



Année Universitaire 2022-2023

Introduction à la Démographie

Mhamdi Farouk

Plan :

Introduction

I] ÉTAT ET STRUCTURE DÉMOGRAPHIQUE DE LA POPULATION

II] MOUVEMENTS DE LA POPULATION

III] POPULATION ET ACTIVITÉ

Introduction

Objectifs



- Maîtriser les concepts et outils de base de l'analyse du processus continu de renouvellement des populations à travers le temps
- Comprendre les interactions entre la dynamique démographique (fécondité, mortalité, migration) et divers éléments de contexte (sociaux, économiques, politiques, idéologiques...).

Quelques définitions de la démographie

- 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", (Guillard, 1855).
- 2- "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", (Levasseur, 1889).
- 3- "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", (Pressat, 1961).
- 4- "Etude des caractères quantitatifs et qualitatifs de l'état et du mouvement des populations humaines", (Hugon, 1971).

Relations avec les autres disciplines

La démographie, au delà d'un **stade purement descriptif**, tente d'expliquer les phénomènes observés. Cette explication peut se situer à deux niveaux :

- le premier niveau, que l'on peut qualifier d'**interne**, mettra en évidence ce qui est dû aux effectifs et aux structures. En plus des méthodes de l'analyse démographique, seront utilisés les **modèles mathématiques** et des **méthodes statistiques**.
- le deuxième niveau, d'**explication externe**, s'intéresse aux facteurs de comportement et de milieu, et pour cela on fait appel à l'**histoire** (les guerres, l'esclavage, les famines...), à l'**économie** (les crises, le chômage), à la **géographie** (la répartition spatiale), à la **médecine** (les causes de décès) à la **biologie**, à la **génétique**, au **droit**, à la **sociologie**, à la **politique**, à l'**ethnologie**, à l'**écologie**, à la **psychologie**, ...

Composantes de la démographie

1- Démographie quantitative :

a) **Démographie descriptive** : elle traite de la dimension, de la répartition géographique, de la structure et du développement des populations d'un point de vue purement descriptif en s'appuyant sur des statistiques démographiques.

b) **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 démographiques.

c) **Analyse démographique** : elle se situe entre les deux disciplines précédentes et étudie les phénomènes démographiques observés dans des populations concrètes .

2- Démographie économique et sociale :

C'est l'étude des relations entre les phénomènes démographiques d'une part et les phénomènes économiques ou sociaux d'autres parts.

Composantes de la démographie (suite)

3- Démographie qualitative :

Elle s'intéresse à la distribution des caractères qualitatifs (intellectuels, physiques, sociaux) au sein des populations, et comprend notamment la génétique de la population

4- 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

5- Démographie historique :

Elle traite de l'histoire au développement des populations

Etapes de la connaissance démographique



- 1- Définition des concepts utilisés
- 2- Collecte des données sur le terrain
- 3- Exploitation des données recueillies
- 4- Analyse
- 5- Etablissement de perspectives de population
- 6- Elaboration d'une politique démographique
- 7- Réalisation de cette politique
- 8- Evaluation des résultats de cette politique

Remarque !!

Deux aspects de l'étude des populations doivent être distingués, à tous les stades de la connaissance :

- a) un aspect **statique**, qui étudie des ensembles humains, et décrit **l'état de ces populations**, en en donnant en quelque sorte une **photo**.
- b) un aspect **dynamique**, qui étudie des événements, et décrit le **mouvement de la population**, en en donnant en quelque sorte un **film**.

Sources d'information en démographie

1. Les recensements et les registres de la population → information sur l'effectif et structures

- lieu et type de résidence ;
- âge, sexe, lieux de naissances, état matrimonial et nationalité des personnes ;
- langue maternelle et maîtrise de langues ;
- la durée et de résidence sur le lieu du recensement et lieu de résidence lors du recensement précédent (il y 5 ans, etc.) des personnes ;
- composition des ménages (liens de parenté et rapports entre les membres de ménage) ;
- la fécondité accomplie (nombre d'enfants nés et vivants) ;
- caractéristiques socio-économiques des personnes ;
- état de santé (infirmité).

2. La statistique d'état civil → enregistrement des événements vitaux :

- naissance (date, lieu, nom et prénoms, sexe, l'ordre de naissance, âge, noms, prénoms, lieu de naissances et nationalité des parents, leur statut matrimonial, leurs âges,...)
- décès (date, lieu, nom et prénoms, sexe, âge et/ou date de naissance, lieu de naissance, nationalité, cause(s) de décès, lieu de résidence, lieu de décès, statut matrimonial, etc...)
- mariage (date, lieu, noms, prénoms, sexes, dates et lieux de naissances, nationalité, états matrimoniaux, résidence des époux, les enfants communs etc...)
- divorce / séparation (caractéristiques des conjoints, caractéristiques du mariage, enfants)

3. La statistique de migration entrant :

- âge, sexe, lieu de naissance, nationalité, état matrimonial et familial, pays de départ, pays de naissances etc.

Que peut on quantifier en démographie ?

1) Les masses ou les volumes :

- Effectif d'une population (sous-population) à un moment donné
- Nombre d'événements démographiques repéré sur un intervalle de temps
 - Naissances et décès
 - Mariages et divorces
 - Immigration – émigration; etc.

2) Les structures (les rapports structuraux, effet de masse éliminé) :

- Rapport numérique des composants d'une population et des sous-populations
 - Par âge et par sexe (% des hommes et des femmes, % des groupes d'âge)
 - Types de ménages
 - Nationalité
 - Complémentaires: éducation, type du lieu d'habitation, etc.

3) Rapports relatifs au mouvement de la population et d'expérience d'événements démographiques (mesures l'intensité des flux, approche probabiliste, la durée est prise en considération) :

- Taux et quotients (bruts et ajustés) : natalité, mortalité, de mariage, de fécondité etc.
- Durée d'attente d'un événement (naissance, décès, mariage, divorce etc.)

Chapitre 1 :

ÉTAT ET STRUCTURE DÉMOGRAPHIQUE DE LA POPULATION

- Mesurer les **volumes de stocks et de flux des populations**
- Mesurer les **structures de la population** : les rapports (ratios) et les proportions.

Etude de l'état d'une population humaine (1/4)

Population : un ensemble d'individu auxquels sont associées diverse caractéristiques : âge, sexe, état matrimonial, lieu de résidence...

Lorsqu'on étudie **l'état d'une population** on en registre, à un moment donné, les principales caractéristiques démographiques : effectif, densité, structure par âge et par sexe...

1) La population totale : d'un territoire donne (Etat, département, commune...) est l'effectif de la population mesuré à un moment donné.

2) La population moyenne d'un territoire au cours d'une période donnée est égale aux effectifs pondérés par leur durée de présence au cours de l'année.

- On retient en général la moyenne arithmétique des effectifs enregistrés au 1^{er} janvier et au 31 décembre de l'année considérée.
- Entre deux recensements, la mesure de la population se fait à partir des statistiques de l'état civil et également à partir des statistiques des migrations extérieures.

Etude de l'état d'une population humaine (2/4)

Exercice : compléter le tableau suivant. Interpréter

Année	Population	Taux d'accroissement
<u>1960</u>	4 220 701	
<u>1970</u>	5 127 000	
<u>1980</u>	6 384 000	
<u>1990</u>	8 154 400	
<u>2000</u>	9 563 500	
<u>2010</u>	10 547 000	
<u>2011</u>	10 673 800	
<u>2012</u>	10 776 400	
<u>2013</u>	10 886 500	
<u>2014</u>	10 982 754 ¹⁶	

Etude de l'état d'une population humaine (3/4)

3) Densité d'une population : C'est le rapport entre l'effectif de la population et la superficie du champ (pays, région ... etc.)..

$$\text{densité} = \frac{\text{population}}{\text{superficie}} = \frac{\text{nombre d'habitants}}{\text{nombre des km}^2} . \quad (\text{en h/km}^2)$$

➡ L'indicateur de la densité quoi qu'il a une importance démographique, il reste un indicateur grossier et trompeur pour être une variable explicative du niveau de vie d'une population.

Exemple :

Pays	Nbre habitant	Superficie (km ²)	Densité (habitants / km ²)
Japan	126 330 302*	377 972	334,23
Tunisie	11 722 038*	163 610	72

* Estimations (année 2019)

Etude de l'état d'une population humaine (4/4)

4) Distribution géographique de la population :

Exemple population urbaine et population rurale :

ce taux est mesuré par le rapport de la population urbaine sur la population totale en pourcentage.

$$TU = \frac{\text{Population urbaine}}{\text{Population totale}} \times 100 \quad (\text{En } \%).$$

Exemple : Évolution de la population d'un pays du grand Maghreb selon le milieu de résidence (urbain et rural)

Question : compléter le tableau suivant et commenter les résultats obtenus.

Années	Population par milieu (en mille)			Taux d'urbanisation
	Urbain	Rural	Total	
1960	3.390	8.237	11.627	
1971	5.410	9.969	15.379	
1982	8.730	11.689	20.419	
1994	13.408	12.666	26.074	
2004	16.464	13.428	29.892	

Structures d'une population humaine (1/5)

Objectifs : construire un ensemble d'indicateurs qui nous permettent d'analyser la population dans sa structure :

- population masculine, population féminine
- population par âge, population par groupe d'âge, pyramide des âges
- fécondité, mortalité, espérance de vie
- population active, population inactive, éducation

Structures d'une population humaine (2/5)

1) Structure de la population par sexe :

La classification de la population par sexe occupe une place importante dans les études démographiques, pour le fait qu'elle affecte aussi bien la vie sociale qu'économique que les modèles culturels.

On distingue principalement deux indices :

- **Rapport de masculinité** : rapport entre la population masculine (le nombre des masculins) sur la population féminine en pourcentage.

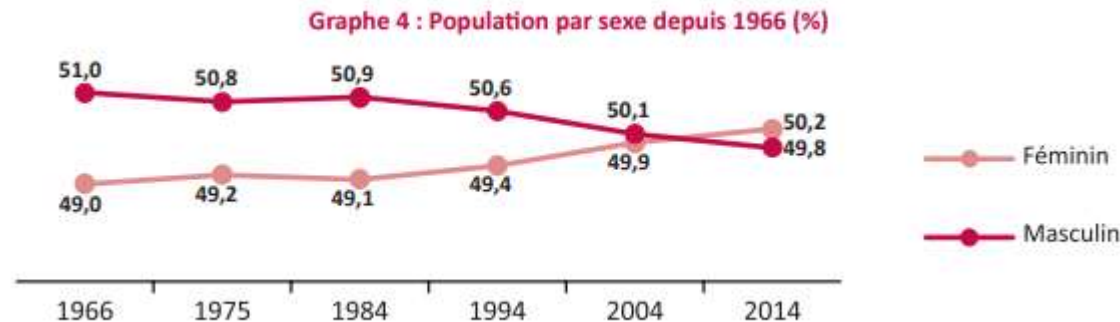
$$\text{Rapport de masculinité} = \frac{\text{Population masculine}}{\text{Population féminine}} \times 100 = \frac{P(M)}{P(F)} \times 100 \quad (\text{En \%})$$

- **Taux de masculinité** : rapport de l'effectif des masculins sur l'effectif de la population totale en pourcentage.

$$TM = \frac{\text{Population masculine}}{\text{Population totale}} \times 100 = \frac{PM}{PT} \times 100. \quad (\text{En \%})$$

Structures d'une population humaine (3/5)

Question : 1) Interpréter le graphique suivant (source : rapport INS RGPH_2014)



Question : estimer l'évolution du rapport de masculinité.

