



UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO

-----  
Domaine des Sciences de la Société

-----  
Mention Économie – Licence 2

-----  
Année universitaire 2020-2021  
-----

# Note de cours de Démographie

Enseignant :

RAZAFIMIARANTSOA Tovonirina Théodore



## RÉSUMÉ DU COURS

### Description

---

Ce cours de Démographie est destiné aux étudiants de Licence 2 en sciences économiques de l'Université d'Antananarivo. Il est divisé en trois parties. La première, donnant une vue d'ensemble de la discipline, concerne l'introduction à l'étude démographique qui (i) traite des généralités : ses définitions et son objet, son historique, ses méthodes d'analyse, ses différentes branches, ses relations avec les autres disciplines et son utilité ; (ii) fournit les diverses sources de données démographiques et (iii) présente les outils d'analyse démographique. La deuxième traite de l'étude de deux phénomènes démographiques : la mortalité et la fécondité. L'état, la structure et les perspectives de la population (sa composition par âge et sexe, sa répartition ainsi que son évolution dans le temps) font l'objet de la troisième partie.

La démarche adoptée dans le cours, notamment dans les parties relatives (i) aux outils d'analyse démographique, (ii) à l'étude des phénomènes démographiques et (iii) à l'état, structure et perspectives de la population, consiste à exposer quelques concepts et outils essentiels de l'analyse démographique : diagramme de Lexis, pyramide des âges, espérance de vie, différents taux et quotients, rapport de masculinité, etc. et à montrer les modes de calcul des différents indicateurs ou indices.

### Objectifs

---

Les objectifs du cours sont les suivants :

1. Fournir aux étudiants une vue d'ensemble de la démographie ;
2. Faire connaître aux étudiants les principes de base de l'analyse démographique avec les instruments et les méthodes utilisées ;
3. Initier les étudiants au calcul des principaux indicateurs démographiques et leur application aux phénomènes démographiques, en particulier la mortalité et la fécondité ;
4. Initier les étudiants à faire une analyse de la structure par âge et sexe de la population ;
5. Initier les étudiants aux perspectives de population.

### Méthode pédagogique

---

Les différents sujets et méthodes sont présentés en classe, sous forme d'exposés magistraux. La présentation s'appuie sur une note de cours distribuée aux étudiants. Afin d'en tirer le meilleur parti, les étudiants devront faire la lecture du support distribué et, à l'occasion, d'autres manuels ou revues scientifiques. Pour permettre aux étudiants de consolider leurs acquis, ils seront appelés à appliquer les méthodes par le biais d'exercices pratiques (séance de travaux pratiques et exercices supplémentaires).

Pour toutes remarques relatives à ce cours, merci de me contacter par mail : [tovonirina@hotmail.com](mailto:tovonirina@hotmail.com)

## PLAN DU COURS

RÉSUMÉ DU COURS .....	2
PLAN DU COURS .....	3
Chapitre 1 .....	6
GÉNÉRALITÉS .....	6
1. Définitions et objet de la démographie.....	6
2. Historique de la démographie .....	8
2.1- Approfondissement de la réflexion .....	8
2.2- Développement des méthodes .....	9
3. Méthodes d'analyse en démographie.....	10
3.1- Analyse longitudinale .....	10
3.2- Analyse transversale .....	11
4. Différentes branches de la démographie .....	12
5. Utilité de la démographie.....	13
6. Évolution de la population mondiale.....	14
6.1- L'augmentation de la population mondiale .....	14
6.2- Les projections à très long terme .....	15
Chapitre 2 .....	19
LES SOURCES DE DONNÉES DÉMOGRAPHIQUES .....	19
1. Le recensement.....	19
2. L'état civil.....	19
3. Les enquêtes démographiques.....	20
4. Autres sources.....	21
Chapitre 3 .....	22
LES OUTILS D'ANALYSE DÉMOGRAPHIQUE .....	22
1. Terminologies de base en démographie.....	22
2. Modes d'observation des faits de population .....	23
2.1- Observation instantanée ou du moment .....	23
2.2- Observation continue .....	24
2.3- Observation rétrospective .....	24
2.4- Observation suivie .....	24
3. Repérage des événements démographiques dans le temps .....	25
4. Indicateurs de base de mesure des phénomènes démographiques.....	32
Chapitre 4 .....	41
LA MORTALITÉ.....	41
1- Introduction .....	41
1.1- Historique .....	41
1.2- Intérêt de l'étude de la mortalité .....	41
1.3- Définition de la mortalité.....	41
1.4- Notations .....	42
2- Mesures longitudinales de la mortalité .....	42
2.1- Quotient de mortalité.....	42
2.2- Taux de mortalité .....	44
2.3- Relation entre taux et quotient de mortalité .....	46
3- Méthodes d'analyse de la mortalité infantile .....	48
3.1- Première approximation du quotient de mortalité infantile ( ${}_1q_0$ ) .....	48
3.2- Deuxième approximation du quotient de mortalité infantile ( ${}_1q_0$ ).....	48
3.3- Troisième approximation du quotient de mortalité infantile ( ${}_1q_0$ ) .....	49
3.4- Composantes de la mortalité infantile .....	50
4- Table de mortalité .....	53
4.1- Quotient de mortalité : ${}_a q_x$ .....	53
4.2- Fonctions de survie et de décès : $S_x$ et $d_x$ .....	53
4.3- Probabilité de survie : $p_x$ .....	54
4.4- Nombre de personnes-années vécues : $L_x$ .....	54
4.5- Nombre collectif d'années vécues : $T_x$ .....	55
4.6- Espérance de vie : $e_x$ .....	56
4.7- Relation entre $e_0$ et $e_x$ : application au dernier groupe d'âges ouvert .....	58
4.8- Exemple d'illustration .....	59

Chapitre 5 .....	60
LA FECONDITÉ .....	60
1- Introduction .....	60
1.1- Définitions.....	60
1.2- Les facteurs de la fécondité .....	61
2- Mesures de la natalité et de la fécondité .....	62
2.1- Taux brut de natalité (TBN).....	62
2.2- Taux global de fécondité générale (TGFG) .....	63
2.3- Taux de fécondité par âge (ou taux spécifique de fécondité) .....	63
2.4- Indice synthétique de fécondité (ISF) .....	64
2.5- Exemples : Quelques indicateurs de fécondité.....	65
2.6- Age moyen de la mère à la maternité .....	66
2.7- Taux de reproduction et seuil de renouvellement de la génération féminine .....	66
CHAPITRE 6.....	70
ANALYSE DES CARACTERISTIQUES D'ETAT ET DE STRUCTURE DE LA POPULATION .....	70
1- Définition de concepts .....	70
1.1- Population de référence .....	70
1.2- Résident présent – Résident absent.....	70
1.3- Population de droit – Population de fait.....	70
1.4- État d'une population .....	71
1.5- Structure d'une population .....	71
2- Sources des données.....	71
3- Variables de l'état et structure de la population .....	72
3.1- Variables d'état civil.....	72
3.2- Variables culturelles .....	73
3.3- Variables d'éducation et variables sur l'activité économique .....	73
3.4- Caractéristiques de l'habitat et des ménages .....	74
CHAPITRE 7 .....	76
ANALYSE DES DONNEES PAR SEXE ET AGE .....	76
1- Pyramide des âges d'une population.....	76
1.1- Construction de la pyramide des âges .....	76
1.2- Analyse de la forme des pyramides des âges.....	77
2- Rapport de masculinité par âge .....	78
3- Les effets en démographie.....	79
CHAPITRE 8.....	81
ACCROISSEMENT ET PERSPECTIVE D'UNE POPULATION .....	81
1- Accroissement d'une population.....	81
1.1- Accroissement et équation d'équilibre d'une population .....	81
1.2- Taux brut d'accroissement d'une population .....	82
1.3- Evolution d'une population à taux d'accroissement naturel constant.....	83
2- Temps de doublement d'une population.....	83
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	85

## Première partie

### INTRODUCTION À L'ÉTUDE DÉMOGRAPHIQUE

L'objet de ce premier chapitre introductif est de définir la discipline, de fournir son historique, de distinguer ses méthodes d'analyse, d'en préciser les différentes branches, de montrer son utilité et enfin de présenter l'évolution de la population mondiale munie de quelques explications.

## 1. Définitions et objet de la démographie

Etymologiquement, le concept « démographie » provient des mots grecs anciens « demos=peuple » et « graphein=décrire ».

De prime abord, l'on retiendra la définition proposée par le Dictionnaire démographique multilingue<sup>1</sup> des Nations Unies paru en 1958 : « Science ayant pour objet l'étude des populations humaines et traitant de leur dimension, de leur structure, de leur évolution et de leurs caractères généraux envisagés principalement d'un point de vue quantitatif ».

Cette définition indique bien l'objet de la démographie (les populations humaines) et le point de vue selon lequel ces populations sont étudiées, un point de vue « quantitatif », qui implique une méthode privilégiée : la méthode statistique.

Au cours du temps, divers auteurs ont proposé d'autres définitions de la démographie<sup>2</sup>. Il convient de les citer ci-après pour donner une idée sur l'évolution de la conception de la discipline.

- 1) « Histoire naturelle et sociale de l'espèce humaine » ou « Connaissance mathématique des populations, de leurs mouvements généraux, de leur état physique, civil, intellectuel et moral » (*Achille Guillard*<sup>3</sup>, 1855) ;
- 2) « Description des peuples quant à la population » (*Littré*, 1870) ;
- 3) « Science de la population : elle en constate l'état, elle en étudie les mouvements, principalement dans la naissance, le mariage, la mort et dans les migrations, où elle s'efforce de parvenir jusqu'à la connaissance des lois qui la régissent » (*Emile Levasseur*, 1889) ;
- 4) « Application des méthodes statistiques à l'étude des populations ou, plus généralement, des collectivités humaines » (*Michel Huber*, 1938) ;
- 5) « Description statistique des populations humaines en ce qui concerne leur état à une date donnée et les événements démographiques qui se produisent dans ces populations » (*Roland Pressat*, 1961) ;
- 6) « Etude des populations considérées sous l'angle du nombre » (*Philippe Mouchez*, 1964) ;

<sup>1</sup> Les versions française et anglaise du Dictionnaire démographique multilingue ont été publiées pour la première fois en 1958. Par la suite, les versions d'autres langues ont peu à peu vu le jour. La version française de la seconde édition du dictionnaire a été publiée en 1981.

<sup>2</sup> Ces définitions ont été recueillies par Francis Gendreau.

<sup>3</sup> Achille Guillard est l'inventeur du vocable démographie dans son ouvrage intitulé : « *Eléments de statistique humaine, ou démographie comparée* » paru en 1855 à Paris aux Editions Guillaume, 376 pages.

- 7) « Etude des populations humaines » (Marcel Croze, 1965) ;
- 8) « Science statistique de la population, étude quantitative des populations humaines » (Alain Birou, 1966) ;
- 9) « Etude du nombre, de la distribution, de la composition et de la dynamique des groupes ou des populations, et des facteurs qui les expliquent » (Léon Tabah, 1966) ;
- 10) « Etude des caractères quantitatifs et qualitatifs de l'état et du mouvement des populations humaines » (Paul Hugon, 1971).
- 11) « Science sociale positive qui étudie l'état et le mouvement de la population humaine sous son aspect numérique » (Joseph Boute, 1976).
- 12) « Etude des populations humaines en rapport avec leur renouvellement par le jeu des naissances, des décès et des mouvements migratoires » (Roland Pressat, 1978).
- 13) « Science qui a pour objet l'étude des populations humaines et traitant de leur dimension, de leur évolution et de leurs caractères généraux, envisagés principalement d'un point de vue quantitatif » (L. Henry, 1981).

Refusant la définition de la démographie en fonction de l'applicabilité de techniques d'analyse qui sont propres à cette discipline ou, tout au moins, du caractère quantitatif des phénomènes, Hubert Gérard et Guillaume Wunsch proposent la définition suivante : « L'objet de la démographie est l'étude du mouvement de la population, ou du peuplement au sens actif du terme, au sein d'un ensemble humain délimité spécialement et revêtu d'une certaine signification sociale » (Gérard et Wunsch, 1973).

Selon ces deux derniers auteurs, l'orientation consistant à accorder aux méthodes ou même aux techniques d'analyse un rôle prépondérant dans les définitions de la démographie conduit à délimiter avec trop peu de clarté les phénomènes à observer et, du même coup, à mal définir l'objet propre de la démographie. Parfois aussi, cette orientation conduit à considérer la démographie, non plus comme une science, mais comme un ensemble de techniques d'analyse au service des sciences sociales (Sala-Diakanda, 1992).

Dans son dictionnaire de démographie, Rolland Pressat tente d'apporter quelques précisions au sujet de l'objet de la démographie en tant que science. Selon lui, la démographie s'attache à décrire et à analyser :

- l'état des populations, c'est -à- dire *leur effectif* et *leur composition* selon divers critères (âge, sexe, état matrimonial, répartition en familles, degré d'instruction, localisation géographique, religion, profession,...) ;
- les phénomènes qui influent directement sur cette composition et sur l'évolution des populations (natalité, nuptialité, migration, mortalité,...) ;
- les relations réciproques qui existent entre l'état des populations et leur évolution d'une part et les phénomènes démographiques qui sont le siège d'autre part » (Pressat, 1978).

## 2. Historique de la démographie

### 2.1- Approfondissement de la réflexion

Aux temps les plus anciens, les problèmes de population étaient abordés d'un point de vue politique, philosophique, moral, militaire ou social. C'est seulement à partir de la fin du XVe siècle, avec les mercantilistes (Jean Bodin, Richard Cantillon) puis les physiocrates (François Quesnay, Jean-Baptiste Moheau) que les aspects économiques seront pris en considération.

Les temps modernes de la pensée démographique prennent naissance en 1798 avec la première édition par Thomas Robert Malthus (1766-1834) de son *Essai sur le principe de population et ses effets sur le perfectionnement futur de la société*. C'est à compter de la publication de ce livre que les préoccupations de démographie économique vont constituer un champ de réflexion à part entière. Question typiquement économique posée dans cet ouvrage : l'augmentation de population est-elle bénéfique ou non pour la société et l'économie ? Malthus répond par la négative : pour lui, la reproduction naturelle des animaux et des plantes n'a pas de limites. En revanche, la progression des ressources est quant à elle beaucoup moins rapide. Pour résumer, **la population croît comme une progression géométrique, alors que les subsistances croissent de façon arithmétique** : tel est l'essentiel du message de Malthus.



Message teinté de pessimisme, comme on peut l'apprécier à partir du célèbre extrait dans lequel il écrit que l'homme est de trop au banquet de la nature : *"Un homme qui naît dans un monde déjà occupé, s'il ne peut obtenir des moyens d'existence de ses parents auxquels il peut justement les demander, et si la société ne peut utiliser son travail, cet homme n'a pas le moindre droit à la plus petite portion de nourriture, et en réalité il est de trop sur la terre. Au grand banquet de la nature, il n'y a pas de couvert mis pour lui ; la nature lui commande de s'en aller, et elle ne tarde pas à mettre cet ordre elle-même à exécution."* (Malthus, *Essai sur le principe de Population*).

Pour traduire mathématiquement l'idée de Malthus sur l'évolution de la population, il faut considérer que s'il n'y a pas de pression du milieu la population croîtra de façon exponentielle. Ainsi,



en l'absence de guerre, famine, ou autre événement catastrophique la loi de la population est donnée par la relation suivante :

$$\frac{N_{t+1} - N_t}{N_t} = n = \text{constante}$$

Où N représente le niveau de la population et t le temps. La constante n représente le taux de croissance annuel de la population.

Pour se faire une idée de la croissance Malthusienne, reformulons l'équation précédente sous la forme suivante :

$$N_{t+1} = (n + 1) N_t$$

Puis, posons  $N_0 = 1\,000\,000$  et  $n = 0,01$  (1%). Supposons en outre que l'unité de temps soit l'année. Partons de l'année 0 :

$$N_0 = 1\,000\,000$$

$$N_1 = (0,01 + 1)N_0 = 1,01 \times 1\,000\,000 = 1\,010\,000$$

$$N_2 = 1,01 \times N_1 = 1,01 \times (1,01)N_0 = (1,01)^2 \times 1\,000\,000 = 1\,020\,100$$

....

$$N_{100} = 1,01 \times N_{99} = (1,01)^{100} \times 1\,000\,000 = 2\,704\,814$$

....

$$N_{1000} = 1,01 \times N_{999} = (1,01)^{1000} \times 1\,000\,000 = 20\,959\,155\,638$$

....

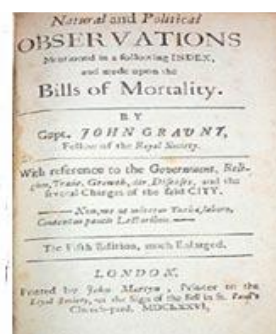
$$N_{2000} = 1,01 \times N_{1999} = (1,01)^{2000} \times 1\,000\,000 = 439\,286\,205\,050\,106$$

....

Il convient de souligner que le débat qui a été lancé par Malthus à travers son principe de population se poursuit encore jusqu'à nos jours.

## 2.2- Développement des méthodes

Quant à l'analyse scientifique des phénomènes démographiques, elle n'apparaît qu'au XVIII<sup>e</sup> siècle avec la parution à Londres en 1662 de l'ouvrage de John Graunt (1620-1674) : «*Observations naturelles et politiques des bulletins de mortalité*».



Cette première étude démographique se base sur les bulletins de mortalité publiés chaque

semaine à Londres et ce, depuis 1603. Avant l'usage qu'en a fait Graunt, ces bulletins ne servaient guère qu'à constater les variations du nombre d'enterrements de semaine en semaine, à suivre l'évolution des épidémies de peste et à alimenter les conversations (Henry, 1963). Graunt a donc su tirer parti d'un système (les bulletins de mortalités) qui était institué à d'autres fins.

À l'exemple de Graunt, plusieurs autres hommes de science publieront les résultats de leurs recherches sur les questions de population ; l'on peut citer entre autres :

- William Petty (1623-1687) qui collabora avec J. Graunt et publia au XVII<sup>e</sup> siècle un ouvrage intitulé « Arithmétique politique » ;
- Edmund Halley (1656- 1742), un astronome, construisit en 1693 la première table de mortalité à partir des relevés de décès recueillis dans les paroisses de la ville de Breslau en Pologne ;

Par la suite, la démographie s'est développée grâce notamment à l'approfondissement des techniques mathématiques et à l'amélioration de la connaissance statistique des populations :

- Léonard Euler (1707-1783) publia en 1767, ses « Recherches générales sur la mortalité et la multiplication du genre humain »,
- Adolphe Quetelet (1796-1874) fut le premier à tenter une formulation mathématique des « lois » d'accroissement de la population, il publia en 1885 un ouvrage « Sur l'homme et le développement de ses facultés » ;
- Pierre François Verhulst (1804-1849) étudia la thèse de Quételet et présenta pour la première fois la fameuse fonction logistique ;
- Raymond Pearl (1879-1940) et Lowell J. Reed (1886-1966) redécouvrent, vers 1920, la loi logistique.

On peut également citer au XIX<sup>e</sup> siècle, des auteurs comme Richard Bockh G.F. (1824-1907), Wilhelm Lexis (1837-1914), Arsène Dumont (1849-1902), Corrado Gini (1884-1965), etc.

C'est seulement au début du XX<sup>e</sup> siècle cependant que la démographie s'est véritablement constituée en discipline autonome avec les contributions de Jacques Bertillon (1851-1922), Adolphe Landry (1874-1956), Alfred Lotka (1881-1949), Alfred Sauvy (1898-1990), Louis Henry (1911-1991), Ansley J. Coale (1971), etc.

### 3. Méthodes d'analyse en démographie

Une distinction fondamentale domine tous les travaux démographiques, celle qui existe entre *analyse longitudinale* et *analyse transversale*.

#### 3.1- Analyse longitudinale

L'analyse longitudinale ou l'analyse par cohorte (cohort analysis) est celle qui étudie la succession des événements au cours du temps au sein d'un groupe bien défini (cohorte, génération, promotion) d'individus.

Supposons que l'on ait fait une enquête auprès de 20 femmes nées en 1953. De cette génération de femmes nées en 1953, nous pouvons extraire différentes informations typiquement longitudinales :

- Combien d'enfants cette génération de femmes a-t-elle mis au monde, sachant que plus de 99% d'entre elles ont définitivement passé l'âge de la fécondité (49-50 ans, à de rares exceptions près) ? ;
- À quel âge ont-elles eu leur premier ou leur dernier enfant ? ;
- Quelle est l'écart moyen d'âge entre le premier et le dernier enfant ? ;
- Quel est le nombre moyen d'enfants par femme ?

La génération suivie est appelée "cohorte" de femmes nées en 1953. L'intérêt de l'analyse par cohorte, ou analyse longitudinale, est de pouvoir étudier l'impact d'un évènement sur toute une génération, sur tout un groupe de personnes qui ont le même âge au moment de l'évènement.

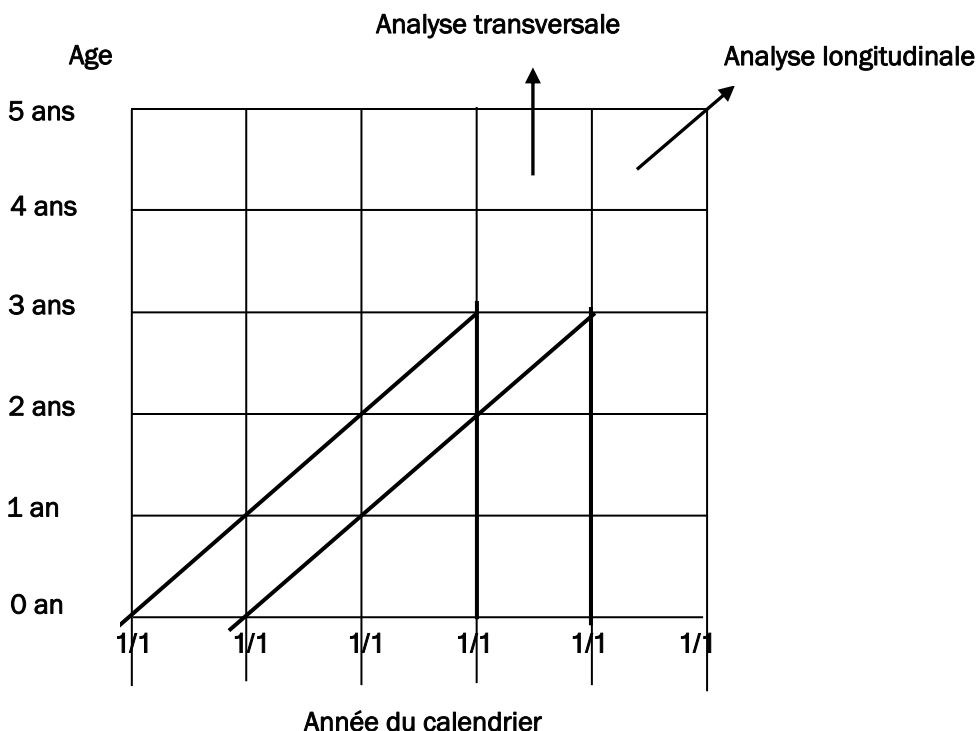
### 3.2- Analyse transversale

Par contraste avec l'analyse longitudinale, l'analyse transversale ou l'analyse par période (period analysis) consiste à étudier les observations d'une même année, ou d'une même période, relatives à des cohortes différentes. Autrement dit, à partir des observations, l'on peut dégager les caractéristiques d'une population à un moment donné : Quel est le pourcentage des moins de 20 ans et des plus de 64 ans dans la population malgache en 1990, en 2000, 2010, etc. ? Quel est le pourcentage de célibataires, mariés, divorcés ? ...

Cette distinction est extrêmement importante dans la mesure où les principes généraux d'analyse ne sont pas nécessairement les mêmes selon que l'on étudie les phénomènes démographiques suivant l'une ou l'autre approche. D'ailleurs, dans la plupart des pays en développement où les données disponibles ne permettent pas toujours les études longitudinales, le recours à la méthode transversale est souvent l'unique moyen de parvenir à la connaissance démographique de la population concernée. C'est notamment le cas pour l'étude de la mortalité et de la fécondité.

Le diagramme de Lexis ci-dessous donne une idée intuitive de la distinction entre l'approche longitudinale (étude d'une génération à travers le temps) et l'approche transversale (étude de la population à un moment donné du temps).

**Graphique 1 : Analyse longitudinale et analyse transversale**



#### 4. Différentes branches de la démographie

Le *Dictionnaire démographique multilingue* distingue différents éléments constitutifs des études démographiques.

##### 1) *La démographie quantitative*

C'est l'ensemble des observations, des analyses et des développements théoriques mettant en jeu les divers aspects numériques des questions de population ; cet ensemble est constitué des disciplines ci-après:

- i) *démographie descriptive* : elle traite de la dimension, de la structure et du développement des populations d'un point de vue purement descriptif en s'appuyant principalement sur des statistiques démographiques;
- ii) *démographie théorique ou démographie pure* : elle envisage les populations d'un point de vue général et abstrait, s'attachant à l'étude des relations formelles entre les différents phénomènes et/ou grandeur démographiques; en raison du recours, dans cette étude, à divers méthodes mathématiques, elle se confond, en pratique, avec la Démographie mathématique;
- iii) *analyse dmographique* : c'est la partie de la démographie qui a pour objet de ramener les phénomènes démographiques à des effectifs et des structures invariables, de séparer les effets de chaque phénomène démographique des effets des autres phénomènes appelés, dans ce cas, phénomènes perturbateurs, d'étudier les relations entre les phénomènes démographiques et les états de la population.

##### 2) *La démographie qualitative*

Elle s'intéresse spécialement à la distribution des caractères qualitatifs- intellectuels, physiques, sociaux, etc. au sein des populations et comprend notamment la « génétique des populations ». L'expression démographie qualitative est d'ailleurs impropre car cette branche fait largement appel aux méthodes quantitatives.

##### 3) *La démographie économique et la démographie sociale*

Ce sont les branches particulières de la démographie qui étudient, d'une part, les conséquences économiques et sociales des phénomènes démographiques et d'autre part, les effets démographiques des facteurs économiques et sociaux.

##### 4) *La démographie historique*

Elle s'occupe des populations du passé pour lesquelles on dispose des sources écrites ; quand ces sources manquent, l'étude des populations anciennes prend le nom de paléodémographie.

##### 5) *Les doctrines démographiques ou théorie démographiques ou théories de la population*

Elles se proposent d'expliquer ou de prévoir, par des considérations économiques, sociologiques ou autres, l'évolution des phénomènes démographiques et de mettre en lumière leurs conséquences. Ces doctrines peuvent éventuellement servir de base à l'élaboration d'une **Politique de population** ou **Politique démographique**.

Dans le cadre de ce cours, nous développerons uniquement la démographie quantitative, qui peut être considéré comme étant la base même de la démographie, car l'ampleur de cette science ne permet pas de traiter tous les aspects ci-dessus cités.

## 5. Utilité de la démographie

L'avenir des peuples est conditionné par leur démographie, on fera donc ressortir ici le rôle de la démographie dans 2 domaines : celui de la connaissance des sociétés et celui du processus de décision économique.

La démographie apporte des statistiques et des faits, indispensables à l'approfondissement de leur objet propre des autres sciences. En voici quelques exemples.

**1) L'histoire :** Pendant des siècles, la puissance d'un pays fut fonction du nombre de ses habitants. De ce fait, les statistiques démographiques ont très tôt été tenues. Elles servent donc très souvent de point de départ aux analyses des historiens.

**2) La géographie :** Les populations humaines se concentrent dans certains endroits d'un pays, soit parce qu'il y a de l'eau qui est l'élément le plus fondamental pour la vie, soit à cause de la qualité de la terre, soit en raison d'une facilité de communication.

