.

## Annexe G : Projections démographiques – résultats par scénario : scénario de référence à l'horizon 2030 (situation au 1<sup>er</sup> janvier ; population en milliers)

Année	Population totale			Moins de 15 ans		
	33% de frontaliers	50% de frontaliers	66% de frontaliers	33% de frontaliers	50% de frontaliers	66% de frontaliers
2017	591	591	591	96	93	96
2020	632	632	632	103	103	103
2025	706	697	688	115	114	112
2030	785	759	736	128	123	119
			15 à 64 ans			65 ans et plus
Année	33% de frontaliers	50% de frontaliers	66% de frontaliers	33% de frontaliers	50% de frontaliers	66% de frontaliers
2017	411	411	411	84	84	84
2020	437	437	437	93	93	93
2025	480	473	466	111	110	110
2030	522	502	484	135	134	133
Année	Population totale			Moins de 15 ans		
Année	33% de frontaliers	50% de frontaliers	66% de frontaliers	33% de frontaliers	50% de frontaliers	66% de frontaliers
2017	100.0%	100.0%	100.0%	16.2%	15.7%	16.2%
2020	100.0%	100.0%	100.0%	16.3%	16.3%	16.3%
2025	100.0%	100.0%	100.0%	16.3%	16.3%	16.3%
2030	100.0%	100.0%	100.0%	16.3%	16.2%	16.1%
			15 à 64 ans			65 ans et plus
Année	33% de frontaliers	50% de frontaliers	66% de frontaliers	33% de frontaliers	50% de frontaliers	66% de frontaliers
2017	69.5%	69.5%	69.5%	14.2%	14.2%	14.2%
2020	69.1%	69.1%	69.1%	14.6%	14.6%	14.6%
2025	68.0%	67.8%	67.7%	15.7%	15.9%	16.0%
2030	66.5%	66.2%	65.8%	17.2%	17.6%	18.1%

Source : STATEC

## Annexe H : Projections démographiques – résultats par scénario: scénarios illustratifs à l'horizon 2060 (situation au 1<sup>er</sup> janvier ; population en milliers)

Année	Population totale				Moins de 15 ans			
	Croissance PIB 4.5%	Croissance PIB 3%	Croissance PIB 1.5%	Croissance PIB 0%	Croissance PIB 4.5%	Croissance PIB 3%	Croissance PIB 1.5%	Croissance PIB 0%
2017	591	591	591	591	96	96	96	96
2020	632	632	632	632	103	103	103	103
2030	759	759	759	759	123	123	123	123
2040	879	877	874	871	135	134	134	133
2050	1 007	985	966	950	149	145	141	138
2060	1 162	1 089	1 035	996	176	161	150	142
	15 à 64 ans				65 ans et plus			
Année	Croissance PIB 4.5%	Croissance PIB 3%	Croissance PIB 1.5%	Croissance PIB 0%	Croissance PIB 4.5%	Croissance PIB 3%	Croissance PIB 1.5%	Croissance PIB 0%
2017	411	411	411	411	84	84	84	84
2020	437	437	437	437	93	93	93	93
2030	502	502	502	502	134	134	134	134
2040	562	559	557	550	183	183	183	188
2050	625	608	594	582	233	232	231	231
2060	700	645	605	576	286	282	280	278
Année	Croissance PIB 4.5%	Croissance PIB 3%	Croissance PIB 1.5%	Croissance PIB 0%	Croissance PIB 4.5%	Croissance PIB 3%	Croissance PIB 1.5%	Croissance PIB 0%
2017	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	16.2%	16.2%	16.2%	16.2%
2020	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	16.3%	16.3%	16.3%	16.3%
2030	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	16.2%	16.2%	16.2%	16.2%
2040	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	15.3%	15.3%	15.3%	15.3%
2050	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	14.8%	14.7%	14.6%	14.5%
2060	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	15.2%	14.8%	14.5%	14.3%
	15 à 64 ans				65 ans et plus			
Année	Croissance PIB 4.5%	Croissance PIB 3%	Croissance PIB 1.5%	Croissance PIB 0%	Croissance PIB 4.5%	Croissance PIB 3%	Croissance PIB 1.5%	Croissance PIB 0%
2017	69.5%	69.5%	69.5%	69.5%	14.2%	14.2%	14.2%	14.2%
2020	69.1%	69.1%	69.1%	69.1%	14.6%	14.6%	14.6%	14.6%
2030	66.2%	66.2%	66.2%	66.2%	17.6%	17.6%	17.6%	17.6%
2040	63.9%	63.8%	63.8%	63.1%	20.8%	20.9%	21.0%	21.6%
2050	62.1%	61.8%	61.5%	61.2%	23.1%	23.5%	23.9%	24.3%
2060	60.3%	59.3%	58.5%	57.8%	24.6%	25.9%	27.0%	27.9%