Rapport de masculinité (%)						
Année	1966	1975	1984	1994	2004	2014
Rapport de masculinité	104,1	103,2	103,7	102,4	100,4	99,3

Analyse de la structure de population par âge

Intérêts :

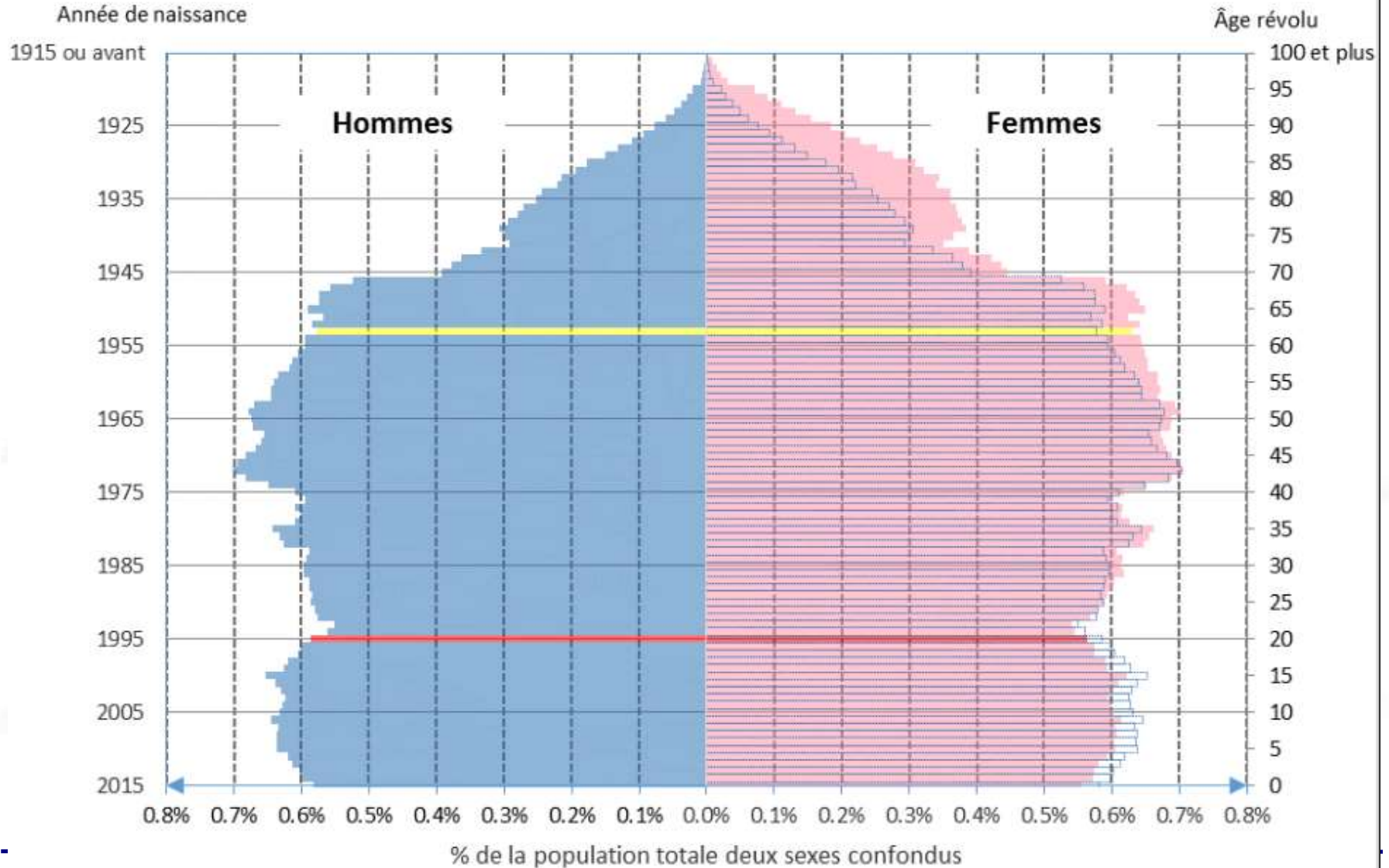
- donne une image de la population dans son ensemble
- raisonnablement prévisible, elle ne dépend que des naissances, de la mortalité et des migrations historiques
- un écart de la structure attendue est un indicateur de la qualité des données (d'un recensement)

Méthodes d'analyse et approches:

- Présentations graphiques (pyramides, survie des générations)
- Rapport des effectifs des générations (ratios des âges « x ») = $\frac{N_{x+n}}{N_x}$
- Rapport des effectifs des sexes (dit « rapport de masculinité ») = $\frac{N_m - N_f}{N_m + N_f} = \frac{N_m}{N_f}$
- Excédent (déficit) of males/femelles dans une population = $\frac{N_m - N_f}{N_m + N_f}$
- Indices intégraux (associés à la qualité des données)
 - NU âge-sexe indice de précision (UN Age-Sex Accuracy Index)
 - Indices de préférences (rebondissement) des âges de Whipple et de Myers

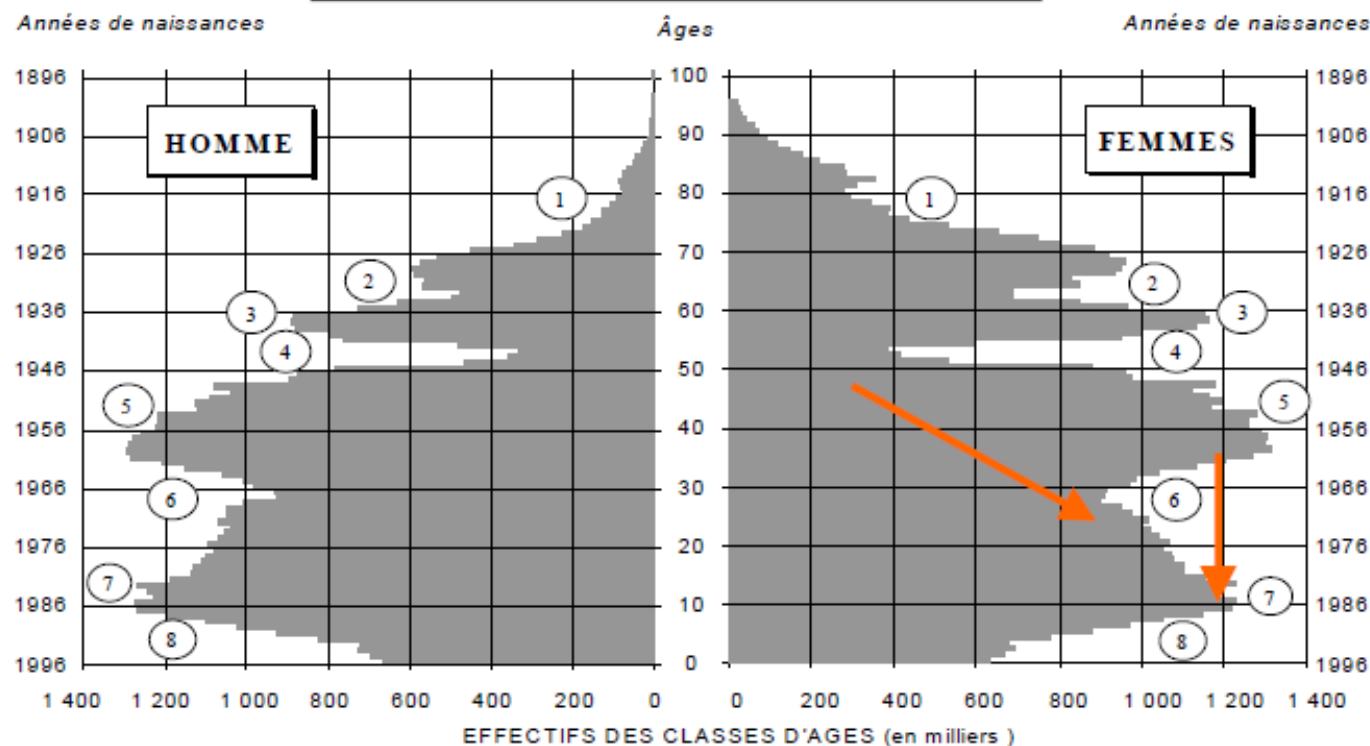
Pyramide des âge

Population par sexe et âge au 1er janvier 2016



Les empreintes historiques sur la pyramide des âge et leurs conséquences démographiques.

Population de la Russie au 1 janvier 1997

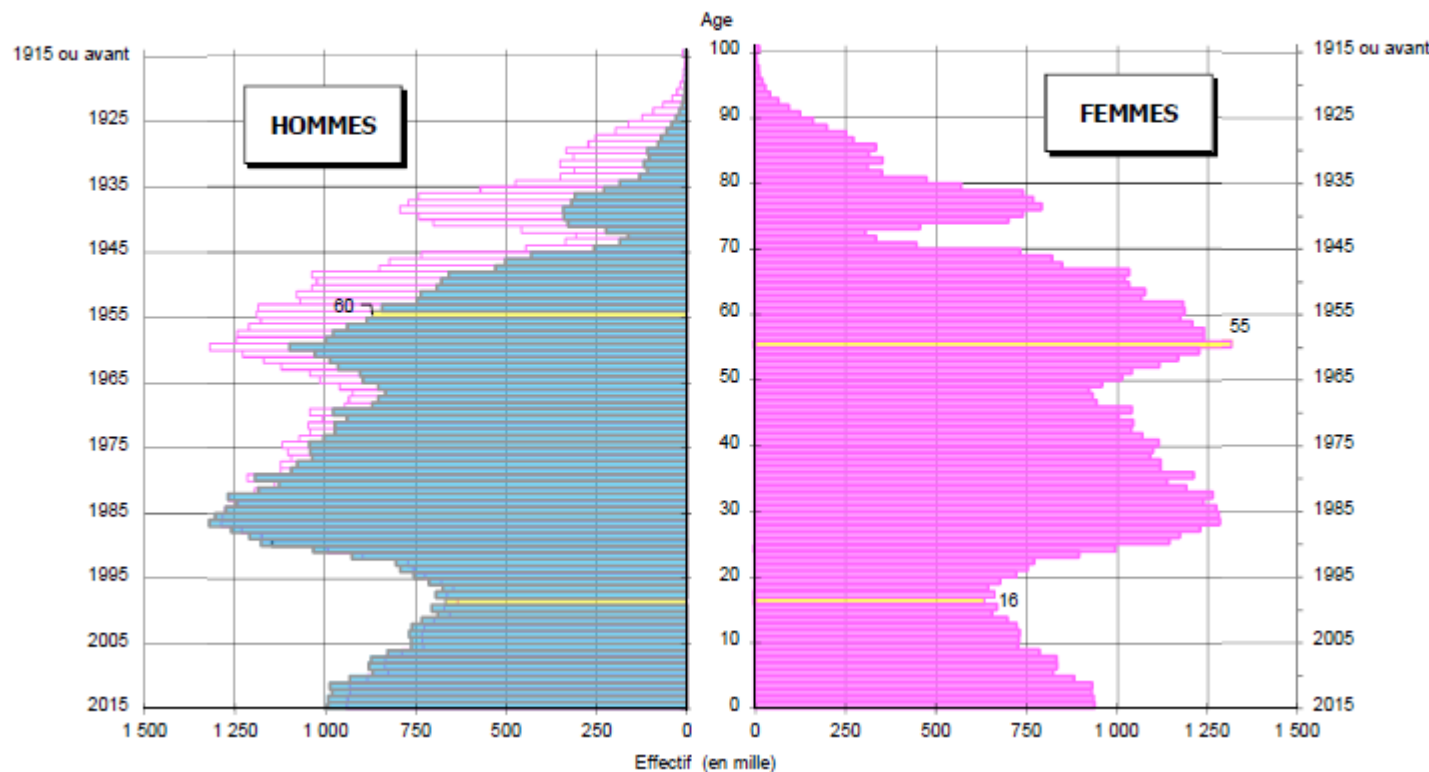


- 1 Déficit des naissances dû à la guerre 1914-1918 (classe creuses)
- 2 Passage des classe creuses à l'âge de fécondité, la famine de 1933.
- 3 Interdiction de l'avortement en 1936 et lancement de la politique nataliste.
- 4 Déficit des naissances dû à la guerre 1941-1945

- 5 Effet du « rattrapage » des naissances après la guerre
- 6 Passage de la fécondité des générations en dessous de 2 enfant par femme
- 7 Effet de nouvelle politique familiale (à partir de 1983)
- 8 Chute de la natalité à partir de 1989

Les empreints historiques sur la pyramide des âge et leurs conséquences démographiques.

Structure de la population de Russie au 1 janvier 2016:



Les empreintes de l'histoire ne s'effacent pas vite

Comment analyse-t-on la structure par âge et par sexe ?

Ratios âge/sexe spécifiques à la structure par âge et par sexe:

- ratio hommes/femmes par âge (rapport de masculinité - ${}_nRM_x$)

soit ${}_nN_x^S$ - effectif de la population dans l'intervalle d'âge entre x (compris) et $x+n$ (non compris) de sexe $S=F$ (féminin), ou $=M$ (masculin)

$${}_nRM_x = \frac{{}_nN_x^M}{{}_nN_x^F} \cdot 100$$

On dit: autant d'hommes pour 100 femmes

- proportion d'hommes ${}_nPM_x = \frac{{}_nN_x^M}{{}_nN_x^F + {}_nN_x^M} \cdot 100$

- on peut par ailleurs démontrer que ${}_nRM_x = \frac{{}_nPM_x}{1 - {}_nPM_x} \cdot 100$ et ${}_nPM_x = \frac{{}_nRM_x}{1 + {}_nRM_x} \cdot 100$

Indicateurs statistiques descripteurs :

- âge moyen de la population (total ou deux sexes confondus, de sexe masculin, de sexe féminin)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{x=0}^{\infty} {}_nN_x^S \cdot \left(x + \frac{n}{2}\right)}{\sum_{x=0}^{\infty} {}_nN_x^S}$$

- âge médian de la population (total ou deux sexes confondus, de sexe masculin, de sexe féminin)

$$\sum_{y=0}^{Me} {}_nN_y^S = \sum_{y=Me}^{\infty} {}_nN_y^S$$

Autres indicateurs caractérisant la structure par âge

- ratio enfants/femmes (enfants/mères) « *REM* » caractérisant le remplacement des générations

soit ${}_5N_0$ - effectif de la population dans l'intervalle d'âge entre l'âge 0 (compris) et l'âge de 5 ans (non compris) = l'âge révolu 0-4 ans

${}_{35}N_{15}^F$ - effectif de la population de sexe féminin dans l'intervalle d'âge entre 15 (compris) et 50 (non compris) = l'âge féconde 15-49 ans révolus

$$REM = \frac{{}_5N_0}{{}_{35}N_{15}^F} \cdot 100 \quad \dots \text{enfants pour 100 femmes}$$

- ratio de dépendance *RD* ou « charge démographique » et *RDj* de jeunes et *RDv* des vieux

$$\left. \begin{aligned} RDj &= \frac{{}_nN_0}{{}_{65-n}N_n} \cdot 100 \\ RDv &= \frac{{}_\infty N_{65}}{{}_{65-n}N_n} \cdot 100 \end{aligned} \right\} \Rightarrow RD = \frac{{}_nN_0 + {}_\infty N_{65}}{{}_{65-n}N_n} \cdot 100 \quad \text{Nota: le choix de } n \text{ est arbitraire}$$

RD – rapport entre (l'effectif de) la population hors l'âge de travail et (l'effectif de) la population à l'âge de travail

Qualité des données sur la structure par âge et par sexe (1/3)

Hypothèses : On attend que les rapports entre les effectifs des générations successives et des nombres des hommes et des femmes respectent certaines règles:

- Effectif d'une génération se situe numériquement entre les deux générations voisines (celle d'avant et celle d'après)
- Le rapport des effectifs des hommes et des femmes de mêmes générations sont stables

ONU Indice de précision : se calcule pour les groupes d'âge quinquennaux inférieurs 70 ans à partir des écarts moyens des ratios par sexe et par âges (s'il n'y avait pas des événements perturbateurs dans le passé ces ratios doivent être près de 100 dans tous les groupes d'âges).