**3) La sociologie :** Les enquêtes sociologiques font une importante utilisation de statistiques démographiques.

- Dans les études sociologiques, on trouve très fréquemment des tableaux dont les classifications sont à base démographique. Classifications par âge, par sexe, par nationalité, etc.
- Tous les phénomènes sociologiques sont concernés : que ce soit le suicide, le mariage, la pratique religieuse, le comportement face aux loisirs, le comportement électoral, etc.
- Exemple : quelle est l'influence du vieillissement démographique sur le comportement de vote ? Est-ce que les personnes de plus de 60 ans votent plus à droite que les jeunes de moins de 25 ans ?

**4) L'économie :** La variable démographique est aussi omniprésente en économie. L'homme, et par conséquent ses caractéristiques démographiques, joue un rôle déterminant dans l'explication de la croissance économique et dans la notion de développement durable également.

### ***a) Les politiques économiques et sociales***

Les politiques économiques et sociales ont très souvent pour point de départ des données démographiques. Deux exemples : politique des retraites et politique de l'emploi.

### ***b) La politique des retraites***

La connaissance du **ratio (ou taux) de dépendance** (nombre de personnes âgées de 65 ans ou plus divisé par les personnes âgées de 15 à 64 ans) dans le pays, et surtout la connaissance de son évolution, est ou devrait être une donnée précieuse pour l'élaboration des politiques de retraite.

### ***c) La politique de l'emploi***

- Quand la population augmente vite, cela signifie un afflux de jeunes 20 ans plus tard sur le marché du travail.
- Quand la croissance démographique se ralentit, c'est l'inverse, avec éventuellement la nécessité de faire appel à l'immigration.

### ***d) La construction des infrastructures publiques et privées***

Théoriquement, la construction ou la disparition d'infrastructures collectives tient compte des données et des prévisions démographiques :

- les hôpitaux,
- les routes,
- les logements sociaux,
- les écoles,
- les universités,
- etc.

Pour construire ces infrastructures, il faut non seulement tenir compte du nombre total de la population, de sa structure par âge, mais il faut aussi tenir compte de sa répartition sur le territoire. Certaines zones sont plus peuplées que d'autres.

#### **e) Démographie, consommation et épargne**

Les variables démographiques ont une incidence sur les grandes variables macroéconomiques telles que *la consommation* et *l'épargne*. La théorie du revenu permanent de Milton Friedman est basée sur la notion d'un cycle de revenu vital. De façon plus générale, il est clair que le niveau d'épargne varie au cours de la vie. On a coutume de décrire le cycle de l'épargne comme une courbe "en cloche". Négatif au début de la vie, le niveau d'épargne augmente petit à petit pour atteindre un maximum vers la fin de la vie active. Puis, il commence à décliner vers la retraite (pas toujours cependant car il y a de plus en plus de retraités qui continuent à accumuler après avoir cessé toute activité).

#### **f) Démographie et mondialisation**

En général, ce sont des hommes et des femmes relativement jeunes qui quittent leur pays pour émigrer vers des pays qui offrent des perspectives économiques intéressantes. Rappelons qu'un pays comme les États-Unis attire près d'un million d'immigrants par an.

De même, on voit aujourd'hui les conséquences des épidémies comme le sida, qui sont dramatiques sur le plan humain et économique. L'ampleur et la rapidité de diffusion de ces épidémies, sont la conséquence directe du processus de mondialisation qui engendre, et par conséquent, accélère la circulation des hommes sur la planète.

## **6. Évolution de la population mondiale**

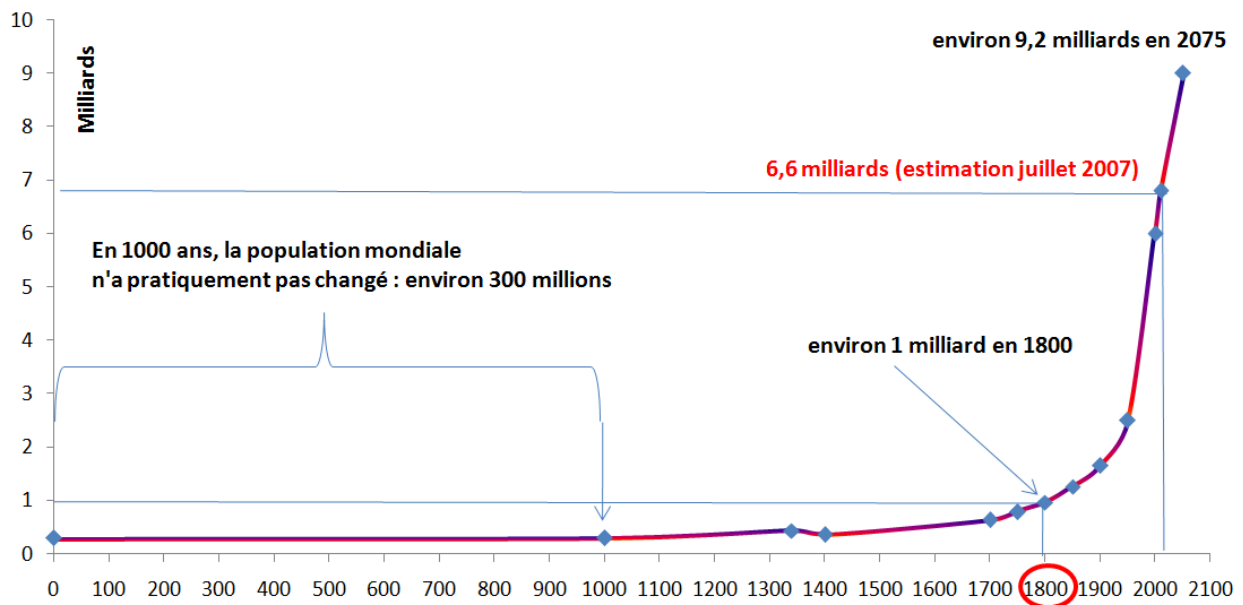
### **6.1- L'augmentation de la population mondiale**

Depuis la révolution industrielle, la population mondiale a considérablement augmenté (voir graphique ci-après). Cela a eu une série d'incidences sur l'évolution des sociétés et des nations dans le monde.

La conséquence la plus connue est le fait que l'accroissement de la population mondiale a pu constituer un frein au développement économique dans de nombreux pays. Ces pays se sont ainsi préoccupés de définir avec plus ou moins de succès des politiques en matière de natalité.

L'exemple le plus connu est celui de la Chine, pays le plus peuplé du monde avec environ 1,3 milliards d'habitants, qui a adopté la politique dite de « l'enfant unique ».

**Graphique 2 : Évolution de la population mondiale depuis l'an 0**



**Source :** Wikipedia et projections de la division de la population des Nations Unies

## 6.2- Les projections à très long terme

Selon les prévisions récemment publiées par la division de la population des Nations Unies, la population mondiale devrait croître à un rythme rapide jusqu'en 2075. Elle atteindra alors un sommet de 9,2 milliards d'habitants (pour 6,6 milliards en 2009). Toujours selon ces prévisions, elle se stabilisera ensuite progressivement autour de 9 milliards<sup>4</sup>.

### a) Tout dépend de l'évolution de la fécondité

Ce scénario d'évolution est une projection réalisée sous l'hypothèse d'un indice de fécondité mondial qui finirait par tendre vers 2,1 enfants par femme. L'indice synthétique de fécondité est une mesure du nombre d'enfants par femme. Son mode de calcul est expliqué davantage dans le chapitre 5. Un indice de fécondité de 2,1 correspond au « seuil de reproduction » (ou « seuil de remplacement »), nécessaire pour garantir le remplacement des générations (voir la figure ci-après qui retrace l'évolution projetée du taux de fécondité mondial).

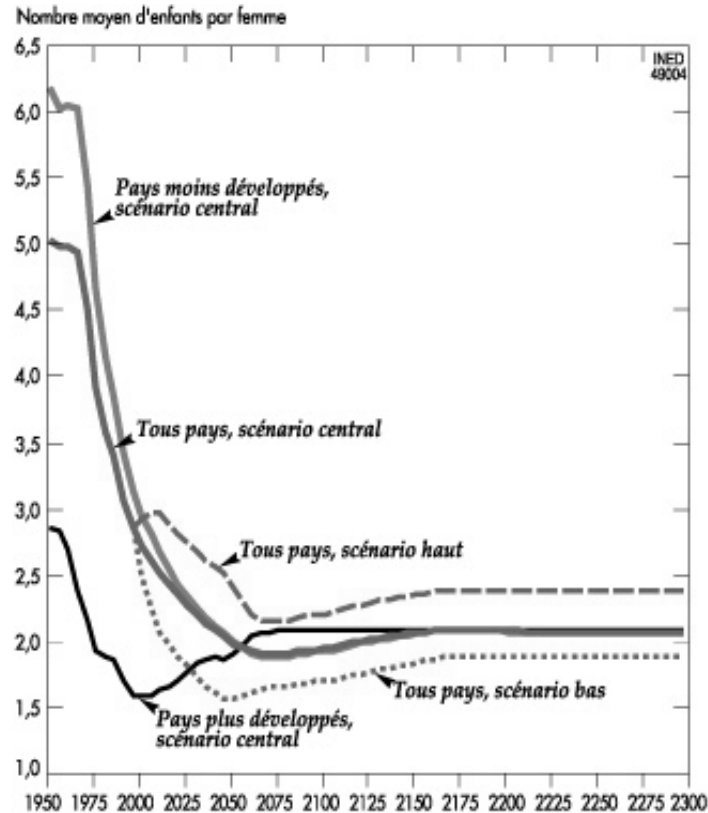
Avant de poursuivre, il est nécessaire d'expliquer pourquoi le chiffre de 2,1 enfants par femme correspond au seuil de remplacement des générations. Le raisonnement qui conduit à la notion de seuil de remplacement est le suivant : « Pour que les générations se remplacent l'une l'autre et qu'une population ne diminue pas à terme, il faut que :

- 100 femmes donnent naissances à 100 filles lorsqu'il n'y a pas de migrations ;
- Comme il naît en moyenne 105 garçons pour 100 filles, les 100 femmes auront aussi 105 garçons, soit au total  $100 + 105 = 205$  enfants ;
- Mais il faut aussi tenir compte de la mortalité car une partie des filles meurent avant de parvenir à l'âge d'être mère à leur tour. Lorsque l'espérance de vie est de 70 ans, près de deux à trois nouveau-nés sur cent meurent avant d'atteindre l'âge de 15 ans. Ce n'est donc

<sup>4</sup> Voir <http://www.un.org/esa/population/publications/longrange2/WorldPop2300final.pdf>, mais aussi François HERAND (2005), « La population du monde pour les trois siècles à venir : explosion, implosion ou équilibre ? » Population et Sociétés, n° 408, janvier

- pas 205 enfants mais un peu plus, 210, que les 100 femmes doivent avoir pour être remplacées par 100 filles atteignant l'âge d'être mère ;
- Avec 210 enfants pour 100 femmes, soit 2,1 enfants en moyenne par femme, le remplacement se fait alors exactement. Si la fécondité est supérieure à 2,1, la génération des filles est plus nombreuse que celle des mères, ce qui contribue à faire croître la population. À l'inverse, si elle est inférieure, cela contribue à sa décroissance<sup>5</sup> ».

**Graphique 3 : Scénarii d'évolution de la fécondité mondiale**



**Source :** François HERAND, *La population du monde pour les trois siècles à venir : explosion, implosion ou équilibre ? Population et Sociétés*, n° 408, janvier 2005.

#### b) L'explication par « la transition démographique »

L'hypothèse de l'ONU pour justifier la convergence vers un taux de reproduction de 2,1 se fonde sur les résultats récents d'études démographiques. Ces études révèlent l'existence de deux transitions démographiques successives dans l'histoire de l'humanité :

La **première transition démographique** date du 20<sup>ème</sup> siècle. Elle est caractérisée par :

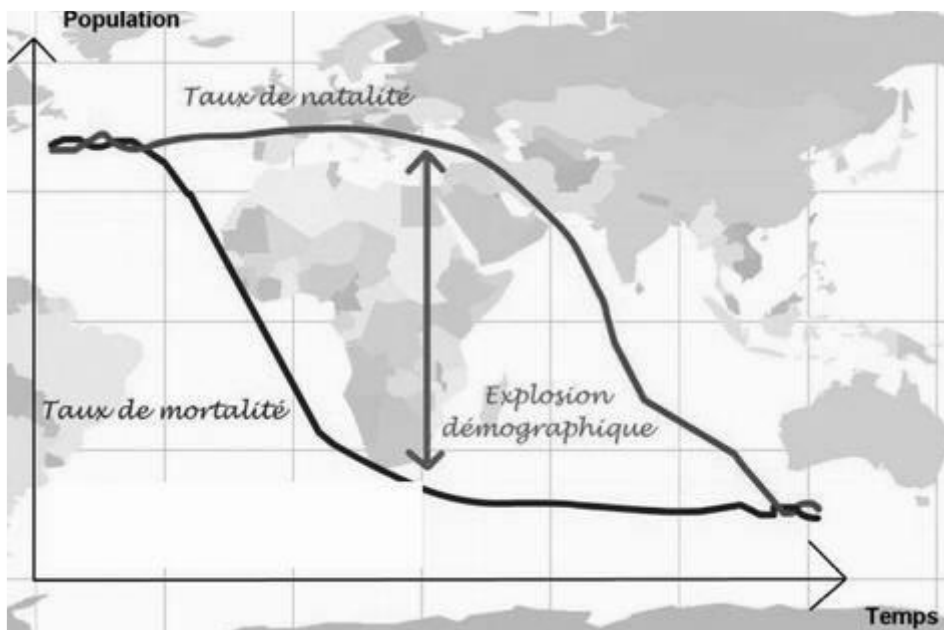
- Un déclin de la mortalité, en particulier infantile et la mortalité des femmes pendant la gestation ou pendant la période de la naissance. Ce déclin de la mortalité infantile s'est aussi accompagné d'un allongement de la durée de vie qui réduit mécaniquement la mortalité ;
- La natalité a ensuite commencé à baisser, mais beaucoup plus tard ;

<sup>5</sup> Chris WILSON et Gilles PINSON (2004), « La majorité de l'humanité vit dans un pays où la fécondité est basse », INED, *Population et Sociétés*, n° 405, octobre.



- C'est ce qui explique que pendant une bonne partie du 20<sup>ème</sup> siècle, le monde a connu une explosion démographique, passant de 1,5 milliard en 1900 à 6 milliards d'habitants en 2000.

**Graphique 4 : La première transition démographique**

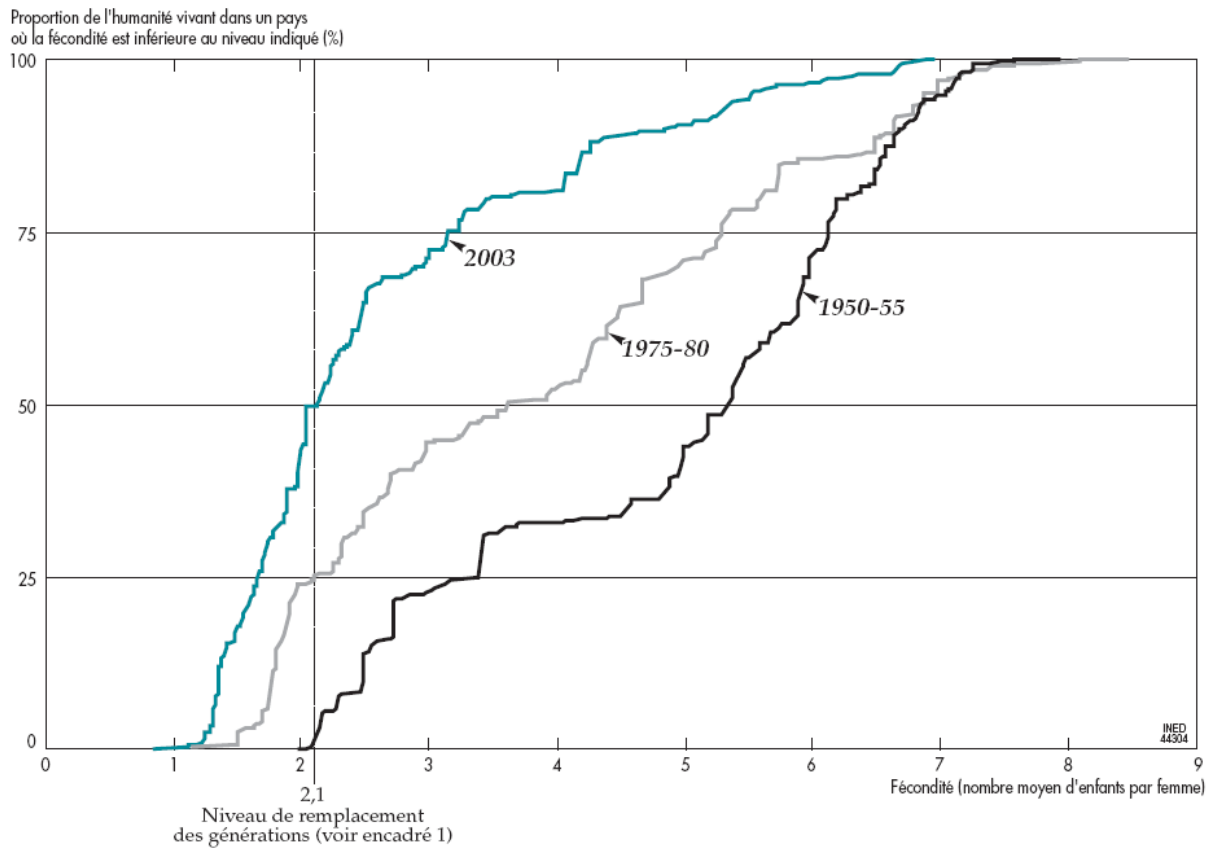


La **seconde transition démographique**, c'est celle qui s'est amorcée dans le troisième quart du 20<sup>ème</sup> siècle et se généralise maintenant dans le monde. Elle est caractérisée :

- par le fait que la moitié de l'humanité vit dans des pays où la fécondité est basse et que dans certains pays, le nombre de naissances annuelles est inférieur au nombre de décès. Cela ne touche qu'un tout petit nombre de pays, mais ce nombre augmente et la tendance semble se poursuivre.
- le renouvellement des générations n'est plus assuré que dans la moitié de l'humanité. L'indicateur de ce non renouvellement des générations est le taux de reproduction, plus précisément un taux de fécondité inférieur à 2,1.

Récemment, les démographes ont mis en évidence le fait que la moitié de l'humanité vivait dans des pays où la fécondité était basse (voir graphique ci-après).

### Graphique 5 : Niveau de remplacement des générations



**Guide de lecture:** la courbe indique pour chaque niveau de fécondité la proportion de la population mondiale vivant dans un pays où la fécondité est inférieure à ce niveau. Par exemple, la courbe de la période 1950-1955 (en noir) montre qu'à l'époque, 25% de l'humanité vivait dans un pays où la fécondité était inférieure à 3,4 enfants en moyenne par femme, les 75% restants vivant dans un pays où elle était supérieure à ce niveau. La ligne verticale correspond à 2,1 enfants en moyenne par femme, le niveau de fécondité qui permet le strict remplacement des générations à terme (voir encadré 1).

Sources : Nations Unies [3], Census Bureau américain [5] et Wilson [1]

**Source :** Chris WILSON et Gilles PINSON (2004), « La majorité de l'humanité vit dans un pays où la fécondité est basse », INED, Population et Sociétés, n° 405, octobre.

## Chapitre 2

# LES SOURCES DE DONNÉES DÉMOGRAPHIQUES

Pour entreprendre une *étude démographique*<sup>6</sup>, il est indispensable de disposer sur la population, objet de l'étude, d'un ensemble d'informations, numériques notamment, relatives à la fois à chaque unité statistique et au phénomène démographique considéré (fécondité, nuptialité, migration et mortalité).

Comme le souligne Pressat : *« en démographie, l'information statistique revêt une plus grande complexité que dans toute autre science humaine. Et, l'on peut dire que l'apprentissage commence par la prise de conscience des données chiffrées, sous leurs aspects multiformes ; aucun travail fructueux ne sera possible tant qu'une intimité suffisante avec ces données ne sera pas atteinte »*.

Plusieurs moyens s'offrent au démographe pour l'observation des faits de population ; on distingue généralement **les sources classiques** et **les sources non-classiques** des données démographiques. Les premières sont constituées par le recensement et l'état civil. À côté du recensement et de l'état civil, le démographe utilise aussi des enquêtes et autres sources d'informations.

### 1. Le recensement

C'est l'opération qui consiste à recueillir des données démographiques et sociales se rapportant, à un moment donné, à tous les habitants d'un territoire déterminé, le plus souvent un pays ; il s'agit donc d'une photographie instantanée de la population. Il en résulte donc que le recensement fournit essentiellement des statistiques sur l'état de la population et sur sa structure, c'est-à-dire sur l'effectif de la population totale et sa répartition suivant différents caractères (âge, sexe, état matrimonial,...). Cette source d'observation constitue le seul moyen qui permet de déterminer la population ayant subi ou susceptible de subir les événements du mouvement démographique : les naissances, les décès, les migrations et, dans la mesure où ils conditionnent la natalité, les mariages et les ruptures d'union.

Il convient de mentionner que dans les pays les plus développés, le recensement s'effectue tous les 5 ou 10 ans. Il en résulte que dans ces pays, la comparaison des données fournies selon une certaine périodicité (5 ou 10 ans) par des recensements successifs renseigne sur l'aspect dynamique de la population qui, autrement, ne peut être étudié qu'à partir des données issues d'une observation continue des faits de populations.

### 2. L'état civil

Historiquement, l'état civil constitue la plus importante des sources de renseignements sur les événements démographiques. Alors que le recensement permet d'obtenir des statistiques sur l'état de la population et sur sa structure à un moment donné, le service d'état civil a pour rôle de consigner les événements du mouvement démographique déclarés par les habitants (naissance, mariage, divorces, décès,...) dans les registres appelés «registres d'état civil».

Généralement, pour qu'il y ait preuve écrite de certains faits importants de la vie des individus, la loi oblige les habitants à déclarer dans les meilleurs délais au bureau d'état civil de leur

---

<sup>6</sup> On appelle fréquemment une étude démographique, – *un travail sur une population concrète avec toutes les ressources de l'analyse démographique* – ; lorsque ce travail déborde le domaine propre de l'analyse démographique dans le but d'expliquer les phénomènes étudiés en faisant référence à l'environnement socio-économique et culturel dans lequel ces phénomènes s'inscrivent, on parle plutôt « d'étude de population ».

principal lieu de résidence tous les événements du mouvement démographique survenus dans leur ménage. Lors de l'enregistrement de ces événements, plusieurs autres renseignements sont demandés aux déclarants : date de l'événement, caractéristiques de l'intéressé (âge, sexe, état matrimonial,...) ou éventuellement de ses parents s'il s'agit d'une naissance ; c'est le cas dans la plupart des pays où les renseignements suivants sont demandés : lieu et date de naissance, domicile des parents, sexe, âge des parents, etc. Les données ainsi collectées constituent ce qu'il est convenu d'appeler, après élaboration, les «statistiques d'état civil».

L'enregistrement continu des faits d'état civil permet au démographe de se faire une idée sur **la dynamique (mouvement) de la population**. Cet enregistrement est dit «continu» parce qu'en principe, chaque fois que l'événement se produit, il est déclaré et enregistré. Cela implique bien sûr non seulement la permanence de la procédure, mais également une législation qui rend l'enregistrement obligatoire, qui prévoit et, au besoin, applique des sanctions pour renforcer cette obligation.

### 3. Les enquêtes démographiques

À côté du recensement et de l'état civil qui constituent les deux principaux instruments pour une observation exhaustive (toute la population est concernée), les enquêtes démographiques par sondage (à passage unique ou à passages répétés) constituent une source appréciable de données démographiques et acquièrent, de nos jours, une importance grandissante et ce, même dans les pays où l'observation classique est satisfaisante. Pour capitales qu'elles soient, les sources classiques ne sont donc pas les seules et, qui plus est, ne sauraient satisfaire à tous les besoins de la recherche démographique particulièrement dans les pays en développement à statistiques déficientes.

Le mauvais fonctionnement de l'état civil et les difficultés liées à l'organisation d'un recensement (opération lourde nécessitant une organisation administrative de bonne qualité, coût prohibitif, impossibilité d'approfondir certains thèmes précis,...) ont conduit les démographes à développer d'autres méthodes d'observation, en l'occurrence **les enquêtes par sondage**.

Contrairement au recensement et à l'état civil, l'enquête par sondage ne porte pas sur tous les individus d'un territoire donné. Elle interroge seulement un nombre restreint d'entre eux, quelques milliers par exemple choisis judicieusement selon des techniques appropriées afin qu'ils soient suffisamment représentatifs de la population que l'on veut observer.

Les enquêtes par sondage revêtent plusieurs variantes :

- **les enquêtes rétrospectives** : interrogation sur les événements survenus soit au cours d'un passé récent (généralement les douze derniers mois), soit au cours d'une période plus étendue (la vie génésique d'une femme) ;
- **les enquêtes à passage unique** : il s'agit d'une enquête où l'enquêteur ne passe qu'une seule fois dans chaque unité de sondage en posant aux individus un ensemble de questions en vue d'obtenir des informations sur les événements démographiques survenus au cours d'une période déterminée. Les enquêtes rétrospectives font partie des enquêtes à passage unique. Ce type d'enquête entraîne souvent de sérieuses erreurs dues à l'omission d'événement, ou à des erreurs de date ;
- **les enquêtes à passages répétées** : visites dans les ménages, à intervalles réguliers, pour relever les événements survenus depuis le passage précédent. Ce genre d'enquête a notamment l'avantage de réduire les erreurs par omission et les erreurs dues à une mauvaise estimation d'une période de temps dans le passé.

Bien que pouvant permettre de collecter des données démographiques de meilleure qualité, les enquêtes par sondage ne peuvent pas se substituer entièrement aux sources classiques, qui ont

notamment l'avantage de couvrir l'ensemble de la population d'un pays avec sa répartition selon diverses caractéristiques.

#### **4. Autres sources**

La démographie peut également largement profiter du travail d'un nombre d'institutions qui ont réuni des statistiques de population pour leurs besoins propres. De telles statistiques sont notamment consignées dans les registres de population, les registres paroissiaux, les registres ou fichiers des services de migrations, les documents établis par les compagnies d'assurances, les services sanitaires, la sécurité sociale, la justice, les services du personnel, etc.

Signalons enfin que parmi les autres sources, on peut aussi inclure les enquêtes socio-économiques ou sanitaires dans lesquelles on intègre de plus en plus les questions démographiques (enquêtes budget-consommation, enquêtes SIDA, recensement sanitaire, etc.).

## Chapitre 3 LES OUTILS D'ANALYSE DÉMOGRAPHIQUE

Ce chapitre présente les outils élaborés pour l'analyse démographique dont l'utilisation concrète sera examinée dans la partie suivante qui traite des études des phénomènes démographiques.

Certains de ces outils sont empruntés aux méthodes statistiques classiques (histogrammes, moyenne, ...); d'autres lui sont spécifiques : diagramme de Lexis, des indices particuliers comme les taux et quotients.

### 1. Terminologies de base en démographie

Avant d'aborder les principales méthodes de mesure et d'analyse des faits de population, voyons en premier lieu quelques terminologies de base utilisées en démographie.

#### *a) Population*

Ensemble d'individus coexistant à un moment donné et délimité selon des critères variés d'appartenance. Plus communément, le mot population désigne l'ensemble des habitants d'un territoire (état, province, département, ville, village...) à une date donnée (population totale). Il peut aussi désigner des fractions variées de cet ensemble (population urbaine, rurale, population active, etc.).

#### *b) Etat de la population*

L'état de la population est l'effectif et la composition de cette population selon divers critères (âge, sexe, état matrimonial, degré d'instruction, profession...). La composition de la population selon diverses caractéristiques démographiques ou non est appelé structure de la population (Exemple : structure de la population selon l'âge, le sexe...).