Source : STATEC

# Annexe I : Historique des projections démographiques au Luxembourg : 1948-2010

Année de départ / date de publication	Fécondité (ICF)	Mortalité (espérance de vie à la naissance)	Migrations (solde annuel)	Options Naturalisation (chiffre annuel)	Horizon
1.1.1948 (1951)	1,92	Hommes: 61,7 ans Femmes: 65,8 ans			31.12.1970
1974-1976	Femmes luxembourgeoises: 1) 1,36 (niveau de 1974) 2) 1,36 en 1974 2,17 en l'an 2000  Femmes étrangères: 1) 2,01 (niveau de 1974) 2) 2,01 en 1974 2,17 en l'an 2000	Hommes: 68 ans Femmes: 74 ans	1) +200 2) +750 3) +1 500	750	31.12.2000
1977 "Rapport Calot"	Femmes luxembourgeoises: 1) 1,3 en 1977 1,7 en 1987  2) 1,3 en 1977 1,7 en 1987 2,1 en 1997  3) maintien à 1,3  Femmes étrangères: 1) 2,3 en 1977 2,1 en 1982  2) Maintien à 2,3	Hommes: 68 ans Femmes: 74 ans	1) sans migrations 2) +500	1) 500 2) 250	31.12.2024
1982 Révision du Programme directeur de l'aménagement du territoire	Femmes luxembourgeoises: 1,38 en 1980 1,70 en 1987  Femmes étrangères: Maintien à 1,83 (1980)	Hommes: 68 ans Femmes: 75,8 ans	1) sans migrations 2) +500 3) +1 000 4) +1 500	750	01.01.2000
01.01.1987 (1988)	Femmes lux, et étrangères: 1) 1,45 en 1987 1,30 en 2000  2) 1,45  3) 1,45 en 1987 1,60 en 1995 1,80 en 2010  4) 1,45 en 1987 1,80 en 1995 2,10 en 2010	Hommes: 70,9 en 1987 72,8 en 2000 74,1 en 2025  Femmes: 77,5 en 1987 79,4 en 2000 80,7 en 2025	1) 0 2) +500 3) +1 000	1) 400 2) 600 3) 850	01.01.2030
01.01.1990 (1991)	1,45	Hommes: 71,2 en 1990 75,0 en 2020  Femmes: 78,1 en 1990 81,0 en 2020	1) sans migrations 2) +1 500 3) +2 500	400	01.01.2020
01.01.1995 (1995)	1) 1,70 en 1991 1,70 en 2050  2) 1,70 en 1991 1,95 en 2010	Hommes: 72,4 en 1991 78,5 en 2050  Femmes: 79,1 en 1991 85,0 en 2050	1) +1 000 2) +2 500 3) +4 000	1) 400 2) 800	01.01.2050
01.01.2005 (2005)	1,70 en 2004 1,80 en 2030	Hommes: 75,2 en 2005 81,8 en 2050  Femmes: 81,6 en 2005 86,7 en 2050	+2 800		01.01.2055
01.01.2010 (2010)	1,63 en 2010 1,72 en 2060	Hommes: 78,5 en 2008 84,5 en 2060  Femmes: 83,4 en 2008 88,3 en 2060	1) +5 936 en 2010 +2 758 en 2060 2) +5 936 en 2010 +2 500 en 2015 +1 000 en 2060 2) +5 936 en 2010 +2 500 en 2015 +5 301 en 2020 +2 758 en 2060 4) +5 936 en 2010 0 en 2025 5) +5 936 en 2010 +5 936 en 2060		01.01.2060