Qualité des données sur la structure par âge et par sexe (1/3)

Méthode de calcul : Trois composants:

1. Écart moyen des rapports des effectifs des sexes par âge (RS)
2. Écart moyen des rapports des effectifs des hommes des groupes d'âges successifs (RA^m)
3. Écart moyen des rapports des effectifs des femmes groupes d'âges successifs (RA^f)

$$\text{ONU IP} = (3 \times R.S.) + R.A.^m + R.A.^f$$

Règle de décision : Écart moyen de 100 quantifie la distorsion: <20 (précis); de 20 à < 40 (imprécis); 40 et + (très imprécis)

Calculs de l'IP ONU (Kirghizie , 1926)

	A	B	C	D
1	Age	Hommes	Femmes	
2	0-4	77840	76 340	
3	5-9	55823	53 756	
4	10-14	52585	43 454	
5	15-19	51074	41 753	
6	20-24	40834	46 327	
7	25-29	48579	50351	
8	30-34	38642	38744	
9	35-39	38372	32844	
10	40-44	27940	24336	
11	45-49	25248	17949	
12	50-54	19183	15563	
13	55-59	14251	10912	
14	60-64	11352	11371	
15	65-69	6117	5450	
16	70-74	4458	4503	
17				

Calculs de l'IP ONU (Kirghizie , 1926)

Correction :

Age	Hommes	Femmes	${}_nRS_x$	$abs({}_nRS_x - {}_nRS_{x+n})$	$abs(100 - {}_nRA_x^m)$	$abs(100 - {}_nRA_x^f)$
0-4	77 840	76 340	101.96			
5-9	55 823	53 756	103.85	1.88	10.2526	6.856112
10-14	52 585	43 454	121.01	17.17	9.005434	7.011011
15-19	51 074	41 753	122.32	1.31	6.989229	16.96929
20-24	40 834	46 327	88.14	34.18	0.597151	19.43233
25-29	48 579	50 351	96.48	8.34	18.37406	2.704759
30-34	38 642	38 744	99.74	3.26	6.859787	6.487367
35-39	38 372	32 844	116.83	17.09	4.134432	8.910017
40-44	27 940	24 336	114.81	2.02	4.175772	10.82642
45-49	25 248	17 949	140.67	25.86	10.02782	18.17149
50-54	19 183	15 563	123.26	17.40	7.847961	9.121709
55-59	14 251	10 912	130.60	7.34	18.9723	17.08052
60-64	11 352	11 371	99.83	30.77	38.99279	17.77814
65-69	6 117	5 450	112.24	12.41	31.33426	12.89696
70-74	4 458	4 503	99.00			
			Somme	179.02	167.56	154.25
			nombre	13	13	13
			moyenne	13.8	12.9	11.9

$${}_5RS_x = abs\left(\frac{{}_5N_x^m}{{}_5N_x^f} \cdot 100\right)$$

$${}_5RA_x^S = abs\left[100 - \frac{{}_5N_x^S}{0.5 \cdot ({}_5N_{x-5}^S + {}_5N_{x+5}^S)} \cdot 100\right]$$

$$IP_ONU = 3 \cdot \overline{RS} + \overline{RA^m} + \overline{RA^f}$$

$$(13.8 \times 3) + 12.9 + 11.9 = 66.1$$

Écart moyen de 100 quantifie la distorsion: <20 (précis); de 20 à < 40 (imprécis); 40 et + (très imprécis)

Qualité des déclarations d'âge au recensement

Indice de préférence d'âge de Whipple (1/5)

- ❑ Mesure de la préférence pour les âges ronds.
- ❑ L'indice originel de Whipple s'obtient en additionnant les effectifs compris entre 23 et 62 ans inclus et en calculant le pourcentage des âges déclarés se terminant par 0 ou 5 par rapport au cinquième du nombre total des déclarations.
- ❑ Le calcul de cet indice repose sur l'hypothèse de linéarité (rectangularité) des effectifs sur les intervalles quinquennaux d'âge entre 23 et 62 ans
- ❑ Les jeunes âges (0-22 ans) et les âges élevés (63 et plus) – âges pour lesquels l'hypothèse de linéarité est peu vraisemblable – sont exclus du calcul.
- ❑ Whipple a introduit la formule suivante :

$$W_{0,5} = \frac{(P_{25} + P_{30} + P_{35} + P_{40} + \dots + P_{50} + P_{55} + P_{60}) \cdot 5}{\sum_{x=23}^{62} P_x} \cdot 100$$

où P_x est la population d'âge révolu x .

Qualité des déclarations d'âge au recensement

Indice de préférence d'âge de Whipple (2/5)

- ❑ Si l'hypothèse de linéarité est respectée et en l'absence d'attraction, on aura :

$$W = 100$$

- ❑ En supposant la vérification de l'hypothèse de linéarité, W vaut 1 si aucune attraction ou répulsion n'est observée pour les âges se terminant par 0 et 5.
- ❑ Lorsqu'il y a répulsion pour ces âges, le numérateur (N) devenant plus petit que le dénominateur (D), W devient plus petit que 100.
- ❑ Lorsqu'il y a attraction, N devient plus grand que D et W est supérieur à 100.

Qualité des déclarations d'âge au recensement

Indice de préférence d'âge de Whipple (3/5)

Inconvénients :

- ❑ Dans cette version originelle, l'indice de Whipple mesure uniquement les attractions (ou répulsions) pour les âges se terminant par 0 et 5 sans distinction.

Indice modifié :

- ❑ distinguer les préférences pour les âges se terminant par 0 de celles pour les âges se terminant par 5 selon la proposition suivante (Roger et al., 1981, p. 148) :

$$W_0 = \frac{(P_{30} + P_{40} + P_{50} + P_{60}) \cdot 10}{\sum_{x=23}^{62} P_x} \cdot 100 \quad W_5 = \frac{(P_{25} + P_{35} + P_{45} + P_{55}) \cdot 10}{\sum_{x=23}^{62} P_x} \cdot 100$$

- ❑ En additionnant W_0 et W_5 et en divisant cette somme par 2, on retrouve l'indice de Whipple originel (W),

Qualité des déclarations d'âge au recensement

Indice de préférence d'âge de Whipple (4/5)

- ❑ Recommandation des NU pour :
 - $W < 105$ (**très précises**);
 - 105-110 (**assez précises**);
 - 110-125 (**à peu près**);
 - 125-175 (**mauvaise**);
 - $W > 175$ (**très mauvaises**)
- ❑ Il existe les autres modifications de cet indice.

Qualité des déclarations d'âge au recensement

Indice de préférence d'âge de Whipple (5/5)

Scores de l'indice de Whipple et leurs interprétations

$$W_{0;5} = \frac{(P_{25} + P_{30} + P_{35} + P_{40} + \dots + P_{50} + P_{55} + P_{60}) \cdot 5}{\sum_{x=23}^{62} P_x} \cdot 100$$

	Score	Interprétation
	0	aucun '0' ni '5' ne sont pas déclarés (situation théorique, données sont mauvaise)
	100	pas de préférence pour le '0' ou '5'
	<105	données sont bonnes (effet est aléatoire)
	105-110	données sont suffisamment bonne (l'effet est plutôt aléatoire)
	110-125	données sont approximatives
	125-175	forte préférence pour les '0' et les '5' (l'effet n'est pas aléatoire)
	≥ 175	données sont très mauvaises
	500	que des '0' et les '5' sont déclarés (situation théorique).

Qualité des déclarations d'âge au recensement

Indice de préférence d'âge de Myers (1/4)

- ❑ L'indice de Myers mesure également les préférences pour chacun des 10 chiffres possibles et propose un indice synthétique.
- ❑ Il est basé sur le principe qu'en l'absence d'attraction, le cumul des effectifs de chaque âge se terminant par l'un des chiffres (0 à 9) devrait représenter 10 % du total de la population.
- ❑ Le calcul s'opère en cumulant les effectifs de chacun des chiffres pour la population de 10 ans et plus, puis pour la population de 20 ans et plus. Chaque série est alors pondérée puis additionnée à l'autre.
- ❑ Enfin, l'indice synthétique de Myers est obtenu en prenant la somme des écarts en valeur absolue entre les distributions cumulée et théorique (10 %).
- ❑ Varie de 0 (pas de préférence) à 180 (tous les âges terminent par le même chiffre)

Qualité des déclarations d'âge au recensement

Indice de préférence d'âge de Myers (2/4)

❑ Etapes de calcul :

1. sommes des populations dont l'âge se termine par 0, 1, 2...9 entre 10 et 89 ans
2. le même calcul en excluant le premier âge (10 à l'occurrence)
3. pondération des sommes pour obtenir les populations mélangées par le nombre de combinaisons (étapes 1 et 2)
4. Transformation des effectifs des populations mélangées en pourcentage du total
5. calculer l'écart du pourcentage obtenu de 10 pour chaque population et la somme des écarts

Qualité des déclarations d'âge au recensement

Indice de préférence d'âge de Myers (2/4)

❑ Interprétation de l'indice mélangé de Myers :

1. Si la somme (colonne 6) pour un chiffre est supérieure à 10 (à 10% de de la population mélangée), cela signifie sa surreprésentation dans les déclarations des âges (préférence pour ce chiffre)
2. Si, en revanche, la somme (colonne 6) est inférieure à 10, cela signifie que ce chiffre est sous-représenté dans les déclarations des âges (on l'évite)
3. S'il n'y a aucune préférence pour les chiffres, cet indice pourrait être très proche au zéro

Qualité des déclarations d'âge au recensement

Indice de préférence d'âge de Myers (3/4)

Exercice : calculer l'indice de Myers pour la population suivante

Chiffre terminal de l'age déclaré	Effectif de la population	
	commençant par l'âge 10+a	commençant par l'âge 20+a
a	(1)	(2)
0	1 879 327	1 544 435
1	1 391 999	1 081 801
2	1 550 738	1 220 036
3	1 383 402	1 080 815
4	1 426 235	1 102 274
5	1 603 138	1 268 426
6	1 390 982	1 073 492
7	1 297 957	976 244
8	1 346 442	1 019 407
9	1 140 819	847 826

Qualité des déclarations d'âge au recensement

Indice de préférence d'âge de Myers (4/4)

Correction :

Chiffre terminal de l'age déclaré	Effectif de la population		Poids pour		Population mélangée		Ecart du pourcentage de 10%
	commençant par l'âge 10+a	commençant par l'âge 20+a	col.1	col.2	Nombre (1)x(3)+(2)x(4)	pourcentage %	
a	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
0	1879327	1544435	1	9	15779242	12,18	2,18
1	1391999	1081801	2	8	11438406	8,83	1,17
2	1550738	1220036	3	7	13192466	10,18	0,18
3	1383402	1080815	4	6	12018498	9,27	0,73
4	1426235	1102274	5	5	12642545	9,75	0,25
5	1603138	1268426	6	4	14692532	11,34	1,34
6	1390982	1073492	7	3	12957350	10,00	0,00
7	1297957	976244	8	2	12336144	9,52	0,48
8	1346442	1019407	9	1	13137385	10,14	0,14
9	1140819	847826	10	0	11408190	8,80	1,20
Somme					129602758	100,00	7,65

Travaux Dirigés 1

A faint, light gray grid pattern is visible in the background of the slide, consisting of several intersecting lines forming a mesh.