#### *c) Evénement démographique*

On entend par événement démographique, tout fait important se produisant, à un moment donné, dans la vie d'un individu et qui est susceptible d'affecter directement ou indirectement l'effectif et/ou la structure de la population au sein de laquelle vit l'individu et son évolution.

Une naissance vivante – la venue au monde d'un nouveau-né – est un événement démographique puisqu'il augmente d'une unité l'effectif total de la population tandis qu'un décès, qui est également un événement démographique, diminue l'effectif de la population.

Il existe aussi d'autres événements démographiques qui sans avoir une incidence sur l'effectif de la population peuvent, par contre, modifier sa structure totale. C'est le cas d'un mariage ou d'une inscription scolaire. En effet, un mariage, tout comme une inscription scolaire, ne modifie nullement l'effectif total de la population. Cependant, si l'on considère, à un moment donné, la structure de la population selon l'état matrimonial, la proportion de mariés augmente par rapport aux célibataires. L'inscription scolaire augmente, elle aussi, l'effectif de la population scolarisée.

Il convient de distinguer l'événement démographique selon son caractère **renouvelable** et **fatal**.

- Un événement démographique est dit **renouvelable** lorsqu'un même individu peut le subir plus d'une fois au cours de son existence. Le mariage, par exemple, car une même personne peut se marier plus d'une fois au cours de sa vie.

- Un événement démographique est dit **non renouvelable** lorsqu'un même individu ne peut le subir tout au plus qu'une seule fois au cours de sa vie. Le premier mariage, tout comme le décès, constituent des événements non renouvelables car ils ne peuvent pas se reproduire.

- Un événement démographique est dit **fatal** lorsqu'on ne peut y échapper au cours de sa vie. La mort est à la fois un événement **fatal** et **non renouvelable**.

#### d) *Phénomène démographique*

C'est la survenance d'événements d'une catégorie donnée (Exemple, mortalité, natalité...).

Ainsi, à l'événement démographique **Naissance**, l'on peut associer deux phénomènes : la **natalité** et la **fécondité**.

- La natalité si l'on s'intéresse à la fréquence d'apparition des naissances au sein de la population totale ;
- La fécondité si, au lieu de la population totale, on ne tient compte comme population de référence que de la sous-population des femmes en âge de procréer.

De même, la **mortalité** en tant que phénomène démographique s'intéresse à l'étude de l'événement décès.

Dans les analyses démographiques on distingue parfois les phénomènes étudiés des phénomènes perturbateurs dont les manifestations contrarient celles du premier, objet principal de l'étude. La notion de phénomène perturbateur est relative.

#### e) *Cohorte*

Une cohorte est un ensemble d'individus ayant vécu en même temps un événement semblable appelé **événement-origine**. On parlera donc de cohorte de naissances, de cohorte de mariages, de cohortes d'enfants âgés de 6 ans (c'est-à-dire d'enfants ayant atteint l'anniversaire de 6 ans au cours de la même année).

Lorsque l'événement-origine considéré est la **naissance**, la cohorte porte le nom de **génération**. Autrement dit, une cohorte de naissances s'appelle tout simplement une génération. Ainsi, la génération 2012 représente l'ensemble des enfants nés-vivants au cours de l'année 2012.

Le terme « promotion » exprime toujours la même idée que le terme cohorte. Il est cependant utilisé dans des cas bien spécifiques. En éducation, par exemple, l'on parle de « promotion d'élèves » au lieu de « cohorte d'élèves ». Il en est de même pour le cas de mariage.

## 2. Modes d'observation des faits de population

Quatre modes d'observations des faits de population sont couramment utilisés.

### 2.1- *Observation instantanée ou du moment*

Elle permet de saisir l'état de la population à un moment donnée. Elle présente donc une photographie instantanée de la population à cette date. Il permet de saisir à un moment donné les situations en perpétuel changement. Le recensement de la population est un exemple type de ce mode d'observation.

**Avantages** : les informations sont faciles à collecter et l'opération porte généralement sur l'ensemble de la population. Ce mode d'observation permet aussi de faire des comparaisons dans le temps et de suivre l'évolution de l'effectif et de la structure de la population concernée.

**Inconvénients** : le principal inconvénient de ce mode d'observation est son coût trop élevé.

Par ailleurs il ne permet pas toujours d'avoir des informations sur le passé de cette population ou sur des faits particuliers survenus à certaines tranches de la population.

### **2.2- Observation continue**

Pour ce mode d'observation les événements sont enregistrés au fur et à mesure qu'ils se produisent.

Les registres d'état civil constituent le mode d'observation continue par excellence. Ils permettent l'enregistrement des événements démographiques qui débouche sur les statistiques de mouvement de la population.

On peut aussi réaliser, dans une population plus réduite, une observation continue à l'aide d'enquêtes à passages répétés qui entendent suivre le devenir d'individus pendant une période plus ou moins étendue de leur vie.

**Avantages :** Ce type d'observation est théoriquement parfait si l'état civil fonctionne bien. Il permet en effet un enregistrement exhaustif des événements survenus au sein de la population.

**Inconvénients :** Malgré son caractère exhaustif, l'observation continue ne saurait rapporter beaucoup d'informations entourant les événements eux-mêmes, en raison de la lourdeur des opérations qui en résulteraient et de l'impossibilité où l'on serait d'exercer un contrôle suffisant sur la qualité des données rapportées.

Concernant les enquêtes à passages répétés, l'insuffisance majeure tient à la difficulté de maintenir en observation un échantillon de personnes réparties sur un territoire.

### **2.3- Observation rétrospective**

C'est le mode d'observation dans lequel les événements sont enregistrés après qu'ils sont produits, en interrogeant les personnes qui les ont subis au cours d'une période donnée.

**Avantages :** Les informations recueillies par ce mode d'observation permettent la mesure des phénomènes démographiques à l'état pur, c'est-à-dire sans interférences, les répondants étant généralement ce qui ont subi les événements.

Ce mode d'observation permet aussi l'établissement des biographies des individus, arrêtées à la date de l'enquête.

**Inconvénients :** Ce mode d'observation présente néanmoins plusieurs inconvénients :

- exclusion de l'observation les décès et les départs des migrants ;
- défauts de mémoire des répondants, voire parfois volonté de dissimulation des événements, pouvant affecter la qualité des renseignements recueillis (omissions, télescopage) ;
- parfois faible représentativité de l'échantillon pour un phénomène donné en cas d'enquête.

### **2.4- Observation suivie**

Ici les événements relatifs à une même personne sont rapprochés les uns des autres de manière à pouvoir les saisir dans leur succession.

**Avantages :** Ce mode d'observation établit tout ou partie de la biographie des individus concernés. Il permet aussi des analyses d'une richesse particulière en raison du réseau de solidarité qui peut être mis en évidence entre les divers types d'événements en jeu.



**Inconvénients** : Données difficiles à recueillir. De manière indirecte on peut utiliser le couplage entre les données fournies par une observation continue et celles fournies par une observation rétrospective.

### 3. Repérage des événements démographiques dans le temps

Le temps est l'une des variables essentielles en démographie.

Il existe deux manières de repérer le temps :

- temps mesuré à l'aide de date d'un calendrier,
- temps mesuré selon la durée écoulée depuis un événement antérieur (*événement-origine* ou autre) de la vie d'un individu.

Si l'événement-origine servant à mesurer le temps écoulé correspond à la naissance de l'individu le temps mesuré est appelé l'âge de l'individu.

#### a) Durée exacte - Durée en années révolues

La plupart des statistiques démographiques sont établies en faisant intervenir conjointement deux types de mesure du temps :

- temps mesuré à l'aide de date d'un calendrier qui détermine les durées exactes ou durées aux anniversaires ;
- temps mesuré selon la durée écoulée depuis un événement antérieur qui définit les durées en années révolues.

En raison de la complexité des deux notions précédentes, on rend l'interprétation des statistiques démographiques plus aisée en utilisant des représentations graphiques.

#### b) Repérage d'une date et d'une durée sur un axe de temps

Le repérage du temps sur un axe se fait à l'aide de points ou de segment selon le principe ci-après :

- un point représente un instant ou une date ;
- un segment représente une durée.

**Figure 1** : Repérage des dates et des durées révolues sur un axe.

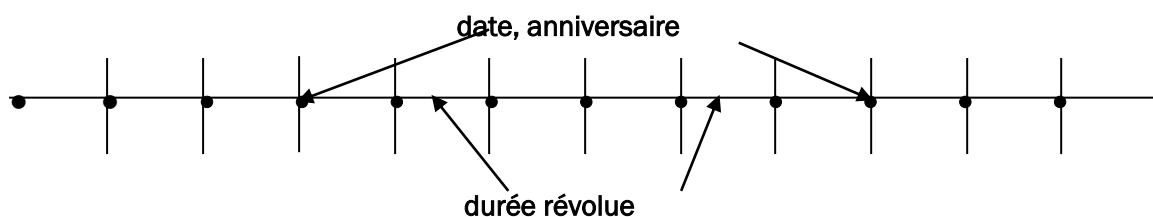
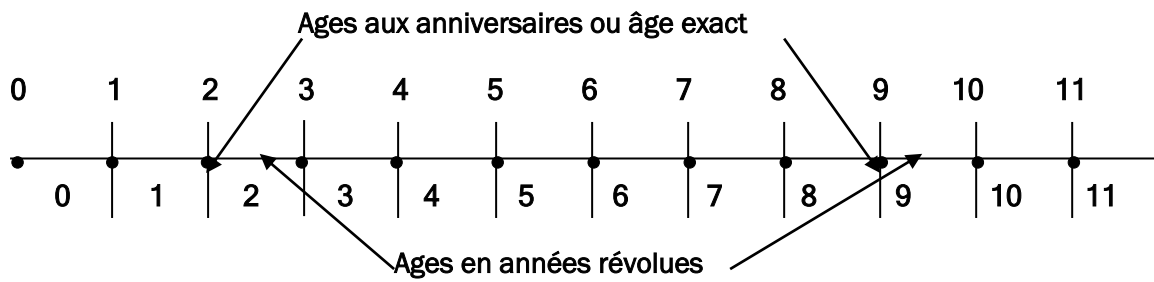


Figure 2 : Représentation des âges aux anniversaires et en années révolues sur un axe



Correspondance entre âge exact et âge en années révolues.

Groupes d'âges en années révolues	Groupes d'âges aux anniversaires correspondants
0 - 4 ans	0 an - 5 ans
5 - 9 ans	5 ans - 10 ans
10 - 14 ans	10 ans - 15 ans
15 - 19 ans	15 ans - 20 ans
.....	.....

### c) Diagramme de Lexis

#### c.1- Objet de la présentation

Le diagramme de Lexis (statisticien allemand du XIXème siècle) est une représentation graphique qui permet de bien élucider la façon dont se combinent les mesures de temps à la fois sur un calendrier et en fonction du temps écoulé depuis un événement antérieur.

Le diagramme se présente sous forme de deux axes rectangulaires :

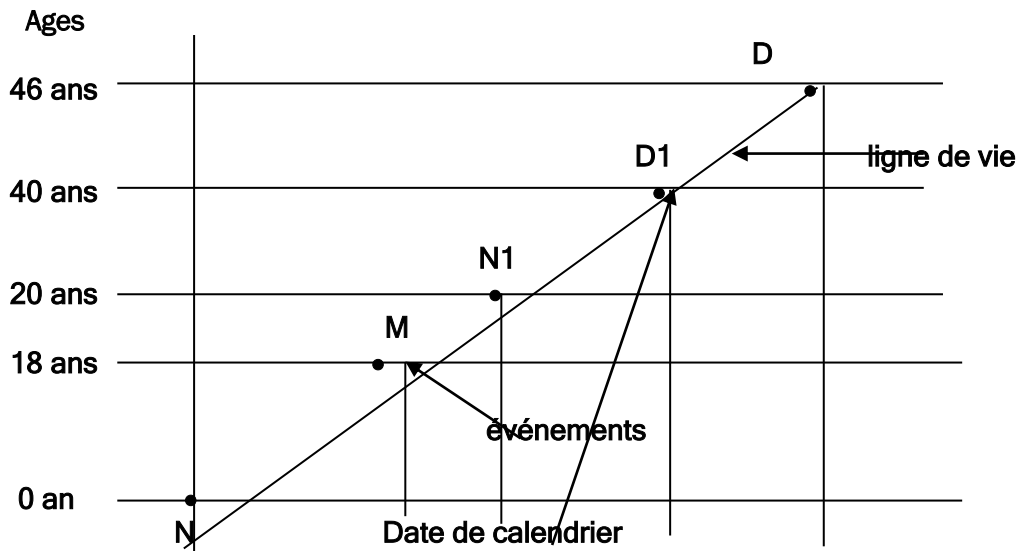
- ◆ sur l'axe des abscisses on porte les dates de calendrier,
- ◆ sur l'axe des ordonnées les durées relatives à des épisodes de la vie de l'individu.

L'unité de graduation est la même sur les axes.

#### c.2- Repérage des événements démographiques

À partir d'un événement-origine, on peut ainsi localiser sur un diagramme de Lexis les événements ultérieurs survenus à un individu. La durée de vie de l'individu, de la naissance (point de départ) à sa mort (point mortuaire) est alors représentée par une droite oblique (*ligne de vie*), inclinée à 45, sur laquelle sont portés les différents événements.

Figure 3 : Repérage des événements dans un diagramme de Lexis



### c.3- Représentation des données démographiques dans un diagramme de Lexis

En démographie quantitative on travaille habituellement sur des milliers d'individus. Pour localiser les quantités ou effectifs, on procède au préalable, à un quadrillage du plan. On trace ensuite :

- ◆ les horizontales d'anniversaires ;
- ◆ les verticales aux dates de calendrier, généralement le 1er janvier de chaque année.

Une bande comprise entre deux lignes de vie délimite une génération, une cohorte ou une promotion d'individus.

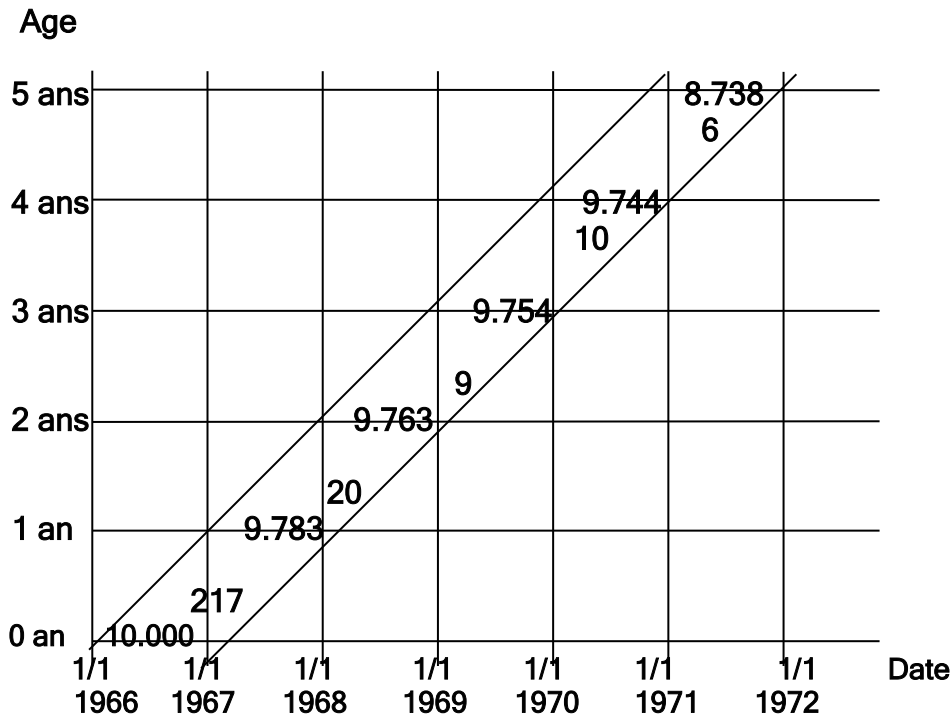
On représentera :

- ◆ les effectifs de population aux anniversaires, au sein des générations ou des cohortes, sur les lignes horizontales ;
- ◆ les effectifs aux dates de calendrier sur les lignes verticales (dates de l'observation instantanée) ; et
- ◆ les événements dans les surfaces.

**Exemple 1** : Représenter dans un diagramme de Lexis les données suivantes pour une génération 10.000 naissances au cours de l'année 1966.

Age (en années révolues)	Effectif	Décès
0	10.000	217
1	9.783	20
2	9.763	9
3	9.754	10
4	9.744	6
5	9.738	-

Figure 5 : Représentation des données dans un diagramme de Lexis.



d) Représentation des événements issus d'une observation continue

Les événements sont recueillis au cours d'une période à l'aide d'une observation continue sur une année ou plusieurs années ; les périodes sont délimitées par les années ou les dates au premier janvier et les anniversaires par les âges ou les durées (durée de mariage par exemple). L'interprétation de telles données dans un diagramme de Lexis suppose que l'on a explicité les liaisons existant entre dates du calendrier, dates de naissances des cohortes et ancienneté dans les cohortes.

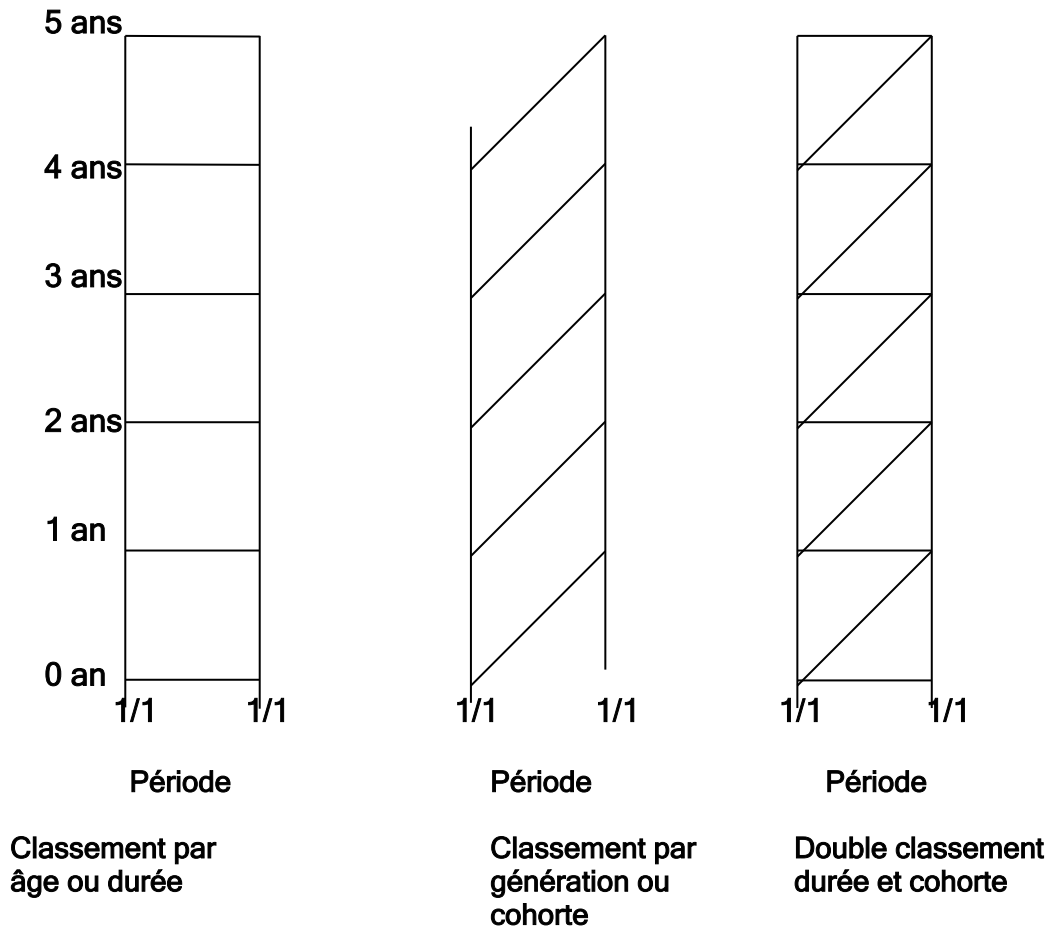
Le classement de ces données peut se faire selon les âges ou les durées révolues ou selon les cohortes ou les générations. Dans un classement des données selon les âges ou les durées révolues les événements sont représentés dans des carrés ou des rectangles selon le cas. Dans un classement selon les générations ou les cohortes les événements sont représentés dans des parallélogrammes.

Le classement selon les âges ou les durées révolues a comme inconvénient que les événements se rapportent à deux cohortes (classement par année d'âge) ou plusieurs cohortes (classement par groupe d'âges). Un tel classement empêche alors de suivre des générations ou des cohortes. Il est préférable dans ce cas d'utiliser le classement selon les générations ou les cohortes.

Il existe enfin un mode de classement qui permet d'opérer des regroupements, soit par âges ou durées révolus, soit par générations ou cohortes. Cette représentation est appelée *double classement*.

Figure 6 : Diagramme de Lexis pour classement des données d'une observation du moment.

Ages



Exemple 2 : Placer les données des tableaux ci-dessous dans un diagramme de Lexis.

Tableau 1 : Décès par âge en années révolues en 1964.

Age en années révolues	Décès
0	18.000
1	3.000
2	630
3	410
4	320

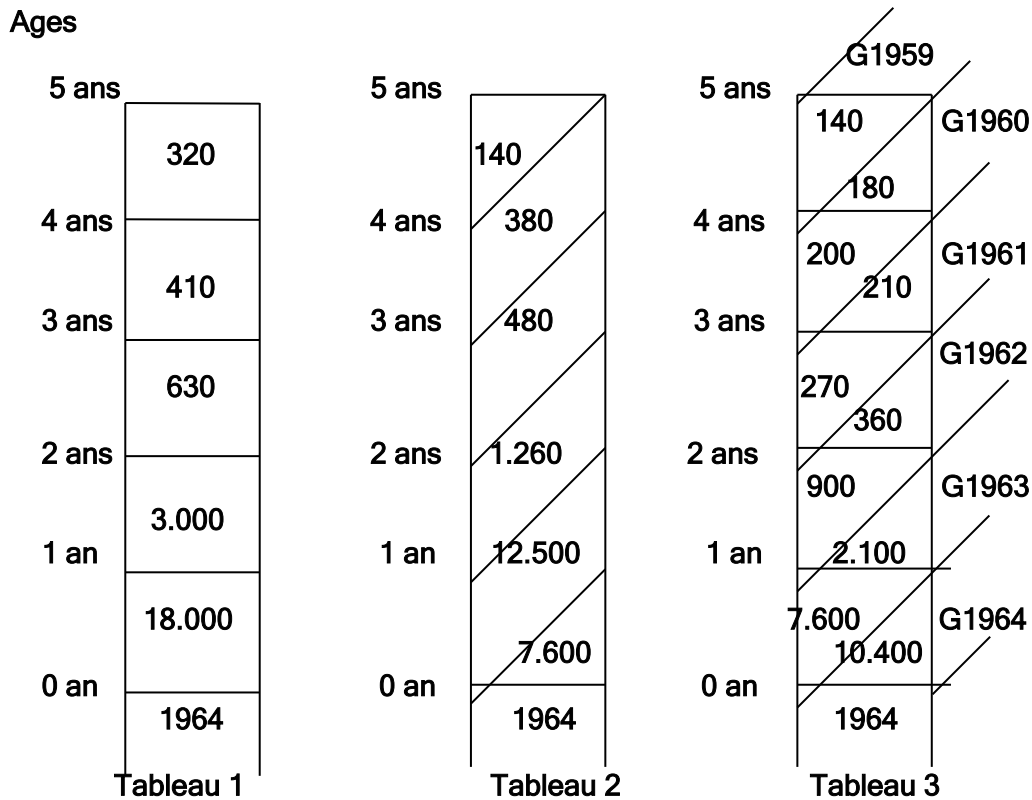
Tableau 2 : Décès par génération en 1964.

Génération	Décès
1964	7.600
1963	12.500
1962	1.260
1961	480
1960	380
1959	140

**Tableau 3 : Décès par âge en années révolues et par génération en 1964.**

Age en années révolues	Génération	Décès
0	1964	10.400
0	1963	7.600
1	1963	2.100
1	1962	900
2	1962	360
2	1961	270
3	1961	210
3	1960	200
4	1960	180
4	1959	140

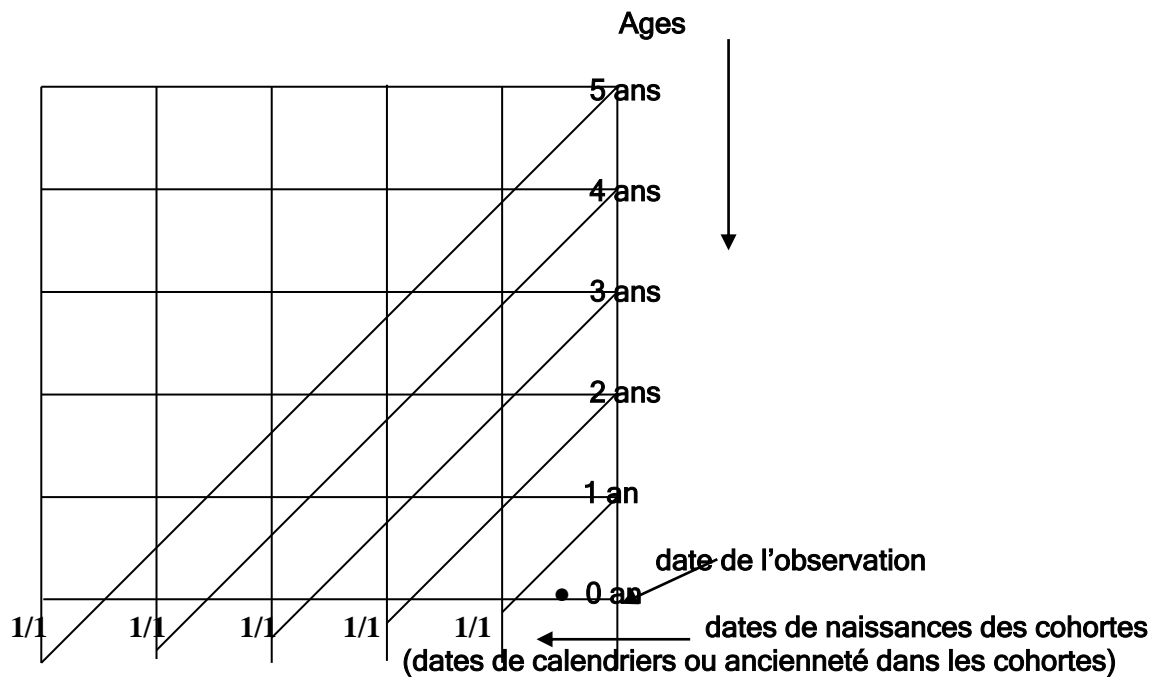
**Figure 7 : Diagramme de Lexis des données des tableaux 1, 2 et 3.**



**e) Représentation des événements issus d'une observation rétrospective**

L'interprétation des données issues d'une observation rétrospective suppose, comme dans le cas d'une observation continue, que l'on a bien explicité les liaisons existant entre les trois éléments suivants :

- les dates de calendrier ;
- les dates de naissance des cohortes ;
- les anciennetés dans les cohortes.

