

Histoire de la population mondiale et la transition démographique

Plan des parties 1 et 2.

- I. Introduction : définition et particularités d'une population humaine
- II. Population et la croissance de la population.
 - a. Mesurer la croissance d'une population
- III. Les paramètres de la croissance d'une population
 - a. Stratégies de survie
 - b. Rôle des sexes (du dimorphisme sexuel) dans la reproduction, la survie et l'évolution de la population
- IV. Reproduction : (fécondité et mortalité).
 - a. Vue généalogique.
 - b. Reproduction et survie. Une vue démographique.
- V. Fécondité :
 - a. Cycle de vie.
 - b. Effet de la variation des composants de l'intervalle entre les naissances sur la descendance finale par rapport à un standard. ¹
 - c. Modèles historiques des comportements et les niveaux de la fécondité.
 - d. Fécondité des pays du monde en 2000 (illustration).

**** **

A suivre : Mortalité et survie : conjonction avec la fécondité

Définition et particularités d'une population humaine :

Ensemble des individus possédant le même caractère : les êtres humains.

Les critères supplémentaires :

- territoire (critère géographique : population de l'Afrique)
- culture (des diasporas, les communautés linguistiques, les communautés religieuses)
- sociale (les paysans, les marchands etc., catégories socioprofessionnelles d'aujourd'hui)
- politique (citoyens d'un pays : citoyen de France ≠ habitant du territoire de France)

Les particularités biologiques (naturelles) d'une population humaines :

- dimorphisme sexuel (hommes et femmes)
- système de reproduction et cycle de reproduction
- durée de la maturation et la longévité
- résistances à des facteurs nuisibles (y compris les maladies).

Les particularités d'organisation des populations humaines (identité) :

- structures sociales
- normes (traditions) de comportements
- système symbolique (sémantique) de communication (langage)

La démographie ne s'intéresse qu'à des effectifs d'une population et à des changements de ces effectifs au fil de temps.

La démographie est appelée à expliquer les changements des effectifs d'une population et ses perspectives en tenant compte de toute les particularités des populations humaines.

En conséquence, pour la démographie la population n'est qu'un nombre, une abstraction. Le mot même « population » est né tardivement, au seuil du XVII^e siècle, apparemment, sous la plume de Sir **Francis Bacon (22.01.1561–09.04.1626)**. Voir « *Essays, Civil and Moral* » 2^e édition (avec 38 essais), 1612, Essai XV : « Of sedition and troubles » [« Sur séduction (tentation) et troubles »] :



“Generally, it is to be foreseen that *the population of a kingdom (especially if it be not mown down by wars) do not exceed the stock of the kingdom which should maintain them.* Neither is the population to be reckoned only by number; for a smaller number that spend more and earn less do wear out an estate sooner than a greater number that live lower and gather more. Therefore the multiplying of nobility and other degrees of quality in an over proportion to the common people doth speedily bring a state to necessity; and so doth likewise an overgrown clergy; for they bring nothing to the stock; and in like manner, when more are bred scholars than preferments can take off.” →

« Généralement on doit veiller que la population d'un Royaume, (spécialement si elle n'est pas fauchée par les guerres) n'excède pas les ressources du royaume nécessaires à leur entretien ». Cependant, dans les premières éditions françaises ce mot a été traduit en *peuple* ou *monde*.

John Graunt (24.04.1620 – 18.04.1674) n'utilise pas le mot population dans son livre “*Natural and political observations. Mentioned in a following Index and made upon the Bills of Mortality*” publié en 1662, et considéré comme étant en origine de la science de démographie. (<http://www.ac.wvu.edu/~stephan/Graunt/graunt.html>)

Nota: Le mot “**démographie**” a été inventé par **Achille Guillard** qui publia en **1855** « *Éléments de statistique humaine ou démographie comparée* »

Dans le volume XIII de *l'Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers* éditée de 1751 à 1772 par Denis Didrot et de Jean le Rond D'Alembert on trouve déjà un article spécial « **Population** », signé par la lettre « M » (pages 88-103) :

« POPULATION, s. f. (Phys. Polit. Morale.) ce mot est abstrait, pris dans l'acception la plus étendue, il exprime le produit de tous les êtres multipliés par la génération ; car la terre est peuplée non-seulement d'hommes, mais aussi des animaux de toutes espèces qui l'habitent avec eux. La reproduction de son semblable est dans chaque individu le fruit de la puissance d'engendrer ; la population en est le résultat. Mais cette expression s'applique plus particulièrement à l'espèce humaine ; & dans ce sens particulier, elle désigne le rapport des hommes au terrien qu'ils occupent, en raison directe de leur nombre & inverse de l'espace. » (p.88)

Population et la croissance de la population.

Dans l'antiquité le nombre n'est qu'une simple quantité, un résultat du comptage, du dénombrement, même si l'on déjà connaît les nombres irrationnels.

Par conséquent, la population se voit comme quelque chose stationnaire. La question de croissance ne se pose pas et la population n'est considérée qu'en rapport avec les conditions sociales comme un objet d'administration. Pour Platon, la population d'une cité idéale est égale à 5040 famille (1 x 2 x 3 x 4 x 5 x 6 x 7). On peut donc facilement diviser cette population à tous fins administrativement utiles en 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10 parties (régiments). On peut aussi créer les unités composés de 2, de 3, de 4 etc. personnes sans qu'une d'elles soit incomplète.