Qualité des déclarations d'âge au recensement

Indice Bachi (1/5)

- ☐ L'indice de Bachi mesure également les préférences pour chacun des 10 chiffres possibles et propose un indice synthétique.
- ☐ Se base sur le même principe que celui de l'indice de Whipple
- ☐ Les calculs s'appliquent aux âges de 23 à 77 ans

Qualité des déclarations d'âge au recensement

Indice Bachi (2/5)

❑ Etapes de calcul :

1- On commence par comparer le total des effectifs des âges terminés par un chiffre donné avec l'effectif total d'un groupe qui varie avec le chiffre comme le montre le tableau ci-dessous:

Ages totalisés	Intervalle de référence
30, 40, 50, 60, 70	moyenne de 25-74 et 26-75*
31, 41, 51, 61, 71	id. 26-75 et 27-76
32, 42, 52, 62, 72	id. 27-76 et 28-77
$\frac{1}{2}$ 23, 33, 43, 53, 63, $\frac{1}{2}$ 73	id. 23-72 et 24-73
$\frac{1}{2}$ 24, 34, 44, 54, 64, $\frac{1}{2}$ 74	id. 24-73 et 25-74
$\frac{1}{2}$ 25, 35, 45, 55, 65, $\frac{1}{2}$ 75	id. 25-74 et 26-75
$\frac{1}{2}$ 26, 36, 46, 56, 66, $\frac{1}{2}$ 76	id. 26-75 et 27-76
$\frac{1}{2}$ 27, 37, 47, 57, 67, $\frac{1}{2}$ 77	id. 27-76 et 28-77
28, 38, 48, 58, 68	id. 23-72 et 24-73
29, 39, 49, 59, 69	id. 24-73 et 25-74

Qualité des déclarations d'âge au recensement

Indice Bachi (4/5)

$$I_0 = \left| 100 \cdot \frac{P_{30} + P_{40} + P_{50} + P_{60} + P_{70}}{0.5 \cdot P_{25} + \sum_{x=26}^{74} P_x + 0.5 \cdot P_{75}} - 10 \right| \quad I_1 = \left| 100 \cdot \frac{P_{31} + P_{41} + P_{51} + P_{61} + P_{71}}{0.5 \cdot P_{26} + \sum_{x=27}^{75} P_x + 0.5 \cdot P_{76}} - 10 \right| \quad I_2 = \left| 100 \cdot \frac{P_{32} + P_{42} + P_{52} + P_{62} + P_{72}}{0.5 \cdot P_{27} + \sum_{x=28}^{76} P_x + 0.5 \cdot P_{77}} - 10 \right|$$

$$I_3 = \left| 100 \cdot \frac{0.5 \cdot P_{23} + P_{33} + P_{43} + P_{53} + P_{63} + 0.5 \cdot P_{73}}{0.5 \cdot P_{23} + \sum_{x=24}^{72} P_x + 0.5 \cdot P_{73}} - 10 \right|$$

De même Pour $i=4,5,6,7,8$

$$I_8 = \left| 100 \cdot \frac{P_{28} + P_{38} + P_{48} + P_{58} + P_{68}}{0.5 \cdot P_{23} + \sum_{x=24}^{72} P_x + 0.5 \cdot P_{73}} - 10 \right| \quad I_9 = \left| 100 \cdot \frac{P_{29} + P_{39} + P_{49} + P_{59} + P_{69}}{0.5 \cdot P_{24} + \sum_{x=25}^{73} P_x + 0.5 \cdot P_{74}} - 10 \right|$$

- Il est supposé que dans l'idéal (une distribution uniforme) le score des indices soit proche à 0,
- S'il est = 10 cela veut dire que le chiffre en question est absent

Qualité des déclarations d'âge au recensement

Indice Bachi (5/5)

- ❑ L'indice de Bachi se fabrique comme une demi somme des indices partiels.

$$I_{Bachi} = 0.5 \cdot \sum_{n=0}^9 I_n$$

- ❑ Son score peut varier de 0 à 90

Indice Bachi : Application

Calculer l'indice de Bachi sur les données de la population Française de 1851 et 2010 (Fichier Excel du TD1)

Chapitre 2 :

MOUVEMENTS DE LA POPULATION

- Mesurer l'**intensité des flux** : les taux et les quotients (probabilités)
- Mesurer les intervalles : **durée moyenne**

Flux et stocks

Équation fondamentale du bilan démographique (en termes de masse)

$$P_t = P_0 + N_{0,t} - D_{0,t} + I_{0,t} - E_{0,t}$$

P_t – nombre de personnes survivantes au moment t (*stock*)

P_0 – nombre de personnes survivantes au moment 0 (*stock*)

$N_{0,t}$ – nombre de naissances durant la période entre 0 et t (*flux*)

$D_{0,t}$ – nombre de décès durant la période entre 0 et t (*flux*)

$I_{0,t}$ – nombre migrants arrivés durant la période entre 0 et t (*flux*)

$E_{0,t}$ – nombre migrants partis durant la période entre 0 et t (*flux*)

$N_{0,t} - D_{0,t} \rightarrow$ excédent (déficit) naturel

$I_{0,t} - E_{0,t} \rightarrow$ excédent (déficit), ou solde migratoire = migration nette

$I_{0,t} + E_{0,t} \rightarrow$ migration brute

Équation du bilan démographique en masse et normalisée (1/2)

volume $P_t = P_0 + N_{0,t} - D_{0,t} + I_{0,t} - E_{0,t} \rightarrow$

accroissement $P_t - P_0 = N_{0,t} - D_{0,t} + I_{0,t} - E_{0,t} \rightarrow$

vitesse de change $\frac{P_t - P_0}{\bar{P} \cdot t} = \frac{N_{0,t} - D_{0,t} + I_{0,t} - E_{0,t}}{\bar{P} \cdot t} \rightarrow$

$$TBA_{0,t} = (TBN_{0,t} - TBM_{0,t}) + (TBI_{0,t} - TBE_{0,t}) \rightarrow$$

$$TBA_{0,t} = TAN_{0,t} + TBAM_{0,t}$$

Équation du bilan démographique en masse et normalisée (2/2)

TBN – taux brut de natalité	}	Mouvement naturel	}	Deux types de flux		
TBM – taux brut de mortalité						
TBI – taux brut d’immigration	}	Mouvement spatial (migration)				
TBE – taux brut d’émigration						

Ces taux bruts correspondent aux quatre composants de l'équation du bilan démographique

Principe de correspondance dans les calculs des taux :

Il faut toujours rapporter les événements (le nombre d'événement) à une population étant effectivement exposée au risque des ces événements = « population exposée »

Exercice :

- 1- Calculer les taux bruts de mortalité et de natalité
- 2- Déterminer le taux d'accroissement naturel
- 3- En déduire le taux d'accroissement migratoire

**1000*

Tableau avec les valeurs absolus

Année	Pays	Décès	Population au 1er janvier	Population au 31 décembre	Population exposée	Naissances vivantes
2000	Danemark	57 986	5 330 020	5 348 616	5 339 318	67 084
	France	530 864	58 858 198	59 240 516	59 049 357	774 782
2001	Danemark	58 338	5 349 212	5 368 336	5 358 774	65 458
	France	531 073	59 266 572	59 642 350	59 454 461	770 945

2001	Danemark	3.57	10.89	12.22	1.33	2.24
------	----------	------	-------	-------	------	------

Les Rapports : comme principales mesures utilisées en démographie (1/6)

La plupart des mesures utilisées en démographie sont des fractions, avec un numérateur et un dénominateur : numérateur/dénominateur;
De manière générale , on parle de **rapport**

Le rapport :

- Relation entre deux quantités
 - Peuvent appartenir ou non au même ensemble.
 - Rapports utilisées :
 - Proportion,
 - Taux,
 - Ratio,
 - Indice,
 - Cotes....
-

Les Rapports : comme principales mesures utilisées en démographie (2/6)

a- La Proportion:

Le numérateur est compris dans le dénominateur

- Numérateur et dénominateur de même nature
- Nombre compris entre : 0 et 1 ou en %

Exemple:

- Dans une population de 7500 enfants de moins de 5 ans, on constate que 5300 sont correctement vaccinés contre la rougeole.
- La proportion d'enfants vaccinés contre la rougeole est ?
 $= 5300 / 7500 = 0,707 = 70,7\%$

Les Rapports : comme principales mesures utilisées en démographie (3/6)

b- Le Taux :

un rapport qui prend en compte la notion de temps

- La probabilité de survenue d'un évènement au cours du temps
 - Numérateur : les individus ayant subis un évènement pendant une période de temps déterminée
 - Dénominateur : ensemble des individus susceptibles de connaître cet évènement pendant cette période
-

Les Rapports : comme principales mesures utilisées en démographie (4/6)

c- Le Ratio:

Le numérateur n'est pas compris dans le dénominateur,. C'est la rapport d'une des fréquences de 2 classes d'une même variable

- Numérateur et dénominateur de même nature (appartiennent au même ensemble)
- Nombre sans unité

Exemple:

Dans une population de 100 individus, on observe 40 hommes et 60 femmes.

- Quel est le ratio H/F (Sexe ratio)?
- $40/60 = 0,66$

Les Rapports : comme principales mesures utilisées en démographie (5/6)

d- La Cote

C'est le rapport entre la probabilité d'observer un événement et celle d'observer l'évènement contraire.

- La cote c est un ratio.
- Variable binaire: cote des exposés sur les non-exposés (fumeur/non fumeur)

Exemple:

Lors d'une épidémie de TIAC, on a colligé 75 cas (malades)

- Parmi les **75 cas**: 50, ont consommé la viande de volaille et 25, ne l'ont pas consommé.
- La cote d'exposition chez les cas ? Est de $= 50/25$ soit 2

c.à.d 2 cas exposés à la viande de volaille pour 1 cas non-exposé

Les Rapports : comme principales mesures utilisées en démographie (6/6)

e- L'Indice

Mesure composite. Le rapport des 2 effectifs qui sont de nature différente

Exemples :

- Nombre de lits d'hôpital/médecin
- Nombre d'individus par foyer

Indices démographiques relatifs à l'intensité des flux ou les indices d'occurrence (1/3)

❑ Quotient :

$$\text{Quotient} = \frac{\text{Nombre d'événements enregistrés (nombre d'occurrences)}}{\text{Population exposée au risque au début de la période d'observation}}$$

- convient pour les processus et les populations homogènes
- une proportion, une mesure de la variation (sous l'influence des événements non renouvelables), sinon l'interprétation devient difficile;
- son score varie en fonction de la durée de la période d'observation
- statistiquement correspond à la distribution de risque ou de probabilité

Indices démographiques relatifs à l'intensité des flux ou les indices d'occurrence (2/3)

Particularités des quotients,

- ❑ Le quotient est une proportion de personnes ayant eu l'expérience d'un événement dans la population exposée au risque *au début d'une période déterminée plus la période est longue, plus la probabilité de l'événement est grande*
 - ❑ Le quotient *est censé de mesurer la probabilité* dans le sens de sa définition classique (quand le nombre d'événement possible est strictement défini)
 - ❑ Le score d'un quotient dépend de l'amplitude de l'intervalle d'intégration. Donc ce n'est pas un indicateur robuste
 - ❑ Pour calculer un quotient on suppose :
 - que le temps soit discret (et en réalité ce n'est jamais le cas) ;
 - qu'une population soit homogène (une condition qui est très difficile à remplir)
 - ❑ Pour remplir les conditions de calcul des quotients et pour atténuer les problèmes de la hétérogénéité:
 - on choisie des *populations (groupes) très homogènes* (un groupe d'âge : quotients de mortalité; célibataires à un âge donné, etc.)
 - on fait accourcir la période (t) qui rarement dépasse une année;
-

Indices démographiques relatifs à l'intensité des flux ou les indices d'occurrence (3/3)

□ Taux :

$$\text{Taux} = \frac{\text{Nombre d'événements enregistrés (nombre d'occurrences)}}{\text{Population exposée au risque pendant toute la période d'observation}}$$

- statistiquement correspond à la densité de risque relatif
- application universelle (pour processus homogènes et hétérogènes)
- mesuré comme un risque moyen (ou instantané) de l'occurrence durant une période d'observation
- représente la tendance centrale = plus la période d'observation est longue → moins d'influence des aléas (ex. g. épidémies)
- population exposée = nombre de personnes-années vécues durant la période d'exposition → taux démographique est toujours annualisé = réduit à une année d'exposition

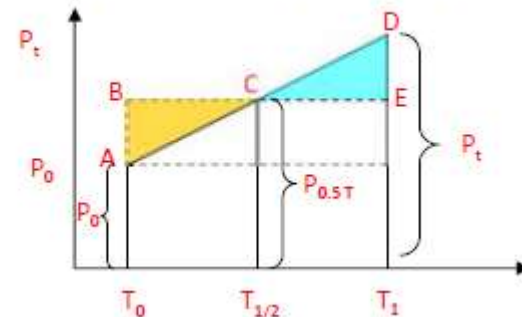
Calculs des taux : trois méthodes d'estimation de l'effectif de population exposée (nombre d'années vécues = N.A.V.)

$$\text{Taux} = \frac{\text{Nombre d'événements enregistrés (nombre d'occurrences)}}{\text{Population exposée au risque pendant toute la période d'observation}}$$

Problème : Comment peut-on estimer (trouver un estimateur pour) le dénominateur en absence des données individuelles sachant que varie durant la période d'observation ?