**Figure 8 : Diagramme de Lexis et données d'observation rétrospective**


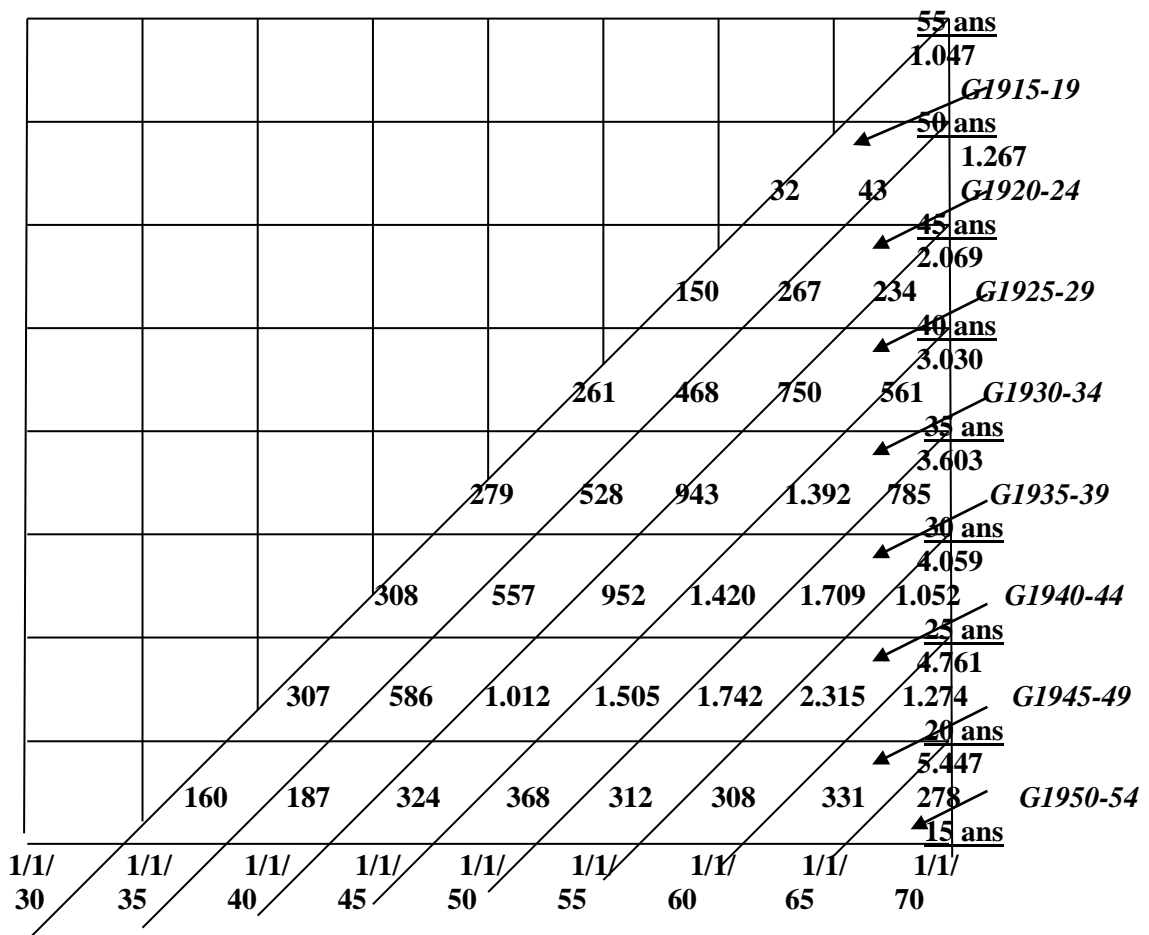
Il est cependant difficile de procéder à un examen systématique de telles données, l'observation rétrospective conduisant parfois à l'établissement de statistiques complexes.

Le plus souvent, les phénomènes étudiés impliquent leur observation après qu'un *événement-origine* se soit produit (Exemple, mariage pour l'étude de la fécondité légitime, décès d'un conjoint pour l'étude du veuvage...). Comme généralement dans la pratique en observation rétrospective des événements on est conduit à classer les personnes enquêtées selon leur âge, on aboutit à des données statistiques établies à la fois selon l'âge au moment de l'enquête des personnes considérées, et leur âge lors de la survenance de l'*événement-origine*.

**Exemple 3 :** Représenter dans un diagramme de Lexis les données suivantes sur les naissances vivantes selon le groupe d'âges des mères à l'enquête et au moment de l'accouchement. Déterminer les générations de mères concernées sachant que l'enquête a eu lieu le 1er janvier 1970.

Groupe d'âges des mères à l'accouchement	Groupe d'âges des mères à l'enquête (ans)							
	50-54	45-49	40-44	35-39	30-34	25-29	20-24	15-19
15-19 ans	160	187	324	368	312	308	331	278
20-24 ans	307	586	1.012	1.505	1.742	2.315	1.274	-
25-29 ans	308	557	952	1.420	1.709	1.052	-	-
30-34 ans	279	528	943	1.392	785	-	-	-
35-39 ans	261	468	750	561	-	-	-	-
40-44 ans	150	267	234	-	-	-	-	-
45-49 ans	32	43	-	-	-	-	-	-
<b>Effectif des mères</b>	<b>1.047</b>	<b>1.267</b>	<b>2.069</b>	<b>3.030</b>	<b>3.603</b>	<b>4.059</b>	<b>4.761</b>	<b>5.447</b>

Figure 9 : Diagramme de Lexis exemple 3.



#### 4. Indicateurs de base de mesure des phénomènes démographiques

Les indicateurs de base de mesure et d'analyse des phénomènes démographiques sont les taux. Les taux sont des indicateurs à base empirique, d'un emploi très large en démographie.

##### a) Taux en démographie

Un *taux* en démographie se définit comme étant la mesure de la fréquence d'apparition des événements (naissances, décès, mariages....) dans une population.

Un taux se calcule en rapportant les événements survenus dans une population au cours d'une période de temps donné à la moyenne de cette population (effectif moyen de la population) au cours de la même période.

La population moyenne au cours d'une année se calcule en faisant la demi-somme des effectifs au 1er janvier et au 31 décembre de cette année. C'est la population au 30 juin ou au 1er juillet de l'année considérée.

La définition précédente du taux reste générale. Dans certains cas, la population de référence au dénominateur ne sera pas toujours nécessairement une population moyenne.

Un taux a généralement une dimension annuelle. Dans son calcul et son utilisation en analyse démographique, on ramènera sa valeur à cette dimension annuelle.



On distingue deux types de taux : les taux bruts et les taux spécifiques ou taux spécialisés.

**b) Définition et calcul de Taux Bruts**

Les taux bruts mesurent la fréquence d'apparition des événements (décès, mariages, naissances) dans la population totale. Ils donnent donc une mesure relative des phénomènes associés à ces événements (mortalité, nuptialité et natalité respectivement).

$$\text{Taux brut} = \frac{\text{Événements annuels}}{\text{Population totale moyenne}}$$

• **Taux brut de mortalité (TBM)**

$$\text{TBM} = \frac{\text{Décès annuels}}{\text{Population totale moyenne}}$$

• **Taux brut de natalité (TBN)**

$$\text{TBN} = \frac{\text{Naissances annuelles}}{\text{Population totale moyenne}}$$

• **Taux brut de nuptialité (n)**

$$n = \frac{\text{Mariages annuels}}{\text{Population totale moyenne}}$$

**Exemple 5 : Calcul des taux bruts (données au cours d'une année).**

- Population au 1er janvier : 42.800.000 personnes ;
- Population au 31 décembre : 43.200.000 personnes ;
- décès annuels : 520.000 ;
- Mariages annuels : 314.500 ;
- Naissances annuelles : 807.200.

- Population moyenne =  $\frac{42.800.000 + 43.200.000}{2}$   
= 43.000.000 personnes

- TBM (‰) =  $\frac{520.000}{43.000.000} \times 1.000$   
= 12,09 ‰

• TBM = 12,09 décès pour 1.000 personnes de la population totale.

- n (‰) =  $\frac{314.500}{43.000.000} \times 1.000$  = 7,31 ‰

- $n = 7,31$  mariages pour 1.000 personnes de la population totale.
- $$\text{TBN } (\text{‰}) = \frac{807.200}{43.000.000} \times 1.000$$

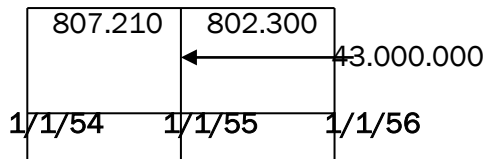
$$= 18,77 \text{ ‰}$$
- TBN = 18,77 naissances pour 1.000 personnes de la population totale.

**Exemple 6 : Dimension annuelle d'un taux**

**1er cas : Période supérieure à un an.**

Naissances en 1954 : 807.210  
 Naissances en 1955 : 802.300  
 Population moyenne de la période : 43.000.000 (population au 01/01/1955)

Calculer le taux brut de natalité dans cette population.



$$\text{Naissances annuelles moyennes} = \frac{807.210 + 802.300}{2}$$

$$= 804.755$$

- $$\text{TBN } (\text{‰}) = \frac{804.755}{43.000.000} \times 1.000$$

On a observé dans la population précédente 130.000 naissances au cours des mois de mars et d'avril. Calculer le taux brut de natalité.

$$\text{Nombre annuel moyen de naissances} = \frac{130.000 \times 365}{61}$$

$$= 777.869$$

- $$\text{TBN } (\text{‰}) = \frac{777.869}{43.000.000} \times 1000$$

$$= 18,09 \text{ ‰}$$

**Remarque :** Dans les deux cas, on a supposé que les naissances sont uniformément réparties au cours d'une année.

**c) Définition et calcul des taux spécifiques (spécialisés)**

Les taux spécifiques mesurent de la fréquence d'apparition des événements (décès, mariages, naissances) au sein d'une population donnée définie par une ou plusieurs de ses caractéristiques.

**c.1- Notation**

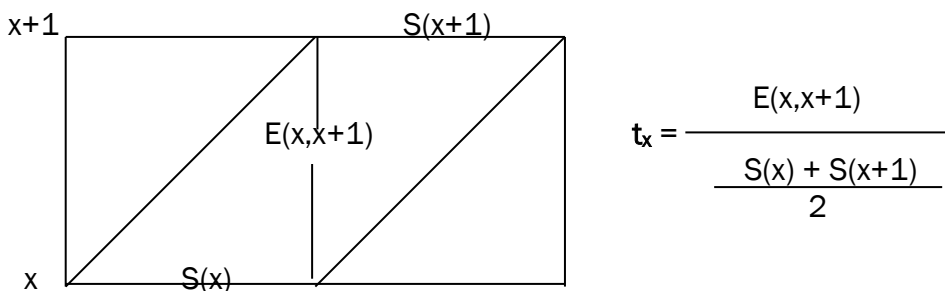
On notera par la suite les événements et les populations observés par des lettres majuscules italiques. A titre d'exemple :

- ***E(x,x+1)*** : désignera les événements observés entre les anniversaires x et x+1 ;
- ***P(x)*** : population observée âgée de x années révolues à une date de calendrier entre les anniversaires x et x+1 ou d'âge x à un anniversaire.
- ***S(x)*** : survivants observés âgés de x années révolues à une date de calendrier entre les anniversaires x et x+1 ou d'âge x à un anniversaire.
- ***P(x,x+a)*** : population observée âgée x années révolues à une date de calendrier entre les anniversaires x et x+a.
- ***D(x,x+a)*** : décès observés entre les anniversaires x et x+a.
- ***M(x,x+a)*** : mariages observés entre les anniversaires x et x+a.
- ***N(x,x+a)*** : naissances observés entre les anniversaires x et x+a.

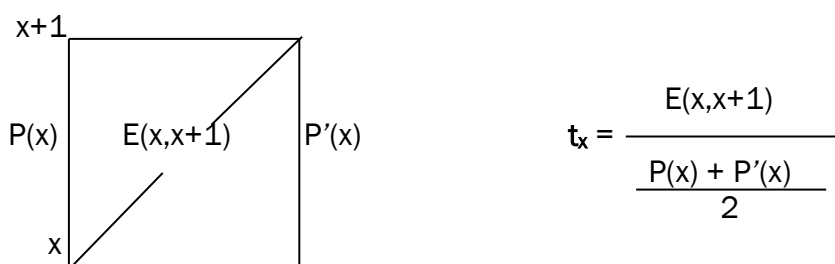
**c.2- Taux spécifiques par année**

Différents cas de figures peuvent se présenter pour le calcul de ses taux spécifiques par année d'âge.

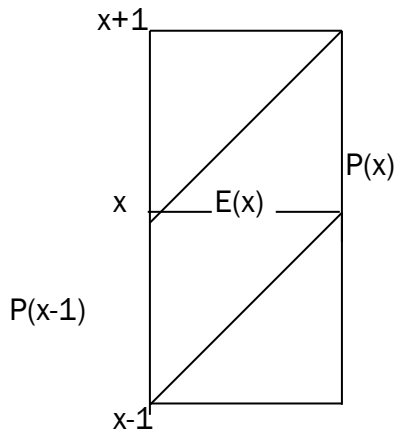
**1er cas** : Taux entre anniversaires dans une génération : deux années civiles, une année d'âge, une génération.



**2ème cas** : Taux entre anniversaires au cours d'une période : une année civile, une année d'âge, deux générations.



**3ème cas :** Taux selon l'âge atteint (x) au cours d'une période (taux perspectif) : une année civile, deux années d'âge, une génération.

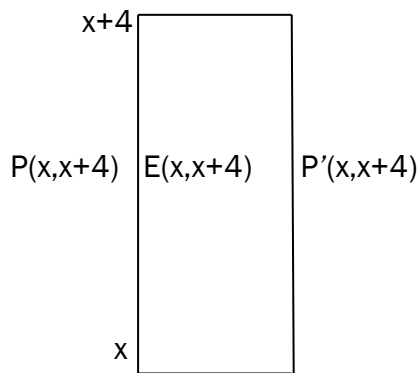


$$t_x = \frac{E(x)}{\frac{P(x-1) + P(x)}{2}}$$

**c.3- Taux spécifiques par groupe d'âges quinquennaux**

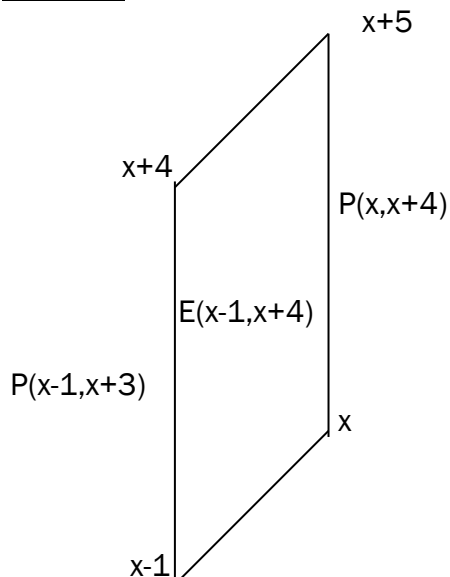
Cinq cas de figures sont à considérer pour le calcul des taux par groupe d'âges quinquennaux.

**1er cas :** Taux entre anniversaires au cours d'une année civile : cinq années d'âge, six générations.



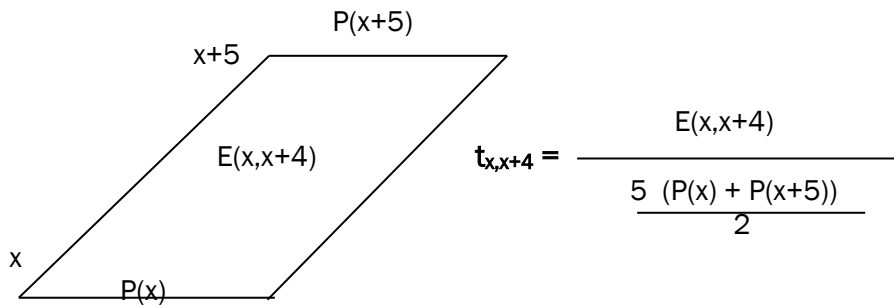
$$t_{x,x+4} = \frac{E(x,x+4)}{\frac{P(x,x+4) + P'(x,x+4)}{2}}$$

**2ème cas :** Taux au cours d'une année civile : six années d'âge, cinq générations.

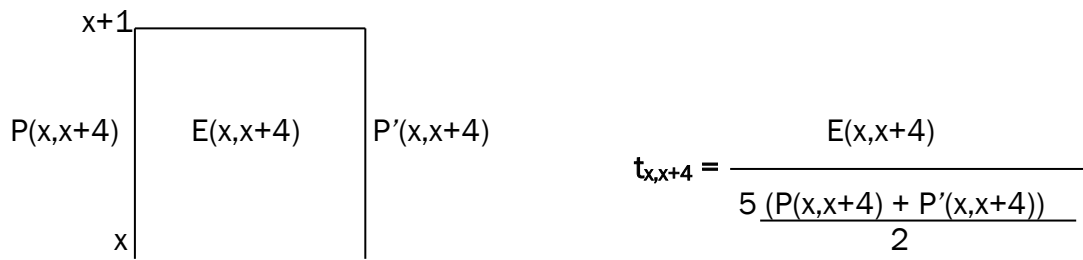


$$t_{x-1,x+4} = \frac{E(x-1,x+4)}{\frac{P(x-1,x+3) + P(x,x+4)}{2}}$$

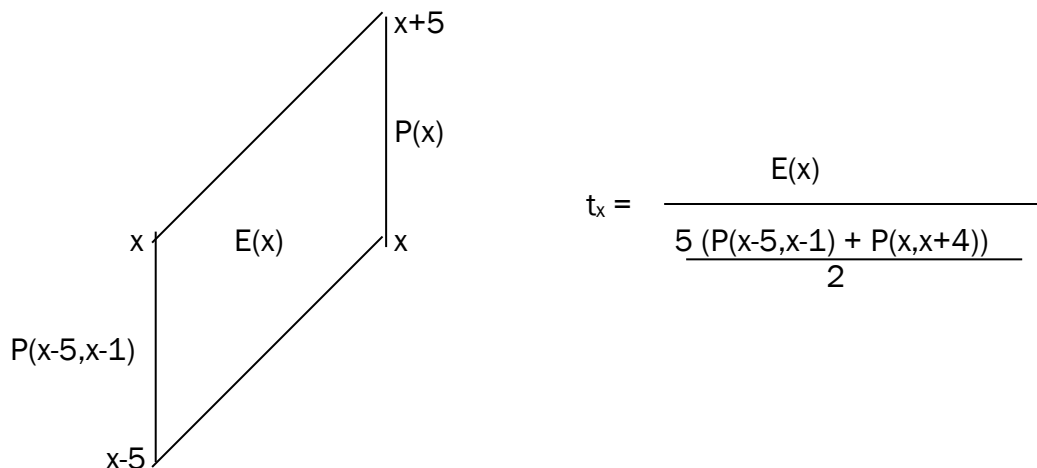
**3ème cas :** Taux entre anniversaires dans une génération : dix années civiles, cinq années d'âge, cinq générations.



**4ème cas :** Taux entre anniversaires au cours d'une période : cinq années civiles, cinq années d'âge, dix générations.



**5ème cas :** Taux selon l'âge atteint (x) au cours d'une période (taux perspectif) : cinq années civiles, dix années d'âge, cinq générations.



Les données nécessaires pour le calcul des trois taux précédents proviennent des sources suivantes :

- état civil, s'il fonctionne correctement,
- combinaison de l'état civil et du recensement,
- enquêtes à passages répétés ou enquêtes rétrospectives.

**d) Définition et calcul des quotients**

Un quotient est une probabilité de survénance à une date ou à un âge donné d'un événement avant une durée ou un âge ultérieur, dans une génération ou une cohorte soumise à un phénomène à événements non renouvelables.

Un quotient calculé en l'absence de phénomènes perturbateurs est appelé quotient brut ou quotient d'éventualité. Lorsqu'il n'y a pas risque de confusion, on désigne le quotient brut par le seul terme quotient.

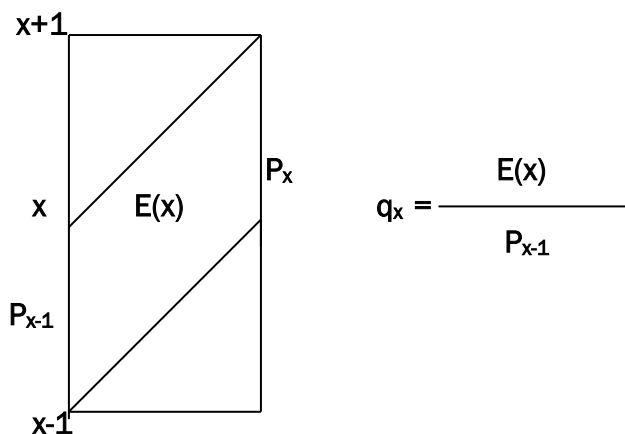
Le calcul d'un quotient est valable pour les phénomènes observés à l'état pur c'est-à-dire en l'absence de phénomènes perturbateurs. Il est applicable pour des observations à des dates de calendrier ou aux anniversaires.

**d.1 Notation :**

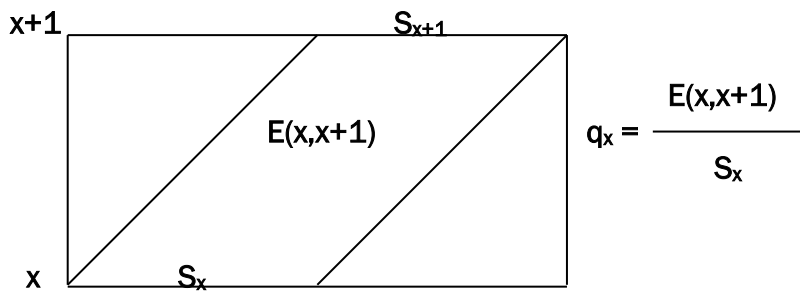
- ◆  $E(x,x+1)$  : désignera les événements observés entre les anniversaires  $x$  et  $x+1$  ;
- ◆  $P_x$  : population observée âgée de  $x$  années révolues à une date de calendrier entre les anniversaires  $x$  et  $x+1$  ou d'âge  $x$  à un anniversaire n'ayant pas encore connu l'événement  $E$ .
- ◆  $q_x$  : quotient (probabilité) d'éventualité de survénance des événements  $E(x,x+1)$  entre les anniversaires  $x$  et  $x+1$  au sein de la population  $S_x$ .

**d.2- Diagrammes de Lexis et calcul de  $q_x$ :**

- *quotient perspectif entre deux dates :*



- *quotient entre anniversaires* :



La probabilité de non occurrence de l'événement  $E$  entre les anniversaires  $x$  et  $x+1$  est égale à :  $p_x = 1 - q_x$ .

Pour un groupe d'âge d'amplitude  $n$ , le quotient d'éventualité  $q$  entre les anniversaires  $x$  et  $x+n$  est :

$${}_nq_x = \frac{E(x,x+n)}{S_x} \quad \text{et} \quad {}_np_x = 1 - {}_nq_x$$

**En résumé,**

Lorsqu'il s'agit de comparer un événement survenu au cours d'une période, deux modalités de calcul sont possibles :

- ⇒ L'un rapporte l'événement, au cours de la période, à la **population moyenne de la période**. La mesure obtenue par ce premier procédé s'appelle TAUX ;
- ⇒ L'autre rapporte l'événement, au cours de la période, à l'**effectif de référence au début de la période**. Il s'agit du QUOTIENT.

Il convient de mentionner que ces deux modalités de calcul correspondent à des événements de nature différente.

- ⇒ Le quotient concerne des événements non renouvelables (décès par exemple) ou tout événement défini par rang (1er mariage, 1ère migration, 1ère naissance, ...).
- ⇒ Le taux s'applique indifféremment aux événements non renouvelables et aux événements renouvelables.

## Deuxième partie

### ETUDE DES PHENOMENES DEMOGRAPHIQUES



## 1- Introduction

### 1.1- Historique

La mortalité constitue le phénomène démographique qui a été étudié le plus précocement. John GRAUNT est le premier à s'être intéressé de façon formelle à ce domaine au 17<sup>ème</sup> siècle. En 1662, il a conçu la première table de mortalité des temps modernes. Par la suite, le développement des sciences actuarielles a contribué à son essor aux 18<sup>ème</sup> et 19<sup>ème</sup> siècles. Plusieurs chercheurs ont ainsi développé des modèles de mortalité durant cette période.

### 1.2- Intérêt de l'étude de la mortalité

L'étude de la mortalité a pour objet d'analyser les effets sur une population de la mort des individus qui la composent. En effet, en conjonction avec celle de la natalité, elle permet entre autres de comprendre l'évolution d'une population, et d'en anticiper les tendances futures. En outre, elle intervient beaucoup dans le domaine des assurances, notamment dans celui de l'assurance-vie. Enfin, la mortalité reflète parmi d'autres facteurs l'état sanitaire de la population. Dans ce cas, on recourt surtout à la mortalité infanto-juvénile, celle affectant les enfants de moins de cinq ans.

L'étude de la mortalité permet, par ailleurs, d'identifier les groupes les plus défavorisés de la population et de les cibler dans le cadre de la mise en œuvre d'une politique sanitaire (mortalité différentielle).

### 1.3- Définition de la mortalité

Selon le dictionnaire multilingue des Nations unies, « **la mortalité désigne l'action de la mort sur les populations** ». Ce phénomène se traduit par des événements : *les décès*. Le décès est la disparition permanente de tout signe de vie à un moment donné postérieur à la naissance vivante, c'est-à-dire la cessation des fonctions vitales après la naissance, sans possibilité de retour à la vie (définition de l'OMS).

Selon la tranche d'âges concernée, l'on traitera de la mortalité **infantile** (moins d'un an), **juvénile** (1-4 ans révolus ou 1-5 ans exacts), **infanto-juvénile** ou **des enfants** (moins de 5 ans), **adulte** (au-delà de 15 ans).

La mortalité au cours de la première année de vie peut être décomposée de la manière suivante :

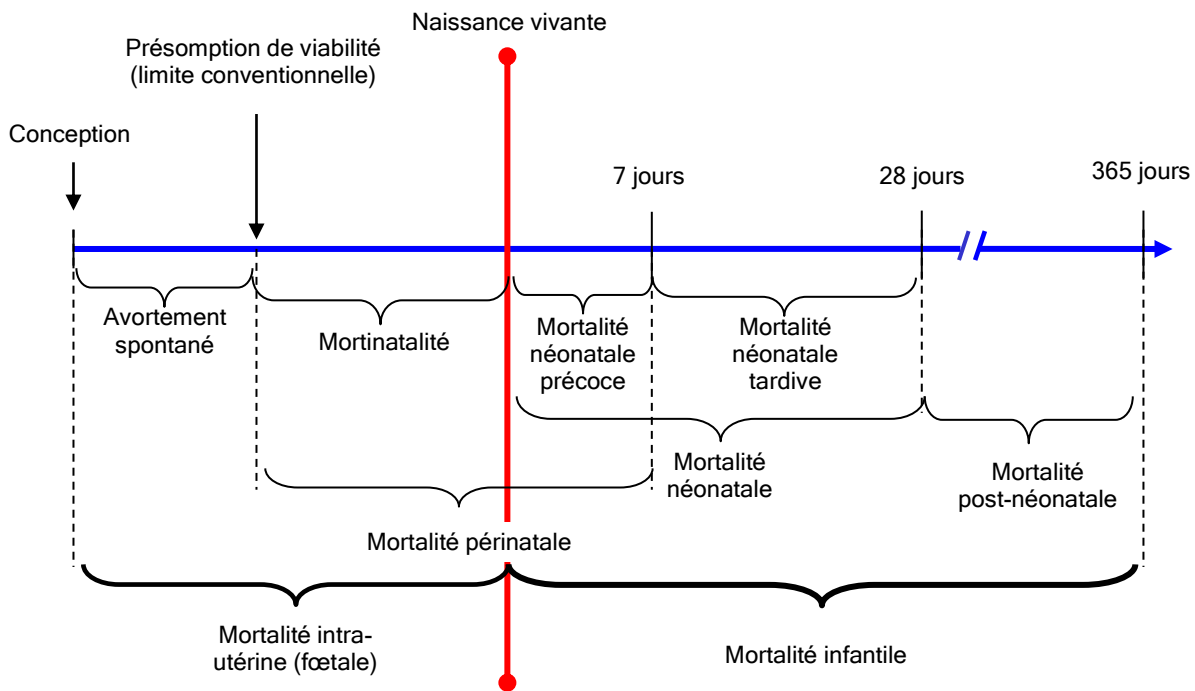
La mortalité au cours du premier mois de vie s'appelle *mortalité néo-natale* ; au-delà et jusqu'au premier anniversaire, l'on parle de *mortalité post-néo-natale*. Dans la mortalité néo-natale, l'on peut encore distinguer la mortalité au cours de la première semaine : *la mortalité néo-natale précoce* et celle entre la première semaine et le premier mois, plus précisément le 28<sup>ème</sup> jours : *la mortalité néo-natale tardive*.