Source : STATEC

## Annexe J : Comparaison des projections démographiques du STATEC avec celles réalisées par EUROSTAT

Avant de conclure cette publication, il semble également opportun de comparer les projections réalisées par le STATEC avec celles produites par EUROSTAT, qui est la direction générale de la Commission européenne en charge de l'information statistique à l'échelle communautaire.

Durant les dernières années, EUROSTAT a réalisé deux projections démographiques et ce pour l'ensemble des pays de l'union européenne, une d'abord de 2013 (EUROPOP 2013) et la dernière de 2015 (EUROPOP 2015).

Dans ces deux projections, EUROSTAT prévoit une augmentation importante de la population et ce aussi bien en chiffres absolus qu'en terme de croissance. EUROSTAT prévoit dans sa dernière projection une augmentation de 68.1% à l'horizon 2060 par

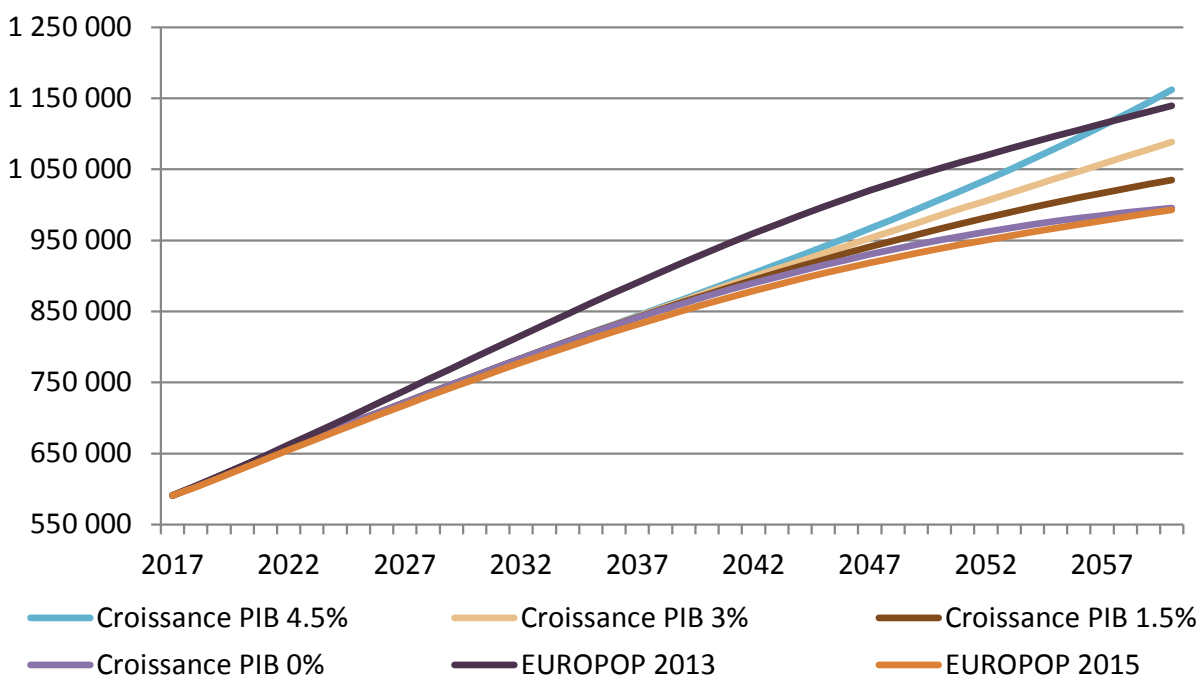
rapport au 1<sup>er</sup> janvier 2017 alors que la population de l'UE-28 n'augmenterait que de 2.5% durant le même laps de temps. Le deuxième pays avec la plus forte croissance démographique, à l'horizon 2060, est la Suède mais elle arrive relativement loin du Luxembourg (croissance de la population de 33.1%).