Méthode 1 (le plus souvent utilisée)

Calcul usuel des taux $\rightarrow T = \frac{E_{(t_0, t_1)}}{T \times \bar{P}_{(t_0, t_1)}}$



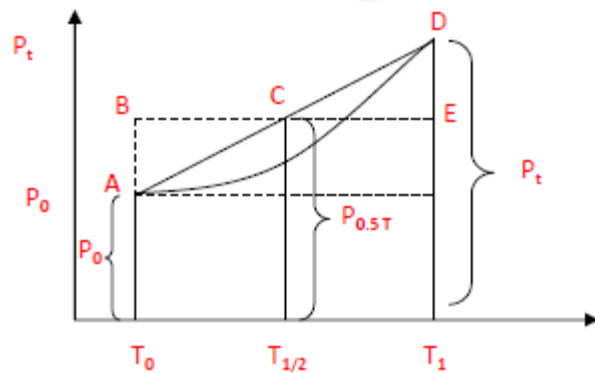
$\bar{P}_{(t_0, t_1)}$ – la population dite « moyenne », ou dans ce cas la population au milieu de l'intervalle de temps entre t_0 et t_1 sur lequel on observe les événements E , estimée à partir d'une hypothèse de la croissance linéaire (progression arithmétique)

T – la durée de l'intervalle entre t_0 et $t_1 \rightarrow T = t_1 - t_0$

Par ailleurs, on voit que le score du NAV est égal à la surface du trapèze $A D T_1 T_0 = \frac{1}{2} (P_0 + P_t) \times (T_1 - T_0)$

Estimation du NAV pour une population croissante exponentielle

Méthode 2 (si on ne dispose que la population à deux extrémités) :



$$\text{Soit } P_t = P_0 e^{rt} \rightarrow r = \frac{\ln P_t - \ln P_0}{t}$$

$$\text{Or par définition } r = \frac{P_t - P_0}{NAV \cdot t}$$

$$\rightarrow \frac{\ln P_t - \ln P_0}{t} = \frac{P_t - P_0}{NAV \cdot t} \rightarrow NAV = \frac{P_t - P_0}{\ln P_t - \ln P_0} \cdot t$$

Méthode 3 (si on dispose des effectifs intermédiaires) :

On peut prendre l'intégral par la méthode de trapèze

Soit $S_t = NAV$ dans un intervalle $t=T/n$, alors

$$S_x = \frac{P_{x-1} + P_x}{2} \cdot t \rightarrow NAV = \left(\frac{P_0 + P_n}{2} + \sum_{t=1}^{n-1} P_t \right) \cdot \frac{T}{n}$$








Méthodes de calcul de l'effectif de la population exposée (du nombre d'années vécues sous le risque, ou nombre de personne – années) à partir des données individuelles

Méthode I

(observation directe en continu)

On observe **7 individus** (7 lignes de vie) durant la période entre le 1 janvier 1981 et le 1 janvier 1982 (période = 1 an)

On enregistre le moment d'entrée en observation et le moment de sortie de l'observation de chaque personne et on compte le nombre de trimestre d'observation sachant que 1 trimestre = $\frac{1}{4}$ d'année.

Individu		Personne-années vécues			
1					$4 \times \frac{1}{4} = 1$
2					$\frac{3}{4}$
3					$\frac{3}{4}$
4					1
5					$\frac{1}{2}$
6					$\frac{1}{2}$
7					$\frac{1}{4}$
	I trimestre	II trimestre	III trimestre	IV trimestre	$4 \frac{3}{4}$ Total

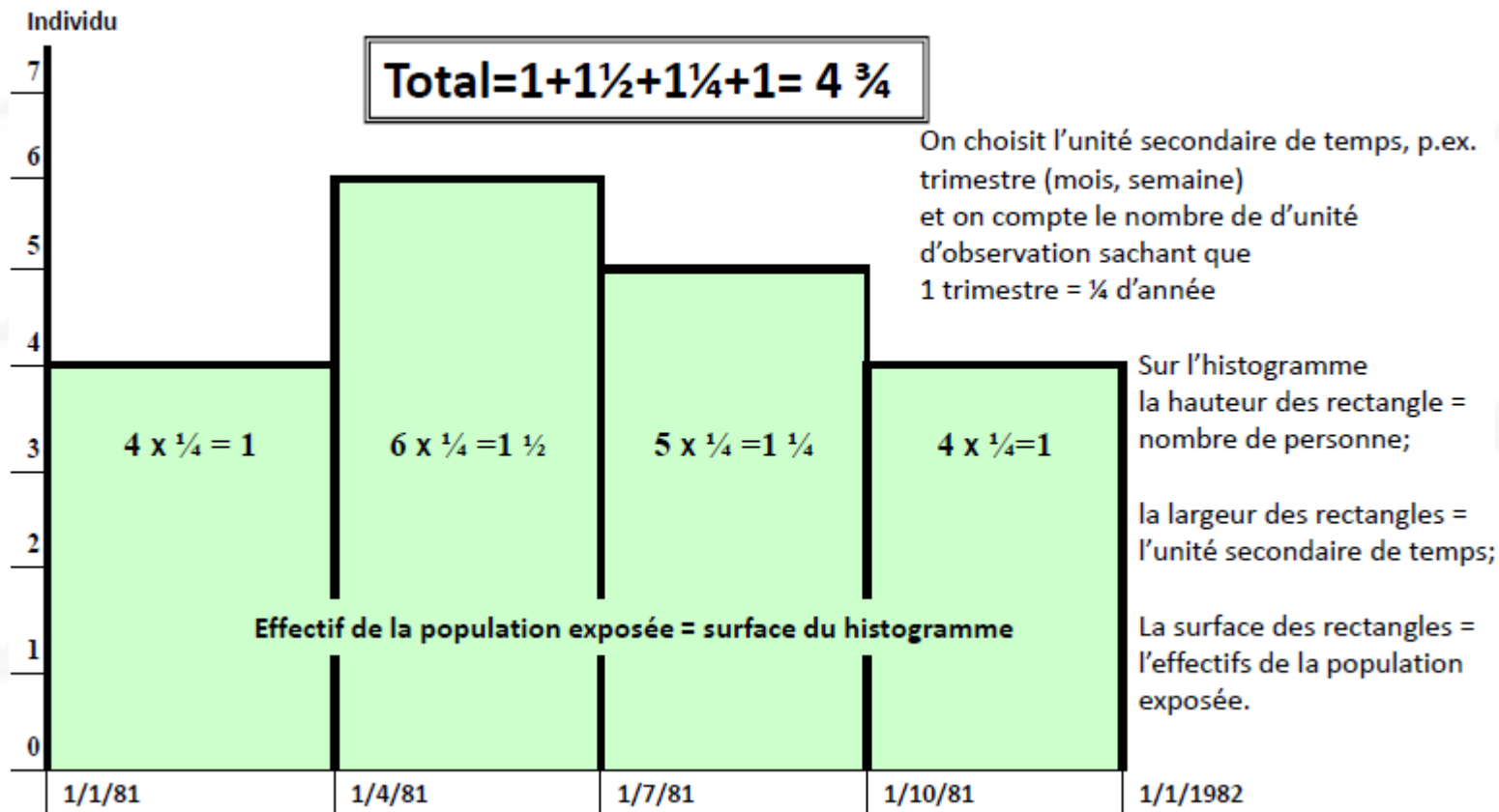
Effectif de la population exposée = $4, \frac{3}{4}$ personnes-années

Méthodes de calcul de l'effectif de la population exposée (du nombre d'années vécues sous le risque, ou nombre de personne – années) à partir des données individuelles

Méthode II

(observation directe
en temps discret)

Les lignes de vie sont converties en nombre de personnes qui sont
vivant au chaque moment entre le 1 janvier 1981 et le 1 janvier 1982.
On enregistre le nombre d'individu présent durant chaque intervalle.



Exercice 1:

France

<i>Années x</i>	<i>Population au 30/06/x</i>	<i>Naissances vivantes de l'année</i>	<i>Décès de l'année</i>
1993	57 700 000	750 100	519 300
1995	58 100 000	697 200	522 900
1997	58 600 000	761 800	527 400
1999	59 100 000	709 200	531 900
2001	59 200 000	769 600	532 800

1- L'effectif de population au 1/1/1999 s'élevait à 58 973 000 et le solde migratoire de l'année est estimé à + 50 000.

Calculez l'effectif de population au 1/1/2000. Commentez vos résultats.

2- En déduire la valeur de la population moyenne de 1999 et la comparer avec celle présentée dans le tableau

3- A l'aide des données du tableau et de la question 1, calculez le taux d'accroissement naturel, le taux net de migration et le taux d'accroissement pour la France en 1999. Commentez vos résultats.

4- En supposant que les indicateurs calculés à la question précédente aient été valables pour l'année comprise entre le 30/6/2001 et le 30/6/2002, quel aurait été l'effectif de la population de la France au milieu de l'année 2002 ?

Exercice 2 :

- 1- Calculez les taux brut de natalité et de mortalité pour la France et le Mexique en 1993, 1995, 1997, 1999, 2001.
- 2- Commentez vos résultats.

France				Mexique			
Années x	Population au 30/06/x	Naissances vivantes de l'année	Décès de l'année	Années x	Population au 30/06/x	Naissances vivantes de l'année	Décès de l'année
1993	57 700 000	750 100	519 300	1993	90 000 000	2 610 000	540 000
1995	58 100 000	697 200	522 900	1995	93 700 000	2 529 900	468 500
1997	58 600 000	761 800	527 400	1997	95 700 000	2 583 900	478 500
1999	59 100 000	709 200	531 900	1999	99 700 000	2 691 900	498 500
2001	59 200 000	769 600	532 800	2001	99 600 000	2 390 400	498 000

Source : « Tous les pays du monde, 1993, 1995, 1997, 1999, 2001 », *Population et société*, INED (www.ined.fr).

- 3- Si on suppose que le taux d'accroissement observé en France en 1999 reste définitivement constant, en combien de temps la population française doublerait-elle ?

Correction 2 :

1- Le taux brut de natalité (TBN) représente le nombre de naissances pour 1 personne dans une population. Il se calcule en rapportant les naissances d'une année donnée à la population moyenne de cette année. On l'exprime pour 1000.

- Le taux brut de mortalité représente le nombre de décès pour 1 personne dans une population. Il se calcule en rapportant les décès d'une année donnée à la population moyenne de cette année. On l'exprime pour 1000.

Années x	TBN ‰		TBM ‰	
	France	Mexique	France	Mexique
1993	13	29	9	6
1995	12	27	9	5
1997	13	27	9	5
1999	12	27	9	5
2001	13	24	9	5

2- En ce qui concerne la natalité, on observe que le taux brut de natalité du Mexique est chaque année supérieur à celui de la France. Ceci s'explique par une fécondité plus importante au Mexique (et une structure par âge plus favorable).

Correction 2 (suite) :

Si on suppose que le taux d'accroissement observé en 1999 reste constant, en combien de temps la population française doublera ?

$$n = \text{Log}(2) / \text{Log}(1+0,00385) :$$

Tableau 12 - Taux d'accroissement naturel
(annuel, en %)

Indicateurs	③ - ④	% par an
1 Niger		3,5
4 Palestine (Territoires)		3,5
5 Yémen		3,3
9 Congo (Rép. dém.) (ex-Zaire)		3,1
13 Mali		3,0
24 Burkina Faso		2,8
30 Pakistan		2,7
40 Irak		2,5
47 Mexique		2,4
60 Bangladesh		2,2
69 Égypte		2,1
74 Venezuela		1,9
82 Haïti		1,8
89 Inde		1,7
92 Indonésie		1,6
100 Turquie		1,5
110 Brésil		1,3
MONDE		1,3
120 Iran		1,2
135 Afrique du Sud		0,9
149 Chine		0,6
157 États-Unis		0,6
167 France (métropolitaine)		0,4
177 Japon		0,1
181 Royaume-Uni		0,1
Union européenne (15)		0,1
182 Belgique		0,1
Union européenne (25)		0,1
186 Pologne		0,0
193 Allemagne		-0,1
198 Hongrie		-0,4
203 Russie		-0,7

Données à la mi-2003

Source : Population & Sociétés n°392

<https://www.census.gov/popclock/>

Méthode graphique de repérage des événements démographiques et des populations correspondantes dans le temps

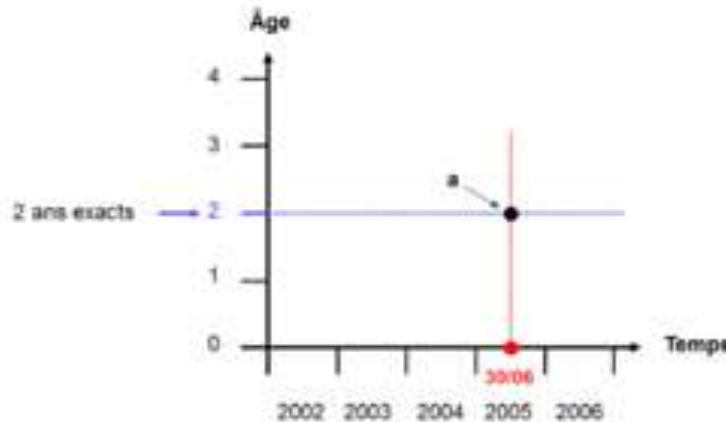
Diagramme de Lexis

Le diagramme de Lexis est un outil, utilisé essentiellement en [démographie](#) et en [actuariat](#), qui permet de localiser, sur une figure à deux axes, des événements (naissances, décès...) et des effectifs de population en fonction du temps (âge, période, génération).