La *mortalité intra-utérine* (ou fœtale) est la mortalité du produit de la gestation avant l'expulsion ou l'extraction complète du corps de la mère, indépendamment de la durée de gestation.

La *mortinatalité* est la mortalité d'un fœtus qui se produit à partir de 28<sup>ème</sup> semaines de gestation (qu'il faut distinguer avec l'avortement spontané qui se produit entre la conception et la 28<sup>ème</sup> semaine).

Comme les causes de la mortinatalité sont très proches de celles de la mortalité néo-natale, on peut regrouper ces deux phénomènes sous le nom de *mortalité périnatale*.

## La mortalité, de la conception au 1<sup>er</sup> anniversaire



**Source :** Pressat (1985) cité par Gendreau (1993)

### 1.4- Notations

- Mortalité infantile :  ${}_1q_0$
- Mortalité juvénile :  ${}_4q_1$
- Mortalité infanto-juvénile :  ${}_5q_0$

## 2- Mesures longitudinales de la mortalité

L'analyse démographique peut être distinguée selon deux approches : l'analyse longitudinale (cohort analysis) et l'analyse transversale ou du moment (period analysis). Transposée à l'étude de la mortalité, l'analyse longitudinale consiste à l'étude de la mortalité d'une génération de l'événement-origine à l'âge  $\omega$ , appelé âge d'extinction totale auquel aucun membre de la génération ne survit. À l'opposé, l'approche transversale considère la mortalité associée à une période donnée, relative à l'ensemble de la population.

### 2.1- Quotient de mortalité

En Démographie, le quotient ou le risque de connaître un événement donné dans un laps de temps donné ne se calcule que lorsque le phénomène étudié se caractérise par des événements non renouvelables (qui ne peuvent être vécus qu'une seule fois dans sa vie).

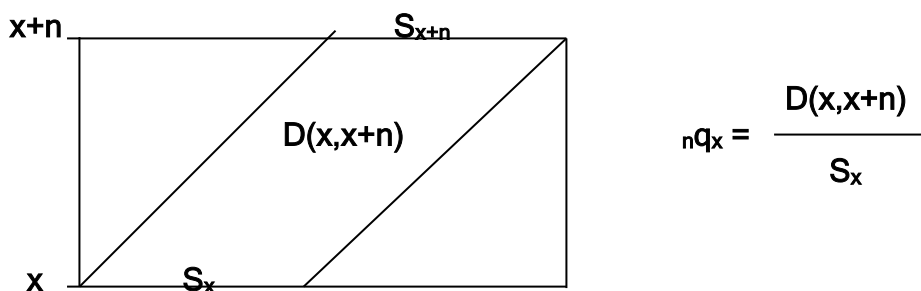
Le quotient de mortalité se définit comme étant la probabilité pour un individu d'âge  $x$  de mourir avant d'atteindre l'âge  $x+n$ .

**A.- Quotient entre anniversaires ou âges exacts**

Concrètement, le quotient de mortalité se calcule en rapportant à l'effectif initial à l'âge x les décès survenus dans l'intervalle x à x+n.

$${}_nq_x = \frac{{}_nd_x}{S_x} \quad \text{avec } {}_nd_x = d(x, x+n)$$

**N.B.** Pour son calcul, il faut donc disposer de données de mortalité selon un double classement : par âge et par génération (cf. diagramme de Lexis).

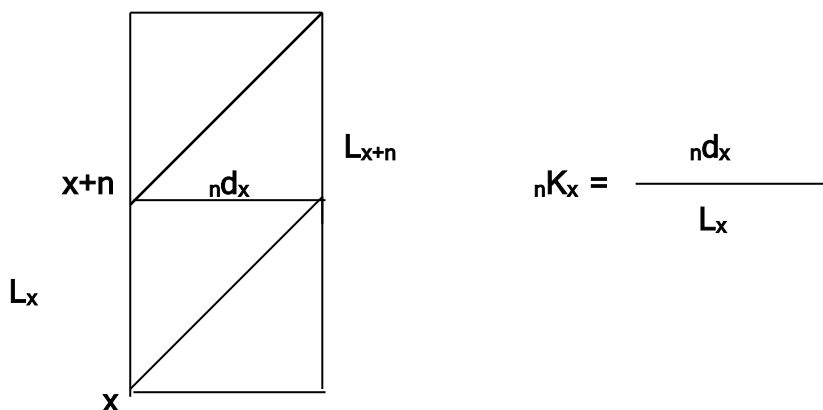


Le quotient de mortalité étant une probabilité, nous pouvons en calculer la probabilité complémentaire, celle de survenance de l'événement « non-décès » (survie). Cette probabilité appelée **probabilité de survie** à l'âge x est égale au complément à l'unité du quotient de mortalité :

$$\begin{aligned} {}_np_x &= 1 - {}_nq_x \\ &= 1 - \frac{{}_nd_x}{S_x} \\ &= \frac{(S_x - {}_nd_x)}{S_x} \\ &= \frac{S_{x+n}}{S_x} \end{aligned}$$

**B- Quotient perspectif ou entre âges révolus**

$${}_nK_x = \frac{{}_nd_x}{L_x} \quad \text{avec } {}_nd_x = d(x, x+n)$$



où

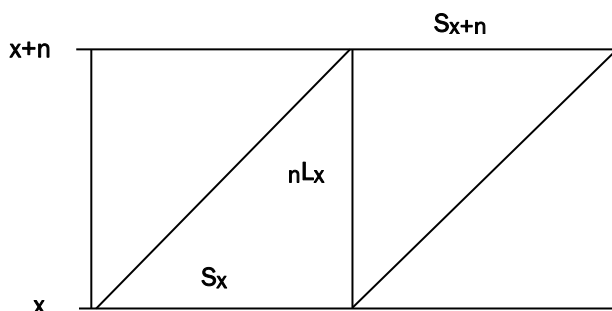
$L_x$  : effectif de la population âgée de  $x$  ans révolus au début de la période d'observation.

Comme pour le quotient de mortalité entre âges exacts, nous pouvons également calculer la probabilité de survie (appelée parfois taux de survie) entre âges révolus (cf. diagramme de Lexis) :

$$\begin{aligned} {}_n p_x &= 1 - {}_n K_x \\ &= 1 - {}_n d_x / L_x \\ &= (L_x - {}_n d_x) / L_x \\ &= \frac{L_{x+n}}{L_x} \end{aligned}$$

## 2.2- Taux de mortalité

Le taux de mortalité est le rapport du nombre total de décès enregistrés entre les âges  $x$  et  $x+n$  au temps total vécu par les individus dans cet intervalle.



Le calcul du taux de mortalité requiert ainsi comme préalable celui du temps total vécu par les individus, appelé en jargon démographique **nombre total de personnes-années vécues**. Pour ce faire, l'on distinguera deux groupes de personnes :

- a- celles ayant survécu à l'âge  $x+n$  :  $S_{x+n}$ ; et
- b- celles étant décédées dans l'intervalle  $x$  et  $x+n$  :  ${}_n d_x$  ou  $d(x, x+n)$

Le dénominateur du taux correspond ainsi à la durée totale d'exposition au risque de décès entre  $x$  et  $x+n$  des survivants à l'âge  $x+n$ . Cette durée (D) sera égale à la somme de :

- pour les survivants :  $d1 = n * S_{x+n}$ , si  $n=1$  :  $d1 = S_{x+1}$
- pour les décédés :  $d2 = a_x(n) * {}_n d_x$  ou  $a_x(n) * d(x, x+n)$

où  $a_x(n)$  désigne la durée moyenne vécue par les personnes décédées dans  $x$  et  $x+n$  avant de connaître la mort.

L'expression du taux de mortalité s'écrit ainsi :

$${}_n t_x = \frac{{}_n d_x}{D} = \frac{{}_n d_x}{d1 + d2} = \frac{{}_n d_x}{n * (S_x + n) + a_x(n) * {}_n d_x}$$

**Hypothèse :** Les décès sont répartis de façon uniforme dans l'intervalle  $x$  et  $x+n$  (la moitié des décès surviennent dans le premier triangle du diagramme de Lexis et la moitié dans le second triangle), c'est-à-dire que chaque décédé vit en moyenne la moitié de l'intervalle considéré.

Dans ce cas,

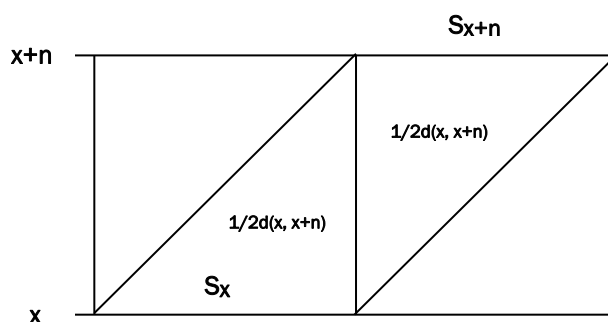
$$ax(n) = \frac{n}{2}$$

Et le nombre total de personnes-années vécues devient :

$$D = n * (S_x + n) + \frac{n}{2} * ndx$$

Sous l'hypothèse de la répartition uniforme des décès, le taux de mortalité est ainsi égale à :

$$ntx = \frac{ndx}{D} = \frac{ndx}{n * (S_x + n) + \frac{n}{2} * ndx} = \frac{ndx}{n * (S_x + n + \frac{1}{2} * ndx)}$$



Si  $n=1$ ,  $ntx$  devient :

$$1tx = \frac{d(x, x + 1)}{(S_x + 1) + \frac{1}{2} * d(x, x + 1)}$$

Or,  $d(x, x+1) = S_x - S_{x+1}$

D'où

$$1tx = \frac{d(x, x + 1)}{(S_x + 1) + \frac{1}{2} * (S_x - S_{x+1})} = \frac{d(x, x + 1)}{\frac{1}{2} * (S_x + S_{x+1})}$$

Ou encore

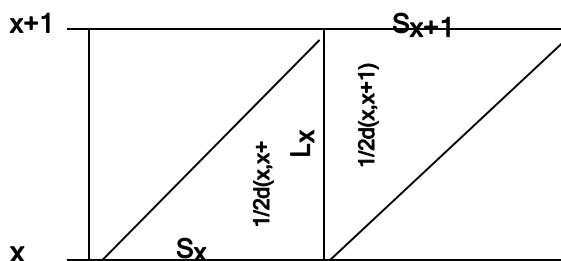
$$1tx = \frac{d(x, x + 1)}{L_x} = \frac{d(x, x + 1)}{S_x + 0,5}$$

Avec  $L_x = S_x + 0,5$  : Effectif des survivants à l'âge  $x+0,5$ .

### 2.3- Relation entre taux et quotient de mortalité

Dans une population observée, si l'on ne dispose pas des effectifs aux différents anniversaires successifs, on ne peut calculer les quotients. Mais il existe deux méthodes qui permettent de retrouver les quotients à partir des taux.

**Hypothèse :** Répartition uniforme des décès dans l'intervalle considéré (cf. diagramme de Lexis ci-dessous).



Par définition :

$${}^1q_x = \frac{d(x, x+1)}{S_x}$$

et

$${}^1t_x = \frac{d(x, x+1)}{\frac{1}{2}(S_x + S_{x+1})} = \frac{d(x, x+1)}{L_x}$$

Or

$$L_x = S_x - \frac{1}{2}d(x, x+1) \quad (\text{cf. diagramme de Lexis ci-dessus})$$

D'où

$$S_x = L_x + \frac{1}{2}d(x, x+1)$$

À partir de ces différentes relations (en remplaçant  $S_x$  par son expression), on peut écrire :

$${}^1q_x = \frac{d(x, x+1)}{L_x + \frac{1}{2}d(x, x+1)}$$

En multipliant par 2 et en divisant par  $L_x$  le numérateur et le dénominateur, la relation devient :

$${}^1q_x = \frac{2 * \frac{d(x, x+1)}{L_x}}{2 * \left( \frac{L_x}{L_x} + \frac{1}{2} \frac{d(x, x+1)}{L_x} \right)}$$

Finalement, on aboutit à la relation :

$${}^1q_x = \frac{2 * {}^1t_x}{2 + {}^1t_x}$$

Cette formule peut être étendue si on a un groupe de **a** années d'âges. Dans ce cas, on obtient:

$$aqx = \frac{2a * atx}{2 + a * atx}$$

Où **a** : amplitude de l'âge

Cette formule sur la conversion de taux en quotient est surtout utilisée pour a=5 (voire a=10).  
Alors :

$$5qx = \frac{10 * 5tx}{2 + 5 * 5tx}$$

et

$$10qx = \frac{20 * 10tx}{2 + 10 * 10tx}$$

**\*\* Remarque :**

1- Étant donné que les décès ne se répartissent jamais de façon uniforme à 0 an révolu (autrement dit, l'hypothèse de l'uniforme répartition des décès n'est pas valable à 0 an), l'on ne pourra pas appliquer telle quelle la formule ci-dessus (la valeur de  $1q_0$  variant en fonction de celle de  $1t_0$ ). Ainsi, on aura recours aux formules ci-après :

⇒ Si  $1t_0 \geq 100\%$ , alors:

$$1q_0 = \frac{2 * 1t_0}{2 + 1,4 * 1t_0}$$

⇒ Si  $1t_0 < 100\%$ , alors:

$$1q_0 = \frac{2 * 1t_0}{2 + 1,7 * 1t_0}$$

2- Dans le langage courant, le quotient de mortalité infantile ( $1q_0$ ) est communément appelé "**taux de mortalité infantile (TMI)**" qu'il ne faut pas confondre avec le **taux de mortalité à 0 an ( $1t_0$ )**. Contrairement au  $1q_0$  qui est une probabilité de mourir entre 0 et 1 an exact, le  $1t_0$  est le rapport des décès infantiles (de moins de 1 an) survenus au cours d'une période (généralement l'année) à la population moyenne de 0 an révolu de cette période. Ainsi défini, il fournit la fréquence des décès parmi les moins de 1 an :

$$1t_0 = \frac{D_0}{\frac{1}{2} * (P_0 + P'_0)}$$

De même, le taux de mortalité juvénile ( $4t_1$ ) se mesure par le rapport des décès de 1-4ans révolus ( $4D_1$ ) de l'année à la population âgée de 1-4 ans en mi-période de l'année. Soit :

$$4t_1 = \frac{4D_1}{\frac{1}{2} * (P(1-4) + P'(1-4))}$$

Une fois le taux calculé, une meilleure approximation du quotient de mortalité juvénile ( $4q_1$ ) à partir de  $4t_1$  est donnée par la formule de CHIANG qui tient compte de l'inégale répartition des décès dans

l'année. Soit :

$$4q1 = \frac{8 * 4t1}{2 + 4,88 * 4t1}$$

### 3- Méthodes d'analyse de la mortalité infantile

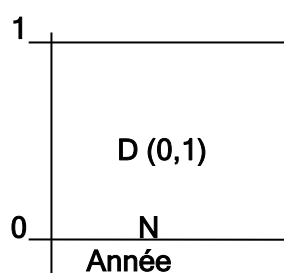
Les enfants en bas âge représentent avec les femmes en âge de procréer et les personnes âgées, les groupes à haut risque de mortalité dans les pays en développement en général et d'Afrique en particulier. En effet, les enfants en bas âge sont plus sensibles aux conditions sanitaires et socio-économiques du moment.

Les mesures de la mortalité infantile apparaissent ainsi comme des *indicateurs pertinents du développement sanitaire* d'un pays. D'où l'intérêt d'accorder une importance à l'étude de la mortalité infantile.

Cette section a pour objet d'examiner les différentes méthodes de mesure de la mortalité infantile.

#### 3.1- Première approximation du quotient de mortalité infantile ( $1q_0$ )

Le  $1q_0$  mesure le risque de décès durant la première année d'existence c'est-à-dire de la naissance au 1er anniversaire. Il se calcule en rapportant le nombre de décès de moins de 1 an survenus au cours d'une année donnée à l'effectif de naissances vivantes enregistrées au cours de cette année.

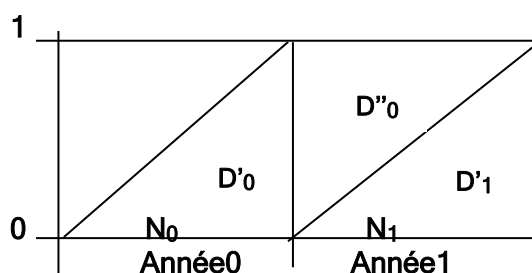


$$1q_0 = \frac{D(0,1)}{N} \quad (1)$$

Où **D(0,1)** : Décès des enfants de moins de 1 an enregistrés au cours de l'année  
**N** : Effectif des naissances vivantes survenues pendant l'année.

#### 3.2- Deuxième approximation du quotient de mortalité infantile ( $1q_0$ )

La deuxième approximation correspond à une mesure transversale de la mortalité infantile. Dans ce deuxième cas, l'on doit disposer des données relatives aux décès infantiles d'une année donnée par génération ainsi que des effectifs des naissances vivantes par génération. Ainsi, on peut calculer pour l'année civile 1 un  $1q_0$  qui rend compte de la mortalité infantile au cours de l'année 1. Pour ce faire, on rapporte chaque effectif de décès aux naissances d'où ils découlent.





Ainsi, sont connus :

- **N<sub>0</sub> et N<sub>1</sub>** : effectifs des naissances vivantes survenues au cours de l'année 0 et de l'année 1, respectivement ;
- **D'<sub>0</sub>** : décès infantiles au cours de l'année 0 issus de la génération née de l'année 0 ;
- **D''<sub>0</sub>** : décès infantiles au cours de l'année 1 issus de la génération née de l'année 0 ;
- **D'<sub>1</sub>** : décès infantiles au cours de l'année 1 issus de la génération née de l'année 1.

On peut calculer pour l'année 1 :

$$1q0 = \frac{D''_0}{N_0} + \frac{D'_1}{N_1} \quad (2)$$

Ce  $1q_0$  comprend un léger biais car  $\frac{D''_0}{N_0}$  devrait être égal à  $\frac{D''_0}{N_0 - D'_0}$

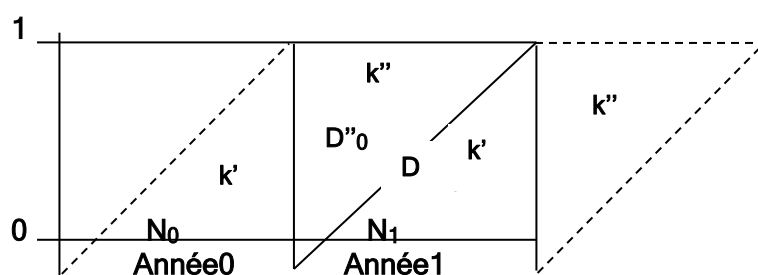
Ainsi, l'expression du  $1q_0$  corrigé (vraie valeur) pour cette deuxième approximation est la suivante :

$$1q0 = \left( \frac{D'_1}{N_1} + \frac{D''_0}{N_0 - D'_0} \right) * \left( 1 - \frac{D'_1}{N_1} \right)$$

### 3.3- Troisième approximation du quotient de mortalité infantile ( $1q_0$ )

Lorsque les décès infantiles sont enregistrés selon un classement unique c'est-à-dire que l'on connaît les décès infantiles d'une année civile non ventilés selon la génération et si l'on connaît les effectifs des naissances par année civile, l'on peut estimer  $1q_0$  moyennant l'hypothèse suivante :

**Hypothèse :** Dans les deux générations successives (année 0 et année 1), les décès infantiles se répartissent selon des proportions  $k'$  et  $k''$  constantes.



Sont connus :

- **N<sub>0</sub> et N<sub>1</sub>** : effectifs des naissances vivantes survenues au cours de l'année 0 et de l'année 1, respectivement ;
- **D** : effectif total des décès infantiles enregistrés au cours de l'année 1.

En l'absence de double classement des décès infantiles (deuxième cas de figure), l'on doit rapporter les décès infantiles de l'année 1 à la moyenne pondérée des naissances de l'année 0 et de l'année 1 pour estimer le  $1q_0$ .

$$1q0 = \frac{D}{N_0k'' + N_1k'} \quad (3)$$

Avec  $k'' + k' = 1$

En effet,

Posons  $D = D''_0 + D'_1$

$$\text{On sait que } 1q0 = \frac{D}{N} \quad (1)$$

et

$$1q0 = \frac{D''_0}{N_0} + \frac{D'_1}{N_1} \quad (2)$$

On va chercher l'expression de N en fonction de  $N_0$  et  $N_1$ .

$$(1)=(2) \quad \frac{D}{N} = \frac{D''_0}{N_0} + \frac{D'_1}{N_1}$$

$$\Rightarrow N = \frac{D}{\frac{D''_0}{N_0} + \frac{D'_1}{N_1}} = \frac{D''_0 + D'_1}{\frac{D''_0}{N_0} + \frac{D'_1}{N_1}} = \frac{N_0 * \left(\frac{D''_0}{N_0}\right) + N_1 * \left(\frac{D'_1}{N_1}\right)}{\frac{D''_0}{N_0} + \frac{D'_1}{N_1}} = \frac{N_0 * \left(\frac{D''_0}{N_0}\right)}{\frac{D''_0}{N_0} + \frac{D'_1}{N_1}} + \frac{N_1 * \left(\frac{D'_1}{N_1}\right)}{\frac{D''_0}{N_0} + \frac{D'_1}{N_1}}$$

On constate à partir de la dernière relation que l'effectif de naissance N est une moyenne pondérée des naissances  $N_0$  et  $N_1$  enregistrées au cours des années 0 et 1. Les pondérations étant respectivement  $\frac{D''_0}{N_0}$  et  $\frac{D'_1}{N_1}$ .

L'on obtient les proportions  $k'$  et  $k''$  à partir des expressions suivantes :

$$k' = \frac{\frac{D'_1}{N_1}}{\frac{D''_0}{N_0} + \frac{D'_1}{N_1}} \quad \text{et} \quad k'' = \frac{\frac{D''_0}{N_0}}{\frac{D''_0}{N_0} + \frac{D'_1}{N_1}} \quad \text{D'où} \quad N = N_0 k'' + N_1 k'$$

Les valeurs de  $k'$  et  $k''$  dépendent du niveau de la mortalité infantile.

Niveau de la mortalité (en ‰)	Poids	
	$k'$	$k''$
200	0,60	0,40
150	0,67	0,33
100	0,75	0,25
50	0,80	0,20
25	0,85	0,15
15	0,95	0,05

$k'$  correspond à la proportion des décès qui surviennent dans le premier triangle du diagramme de Lexis (de la naissance à en moyenne à 6 mois d'âge) ; et

$k''$  correspond à la proportion des décès ayant lieu durant les 6 derniers mois de la première année d'existence.

### 3.4- Composantes de la mortalité infantile

On se reporte à la figure 12 (sous-section 1.3 : définition de la mortalité) pour la délimitation des différentes périodes allant de la conception à la fin de la première année d'existence. Elle nous fournit les différents concepts relatifs à la mortalité infantile ainsi que leur définition. Dans cette sous-section, il s'agira surtout d'examiner les mesures des indicateurs qui en découlent.

**A.- Taux de mortalité néonatale précoce (7 premiers jours)**

C'est le rapport des décès néonataux précoces ( $D_{0,6}$ ) survenus au cours d'une année à l'effectif des naissances vivantes (N) de cette année.

$$TMNNP = \frac{D(0,6)}{N}$$

**B.- Taux de mortalité néonatale (28 premiers jours)**

C'est le rapport des décès néonataux ( $D_{0,27}$ ) survenus au cours d'une année donnée à l'effectif des naissances vivantes (N) de cette année.

$$TMNN = \frac{D(0,27)}{N}$$

**C.- Taux de mortalité néonatale (28 - 364 jours révolus)**

C'est le rapport des décès post-néonataux ( $D_{28,364}$ ) survenus entre le 28<sup>e</sup> et 365<sup>e</sup> jour, au cours d'une année à l'effectif des naissances vivantes (N) de cette année moins les décès néonataux (survivants à 28 jours).

$$TMPNN = \frac{D(28,364)}{N - D(0,27)}$$

Mais ce taux peut être calculé également par rapport à l'effectif initial des naissances vivantes de l'année :  $TMPNN = \frac{D(28,364)}{N}$

En additionnant ce taux avec le taux de mortalité néonatale, l'on obtient le taux de mortalité infantile :

$$TMI = \frac{D(0,27)}{N} + \frac{D(28,364)}{N} = \frac{D(0,364)}{N}$$

**D.- Taux de mortinatalité (de la 28<sup>e</sup> semaine (+/- 6<sup>e</sup> mois) de la gestation (présomption de viabilité) à la naissance)**

C'est le rapport des mort-nés (mortinaissances) d'une année donnée à l'effectif des naissances (naissances vivantes et mortinaissances) de cette année.

$$TMN = \frac{DMN}{N + DMN}$$

Parfois, ce taux est calculé en rapportant les mort-nés aux naissances vivantes de l'année :

$$TMN = \frac{DMN}{N}$$

**E.- Taux de mortalité périnatale**

C'est le rapport des mortinaissances et des décès néonataux survenus au cours d'une année donnée à l'effectif des naissances vivantes de cette année.

$$TMP = \frac{DMN + D(0,27)}{N + DMN}$$

Ou en considérant seulement les décès néonataux précoces.

$$TMP = \frac{DMN + D(0,6)}{N + DMN}$$

**F.- Exercice d'illustration**

Effectifs des naissances et des décès infantiles survenus dans la région DEGS au cours de l'année 2013.

Naissances		Décès infantiles	
Naissances vivantes	51 749	Moins d'une semaine	234
Mort-nés	346	Moins de 4 semaines	286
Total	52 095	Moins d'un an	445

**T.A.F** Calculer les différents taux de mortalité relatifs à la première année d'existence dans la région DEGS.

#### 4- Table de mortalité

La table de mortalité d'une génération est un tableau qui permet de connaître le calendrier du phénomène mortalité. En fait, elle décrit la mortalité d'une génération d'individus selon leur âge en l'absence de phénomène perturbateur (émigration par exemple). Autrement dit, il s'agit d'un modèle descriptif de l'extinction de cette génération au fur et à mesure que l'âge avance.

Pour la présenter, plaçons-nous dans le cas fictif le plus simple possible :

- ⇒ Une population fermée : non soumise aux échanges migratoires avec d'autres populations (on y entre par la naissance ; on y quitte par le décès). Autrement dit, on associe à une table de mortalité une population stationnaire ;
- ⇒ Un enregistrement exhaustif des faits d'état-civil : toutes les naissances et tous les décès sont comptés. Ces derniers étant classés selon l'âge. Tout nouveau-né entre en observation dès sa naissance et le décès est la seule sortie d'observation possible.

La table de mortalité est composée de différentes fonctions qu'il convient d'examiner ci-après.

##### 4.1- Quotient de mortalité : ${}_a q_x$

La série de  ${}_a q_x$  représente la première fonction de la table de mortalité. Elle nous fournit l'évolution du risque de décès selon l'âge : c'est la probabilité, pour un individu atteignant l'anniversaire  $x$ , de décéder avant l'anniversaire  $x+a$ .

$${}_a q_x = \frac{d(x, x+a)}{S_x} = \frac{S_x - S_{x+a}}{S_x}$$

La première de la série de  ${}_a q_x$ , notée  ${}_1 q_0$ , est appelée « quotient de mortalité infantile » et exprime le rapport entre les décès survenus avant le premier anniversaire aux naissances de la génération fermée.