En comparant les deux projections réalisées par EUROSTAT concernant le Luxembourg, on constate une différence importante en 2060 au niveau du nombre d'habitants : EUROPOP 2013 projetait une population de 1 140 000 en 2060 alors qu'EUROPOP 2015 prédit une population de 993 000, soit une diminution de 147 000 personnes (-12.9%) et ce alors que les migrations n'ont jamais été aussi élevées.

Les projections réalisées par le STATEC se situent entre EUROPOP 2013 et EUROPOP 2015 à l'exception du scénario « croissance PIB 4.5% », qui est légèrement supérieur par rapport à EUROPOP 2013.

Le scénario « croissance PIB 4.5% » est relativement proche de la projection EUROPOP 2013 (différence de +1.9%) tandis que le scénario « croissance du PIB 0% » ne diffère guère des projections EUROPOP 2015 (différence de +0.3%), comme le montre le graphique J1.

Graphique J1 : Projections de la population du Statec et d'EUROSTAT, 2017-2060



Source : EUROSTAT, Statec

## Annexe K : Projections démographiques : méthode des composantes

Bien que la démographie ne soit pas une science très ancienne, les projections démographiques sont, quant à elles, encore plus récentes. C'est au XVIII<sup>ème</sup> siècle que ce besoin de prévoir l'avenir démographique s'installe et que la question est traitée par les trois véritables pères des projections démographiques que sont John Graunt, William Petty et Sébastien le Prestre de Vauban (Hecht, 1990). A partir de ces années vont se développer des techniques mathématiques permettant d'appuyer les théories liées à l'avenir démographique (Majérus, 2015).

Le schéma du modèle de projection démographique, retenu dans ces projections, est basé sur la méthode dite des « composantes ». Les projections consistent à estimer, année après année, le nombre des naissances, des décès et le solde migratoire (immigration – émigration). Le point de départ de la projection est la population par sexe et âge au 1<sup>er</sup> janvier 2017. Le nombre d'habitants est projeté à chaque 1<sup>er</sup> janvier, entre l'année de départ (2017) et l'horizon final (2060). Au 1<sup>er</sup> janvier n+1, le nombre d'habitants est égal à la taille de la population au 1<sup>er</sup> janvier de l'année précédente n augmentée des naissances et des entrées nettes de population sur le territoire qui ont eu lieu au cours de l'année n, et diminuée des décès :

$$Pop_{1.1.n+1} = Pop_{1.1.n} + naissances_n - décès_n + Solde Migratoire_n$$

La population totale au 1<sup>er</sup> janvier est la somme des populations calculée par sexe et âge atteint au 1<sup>er</sup> janvier. Les hypothèses des projections portent sur les taux de fécondité par âge atteint dans l'année, les quotients de mortalité par sexe et âge atteints dans l'année, et le solde migratoire réparti par sexe et âge atteint dans l'année.

Chaque année, le nombre de naissances est calculé en appliquant à la population féminine d'âges féconds (15-50 ans en âge atteint dans l'année) les taux de fécondité projetés par âge<sup>1</sup> (atteint dans l'année). Le nombre de naissances 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 1<sup>er</sup> janvier (d'âge a-1 donc au premier janvier) auquel est ajoutée la moitié des entrées nettes 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. Le nombre annuel de naissances est donc calculé de la manière suivante :

$$\text{Naissances} = \sum_{15}^{50} (Pop_{1.1.n, Femmes}^{a-1} + (Solde Migratoire_{n, Femmes}^a - Décès_{n, Femmes}^a)/2) * \text{Taux de fécondité}_n^a$$

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). Ce ratio est maintenu constant tout au long de la projection.