Diagramme de Lexis (1/2)

- ❑ Sur le diagramme de Lexis, l'axe horizontal est dévolu au temps et l'axe vertical, à l'âge.
- ❑ Pour repérer un événement sur ce diagramme, il suffit donc d'en connaître les coordonnées en termes de date et d'âge.

Exemple : soit à localiser un décès survenu le 30/06/2005 pour un individu âgé à 2 ans exacts (= le jour de son 2e anniversaire).

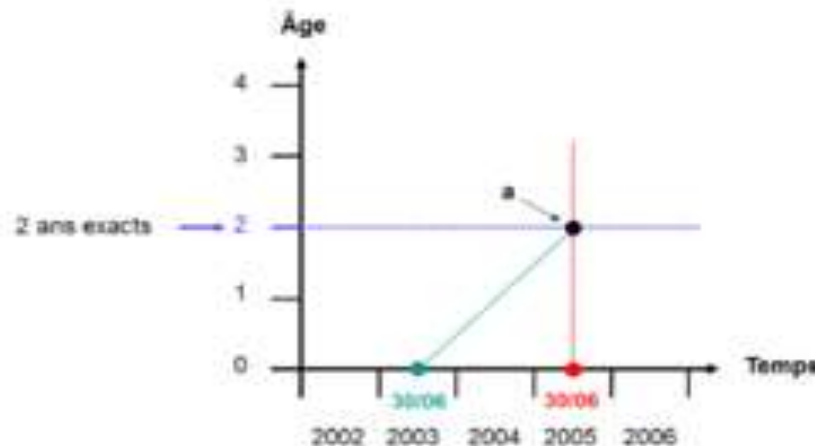


Le point d'intersection (a) des droites issues des deux coordonnées donne la localisation de ce décès sur le diagramme.

Diagramme de Lexis (2/2)

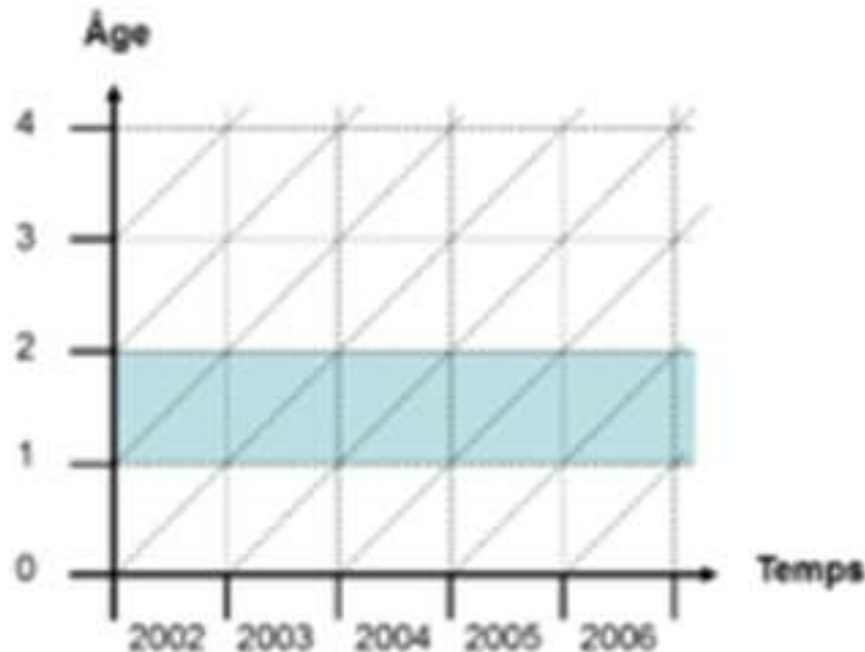
Exemple : l'individu en question était né juste 2 ans avant son décès, soit le 30/06/2003. Cette date de naissance peut servir de 3e coordonnée.

En reliant cette date localisée sur l'axe horizontal au point du décès, on trace une oblique appelée « ligne de vie », qui indique l'évolution de l'âge de l'individu en fonction du moment



I] Repérage des populations

1) Le couloir d'un âge révolu :

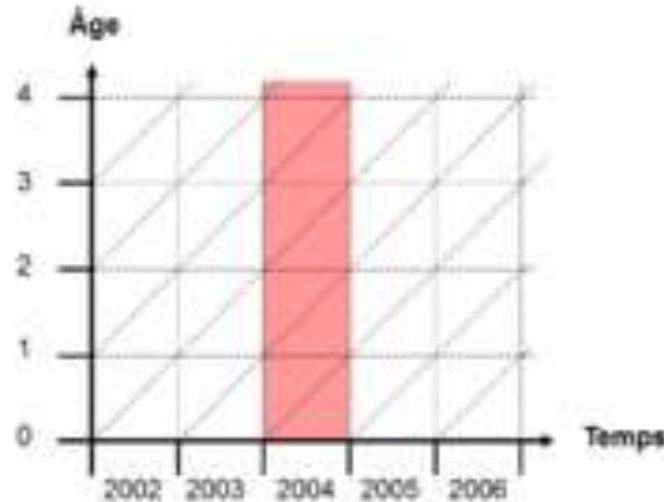


Interprétation :

- ☐ le couloir horizontal de l'âge 1 an révolu a été mis en évidence
- ☐ **tout événement survenu à 1 an révolu doit se localiser dans ce couloir.**

I] Repérage des populations

2) Le couloir d'une année

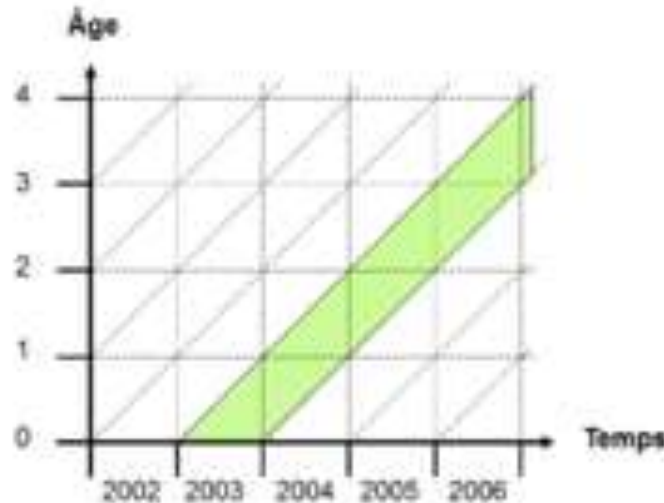


Interprétation :

- ☐ c'est le couloir vertical de l'année 2004 qui est mis en évidence
- ☐ **tout événement survenu en 2004** doit se localiser dans ce couloir.

I] Repérage des populations

3) Le couloir d'une génération

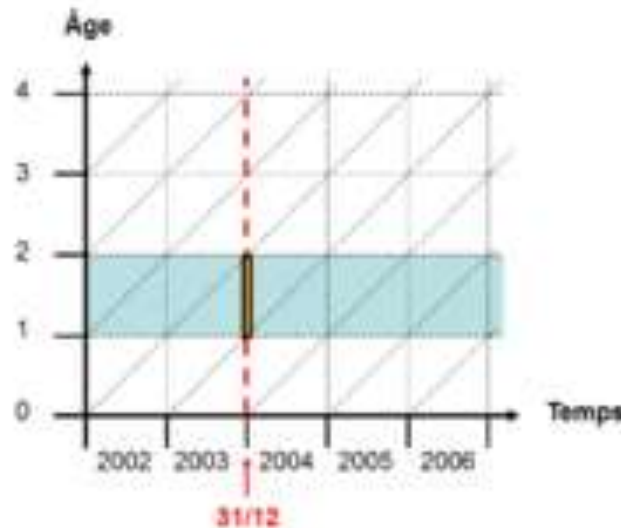


Interprétation :

- ☐ c'est le couloir oblique de la génération 2003 (soit les individus nés en 2003) qui est mis en évidence
- ☐ **tout événement survenu pour des individus nés en 2003** doit se localiser dans ce couloir.

I] Repérage des populations

4) Un effectif à un âge révolu

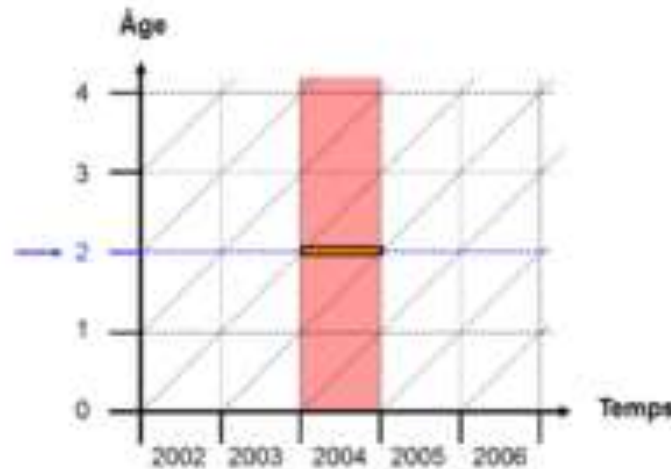


Interprétation :

- ☐ le segment orange de la figure, intersection entre le couloir de 1 an révolu et de la date du 31/12/2003, montre la localisation de **l'effectif des individus âgés de 1 an révolu en date du 31/12/2003**.
- ☐ En suivant les obliques, le diagramme nous montre que cet effectif peut aussi se dénommer « **effectif de la génération 2002 en date du 31/12/2003** ».

I] Repérage des populations

5) Un effectif à un âge exact

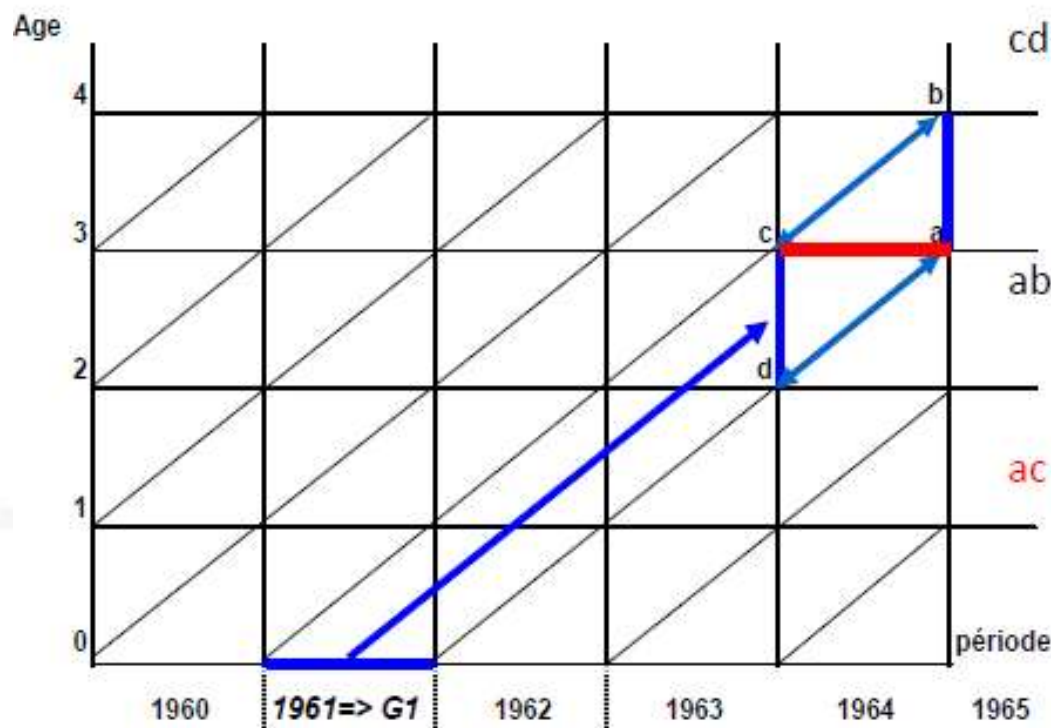


Interprétation :

- ☐ le segment orange sur la figure, intersection entre l'horizontale à 2 ans exacts et le couloir vertical de l'année 2004, montre la localisation de l'effectif des individus ayant fêté leur 2^e anniversaire en 2004,
- ☐ ou en suivant les oblique, l'effectif de la génération 2002 à 2 ans exacts.