##### 4.2- Fonctions de survie et de décès : $S_x$ et $d_x$

Une fois disponible la série  $q_x$ , l'on peut supposer qu'une cohorte fictive sans perturbations subira tout au long de sa vie les risques de décès ainsi calculés. Comment générer concrètement la série de  $S_x$  aux différents âges (cf. exemple d'illustration 4.8) ?

Pour ce faire, représentons par  $S_0$  le nombre de naissances dans cette cohorte fictive (fictitious cohort), appelée racine de la table (c'est généralement un multiple de 10).

Le nombre de décès à 0 an révolu (entre la naissance et le 1<sup>er</sup> anniversaire)  $d_0$  est égal à :

$$d_0 = S_0 \times q_0$$

Le nombre de survivants à 1 an exact,  $S_1$ , sera égal à :

$$S_1 = S_0 - d_0$$

On peut dériver la fonction de survie  $S_x$  et celle de décès  $d_x$  de la table de mortalité en suivant l'algorithme ci-après :

$$\begin{aligned} d_x &= S_x \times q_x \\ S_{x+1} &= S_x - d_x \end{aligned}$$

jusqu'à l'extinction de la cohorte :

$$S_\omega = S_{\omega-1} - d_{\omega-1} = 0$$

#### 4.3- Probabilité de survie : $p_x$

C'est la probabilité pour un individu de survivre à l'âge  $x$ . Il s'agit donc d'une probabilité complémentaire de  $q_x$ . Deux types de probabilité de survie peuvent être calculés : la probabilité conditionnelle et la probabilité non conditionnelle.

⇒ La probabilité **conditionnelle** de survie est définie comme étant la probabilité pour un individu de survivre à l'âge  $x+1$  sachant qu'il a survécu à  $x$ . Elle se calcule de la manière suivante :

$$p_x = 1 - q_x = 1 - \left(\frac{d_x}{S_x}\right) = 1 - \frac{(S_x - S_{x+1})}{S_x} = \frac{S_{x+1}}{S_x}$$

La probabilité de survie entre  $x$  et  $x+n$  est obtenue de façon similaire :

$${}_n p_x = \frac{S_{x+n}}{S_x}$$

⇒ La probabilité **non conditionnelle**, notée  ${}_x p_0$ , en revanche, est la probabilité pour un individu de survivre de la naissance à l'âge  $x$ . Soit :

$${}_x p_0 = \frac{S_x}{S_0}$$

Où  $S_0$  désigne l'effectif initial de la cohorte fictive associée à la table de mortalité.

#### 4.4- Nombre de personnes-années vécues : $L_x$

Comme nous l'avons déjà vu lors du calcul du taux de mortalité, le nombre total d'années vécues par les membres de la cohorte fictive entre les âges  $x$  et  $x+1$  est égal à :

$$L_x = \frac{1}{2} (S_x + S_{x+1})$$

D'où,

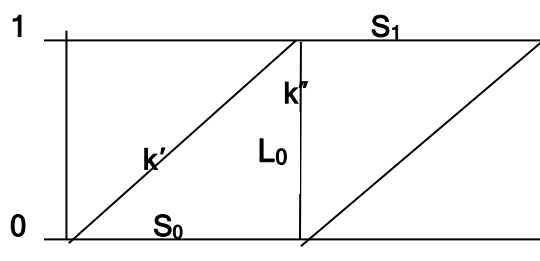
$${}_n L_x = \frac{n}{2} (S_x + S_{x+n})$$

Cette relation suppose une répartition uniforme des décès entre  $x$  et  $x+n$ . Mais il convient de rappeler que durant la première année d'existence (entre 0 et 1 an), les décès ne se répartissent jamais de façon uniforme.

Aussi, pour la première année d'existence, une meilleure approximation du nombre de personnes-années vécues est-elle fournie par la relation suivante :

$$L_0 = k'' S_0 + k' S_1$$

Où  $k'$  et  $k''$  sont des facteurs qui rendent compte des proportions de décès survenus entre 0 et 1 an. En effet,



Etant donné que  $d0 = k'd0 + k''d0$  (décès à 0 an révolu qui se répartissent selon des proportions  $k'$  et  $k''$ ).

Et

$$L0 = S0 - k'd0 \quad (\text{cf. diagramme de Lexis ci-dessus})$$

Ou encore

$$L0 = S0 - k'(S0 - S1) = S0 - k'S0 + k'S1 = (1 - k')S0 + k'S1 = k''S0 + k'S1$$

Les valeurs de  $k'$  et  $k''$  dépendent du niveau de la mortalité infantile. Ainsi :

$$\Rightarrow \text{Si } 1q_0 \leq 100\%, \text{ alors } L0 = \frac{1}{4}S0 + \frac{3}{4}S1$$

$$\Rightarrow \text{Si } 1q_0 > 100\%, \text{ alors } L0 = \frac{1}{3}S0 + \frac{2}{3}S1$$

**N.B.**

1-  $Lx$  peut être interprété autrement. On peut ainsi considérer  ${}_nLx$  comme le nombre de personnes-années vécues sans connaître la mort entre  $x$  et  $x+n$ .

Ou bien, c'est l'effectif de la population stationnaire âgée de  $x$  à  $x+n-1$  associée à la table de mortalité (appellation la plus courante).

2- Calcul  ${}_nLx$  au dernier intervalle d'âge ( $x^+$ ) :

On sait que  $tx = \frac{dx}{0,5*(Sx+Sx+1)} = \frac{dx}{Lx}$

D'où  $Lx = \frac{dx}{tx} \rightarrow Lx+ = \frac{dx+}{tx+}$

**4.5- Nombre collectif d'années vécues :  $Tx$**

C'est le nombre collectif personnes-années vécues par la cohorte fictive à partir de l'âge exact  $x$ .

$$Tx = \sum_{i=x}^{\omega-1} Li$$

Sous l'hypothèse de l'uniforme répartition des décès,  $Lx = 0,5(Sx + Sx + 1)$

Aussi,  $Tx$  peut-il s'écrire comme suit :

$$Tx = \sum_{i=x}^{\omega-1} 0,5(Si + Si + 1)$$

#### 4.6- Espérance de vie : $e_x$

C'est le nombre moyen d'années vécues par la cohorte fictive après l'âge  $x$ .

Ou encore

Le nombre moyen qu'un individu peut espérer vivre s'il vivait la même expérience de mortalité que la cohorte fictive à partir de l'âge  $x$ .

L'expression de  $e_x$  est fournie par la relation suivante :

$$e_x = \frac{T_x}{S_x}$$

Comme  $T_x = \sum_{i=x}^{\omega-1} L_i$ , on peut écrire :

$$e_x = \frac{\sum_{i=x}^{\omega-1} L_i}{S_x}$$

Sous l'hypothèse de l'uniforme répartition des décès, on a :

$$L_i = 0,5(S_i + S_{i+1})$$

D'où, l'espérance de vie à l'âge  $x$  peut s'écrire :

$$e_x = \frac{1}{S_x} \sum_{i=x}^{\omega-1} 0,5(S_i + S_{i+1}) = 0,5 + \frac{1}{S_x} \sum_{i=x+1}^{\omega-1} S_i$$

car  $S_\omega = 0$

Par analogie, l'expression de l'espérance de vie à la naissance  $e_0$  s'écrit :

$$e_0 = 0,5 + \frac{1}{S_0} \sum_{i=1}^{\omega-1} S_i$$

L'expression de  $e_0$  peut encore s'écrire :

$$e_0 = \frac{T.A.V}{S_0}$$

Où T.A.V désigne le nombre total des années vécues dans la génération.

Pour calculer le T.A.V, faisons l'hypothèse que les décédés à l'âge  $x$  révolu  $[d(x, x+1)]$  décèdent en moyenne à  $(x+0,5)$  ans exactement. Autrement dit, ils vivent au total de leur naissance à leur décès :  $(x+0,5)d(x, x+1)$  ans. Ainsi :

$$T.A.V = \sum_{x=0}^{\omega-1} (x + 0,5)d(x, x + 1) = \sum_{x=0}^{\omega-1} (x + 0,5)(S_x - S_{x+1})$$



D'où l'expression de  $e_0$  :

$$e_0 = \frac{1}{S_0} * \sum_{x=0}^{\omega-1} (x + 0,5)(S_x - S_{x+1})$$

Pour le calcul pratique de  $e_0$ , on aura intérêt à construire un tableau du type suivant :

Intervalle d'âges (x, x+1)	Age moyen au décès (x+0,5)	Nombre de décès (S <sub>x</sub> -S <sub>x+1</sub> )	Nombre d'années vécues TAV
(0, 1)	0,5	S <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	0,5(S <sub>0</sub> -S <sub>1</sub> )
(1, 2)	1,5	S <sub>1</sub> -S <sub>2</sub>	1,5(S <sub>1</sub> -S <sub>2</sub> )
(2, 3)	2,5	S <sub>2</sub> -S <sub>3</sub>	2,5(S <sub>2</sub> -S <sub>3</sub> )
...	...	...	...
(x, x+1)	x+0,5	S <sub>x</sub> -S <sub>x+1</sub>	(x+0,5)(S <sub>x</sub> -S <sub>x+1</sub> )
...	...	...	...
(ω-2, ω-1)	ω-1,5	S <sub>ω-2</sub> -S <sub>ω-1</sub>	(ω-1,5)(S <sub>ω-2</sub> -S <sub>ω-1</sub> )
(ω-1, ω)	ω-0,5	S <sub>ω-1</sub> -S <sub>ω</sub>	(ω-0,5)(S <sub>ω-1</sub> -S <sub>ω</sub> )

En additionnant les quantités de la dernière colonne, on obtient le nombre total d'années vécues par les membres de la génération, soit :

$$TAV = 0,5(S_0 - S_1) + 1,5(S_1 - S_2) + 2,5(S_2 - S_3) + \dots + (x+0,5)(S_x - S_{x+1}) + \dots + (\omega-0,5)S_{\omega-1} \text{ car } S_\omega = 0$$

Développons l'expression de TAV

$$\begin{aligned} TAV &= 0,5 S_0 - 0,5 S_1 + 1,5 S_1 - 1,5 S_2 + 2,5 S_2 - 2,5 S_3 + \dots + \dots + (\omega-0,5)S_{\omega-1} \\ &= 0,5 S_0 + S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_x + \dots + S_{\omega-1} \end{aligned}$$

En appliquant la formule de  $e_0$ , on a :

$$\begin{aligned} e_0 &= 1/S_0 * [0,5 S_0 + S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_x + \dots + S_{\omega-1}] \\ &= 0,5 + 1/S_0 * [S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_x + \dots + S_{\omega-1}] \end{aligned}$$

D'où la formule :

$$e_0 = 0,5 + \frac{1}{S_0} * \sum_{i=1}^{\omega-1} S_i$$

Ainsi définie, l'espérance de vie à la naissance  $e_0$  exprime le nombre d'années qu'un individu, appartenant à la génération donnée, a vécu en moyenne. Alternativement, elle correspond au total des années vécues par l'ensemble des individus appartenant à la génération concernée, divisé par l'effectif (initial) de la génération en admettant que les personnes décédées entre l'âge  $x$  et l'âge  $x+a$  sont mortes, en moyenne, à  $\left(x + \frac{a}{2}\right)$  années.

**4.7- Relation entre  $e_0$  et  $e_x$  : application au dernier groupe d'âges ouvert**

Comment calculer l'âge moyen vécu par les décédés pour le dernier groupe d'âges ?

En utilisant un tableau du même type que ci-dessus et en décomposant le nombre total des années vécues entre les années de 0 à x et les années vécues après x, l'on peut établir la relation qui lie  $e_0$  et  $e_x$ .

Intervalle d'âges (x, x+1)	Age moyen au décès (x+0,5)	Nombre de décès ( $S_x-S_{x+1}$ )	Nombre d'années vécues TAV
(0, 1)	0,5	$S_0-S_1$	$0,5(S_0-S_1)$
(1, 2)	1,5	$S_1-S_2$	$1,5(S_1-S_2)$
...	...	...	...
(x-1, x)	x-0,5	$S_{x-1}-S_x$	$(x-0,5)(S_{x-1}-S_x)$
(x et +)	x+ $e_x$	$S_x-S_\omega$	$x+e_x (S_x-S_\omega)$

De la même manière que ci-dessus :

$$TAV = 0,5(S_0-S_1) + 1,5(S_1-S_2) + \dots + (x-0,5)(S_{x-1}-S_x) + \dots + (x+e_x)S_x \text{ car } S_\omega = 0$$

$$= 0,5S_0 + S_1 + S_2 + \dots + S_{x-1} + (0,5+e_x)S_x$$

Par analogie,

$$e_0 = 1/S_0 * [0,5S_0 + S_1 + S_2 + \dots + S_{x-1} + \dots + (0,5 + e_x)S_x]$$

D'où la formule :

$$e_0 = 0,5 + 1/S_0 * [S_1 + S_2 + \dots + S_{x-1} + \dots + (0,5 + e_x)S_x]$$

**N.B. Cas d'une table de mortalité abrégée**

Il est rare que la série  $S_x$  soit connue à tous les anniversaires x. Le plus souvent, elle n'est connue qu'aux anniversaires multiples de 5 (parfois 10) et au premier anniversaire que l'on s'efforce toujours d'isoler pour connaître la mortalité infantile. On a ainsi la série incomplète  $S_0, S_1, S_5, S_{10}$ . En outre, la série  $S_x$  s'arrête toujours à un anniversaire multiple de 5 (80 ou 85). Autrement dit, l'âge  $\omega$  (ou âge d'extinction de la génération) s'arrête généralement à 80 ou 85 ans.

Dans le cas d'une table de mortalité abrégée, -- en supposant que la table s'arrête à 85 ans et connaissant la valeur de  $e_{85}$  --, le calcul de l'espérance de vie à la naissance peut être résumé dans le tableau suivant :

Intervalle d'âges (x, x+a)	Age moyen au décès (x+a/2)	Nombre de décès ( $S_x-S_{x+a}$ )	Nombre d'années vécues TAV
(0, 1)	0,5	$S_0-S_1$	$0,5(S_0-S_1)$
(1, 5)	3,0	$S_1-S_5$	$3,0(S_1-S_5)$
(5, 10)	7,5	$S_5-S_{10}$	$7,5(S_5-S_{10})$
...	...	...	...
(80, 85)	82,5	$S_{80}-S_{85}$	$82,5(S_{80}-S_{85})$
(85 et +)	$85+e_{85}$	$S_{85}-S_\omega$	$(85+e_{85})(S_{85}-S_\omega)$

$$TAV = 0,5(S_0 - S_1) + 3,0(S_1 - S_5) + 7,5(S_5 - S_{10}) + \dots + (x-0,5)(S_{x-1} - S_x) + \dots + 82,5(S_{80} - S_{85}) + (85 + e_{85})S_{85}$$

$$= 0,5S_0 + 2,5S_1 + 4,5S_5 + 5(S_{10} + \dots + S_{80}) + (2,5 + e_{85})S_{85}$$

$$e_0 = 1/S_0 * [0,5S_0 + 2,5S_1 + 4,5S_5 + 5(S_{10} + \dots + S_{80}) + (2,5 + e_{85})S_{85}]$$

D'où la formule :

$$e_0 = 0,5 + 1/S_0 * [2,5S_1 + 4,5S_5 + 5(S_{10} + \dots + S_{80}) + (2,5 + e_{85})S_{85}]$$

#### 4.8- Exemple d'illustration

Table de mortalité abrégée de la population féminine des USA – année 1977

Intervalle d'âges (x, x+n)	Quotient de mortalité nq <sub>x</sub>	Survivants S <sub>x</sub>	Décès nd <sub>x</sub>	Effectif de la population stationnaire correspondante		Espérance de vie e <sub>x</sub>
				nL <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	
0-1	0,0125	100 000	1 248	96 902	7 709 081	77,1
1-5	0,0024	96 752	238	394 448	7 610 179	77,1
5-10	0,0014	96 514	134	492 207	7 215 731	73,2
10-15	0,0013	96 380	126	491 617	6 723 524	68,3
15-20	0,0028	96 254	277	490 625	6 231 907	63,4
20-25	0,0033	97 977	321	489 096	5 741 282	58,6
25-30	0,0036	97 686	349	487 436	5 252 186	53,8
30-35	0,0045	97 307	438	485 508	4 764 750	49,0
35-40	0,0067	96 869	650	482 831	4 279 242	44,2
40-45	0,011	96 219	1 054	478 630	3 796 411	39,5
45-50	0,0172	95 165	1 633	471 983	3 317 781	34,9
50-55	0,0262	93 532	2 447	461 889	2 845 798	30,4
55-60	0,0386	91 085	3 517	447 094	2 383 909	26,2
60-65	0,0593	87 568	5 191	425 571	1 936 815	22,1
65-70	0,0815	82 377	6 717	396 042	1 511 244	18,3
70-75	0,1303	75 660	9 855	354 983	1 115 202	14,7
75-80	0,2136	65 805	14 054	295 213	760 219	11,6
80-85	0,3136	51 751	16 229	218 391	465 006	9,0
85 et +	1,0000	35 522	35 522	246 615	246 615	6,9

**Source :** Life Tables. Vital Statistics of the United States 1977. US Department of Health, Education and Welfare. National Center for Health Statistics, 1980

## Chapitre 5 LA FECONDITÉ

L'on a vu précédemment que la mortalité avait été le phénomène démographique étudié le plus précocement. L'intérêt des chercheurs sur la natalité, – seconde composante du mouvement naturel de la population –, s'est surtout manifesté depuis la fin de la seconde guerre mondiale en raison des interrogations suscitées par la forte croissance démographique des pays en développement.

### 1- Introduction

#### 1.1- Définitions

a) La **natalité** désigne la venue (fréquence) des naissances au sein d'une population au cours d'une période donnée de temps (généralement l'année).

b) Les **naissances vivantes** : Est "né vivant" un enfant qui a respiré (ou crié) ; les "faux mort-nés" étant des enfants nés vivants, mais décédés avant leur enregistrement (définition applicable à certains pays seulement).

c) La **fécondité** fait toujours référence à la venue des naissances, mais appréhendées au sein de la sous-population de femmes en âge de procréer (femmes âgées de 15-49 ans).

La référence à la population féminine, pour l'étude de la fécondité, s'impose le plus souvent pour deux raisons : (i) la période de procréation de la femme est plus limitée que celle de l'homme (les femmes ont environ 35 ans de vie fertile) et (ii) l'identification de la mère d'un nouveau-né est plus simple que celle de son père.

Précisons encore que le mot "fécondité" se distingue du mot "fertilité" ; ce dernier désigne l'aptitude d'une femme ou d'un couple à procréer quel qu'en soit le résultat alors que par fécondité, on entend les manifestations de cette aptitude. Une femme fertile n'est donc pas forcément féconde (autrement dit, la fertilité est une condition nécessaire mais non suffisante de la fécondité), alors que la fécondité est une preuve de la fertilité (en anglais, fécondité=fertility).

Fécondité a comme antonyme infécondité et stérilité, qui est l'inaptitude à procréer, constitue le contraire de fertilité. De la même manière, l'infécondité est une condition nécessaire mais non suffisante de la stérilité. En effet, une femme sans enfant n'est pas nécessairement stérile.

Enfin, il convient de noter que la fécondité s'étudie à partir **des naissances vivantes (ou naissances d'enfants nés vivants)**. Les morts fœtales (fausses couches et avortements) sont exclues, ainsi que la mortinatalité (cf. chapitre 4 : définition de la mortalité).

d) **Types d'analyse** de la fécondité. On distingue deux types d'analyse de la fécondité :

⇒ l'analyse longitudinale : on suit une cohorte de femmes du début (à partir de 15 ans) jusqu'à la fin (50 ans) de leur vie féconde ; et

⇒ l'analyse transversale : on étudie la fécondité au cours d'une période limitée de temps, en ne retenant d'une cohorte donnée de femmes que sa fécondité à l'âge qu'elle a au cours de la période considérée.

e) **Types de fécondité.** Selon la variable état matrimonial, on est amené à distinguer :

- ⇒ la fécondité générale, dans l'étude de laquelle toutes les femmes en âge de procréer sont prises en considération ; et
- ⇒ la fécondité légitime ou étude des naissances conçues dans le cadre de mariages (conceptions pré-nuptiales exclues) ou au sein des couples.

f) **Spécificité de la fécondité** par rapport aux autres phénomènes démographiques : l'analyse de la fécondité se distingue de celle des autres phénomènes démographiques en raison du fait que les naissances constituent un événement non fatal et renouvelable.

### **1.2- Les facteurs de la fécondité**

La fécondité résulte du jeu simultanément de deux catégories de facteurs :

a- **Des facteurs biologiques ou physiologiques** : Ce sont ceux qui permettent que les relations sexuelles aboutissent à une naissance vivante. L'on distingue : la fertilité, le délai de réapparition de l'ovulation, la fécondabilité et la mortalité intra-utérine ;

b- **Des facteurs de comportement** :

Deux types de facteurs sont généralement rangés dans cette catégorie :

#### **b.1- Les facteurs de première espèce :**

- (i) la fréquence et la régularité des rapports sexuels au cours d'un cycle menstruel et surtout la distribution de ceux-ci par rapport aux jours fécondables ;
- (ii) les interdits et les tabous sexuels visant certaines périodes : période post-natale, période d'allaitement, ... ;
- (iii) la durée de l'allaitement maternel : après la naissance d'un enfant, il y a chez la femme ce qu'il convient d'appeler "une période d'infertilité post-partum" (ou insusceptibilité post-partum ou stérilité temporaire). Ainsi, pendant un certain temps après l'accouchement, la femme n'est pas susceptible d'être exposée au risque de grossesse parce qu'elle est en aménorrhée post-partum (absence d'ovulation). La durée de l'insusceptibilité post-partum varie en fonction de la pratique de l'allaitement maternel : 2 mois seulement si la femme n'allait pas et environ 8 mois si la femme allaite ;
- (iv) l'abstinence post-partum (absence de rapports sexuels pendant un certain temps après l'accouchement) ;
- (v) l'action volontaire pour limiter ou espacer les naissances au moyen de l'avortement provoqué ou de méthodes contraceptives.

#### **b.2- Les facteurs de deuxième espèce :**

Ce sont les facteurs socio-culturels, économiques et politiques qui exercent une influence directe sur les premiers facteurs pour influencer ensuite sur la fécondité.

Les facteurs socio-culturels : âge d'entrée en union, religion, niveau d'instruction, etc.

- (i) Si l'âge d'entrée en union est précoce, le couple a beaucoup plus de temps pour mettre au monde des enfants ;

- (ii) Dans certaines religions, il est interdit de concevoir en dehors du mariage ;
- (iii) Le niveau d'instruction de la femme constitue un facteur de différenciation de la fécondité : les femmes qui passent beaucoup plus de temps à l'école rentrent en union à un âge relativement tardif. En outre, les femmes instruites ont plutôt tendance à limiter le nombre d'enfants par rapport à celles sans instruction.

Les facteurs économiques : revenu, type d'activité, etc. En règle générale, plus les conditions d'existence sont difficiles, plus la fécondité est élevée.

Les facteurs politiques : Le niveau de la fécondité d'un pays dépend également de la position adoptée par les pouvoirs publics vis-à-vis de la natalité. Certains gouvernements sont natalistes, d'autres anti-natalistes et certains laissent faire.

## 2- Mesures de la natalité et de la fécondité

### 2.1- Taux brut de natalité (TBN)

L'indice de mesure le plus simple est le taux brut de natalité qui est le rapport entre le nombre de naissances vivantes survenues au cours d'une année civile et la population moyenne de cette année. On l'exprime pour 1 000 habitants.

$$TBN = \frac{\text{Naissances vivantes (du 1er janvier au 31 décembre)}}{\text{Population moyenne}} \times 1\,000$$

Où : la population moyenne représente :

- soit la population totale au 01 juillet de l'année (en milieu de l'année) ;
- soit la moyenne des effectifs de la population au 01/01 et au 31/12 de l'année considérée.

#### Remarques :

1- Cet indice a l'inconvénient d'être fortement influencé par de nombreux facteurs : entre autres, structure par âge de la population (importance relative des femmes de 15-49 ans dans la population totale et répartition selon l'âge de ces femmes à l'intérieur du groupe 15-49 ans), précocité et intensité de la nuptialité, importance des pratiques contraceptives.

Il en résulte que l'on observe un large éventail de TBN quand on étend les observations dans le temps et dans l'espace (entre 10‰ à 50‰). Plus généralement, dans les sociétés traditionnelles, préindustrielles, on observe des taux voisins de 40‰. Par contre, dans les pays développés où la fécondité est dirigée (ou contrôlée), les taux sont de l'ordre de 14 à 15‰.

2- Le TBN peut être calculé pour une période inférieure à l'année.

$$TBN = \frac{\tilde{N}}{P_m} \times 1\,000$$

Avec  $\tilde{N} = N \times \left(\frac{365}{j}\right)$

**N** : Nombre total de naissances en j jours.

**j** : Nombre de jours correspondant aux naissances enregistrées durant la période d'observation.

**Exemple :** Du 01/06/2014 au 31/07/2014, on a enregistré 7 000 naissances dans une région d'un pays donné. Calculer le TBN correspondant à cette période sachant que la population totale au 01/07/2014 de cette région est estimée à 2 300 000 habitants.

3- Le TBN est l'indice qui rend compte de la composante positive de l'accroissement naturel d'une population :

$$\text{Taux d'accroissement naturel} = \text{TBN} - \text{TBM}$$

Par contre, comme le TBN est influencé par plusieurs facteurs, il constitue un mauvais indice de comparaison tant dans l'espace que dans le temps.

### **2.2- Taux global de fécondité générale (TGFG)**

Cet indice appartient encore à la catégorie des mesures globales de la fécondité. Il se calcule comme le rapport des naissances vivantes d'une année à la population féminine moyenne du groupe 15-49 ans (ou quelquefois 15-44 ans).

$$TGFG = \frac{N}{PF(15 - 49)} \times 1\,000$$

Dans les sociétés à forte fécondité, ce taux peut atteindre jusqu'à 180‰ ; dans les pays à faible fécondité, il peut descendre jusqu'à 40‰.

**Exemple :** L'on dispose dans le tableau suivant les données sur les naissances et les effectifs de la population totale et de la population féminine de 15-49 ans.

Région	Naissances	Population		TBN (‰)	TGFG (‰)
		totale	féminine (15-49 ans)		
Région 1	5 692	515 246	123 025		
Région 2	2 368	172 810	35 572		
Région 3	83 200	5 152 258	1 385 237		
Région 4	4 845	266 551	53 215		
Région 5	11 717	587 098	143 334		

**T.A.F** Calculer le TBN et le TGFG à partir de ces données.

### **2.3- Taux de fécondité par âge (ou taux spécifique de fécondité)**

Pour éliminer l'effet de structure que constitue la répartition par âge des femmes en âge de procréer, on définit des taux de fécondité par âge ou groupe d'âges. Pour ce faire, on rapporte les naissances issues de mères d'un âge donné à l'effectif des femmes de cet âge.