Le nombre de décès d'âge a est calculé en appliquant à la population moyenne de l'année les quotients de décès projetés par sexe et âge<sup>2</sup>. Cette population moyenne est estimée par le nombre de femmes (ou d'hommes) présent(e)s au 1<sup>er</sup> janvier (d'âge a-1) auquel est ajouté la moitié du solde migratoire des femmes (des hommes) d'âge a. 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 comme suit :

$$\text{Décès}_{n,s}^a = \sum_{15}^{50} (Pop_{1.1.n,s}^{a-1} + (Solde Migratoire_{ns}^a/2)) * \text{Quotient de mortalité}_{n,s}^a \text{ si } a > 0$$

où a est l'âge atteint dans l'année, s le sexe et n l'année.

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 :

$$\text{Décès}_{n,s}^0 = naissances_{n,s} * \text{Quotient de mortalité}_{n,s}^0 \text{ si } a < 0$$

où 0 est l'âge 0, s est le sexe et n l'année.

La méthode retenue pour projeter les quotients de mortalité est celle développée par Lee et Carter (1992). Le modèle de Lee-Carter est un modèle démographique et statistique qui est utilisé pour

<sup>1</sup> Ces taux rapportent, pour un âge donné, le nombre de naissances issues de mères de cet âge qui ont eu lieu au cours d'une année, à la population moyenne des femmes de cet âge.

<sup>2</sup> Ces quotients rapportent en fait, pour un âge et un sexe donnés, le nombre de décès de personnes de cet âge qui ont eu lieu au cours d'une année, à la population moyenne des personnes de cet âge.

projeter les taux de mortalité. Il s'agit d'une méthode d'extrapolation des tendances passées, initialement utilisée sur des données américaines, qui est devenue rapidement un standard en ce qui concerne la projection de la mortalité. Lee et Carter mettent l'accent sur des variations stochastiques au sein d'un seul modèle d'évolution de la mortalité. La procédure repose avant tout sur un modèle simple de tendances passées de la mortalité et qui peut d'écrire comme suit :

$$\text{Log}(m_{x,t}) = ax + bxkt + (ex,t)$$

Expression dans laquelle  $(m_{x,t})$  est, le taux de mortalité à l'âge  $x$ , l'année  $t$ ,  $ax$ ,  $bx$  et  $kt$  étant les paramètres du modèle, tandis que  $(ex,t)$  est un terme d'erreur de moyenne  $E(ex,t) = 0$  et de variance  $V(ex,t) = \text{const}$ . Après ajustement par la méthode classique des moindres carrés, l'interprétation des paramètres est simple. Les valeurs ajustées de  $ax$  sont strictement égales à la moyenne des  $\ln(m_{x,t})$  au cours du temps,  $bx$  représente la structure par âge de l'évolution de la mortalité et  $kt$  représente la tendance temporelle. Cette méthode suppose donc que les variations de la mortalité sont fonction des effets d'âge et de période (Caselli, Vallin et Wunsch, 2004).

Une fois les taux obtenus, on obtient les quotients de mortalité par la formule suivante :

$$1q_0 = 2 * 1t_0 / (2 + 1.8 * 1t_0) \text{ si } a < 0$$

$$nq_x = 2 * ntx / (2 + 1 * ntx) \text{ si } a > 0$$

où  $1q_0$  est le quotient entre 0 et 1 an,  $1t_0$  est le taux entre 0 et 1 an,  $nq_x$  est le quotient entre  $n$  et  $x$  an,  $ntx$  est le taux entre  $n$  et  $x$  an.

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

$$\text{Pop}_{n, 1.1. n, ss}^a = \text{Pop}_{n, 1.1. n, ss}^{a-1} - \underset{a \geq 1}{\text{décès}_{n,s}^a} + \text{solde migratoire}_{n,s}^a \text{ si}$$

et

$$\text{Pop}_{n, 1.1. n, ss}^0 = \text{naissances}_{n,s}^0 - \underset{a=0}{\text{décès}_{n,s}^0} + \text{solde migratoire}_{n,s}^0 \text{ si}$$

où  $a$  est l'âge atteint dans l'année,  $s$  le sexe et  $n$  l'année.