Exemple 1 : les survivants à l'âge exact

On s'intéresse à l'effet de cohorte et on cherche la population exposée dans la dimension génération-période une telle statistique n'existe nulle part, mais on peut l'estimer



cd – ligne de date (de l'état) =
= l'effectif (survivants) de la
génération G1 au 1 janvier 1964
(âge révolu)

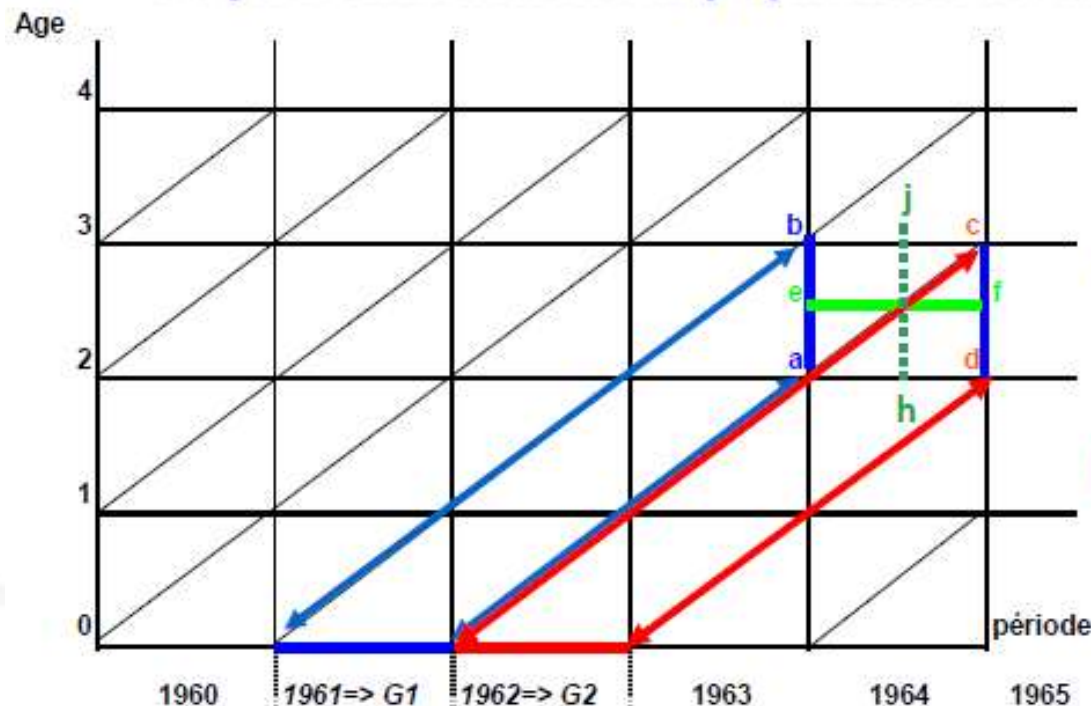
ab – ligne de date =
= l'effectif de la génération G1 au 1
janvier 1965 (**31 décembre 1964**)

ac – ligne d'événement
(par ex. : anniversaire ou naissance) → pour
une période =
= l'effectif moyen de la génération
G1 pour l'an 1964 = population qui
a atteint l'âge 3 ans en 1964
(cette ligne groupe des événements qui
ont eu lieu durant une période
déterminée, et non simultanément)

$$ac \approx 0,5 \times (ab + cd) \times 1 \rightarrow$$

→ le nombre d'années vécues par la génération
G1 durant l'an 1964

Exemple 2 : Population dite « moyenne » ou plus exactement la population au milieu d'une période



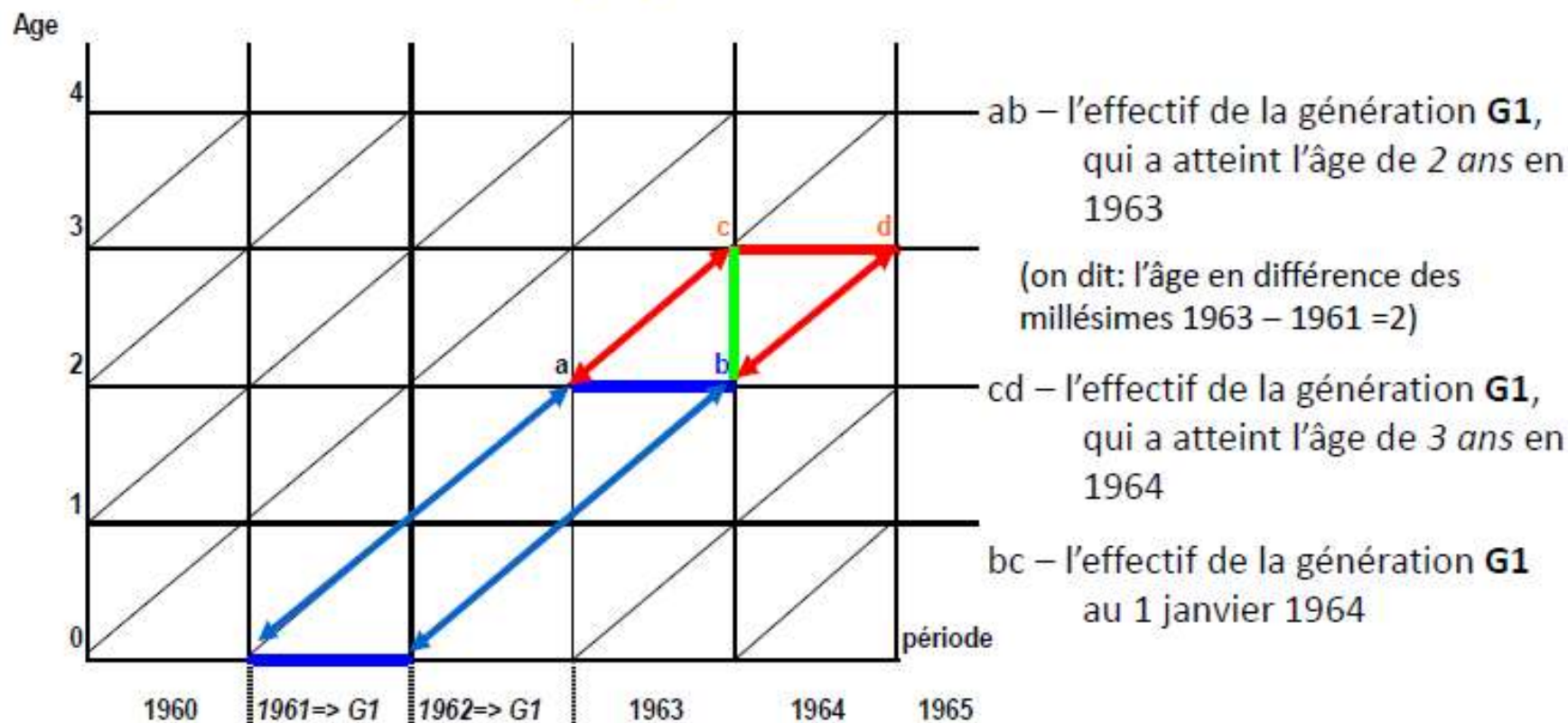
On s'intéresse à l'effet de
l'âge (et période)

ab – effectif de la génération
G1 au 1 janvier 1964
(âge 2 ans révolus)

cd – effectif de la génération
G2 au 1 janvier 1965
(âge 2 ans révolus)

$ef \approx jh \approx 0,5 (ab + cd) \rightarrow$ la population à l'âge atteint 2,5 en 1964 : une partie de la G1 + une partie de la G2 (moitié, moitié) ;
la population « moyenne » à l'âge 2 ans révolu en 1964 : le pointillé vert foncé (jh) \equiv un équivalent statistique de la population à l'âge 2 ans révolu au 30 juin 1964 ;

Exemple 3 : Population du moment ou une population recensée



$cb \approx 0,5 (ab + cd) \rightarrow$ la population « moyenne » d'une génération à l'âge
révolu de 2 ans au 1 janvier 1964

Localisation des événements démographiques sur le diagramme de Lexis

Trois types de classement annuel des événements démographiques

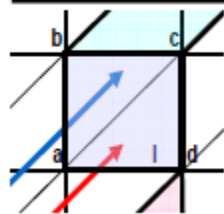
Forme



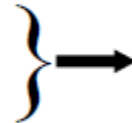
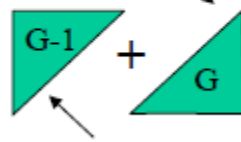
Composition



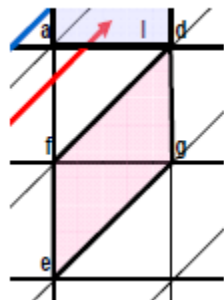
Description



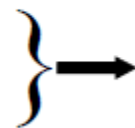
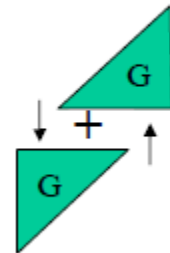
=



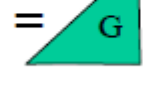
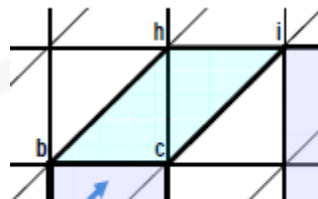
Type I:
(Age révolu) x (période)



=



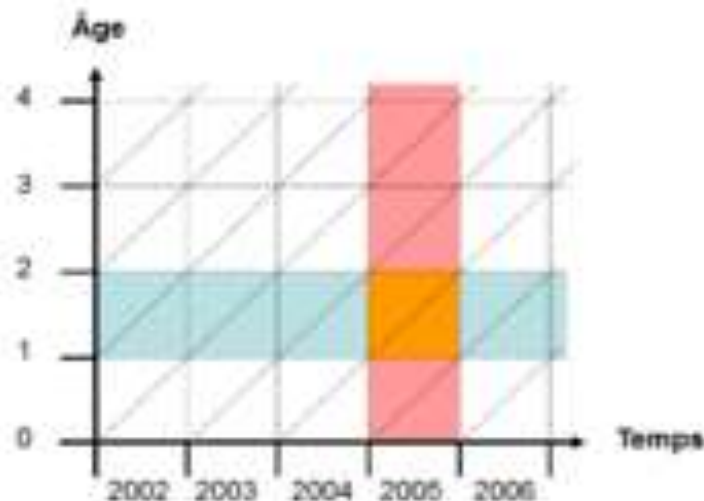
Type II:
(Génération) x (période)



Type III:
(Age révolu) x (génération)

II] Repérage des événements démographiques

6) Les événements à un âge révolu et durant une année

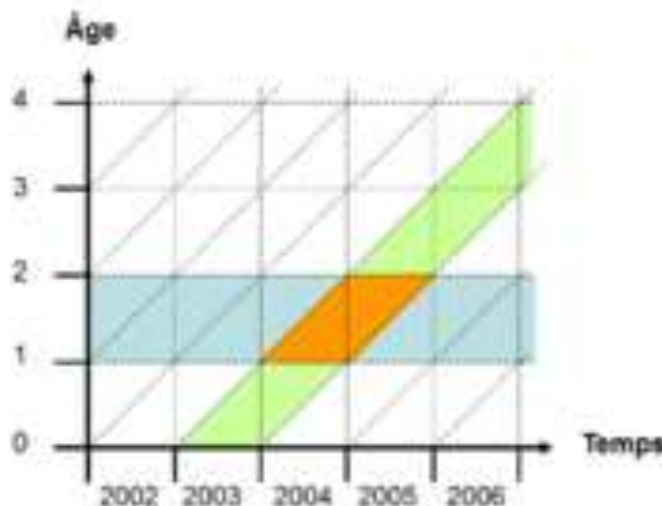


Interprétation :

- ☐ le carré de la figure montre la localisation des décès survenus en 2005 pour des individus âgés de 1 an révolu.
- ☐ Ce carré est l'intersection du couloir vertical de l'année 2005 et du couloir horizontal de l'âge 1 an révolu.

II] Repérage des événements démographiques

7) Les événements à un âge révolu dans une génération

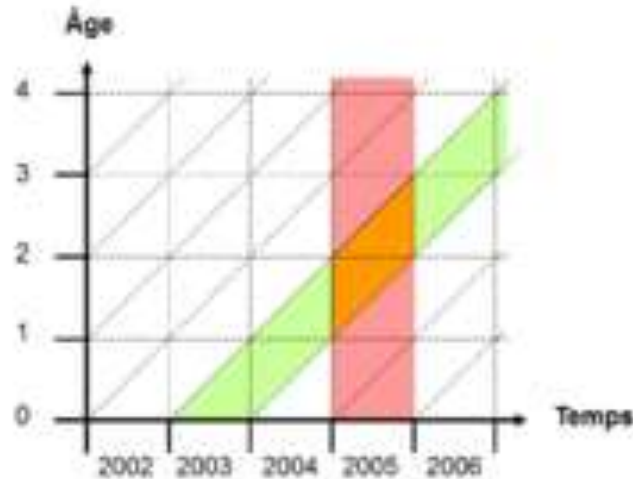


Interprétation :

- ❑ Le parallélogramme de la figure montre la localisation des décès survenus à 1 an révolu parmi les individus de la génération 2003.
- ❑ Il résulte de l'intersection entre couloir oblique de la génération 2003 et du couloir horizontal de l'âge 1 an révolu.

II] Repérage des événements démographiques

8) Les événements durant une année dans une génération

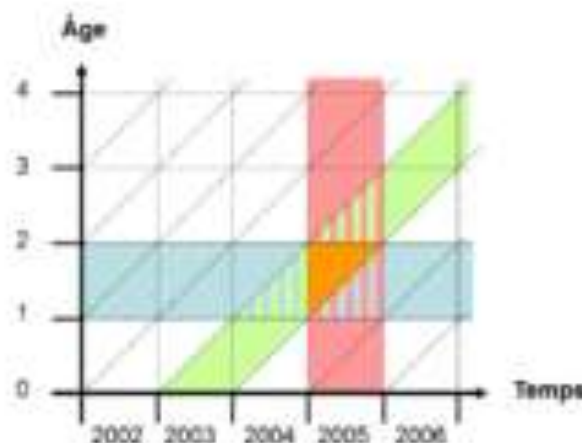


Interprétation .