Ainsi, en considérant une génération de femmes en âge de procréer, on peut calculer des taux de fécondité par âge. Soit :

$$f(x, x+a) = \frac{N(x, x+a)}{PF(x, x+a)}$$

Avec :

**N(x, x+a) :** Naissances vivantes entre les anniversaires x et x+a.

**PF(x, x+a) :** effectif de femmes âgées entre x et x+a.

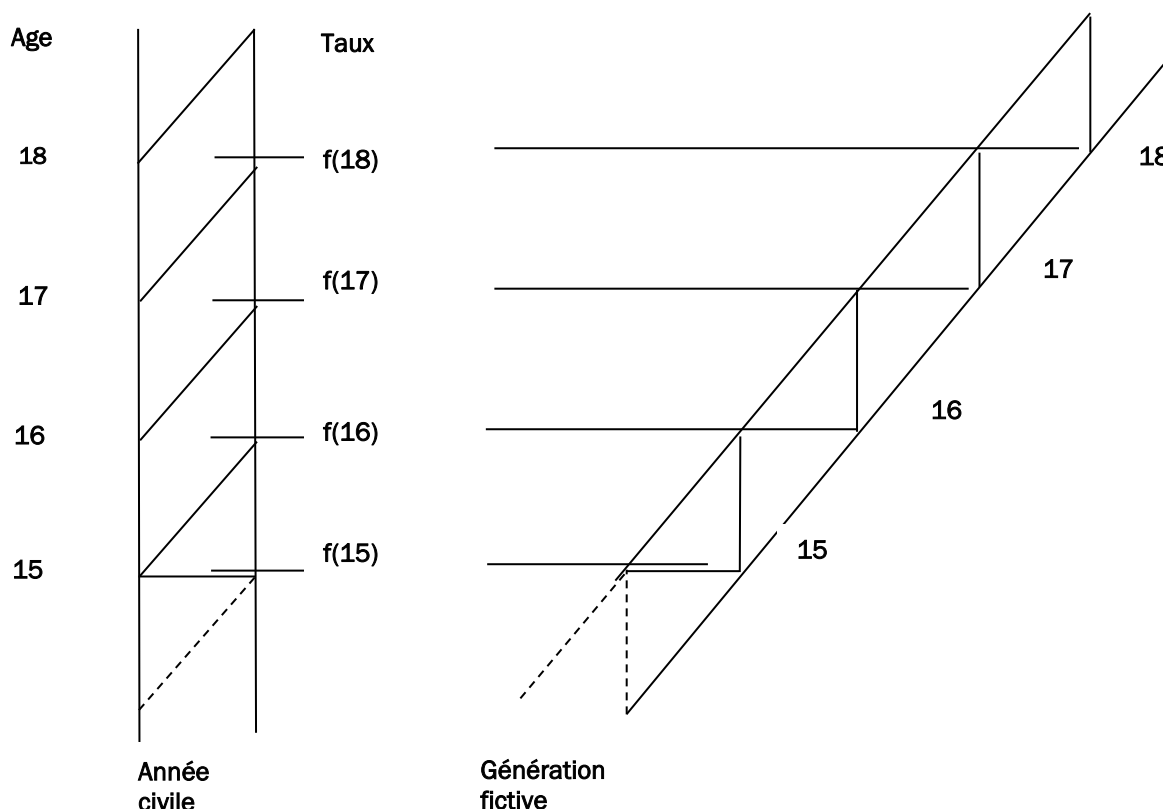
**N.B.** Les taux de fécondité par âge s'appellent également "naissances réduites".

## 2.4- Indice synthétique de fécondité (ISF)

L'"Indice Synthétique de Fécondité" (ou "Indice Conjoncturel de Fécondité" ou "Somme des naissances réduites" ou "Indice de fécondité du moment") est un indicateur utilisé en analyse transversale pour apprécier la descendance finale (ou l'intensité de la fécondité) d'une génération fictive.

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

**Figure 13** : Série de taux de fécondité



Chacun de ces taux est assimilable dans la génération où il a été calculé pour l'année civile considérée. Si les taux étaient calculés dans une seule génération (correspondant à 35 années civiles car on considère les femmes âgées de 15-49 ans) au lieu d'être calculés au cours d'une année civile (c'est-à-dire dans 35 générations), leur somme serait la descendance finale de la génération.

Ainsi, en additionnant pour une année donnée, les taux de fécondité par âge (ou groupe d'âges), on obtient l'ISF qui n'est autre que la descendance finale que l'on observerait dans une génération fictive dont les femmes seraient soumises, à chaque âge, à la fécondité observée selon l'âge au cours d'une seule année.



1- Si l'on dispose des taux de fécondité aux divers âges en années révolues, on peut écrire :

$$ISF = Df = \sum_{x=\alpha}^{49} f(x, x + 1)$$

Avec  $\alpha$ : âge du début de la fécondité de la génération considérée;

Et  $Df$ : descendance finale

2- Si l'on dispose des taux quinquennaux de fécondité aux divers groupes d'âges en années révolues, on peut écrire:

$$ISF = Df = 5 \times \sum_{x=\alpha}^{49} f(x, x + 5)$$

### 2.5- Exemples : Quelques indicateurs de fécondité

Taux de fécondité par âge, Indice Synthétique de Fécondité, Taux Global de Fécondité Générale et Taux Brut de Natalité selon différentes sources : ENDS 1992, EDS 1997, EDSMD-III 2003-2004 et EDSMD-IV 2008-2009

Groupe d'âges	ENDS 1992 <sup>1</sup>	EDS 1997 <sup>2</sup>	EDSMD-III 2003-2004 <sup>3</sup>	EDSMD-IV 2008-2009 <sup>4</sup>	MICS 2018 <sup>5</sup>
15-19	157	180	150	148	151
20-24	270	279	245	234	213
25-29	272	254	235	207	198
30-34	226	215	189	169	164
35-39	192	152	130	131	122
40-44	89	88	69	63	54
45-49	19	25	17	13	16
<b>ISF</b>	6,1	6,0	5,2	4,8	4,6
<b>TGFG</b>	212	208	180	167	151
<b>TBN</b>	43,3	42,3	35,3	33,4	34,6

**Note :** Taux de fécondité par groupe d'âges pour 1 000 femmes.

<sup>1</sup> Enquête Nationale Démographique et Sanitaire 1992. CNRE et Macro International Inc. 1994

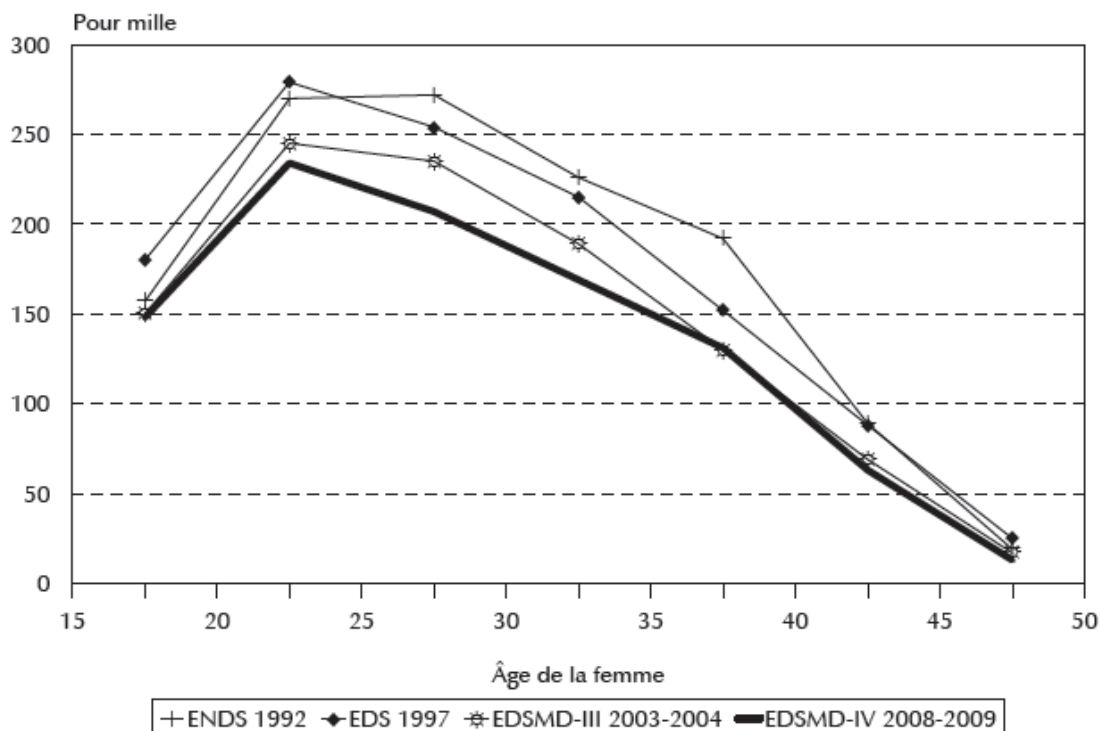
<sup>2</sup> Enquête Démographique et de Santé 1997. INSTAT/DDSS et Macro International Inc. 1998

<sup>3</sup> Enquête Démographique et de Santé de Madagascar 2003-2004. INSTAT et ORC Macro 2005

<sup>4</sup> Enquête Démographique et de Santé de Madagascar 2008-2009. INSTAT et ICF Macro 2010

<sup>5</sup> Multiple Indicator Cluster Survey (ou Enquête à indicateurs multiples) 2018. INSTAT et UNICEF Madagascar 2020

**Graphique 5 : Taux de fécondité par âge à Madagascar selon l'ENDS-1992, l'EDS-1997, l'EDSMD-III 2003-2004 et l'EDSMD-IV 2008-2009**



### 2.6- Age moyen de la mère à la maternité

La série de taux de fécondité par âge (ou groupe d'âges) peut être résumée également par un indicateur de tendance centrale. Ainsi, en faisant la moyenne des âges à la maternité pondérée par le nombre de naissances à chaque âge, on obtient l'âge moyen à la maternité qui est indicateur-résumé du calendrier de la fécondité.

Ainsi, en l'absence de la mortalité, cet âge moyen est égal à :

$$m = \frac{\sum_{x=a}^{49} \left(x + \frac{a}{2}\right) f(x, x + a)}{\sum_{x=a}^{49} f(x, x + a)}$$

### 2.7- Taux de reproduction et seuil de renouvellement de la génération féminine

Afin d'étudier le remplacement d'une population ou plus précisément de la génération des mères (cf. chapitre 1 : évolution de la population mondiale, seuil de remplacement des générations), on recourt au calcul des "taux de reproduction" (brut et net) qui sont exprimés en filles par femme. L'idée de base est que si chaque femme donne naissance à une fille, la population pourra se renouveler à l'identique. Ainsi, quand on parle de renouvellement de population, on ne considère que la population féminine.

### 2.7.1- Taux brut de reproduction (TBR)

Le TBR est le nombre moyen de naissances féminines par femme d'une génération, en l'absence de la mortalité, à la fin de la période de reproduction (ou de la vie féconde).

En analyse transversale, on calcule le TBR à partir des taux de fécondité par âge (ou groupe d'âges).

1- Si l'on dispose des taux aux divers âges en années révolues, alors :

$$TBR = R = 0,488 \times \sum_{x=\alpha}^{49} f(x, x + 1)$$

Avec 0,488 représente le taux de féminité à la naissance.

2- Si l'on dispose des taux quinquennaux de fécondité aux divers groupes d'âges en années révolues, alors :

$$TBR = R = 0,488 \times 5 \times \sum_{x=\alpha}^{49} f(x, x + 5)$$

À partir de ces deux expressions, en cas d'analyse transversale, on peut écrire :

$$TBR = R = 0,488 \times ISF$$

En cas d'analyse longitudinale, on obtient aisément l'expression du TBR à partir de la descendance finale. Soit:

$$TBR = R = 0,488 \times Df$$

### 2.7.2- Taux net de reproduction (TNR)

On fait maintenant intervenir la mortalité et on essaie d'apprécier dans quelle mesure une génération féminine donnée assure son remplacement. Autrement dit, la mortalité des femmes agit sur les observations que l'on fait de leur fécondité.

Le TNR (ou "taux de BOECKH" ou "taux de KUCZYNSKI") est le nombre de naissances féminines par femme d'une génération féminine, soumise à la mortalité, à la fin de la période de reproduction. Ainsi défini, le TNR tient compte des femmes qui meurent avant d'avoir vécu toutes leurs années de procréation. On peut estimer le TNR à partir de deux méthodes :

1- Connaissant la table de mortalité de la génération considérée, une valeur approchée du TNR est fournie par la relation ci-après :

$$TNR=R_0=(S_m^f/S_0) \times TBR$$

Avec  $S_m^f$  : Survivants féminins à l'âge moyen à la maternité.

2- En analyse longitudinale, on peut estimer TNR à partir de la descendance finale nette :

$$TNR=R_0=0,488*D'_f$$

Avec :

$$D'_f = \sum n'(x, x+a) = \sum \beta n(x, x+a)$$

Et

$$\beta = sx + \frac{a}{2} = \frac{Sx + Sx + a}{250}$$

$\beta$  désigne la probabilité de survie jusqu'à l'âge de fécondité.

Autrement dit, les femmes de la génération considérée donnent un nombre de naissances effectives (ou nettes) égal à :

$$n'(x, x+a) = n(x, x+a) \times \frac{Sx + Sx + a}{250}$$

Dans certains cas, on peut s'intéresser à une cohorte de 1 000 femmes, constituées au début de leur vie féconde (15 ème anniversaire). On écrit alors :

$$n'(x, x+a) = n(x, x+a) \times \frac{Sx + Sx + a}{2515}$$

Et

$$n(x, x+a) = \frac{N(x, x+a)}{F(x, x+a)}$$

\*\* Dans une enquête rétrospective, F(x, x+4) correspond en fait à l'effectif des femmes de la génération considérée.

### Signification du TNR :

Le TNR mesure le taux de remplacement d'une génération féminine par les filles qui en sont effectivement nées. Sa valeur par rapport à l'unité permet donc de savoir s'il y a, ou non, remplacement de la génération compte tenu des conditions données de fécondité et de mortalité féminines.

## Troisième partie

### ETAT, STRUCTURE ET PERSPECTIVES DE LA POPULATION

## CHAPITRE 6 ANALYSE DES CARACTERISTIQUES D'ETAT ET DE STRUCTURE DE LA POPULATION

La connaissance de l'état et de la structure d'une population est indispensable dans la mesure où elle répond aux besoins nationaux en données de base sur la population. Ces données sont nécessaires dans l'élaboration des projections démographiques, la planification du développement socio-économique à moyen et long terme, la répartition de la population selon les unités administratives, la détermination du poids numérique de la population d'âge électoral pour chaque sexe non seulement au niveau national, mais aussi au niveau de chaque unité administrative.

### 1- Définition de concepts

#### 1.1- Population de référence

Suivant que l'on considère la répartition de la population selon le lieu d'observation (ou le lieu de présence : les ménages où les personnes sont recensées ou enquêtées) ou selon le lieu de résidence habituelle (même si les personnes recensées ou enquêtées ne s'y trouvent pas), on obtient deux catégories de population : une population de fait (de facto) ou une population de droit (de jure).

#### 1.2- Résident présent – Résident absent

Le concept de résidence est lié à celui de domicile habituel. Le critère le plus souvent utilisé pour le définir est la durée : est considérée comme un résident une personne qui habite dans un logement depuis une certaine durée. La durée la plus fréquemment retenue est de six mois. On complète parfois ce critère par celui de l'intention de résidence pour les personnes qui déclarent habiter dans un logement tout en ne s'y trouvant que depuis moins de six mois.

Les résidents d'une localité peuvent donc être classés en deux catégories :

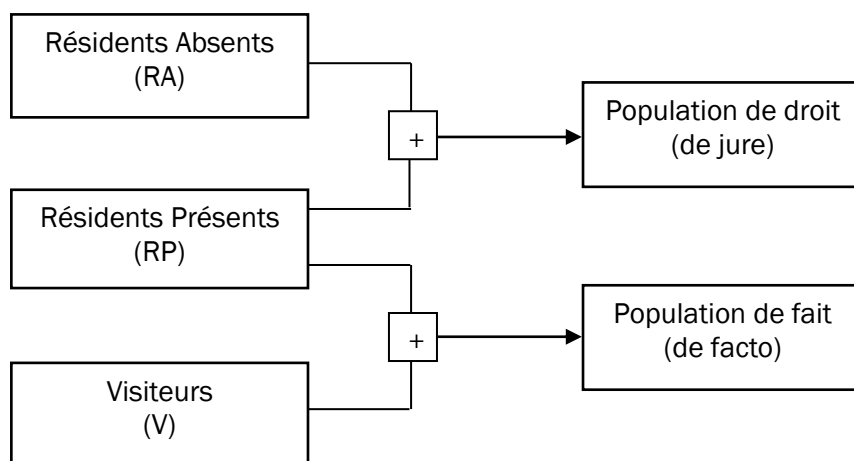
- les résidents présents (R.P.) : ceux qui ont passé la nuit de référence dans le logement ;
- les résidents absents (R.A.) : ceux qui n'ont pas passé la nuit de référence dans le logement, qui sont absents depuis moins de six mois et dont on a toutes les raisons de penser qu'ils ont l'intention de revenir.

Une dernière catégorie de personnes doit enfin être définie : celle des visiteurs qui sont constitués par les personnes présentes dans le logement la nuit de référence, mais qui n'y vivent pas habituellement et qui s'y trouvent depuis moins de six mois.

#### 1.3- Population de droit – Population de fait

La population de droit est constituée des résidents présents et des résidents absents tandis que la population de fait (population présente) est constituée de résidents présents et des visiteurs. La population de droit constitue généralement la population d'un pays.

**Figure 14** : Situation de résidence et population de référence



### 1.4- État d'une population

L'état de la population est l'effectif et la composition de cette population selon divers critères (âge, sexe, état matrimonial, degré d'instruction, profession...).

L'état de la population porte donc sur l'ensemble des caractères que présente la population à une date donnée. Ces caractères comprennent : la taille de la population, sa répartition sur le territoire suivant le découpage administratif, sa composition selon les caractéristiques essentielles telles que le sexe, l'âge, le niveau d'instruction, l'ethnie, la nationalité, la langue, la religion, etc.

### 1.5- Structure d'une population

La composition de la population selon diverses caractéristiques (variables) démographiques ou non est appelée structure de la population (exemple, structure de la population par âge, par sexe, par niveau d'instruction...). La structure fait donc partie de l'état d'une population.

## 2- Sources des données

Les données sur l'état et la structure d'une population sont généralement issues des recensements démographiques et portent sur l'ensemble de la population (population totale) ou sur une fraction de celle-ci.

Le recensement démographique est la principale source des données sur l'état et la structure de la population. En effet, l'objectif fondamental du recensement est la description de l'état de la population à une date donnée. Les autres objectifs qu'on y retrouve comme l'étude la dynamique de la population bien que certes importants, sont non prioritaires, puisque les données y relatives (données de natalité, mortalité, migrations) peuvent être fournies par d'autres sources telles que les enquêtes par sondage, l'état civil et, dans une moindre mesure, les statistiques de routine.

Les résultats d'un recensement font généralement l'objet de publications spéciales en volume par thème. L'état et la structure par âge et sexe constituent l'un des thèmes traités et publiés.

### 3- Variables de l'état et structure de la population

Les variables liées à l'état et à la structure permettent de décrire la population dans ses grandes composantes et d'en tirer des conclusions pour la planification et l'élaboration des politiques de développement du pays. On s'intéresse généralement, dans l'analyse de l'état et de la structure d'une population, aux principales variables collectées lors des recensements, à savoir : les variables d'état civil, les variables culturelles, les variables d'éducation, les variables sur l'activité économique, les caractéristiques d'habitat et des ménages.

#### 3.1- Variables d'état civil

##### a. Sexe

Le sexe et l'âge d'un individu constituent les variables démographiques par excellence. Le sexe identifie les individus dès la naissance et va déterminer leur rapport tout au long de leur vie. En principe la collecte de l'information sur cette variable ne devrait poser aucun problème. Les analyses d'état et de structure on considérera à chaque fois les trois modalités : sexe masculin, sexe féminin et ensemble des deux sexes. Il est enfin important de ne pas confondre sexe et genre qui est un construit social.

##### b. Age

L'âge mesure la durée de vie depuis la naissance jusqu'à la date d'observation. Il s'exprime en durée exacte ou révolue. L'âge est l'élément fondamental de l'analyse de la structure d'une population, quelle que soit la caractéristique considérée.

Mais la collecte de l'information sur l'âge n'est pas toujours facile. Lors des recensements ou des enquêtes il y a plusieurs manières de collecter l'information sur l'âge :

- à partir d'un acte d'état civil (acte de naissance, mariage ou de décès...),
- à partir d'une pièce d'identité (carte nationale d'identité, passeport, etc.),
- à partir d'un certificat (certificat de baptême, mariage, etc.),
- à partir d'un calendrier historique...

Les informations sur l'âge ne sont donc pas exemptes d'erreurs surtout si l'on ne connaît la date exacte de naissance de l'individu. Pour réduire l'ampleur de telles erreurs, on pose généralement la question à la fois sur la date de naissance et l'âge, et on recourt, si cela est possible à un document pouvant authentifier les déclarations faites.

##### c. Etat matrimonial

En Afrique, il existe une grande diversité de situations matrimoniales qui se distinguent les unes des autres selon leur degré de permanence ou leur relation avec la loi, la coutume ou la religion (Gendreau, 1993). On classe généralement les individus en quatre catégories : célibataires, mariés, divorcés, veufs. Ces catégories ne suffisent pas pour rendre compte de cette diversité, surtout qu'au cours des recensements et enquêtes on se fie à la déclaration du répondant.

On peut aussi s'intéresser à d'autres variables liées à l'état matrimonial comme le type de mariage (monogame ou polygame), le nombre de mariages, le nombre d'épouses par homme.

##### d. Nationalité

Les habitants d'un pays peuvent être répartis en nationaux (citoyens ou sujets, qui appartiennent au pays) en étrangers (citoyens d'un autre pays) et apatrides (personnes ne possédant pas de nationalité). La nationalité est régie par un ensemble de dispositions réglementaires parfois rassemblées dans un code de nationalité. C'est donc un concept juridique.



### 3.2- Variables culturelles

#### a. Ethnie

L'ethnie ou le « groupe ethnique désigne « un groupement naturel d'êtres humains présentant entre eux certaines affinités somatiques, linguistiques ou culturelles » (Dictionnaire démographique multilingue).

Les groupes ethniques sont donc des sous-populations les plus pertinentes sur lesquelles doivent se rapporter l'analyse du fait de l'homogénéité des comportements qu'on peut retrouver parmi les individus qui les constituent. Malheureusement cette variable est de moins en moins collectées lors des recensements africains. Pour contourner cette difficulté certains recensements ont retenu la variable langue (parlée, maternelle, etc.).

#### b. Religion

La religion est l'autre variable culturelle habituellement collectée lors des recensements et enquêtes à cause de son influence sur les comportements démographiques en matière de nuptialité, de fécondité ou de migration. On distingue généralement les religions traditionnelles regroupées sous le vocable « animistes » des religions importées en particulier l'islam et le christianisme (catholique et protestant).

### 3.3- Variables d'éducation et variables sur l'activité économique

Ces variables font généralement l'objet de thèmes d'analyse spécifiques : la scolarisation pour ce qui est des variables d'éducation et l'activité économique (ou population active) pour ce qui est des variables sur l'activité économique. On en donne juste une description sommaire, les détails devront être vus dans des cours spécifiques s'y rapportant.

#### a. Variables d'éducation

On peut appréhender l'éducation de plusieurs façons. On en retient ici trois :

- **la fréquentation scolaire** qui permet de connaître la population suivant actuellement un enseignement ;
- **les études suivies** qui permet d'appréhender le niveau d'éducation de la population ne fréquentant pas actuellement un établissement d'enseignement à travers trois questions sur : la dernière classe suivie, la durée des études ou le diplôme le plus élevé obtenu ;
- **l'aptitude à lire ou à écrire ou l'alphabétisation** qui permet de distinguer les analphabètes (personnes ne sachant ni lire ni écrire) des alphabètes (personnes sachant au moins lire).

#### b. Variables sur l'activité économique

Les variables sur l'activité économique sortent du champ étroit de la démographie prise au sens strict. Elles sont néanmoins collectées lors des recensements et en constituent l'un des thèmes d'analyse. Il faut noter toutefois que les recensements saisissent très mal les données sur l'activité et qu'il faut recourir, pour des analyses fines aux enquêtes spécifiques (enquêtes sur l'emploi, la main d'œuvre, etc.).

L'activité économique est un concept multidimensionnel que l'on peut appréhender de plusieurs façons. On recourt généralement aux définitions du BIT et de l'OIT. Les données issues d'un recensement permettent d'analyser les variables ci-après :

- **le type d'activité** qui permet de répartir les individus en population active et population inactive ;

- **la population active** constituée des personnes occupées (rémunérées ou non) : travailleurs ayant un emploi, chômeurs, travailleurs sans emploi à la recherche d'un nouvel emploi ou d'un premier emploi ;
- **la population inactive** comprend les personnes s'occupant du foyer, les écoliers et étudiants, les rentiers, les retraités, les autres personnes inactives... ;
- **la profession** (ou activité individuelle) décrit l'activité de l'individu ou le genre de travail effectué, quelle que soit l'entreprise où il travaille et le produit fabriqué ;
- **la situation dans la profession** se définit par rapport au statut de l'individu actif occupé par rapport à son travail : employeur ou patron, indépendant, salarié ou employé, aide-familial, apprenti, etc. ;
- **la branche d'activité** qui est l'activité de l'établissement au sein duquel l'individu exerce sa profession. On regroupe parfois les branches d'activité en trois secteurs : primaire (agriculture, pêche, élevage, mines) ; secondaire (industries de transformation) ; tertiaire (production de service).

### 3.4- Caractéristiques de l'habitat et des ménages

Le ménage et l'habitat constituent des caractères collectifs parce qu'ils regroupent en leur sein plusieurs individus. Lors des enquêtes ou des recensements les individus sont ainsi localisés au sein des habitations et des ménages.

#### a. Ménage

Il faut noter de prime abord que ménage n'est pas synonyme de famille. Lors des recensements africains le ménage est souvent défini comme étant « un ensemble des personnes qui résident dans une même unité d'habitation, pourvoient en commun à leurs besoins alimentaires et autres besoins vitaux et reconnaissent l'autorité d'une seule et même personne des leurs désigné comme chef de ménage »<sup>7</sup>.

#### *Ménage ordinaire et ménage collectif*

Dans la plupart des enquêtes et recensements, on fait la distinction entre ménages ordinaires et ménages collectifs.

- Les ménages ordinaires répondent à la définition précédente et correspondent aux logements ordinaires (case, villa, appartement...);
- Les ménages collectifs sont constitués des établissements où logent de façon permanente dans des chambres individuelles ou collectives des personnes qui prennent souvent leurs repas en commun (exemples : internat, prison, communauté religieuse, hôtel, etc.).

#### *Composition d'un ménage*

La structure d'un ménage peut être analysée à partir du « lien de parenté » de chaque membre avec le chef de ménage. Il est parfois recommandé de saisir le lien le plus étroit ; dans ce il est possible de décrire le ménage en terme de noyaux familiaux (exemple père, mère, enfants non mariés).

---

<sup>7</sup> Sala Diakanda (1988) définit le ménage comme étant un « ensemble constitué par un petit groupe de personnes apparentées ou non qui reconnaissent l'autorité d'une seule et même personne (chef de ménage), vivent dans un même logement, prennent souvent leur repas en commun et subviennent en commun aux dépenses courantes. »

### *Taille d'un ménage*

Le nombre de personnes formant le ménage constitue sa taille. La répartition des ménages selon la taille est une donnée intéressante, résumée par la taille moyenne.

### *Caractéristiques du chef de ménage*

L'une des façons de caractériser les ménages est de s'attacher aux caractéristiques des chefs de ménages. La répartition par sexe des chefs de ménage fait apparaître une large prédominance des hommes. Toutefois, dans certains pays ou certaines régions de l'Afrique, l'on note une proportion significative de chefs de ménage féminins. Cette situation résulte de plusieurs facteurs : émigration du mari, veuvage ou divorce, polygamie sans co-résidence, ...

### **b. Habitat**

Les recensements organisés en Afrique depuis les années 60 portent généralement sur la population et l'habitat, d'où leur dénomination de recensement général de la population et de l'habitat (RGPH). L'analyse des caractéristiques de l'habitat revient à l'analyse de logement (un des critères d'identification des ménages). Les principales caractéristiques d'analyse sont :

- les types de logement (case, maison individuelle, appartement dans un immeuble...);
- les matériaux de construction : sol (terre battue, ciment), murs (terre, banco, brique, béton...), plafond ou toit (tôles, tuiles...), etc. ;
- les éléments de confort (eau, électricité, gaz, sanitaires...);
- le nombre de pièces ;
- le statut d'occupation (propriétaire, locataire, logé à titre gratuit...).

## CHAPITRE 7 ANALYSE DES DONNEES PAR SEXE ET AGE

L'analyse de la structure de la population par sexe et par âge est un élément statique. Il est un instantané de l'état d'une population et se réfère toujours à un instant donné dans le temps. Elle décrit l'état actuel des effectifs aux différents âges qui constituent cette population.

Une population à un instant donné se compose de plusieurs générations (80 ou plus selon l'âge limite de la vie considéré). Chaque génération a son histoire propre et détermine en partie l'histoire future de la population.

L'analyse de la structure par âge et par sexe se fait à partir des effectifs fournis par un recensement et à l'aide de représentations graphiques sous forme de pyramide des âges et de rapports de masculinité.

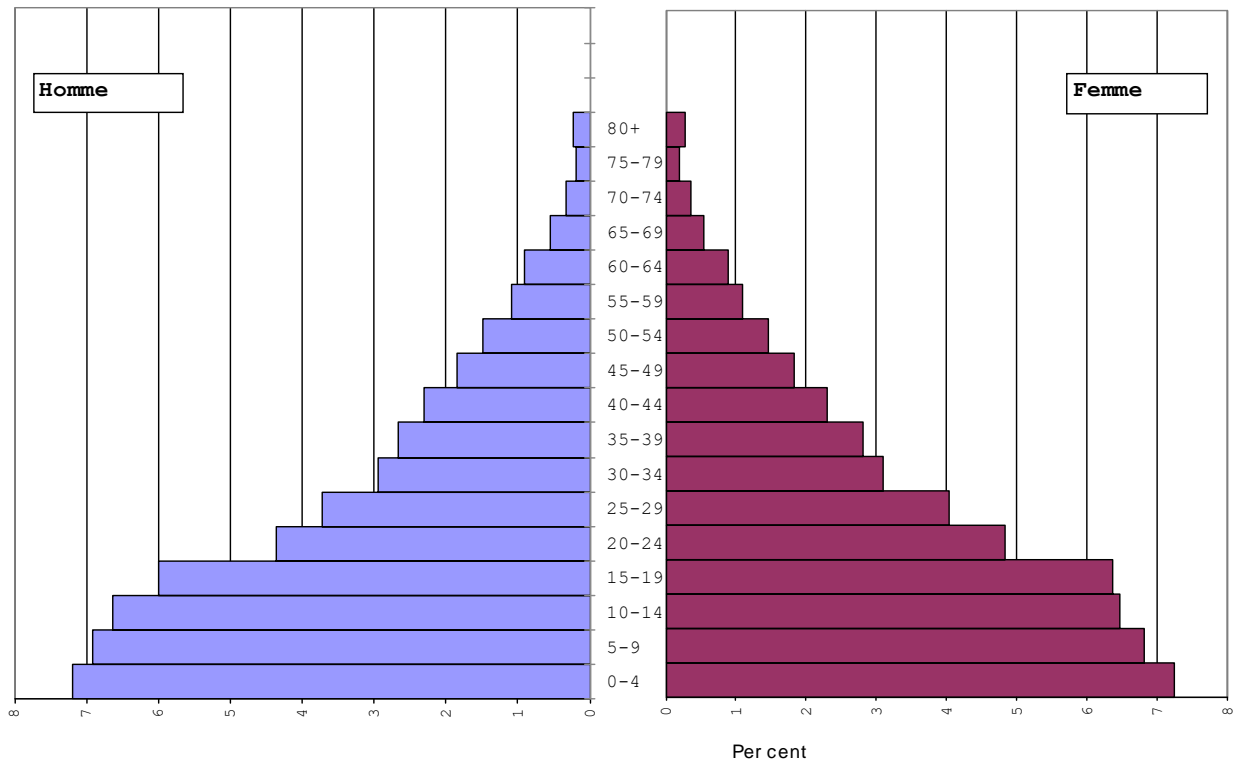
### 1- Pyramide des âges d'une population

#### 1.1- Construction de la pyramide des âges

Une pyramide des âges est formée de deux histogrammes horizontaux accolés des distributions par sexe selon l'âge des effectifs d'une population. Sur l'axe vertical commun aux deux histogrammes sont repérés les âges (par âge=structure complète ou par groupes d'âges=structure abrégée), les effectifs du sexe masculin sont placés à gauche et ceux du sexe féminin à droite. On respectera comme toute construction d'histogramme la règle de proportionnalité des effectifs aux surfaces (y compris au dernier groupe d'âges ouvert pour une structure abrégée).

Une pyramide des âges peut aussi être construite à partir de la série des effectifs absolus ou à partir des effectifs relatifs (effectif total, sexes réunis ramenés à 1 000 ou 10 000) calculés sur la base de l'effectif total de la population. Ce dernier cas est le plus utilisé car il permet de comparer les deux distributions par sexe sur la même base ou l'évolution de la structure par sexe selon le sexe dans le temps.

**Graphique 6 : Pyramide des âges de la population de Madagascar, 2018.**



Avec la pyramide des âges, on peut retrouver toutes les grandes lignes de l'histoire de la population concernée. Elle regroupe plusieurs générations ayant chacune son histoire propre.

### **1.2- Analyse de la forme des pyramides des âges**

La structure par âge de la population d'un pays à un instant donné est fonction des nombres de naissances et de décès, au cours de la centaine d'années précédant la date de l'observation, ainsi que des mouvements migratoires au cours de cette période.

De plus, les pyramides des âges ne sont pas forcément régulières du fait des perturbations qui ont frappé certaines générations à certaines époques (guerres, famines, épidémies, mouvements migratoires, ...).

Par ailleurs, elles ne sont pas symétriques du fait des différences entre chaque sexe des effectifs de naissances, des niveaux de mortalité et des mouvements migratoires.

Il convient enfin de mentionner que la pyramide des âges constitue un instrument privilégié de l'étude de la qualité des données car la répartition par sexe et par âge d'une population obéit à certaines règles.

Examinons ci-après les facteurs influençant les formes des pyramides des âges :

a) *l'allure générale* d'une pyramide des âges est fonction de la mortalité, de la fécondité et des mouvements migratoires. La conjugaison de ces facteurs et leur évolution au cours du temps (essentiellement pour la fécondité) peuvent amener des formes de pyramides très diverses.

Le vieillissement de la population est l'augmentation de la proportion des personnes âgées (et corrélativement la diminution de la proportion des jeunes). Il est dû essentiellement à une baisse de la fécondité ; une baisse de la mortalité concerne en effet généralement tous les

âges.

Quant aux mouvements migratoires, ils influencent sur la forme de la pyramide des âges essentiellement dans la mesure où, le plus souvent, ils affectent les personnes de sexe masculin et d'âge actif.

b) *les irrégularités dues à des facteurs historiques* : il s'agit comme indiqué plus haut de phénomènes ayant touché à une époque donnée certaines générations. L'exemple typique est celui des guerres entraînant des décès chez les hommes mobilisés, un déficit de naissances durant la guerre en raison de la séparation des couples, une récupération des naissances immédiatement après la fin des hostilités et, une génération plus tard, des perturbations secondaires caractérisées par un déficit de naissances plus étalé dans le temps, dû au moindre effectif des personnes en âge de procréer.

c) *les déformations dues aux erreurs d'observation* peuvent avoir plusieurs causes :

- ⇒ omissions (de jeunes enfants, de femmes, de personnes âgées, de personnes vivant isolément, ...);
- ⇒ doubles comptes (d'hommes polygames, de personnes en déplacement, ...);
- ⇒ déclaration erronée d'âge : c'est l'erreur la plus fréquemment observée.

## 2- Rapport de masculinité par âge

Le rapport de masculinité par âge se calcule en rapportant l'effectif des hommes sur l'effectif des femmes.

$$RM(x, x + 4) = \frac{EM(x, x + 4)}{EF(x, x + 4)}$$

On désigne par :

**RM (x, x+4)** : rapport de masculinité aux différents groupes d'âges

**EM (x, x+4)** : effectif des hommes aux différents groupes d'âges

**EF (x, x+4)** : effectif des femmes aux différents groupes d'âges

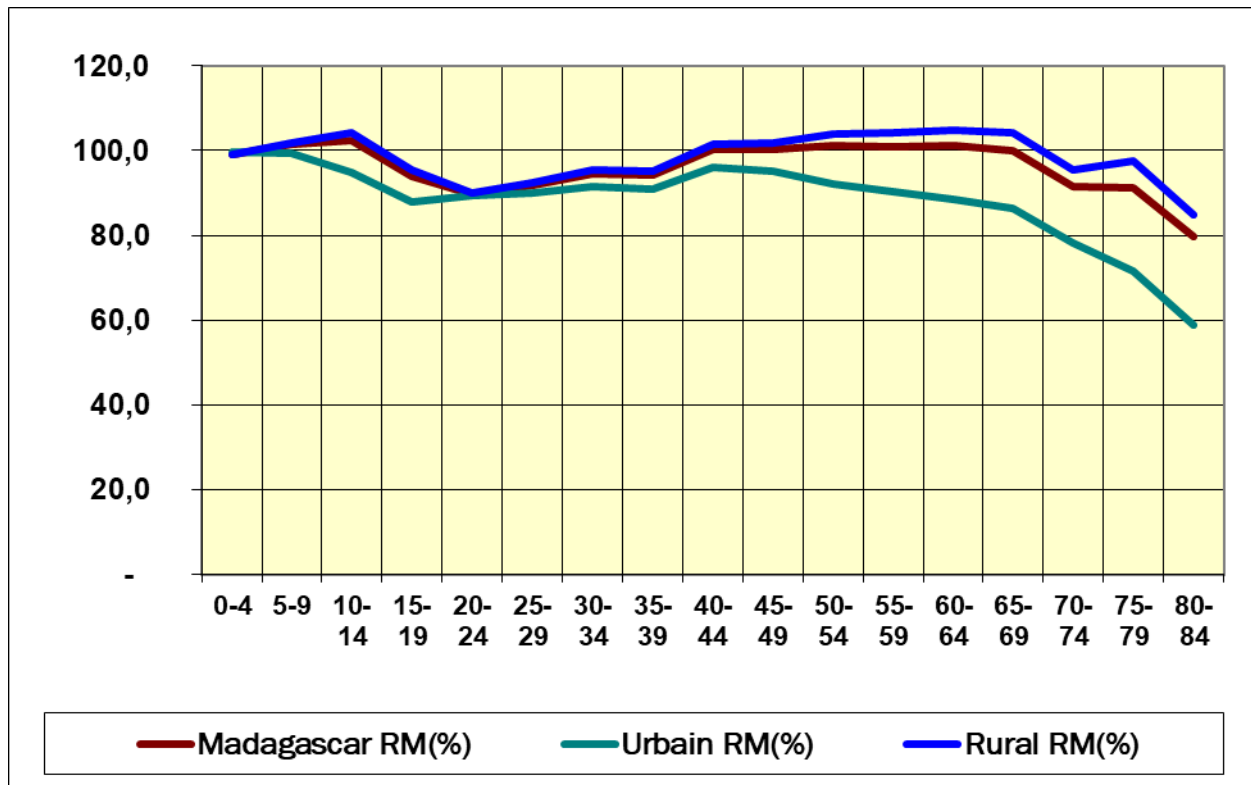
Il met en évidence le double effet que l'on doit bien séparer lors de toute étude de structure :

- l'effet d'âge ;
- l'effet de génération (et, plus généralement l'effet de cohorte).

Avec l'avancée en âge, et du fait de la différence de mortalité entre les hommes et les femmes, on observe les variations de la courbe des rapports de masculinité par âge. C'est *l'effet de l'âge*.

Chaque génération a sa propre histoire marquée par une mortalité et une migration différentielles selon le sexe. C'est *l'effet de génération*. Cet effet de génération modifie de façon plus ou moins sensible le profil que donne à la courbe du rapport de masculinité le seul effet d'âge.

**Graphique 7 : Rapport de masculinité par groupe d'âges, Madagascar 2018.**



### 3- Les effets en démographie

- a) Effet d'âge : Il traduit la variation, liée à l'âge, de la probabilité de subir un événement particulier (mariage, naissance pour une femme, décès, etc.). *Exemple* : le risque (probabilité) de décéder se modifie avec l'âge, il n'est pas le même à 15 ans qu'à 70 ans.
- b) Effet de durée : Il souligne l'influence de l'ancienneté de la cohorte dans l'appréciation des situations, à une date donnée, de diverses cohortes.
- c) Effet de génération (ou de cohorte) : Il traduit le changement, d'une génération à l'autre, de la probabilité de subir un événement particulier à un âge donné et/ou à une date donnée. *Exemple* : à 20 ans en 1985 les femmes de la génération 1960 sont plus actives que celles de la génération 1950).
- d) Effet de période : Il traduit l'influence de la conjoncture (circonstances particulières, guerres...) sur les comportements démographiques.
- e) Effet de structure : Il traduit l'intervention de la structure d'une population en tant que facteur influant sur les manifestations d'un phénomène durant une période donnée. Il peut traduire aussi la perturbation qu'introduisent, lors d'une comparaison de deux phénomènes démographiques, des structures différenciées (structure par sexe, par âge, par état matrimonial, etc.).

L'effet de structure joue lorsqu'il y a hétérogénéité de la population au vu du caractère étudié. Exemple : la natalité dépend de la structure de la population et en particulier :

- ⇒ de la structure par sexe : importance relative des femmes dans la population totale ;
- ⇒ de la structure par âge des femmes : importance relative des femmes âgées de 15 à 49 ans ;
- ⇒ de la structure par état matrimonial : importance relative des femmes mariées parmi la population des femmes âgées de 15 à 49 ans.

f) Effet de sélection : Il décrit une liaison entre la probabilité de subir un événement, au sein d'une catégorie donnée, et la probabilité d'appartenir à cette catégorie. *Exemple* : les inactifs meurent plus que les actifs mais les personnes en mauvaise santé sont souvent moins actives.



## CHAPITRE 8

### ACCROISSEMENT ET PERSPECTIVE D'UNE POPULATION

La population d'un pays n'est pas figée. Elle évolue au cours du temps. Son effectif peut croître ou décroître. Cette évolution de l'effectif de la population dans le temps est appelée dynamique ou mouvement de la population. Les mécanismes qui régissent cette dynamique de la population sont assez complexes. On s'en tient dans ce cours aux éléments les plus importants, visibles et mesurables

En effet, pour qu'il y ait augmentation d'une population il faut des ajouts à l'effectif de cette population. Ces ajouts sont appelés des entrées. De même la décroissance d'une population se traduit par une réduction de l'effectif due aux sorties.

Les entrées sont constituées par les naissances et les immigrations (entrée dans un autre pays que le sien) et les sorties par les décès et les émigrations (sorties du territoire du pays).

#### 1- Accroissement d'une population

##### *1.1- Accroissement et équation d'équilibre d'une population*

On considère l'effectif d'une population à deux dates  $t_0$  ( $P_0$ ) et  $t_1$  ( $P_1$ ). L'accroissement de cette population ( $A$ ) entre les temps  $t_0$  et  $t_1$  (période  $t$ ) est donné par la formule :

$$A_t = P_1 - P_0$$

Si on désigne par :

$N_t$  : les naissances au cours de la période ;

$D_t$  : les décès au cours de la période ;

$I_t$  : les immigrations au cours de la période ;

$E_t$  : les émigrations au cours de la période ;

Alors,  $A_t = P_1 - P_0 = (N_t - D_t) + (I_t - E_t)$  ; équation d'équilibre d'une population. (1)

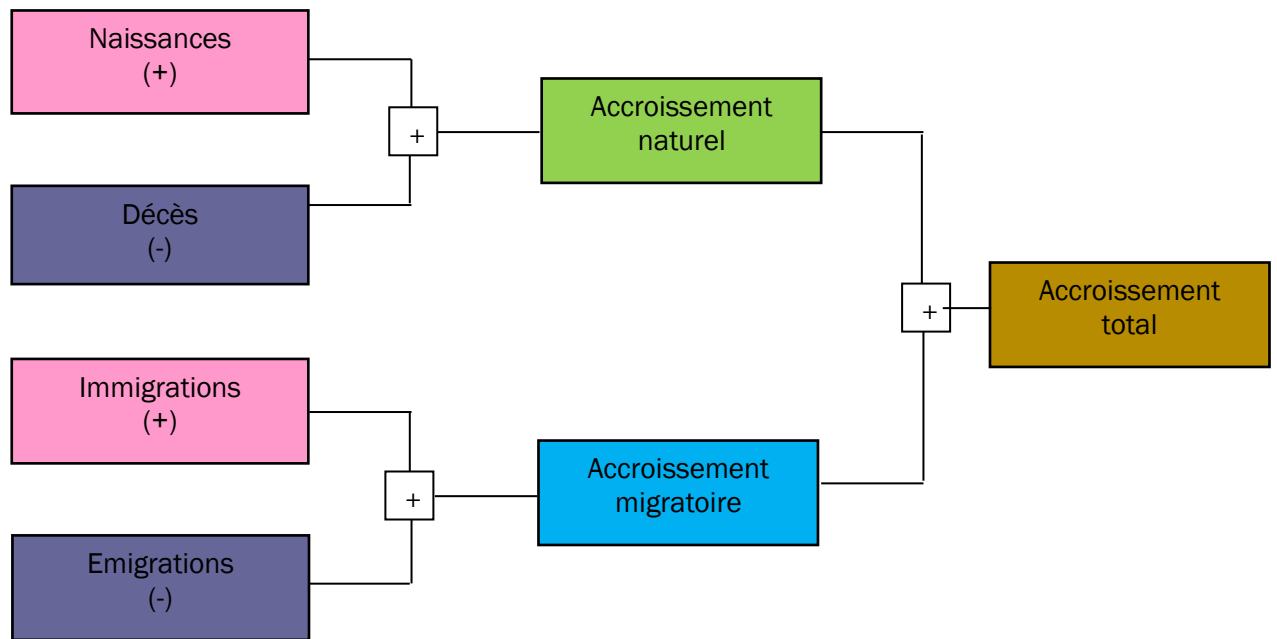
$A_t$  = Accroissement total de la population ;

$N_t - D_t$  = Accroissement naturel de la population ;

$I_t - E_t$  = Accroissement migratoire de la population.

On peut schématiser les relations ci-dessus par la figure ci-après.

Figure 15 : Composantes principales de l'accroissement total d'une population.



### 1.2- Taux brut d'accroissement d'une population

Le taux ayant une dimension annuelle, on prend  $t =$  une année et on désigne par  $P_m$  la population moyenne au cours de l'année  $t$ ,  $P_0$  et  $P_1$  les effectifs de la population en début et en fin d'année

$$P_m = \frac{P_1 + P_0}{2}$$

Le taux d'accroissement  $r$  est égal à :

$$r = \frac{\Delta t}{P_m} = \frac{N_t - D_t + I_t - E_t}{P_m}$$

$$r = (n-m) + (i-e) \quad (2)$$

= (taux brut d'accroissement naturel) + (taux brut de migration nette)

Avec:

**n**: taux brut de natalité

**m**: taux brut de mortalité

**i**: taux brut d'immigration

**e**: taux brut d'émigration

### 1.3- Evolution d'une population à taux d'accroissement naturel constant

On considère maintenant que la population P est à taux d'accroissement constant r,  $P_t$  et  $P_{t-1}$  les effectifs de la population au cours des années t et t-1,  $A_t$  l'accroissement de cette population entre  $t_0$  et  $t_1$ .

$$A_t = r \cdot P_{t-1}$$

$$P_1 = P_0 + A_1 = P_0 + r \cdot P_0 = P_0 (1 + r)$$

$$P_2 = P_1 + A_2 = P_1 + r \cdot P_1 = P_1 (1 + r) = P_0 (1 + r)^2$$

$$P_3 = P_2 + A_3 = P_2 + r \cdot P_2 = P_0 (1 + r)^2 + r \cdot P_0 (1 + r)^2 = P_0 (1 + r)^3$$

.

.

$$P_t = P_0 (1 + r)^n \quad (3)$$

Avec  $P_0$ = population initiale ;  $P_t$ = population à l'instant t ; r= taux d'accroissement annuel moyen et n= nombre d'années entre les instants 0 et t.

On peut donc évaluer facilement l'effectif futur d'une population qui s'accroît annuellement à un taux constant, en calculant le facteur explicatif  $(1 + r)^n$  et ensuite multiplier ce facteur par l'effectif de la population initiale.

Une population dont le taux d'accroissement naturel est constant évolue en progression géométrique. Si r est positif, la population croît ; si r est négatif la population décroît.

### 2- Temps de doublement d'une population

À partir du taux d'accroissement annuel moyen, on peut définir le temps de doublement T d'une population. Le temps de doublement d'une population est la durée requise, à partir d'une date donnée, pour que son effectif soit multiplié par 2.

Le temps de doublement T apparaît dans un système de deux équations :

$$(1) P_T = P_0 (1+r)^T$$

$$(2) P_T = 2 \cdot P_0$$

En divisant membre à membre, on a :  $1 = (1+r)^{T/2}$ , soit  $2 = (1+r)^T$ . D'où, l'on tire :

$$T = \frac{\text{Log}2}{\text{Log}(1+r)} \quad (4)$$

Si l'on se souvient que :

$\text{Log}2 = 0,69315 \approx 0,7$  et que  $\text{Log}(1+r) \approx r$ , et si l'on exprime r en %, on obtient :

$$T = \frac{69,3}{r} \approx T = \frac{70}{r}$$

Cette façon de calculer s'appelle « la règle de 70 ».

**Exemple :** Une population qui augmente constamment avec un taux de 2,5 % par an doublerait en 28 ans.

Temps de doublement de la population pour quelques taux d'accroissement naturel annuel.

Taux d'accroissement naturel r (en %)	Temps de Doublement T (en années)
0,1	693,5
0,5	139,0
1,0	70,0
1,5	46,6
2,0	35,0
2,5	28,1
2,7	26,0
3,0	23,4
3,5	20,1
4,0	17,7

Le tableau ci-dessus met en évidence la sensibilité de la vitesse d'évolution de la population selon la valeur du taux d'accroissement  $r$ . En effet, entre le taux d'accroissement 0,1% et celui de 0,5%, on peut noter une énorme différence entre le niveau du temps de doublement de la population.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### 1- Manuels d'analyse démographique

- ✧ AKOTO ELIWO, *Analyse de la mortalité. Note de cours de Démographie*. IFORD, Yaoundé, 1997, 170 p.
- ✧ ANDRIAMBOAHANGY DISAINE BRUNO, *La démographie quantitative. Concepts et méthodes d'analyse*. Université d'Antananarivo, EESDEGS. NIAG. Antananarivo, 244 p.
- ✧ CATHERINE ROLLET, *Introduction à la Démographie*. Nathan, Paris, 1995, 128 p.
- ✧ EVINA AKAM, *Etat et structure de la population*. Note de cours de Démographie. IFORD, Yaoundé, 2008, 26 p.
- ✧ FRANCK CADIER CHRISTIANE, *Démographie, tome 1: Les phénomènes démographiques. Economica*, Paris 1992, 292 p.
- ✧ FRANCIS GENDREAU, *La population de l'Afrique. Manuel de démographie*. Khartala/CEPED. Paris, 1993, 463 p.
- ✧ GEORGES TAPINOS, *Eléments de démographie*. Série, Sociologie dirigée par Henri MENDRAS. Armand Colin, Paris, 1985, 367 p.
- ✧ GRAZIELLA CASIELLI, JACQUES VALLIN, GUILLAUMME WUNSCH, *Démographie.- Analyse et synthèse. Volume I: la dynamique des populations*. INED, Paris, 2001, 552 p.
- ✧ HENRI LERIDON et LAURENT TOULEMON, *Démographie.- Approche statistique et dynamique des populations*. Economica. Paris, 1997, 440 p.
- ✧ JEAN-FRANCOIS AUDROING, *Analyse démographique*. Economica. Paris, 1978, 156 p.
- ✧ LOUIS HENRY, *Analyses et modèles*. INED, Paris, 1984, 342 p.
- ✧ LOUIS HENRY, *Perspectives démographiques*. INED, Paris, 1973, 115 p.
- ✧ RABETSITONTA TOVONANAHARY, *Démographie. Concepts et analyse*. Résumé de cours et exercices corrigés. Antananarivo, 1984, 158 p.
- ✧ ROLAND PRESSAT, *L'analyse démographique : Concepts, méthodes, résultats, 4è édition*. PUF, Paris, 1973, 321 p.
- ✧ ROLAND PRESSAT, *Manuel d'analyse de la mortalité*: INED, Paris, 1985, 164 p.
- ✧ SALA-DIAKANDA DANIEL, *Introduction à l'étude des populations*. Série, Les documents pédagogiques de l'IFORD. Yaoundé, 1992, 136 p.

### 2- Ouvrages généraux et thématiques

- ✧ AKOTO ELIWO, *Mortalité Infantile et Juvénile en Afrique. Niveaux et caractéristiques; Causes et déterminants*. Louvain-la-Neuve, CIACO, 1985, 269 p.
- ✧ EMMANUEL NGWE et GABRIEL TATI, *L'utilisation des résultats des recensements en Afrique: le cas du Cameroun*. Série travaux et documents publiés par IFORD, Yaoundé, 1996, 219 p.
- ✧ FRANCIS GENDREAU et al., *Manuel de Yaoundé. Estimations indirectes en démographie africaine*, UIESP-IFORD-GDA, Liège, Ordina Editions, 1985, 276 p.
- ✧ GUILLAUMME WUNSCH, *Techniques d'analyse des données démographiques, 2è édition*. Liège, Ordina Editions, 1984, 221 p.
- ✧ GUILLAUMME WUNSCH et MARC TERMOTE, *Introduction to Demographic Analysis. Principles and Methods*. New York, Penum Press, 1978, 274 p.
- ✧ INED, *Les projections démographiques. Actes du VIIIè Colloque National de Démographie, Tome II*. Série Travaux et Documents, Grenoble, 1988, 257 p.

- ✧ NATIONS UNIES, *Dictionnaire démographique multilingue*. New York, 1958, 206 p.
- ✧ NATIONS UNIES, Manuel X. *Techniques Indirectes d'Estimation Démographique*. New York, ONU, Etudes Démographiques n° 81, 1984, 324 p.
- ✧ VERON JACQUES, *Arithmétique de l'Homme. La démographie entre science et politique*. Paris 1993, 237 p.

### 3- Sources de données

- ✧ Centre National de Recherche sur l'Environnement (CNRE) et Macro International Inc., *Enquête Nationale Démographique et Sanitaire (ENDS) 1992*. Antananarivo, Madagascar et Calverton, Maryland USA, 1994, 248 p.
- ✧ Institut National de la Statistique (INSTAT) et Macro International Inc., *Enquête Démographique et de Santé (EDS) 1997*. Antananarivo, Madagascar et Calverton, Maryland USA, 1998, 264 p.
- ✧ Institut National de la Statistique (INSTAT) et ORC Macro, *Enquête Démographique et de Santé (EDSMD-III) 2003-2004*. Antananarivo, Madagascar et Calverton, Maryland USA, 2005, 442 p.
- ✧ Institut National de la Statistique (INSTAT) et ICF Macro, *Enquête Démographique et de Santé (EDSMD-IV) 2008-2009*. Antananarivo, Madagascar et Calverton, Maryland USA, 2010, 444 p.
- ✧ Institut National de la Statistique (INSTAT) et UNICEF Madagascar, *Multiple Indicator Cluster Survey (ou Enquête par grappe à indicateurs multiples) 2018*. Antananarivo, Madagascar, 2020, 1065 p.
- ✧ Institut National de la Statistique (INSTAT), USAID, Union Européenne, Banque mondiale, UNDP et UNFPA. *Résultats globaux du troisième recensement général de la population et de l'habitation de 2018 de Madagascar (RGPH-3)*. Antananarivo, Madagascar, 2020, 157 p.