- ❑ Le parallélogramme de la figure, intersection des couloirs oblique de la génération 2003 et vertical de l'année 2005, indique la localisation des décès survenus en 2005 parmi les individus de la génération 2003.

II] Repérage des événements démographiques

9) Les événements à un âge révolu durant une année dans une génération



Interprétation :

- ☐ le triangle de la figure montre un exemple de triple classement des décès
- ☐ Ce triangle regroupe les décès survenus à 1 an révolu en 2005 pour des individus nés en 2003 et correspond à l'intersection de 3 couloirs.

III] Calculs des taux et des quotients à l'aide du diagramme de Lexis

Rappel :

$$\text{Taux} = \frac{\text{Nombre d'événements enregistrés (nombre d'occurrences)}}{\text{Population exposée au risque pendant toute la période d'observation}}$$

Les taux calculés pour les intervalles d'âge :

Soit $D_{0,t}^x$ le nombre de décès à l'intervalle d'âge « x » durant une période entre 0 et t;

$B_{0,t}^x$ le nombre de naissance à l'âge « x » durant une période entre 0 et t.

taux par âge

$$m_{0,t}^x = \frac{D_{0,t}^x}{t \cdot \bar{P}_{0,t}^x}$$

taux de mortalité pour âge
« x » et période [0,t)

événement par âge

$$D_{0,t}^x = m_{0,t}^x \cdot t \cdot \bar{P}_{0,t}^x$$

$$f_{0,t}^x = \frac{B_{0,t}^x}{t \cdot \bar{P}_{0,t}^x}$$

taux de fécondité pour âge
« x » et période [0,t)

$$B_{0,t}^x = f_{0,t}^x \cdot t \cdot \bar{P}_{0,t}^x$$

Taux par âge de type I (âge-période)

Exemple: mortalité

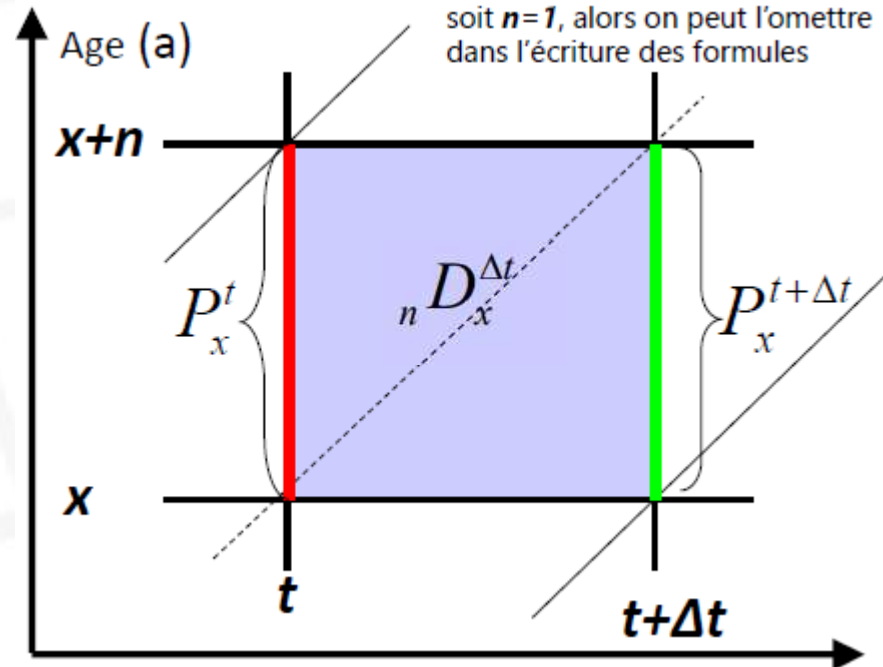
Ce taux (de mortalité par âge) mesure la mortalité moyenne pour une période et dans un intervalle l'âge (ce dernier inclut deux ou plusieurs générations consécutives)

$${}_n m_x^I = \frac{{}_n D_x^{\Delta t}}{0,5 \cdot (P_x^t + P_x^{t+\Delta t}) \cdot \Delta t}$$

${}_n D_x^{\Delta t}$ – nombre de décès à l'âge « x » révolu (entre âge exact x et $x+n$) durant une période « t » (entre moment t et $t+\Delta t$)

P_x^t – population à l'âge « x » révolu (entre âge exact x et $x+n$) au moment « t ».

$P_x^{t+\Delta t}$ – population à l'âge « x » révolu (entre âge exact x et $x+n$) au moment « $t+1$ ».



Taux de type II (dit « perspectif » ou période-génération)

Ce taux mesure la mortalité moyenne d'une ou plusieurs générations consécutives dans un intervalle de temps

$$m_{G(t-x)}^{II} = \frac{D_{x-1,x+1}^{G(t-x)}}{0,5 \cdot (P_{x-1}^t + P_x^{t+1}) \cdot t}$$

Soit – x âge atteint dans l'année (période) t , tel que $t - x = g$ (année/période de naissance)

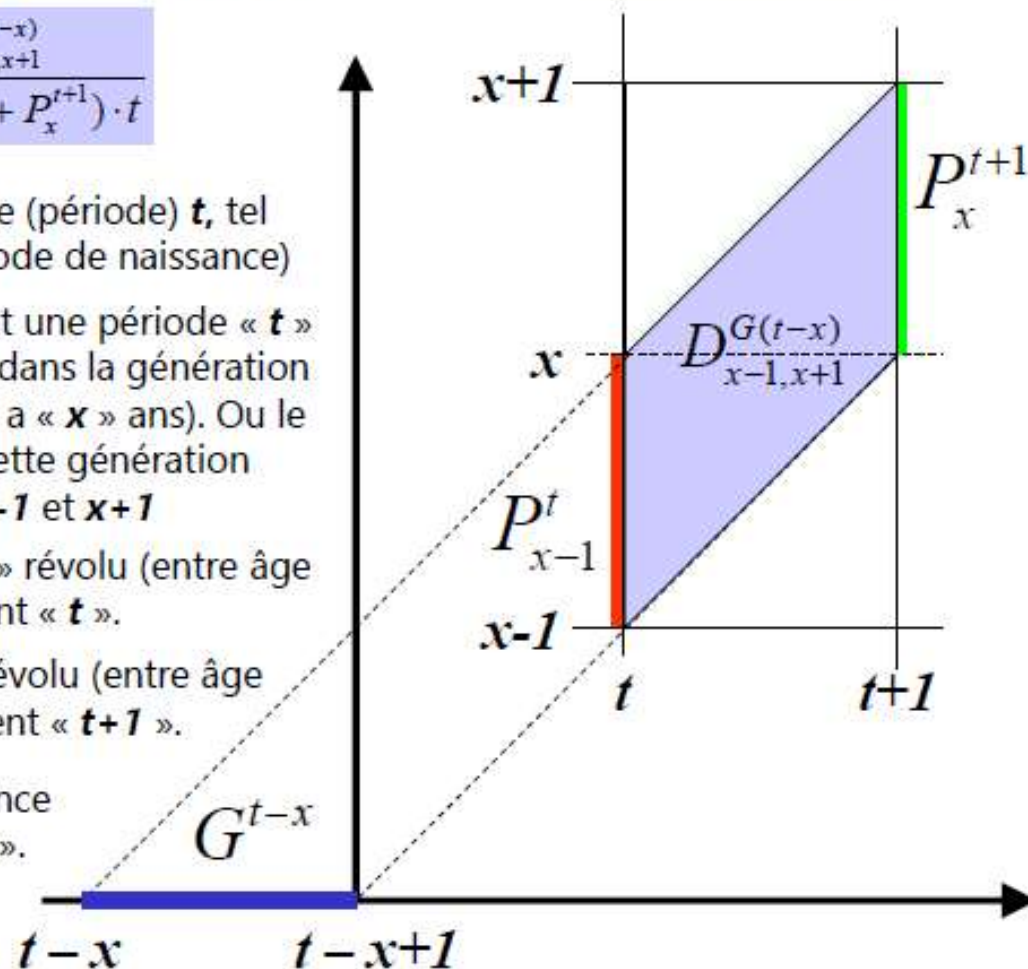
$D_{x-1,x+1}^{G(t-x)}$ – nombre de décès pendant une période « t » (entre moment t et $t+1$) dans la génération née entre $t-x$ et $t-x+1$ (il a « x » ans). Ou le nombre de décès dans cette génération entre deux âges exacts $x-1$ et $x+1$

P_{x-1}^t – population à l'âge « $x-1$ » révolu (entre âge exact $x-1$ et x) au moment « t ».

P_x^{t+1} – population à l'âge « x » révolu (entre âge exact x et $x+1$) au moment « $t+1$ ».

G^{t-x} – une génération de naissance durant la période « $t-1$ ».

Exemple: mortalité



Exercice

Age	Tableau 76 INSEE 1993		1994		1995		Tableau 6 INSEE Population (1.1.xx)	
	G-1	G	G-1	G	G-1	G	1994	1995
69	3081	3300	3184	3205	3197	3279	224448	231630
70	3321	3600	3208	3240	3291	3457	219548	218205
71	3557	3619	3344	3498	3349	3425	213348	212922
72	3961	3801	3648	3719	3596	3613	213184	206391
73	2858	4183	4142	3878	3954	3925	210506	205693
74	2386	2318	2889	4275	4084	4280	121312	202140
75	2118	2393	2417	2275	3095	4646	100716	116196
76	2058	2163	2238	2438	2456	2376	84490	95863
77	2222	2259	2005	2137	2235	2667	74641	80091
78	4030	3326	2326	2242	2238	2376	87657	70442
79	4305	4294	4108	3249	2322	2345	120679	82035
80	4492	4560	4325	4171	4321	3444	113403	112397
81	4256	4738	4465	4400	4313	4308	104048	104663

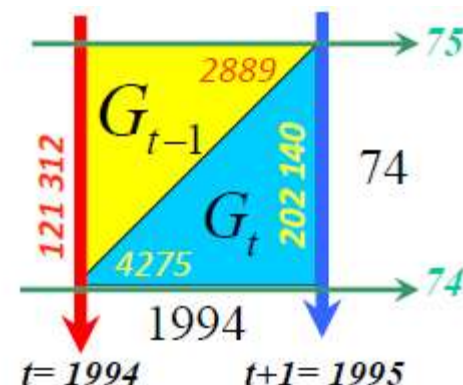
Exemple : étude de l'effet d'âge (74 ans) et de période (an 1994) ; correction

Type I:
année... 1994
âge..... 74

$$G = 1994 - 74 = 1920$$

$$G-1 = 1920 - 1 = 1919$$

Age	1993		1994		1995		Population	
	G-1	G	G-1	G	G-1	G	1994	1995
74	2386	2318	2889	4275	4084	4280	121312	202140
75	2118	2393	2417	2275	3095	4646	100716	116196
76	2058	2163	2238	2438	2456	2376	84490	95863
77	2222	2259	2005	2137	2235	2667	74641	80091



$$m_{74}^I = \frac{(D_{G-1}^{1994} + D_G^{1994})}{0,5 \cdot (P_{74}^{1994} + P_{74}^{1995})} = \frac{2 \times (2889 + 4275)}{(121312 + 202140)} = 0,04430$$

Taux type I = 44‰

Exemple : génération (1920) et période (1994)

Type II :

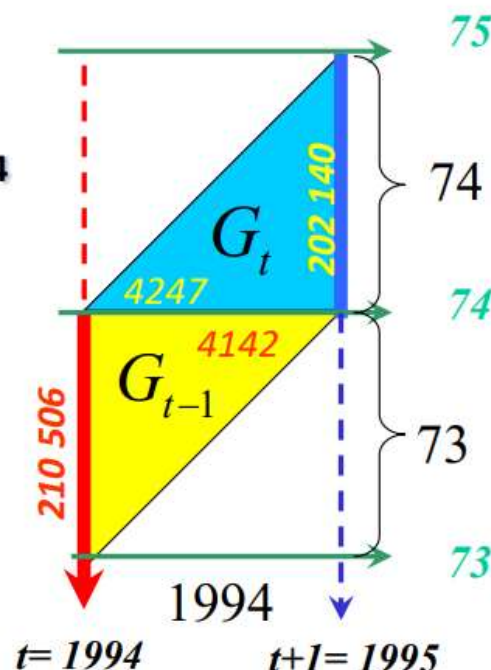
Année. 1994

Génération. . . . 1920

âge atteint en 1994 = 74

$$m_{G1920}^{II1994} = \frac{(D_{73}^{94,G-1} + D_{74}^{94,G})}{0,5 \cdot (P_{73}^{1994} + P_{74}^{1995})} =$$

$$= \frac{2 \times (4142 + 4275)}{(210506 + 202140)} = 0,04080$$



Age	1993		1994		Population	
	G-1	G	G-1	G	1994	1995
72	3961	3801	3648	3719	213184	206391
73	2858	4183	4142	3878	210506	205693
74	2386	2318	2889	4275	121312	202140
75	2118	2393	2417	2275	100716	116196

Taux type II' = 41‰

Chapitre 3 :

POPULATION ET ACTIVITÉ