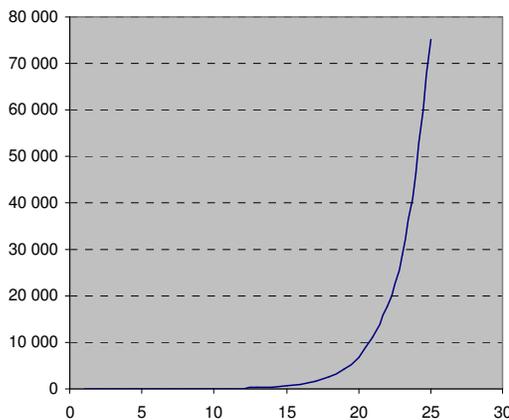
Une autre vision : le nombre est une fonction → population (effectif) est une fonction (de temps).

Leonardo Pisano, Fibonacci – (en italien : *Figlio Buono Nato Ci*) ~1170 – ~1250 : Son livre *Liber abaci*, (Livre des calculs) rédigé en 1202, on ne dispose qu'une édition de 1228...

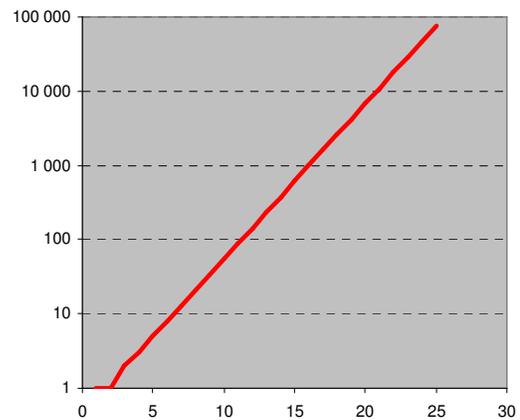
La croissance de lapins (des arbres) : « Possédant initialement un couple de lapins, combien de couples obtient-on en douze mois si chaque couple engendre tous les mois un nouveau couple à compter du second mois de son existence ? » Réponse : 144 couples

1, 1, (1+1=2), (1+2=3), (2+3=5), = 1,1,2,3,5,8,13,21, etc... ($n_i = n_{i-1} + n_{i-2}$, $i > 2$)

La croissance de lapins durant 25 mois (75 025 couples)



La croissance de lapins durant 25 mois (échelle logarithmique)

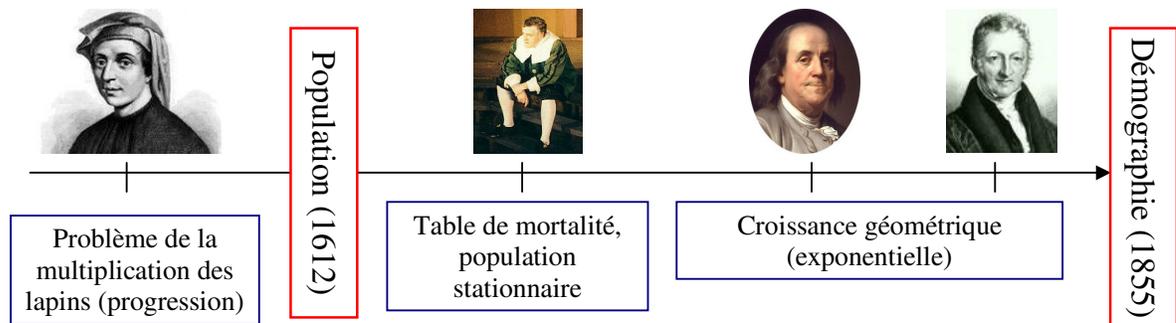


L.Fibonacci, 1202 ;

J.Graunt, 1662 ;

B.Franklin, 1751 ;

T.Maltus, 1798



La croissance est une propriété d'une population (il existe une loi de croissance)

Mesurer la croissance d'une population :

Modèle avec le temps discret :

Soit $P(t)$ – effectif d'une population au moment t , alors

$$P(t) = k \cdot P(t-1) \text{ ou } k - \text{taux de croissance,}$$

si $k > 1 \rightarrow$ la population s'accroît,

si $k = 1 \rightarrow$ la population ne change pas, et

si $k < 1$ la population diminue

Soit $P(0)$ – effectif initial d'une population au moment $t=0$, alors dans t quantités de temps on aura

$$\begin{aligned} P(t) &= k \cdot k \cdot k \cdot \dots \cdot k \cdot P(0) = \\ &= P(t) = k^t \cdot P(0) \end{aligned} \quad (1)$$

Modèle avec le temps continu :

$$\text{Soit } \frac{dP}{dt} \cdot \frac{1}{P} = r \rightarrow \text{taux d'accroissement (dérivé logarithmique)}$$

si $r > 0 \rightarrow$ la population s'accroît,

si $r = 0 \rightarrow$ la population ne change pas, et

si $r < 0$ la population diminue

En intégrant par t on obtient :

$$P(t) = e^{rt} \cdot P(0) \quad (2)$$

On voit que l'équation (1) et l'équation (2) sont identiques, alors

$$k = e^r \text{ ou } k = \exp(r) \quad (3)$$

et

$$r = b - d \text{ ou}$$

b – les naissances normalisées (standardisées) pour une unité de la population (natalité)

d – les décès normalisés (standardisés) pour une unité de la population (mortalité)

La croissance d'une population dépend du rapport entre la natalité et la mortalité

La natalité = le nombre de naissances pour un (10, 100, 1000) individu(s) pendant une quantité de temps.

La mortalité = le nombre de décès pour un (10, 100, 1000) individu(s) pendant une quantité de temps.

Les paramètres de la croissance d'une population

Pour une population donnée on peut distinguer deux types de paramètres qui déterminent la vitesse et la direction de sa croissance :

- 1) les paramètres « fixes », qui sont le résultat d'une longue évolution (phylogenèse) et liés à *l'organisation biologique* de la population ;

ces paramètres assume la stabilité du système en interdisant une réponse immédiate aux changements environnementaux (parfois au prix de perte d'une partie de l'effectif) ;

- 2) les paramètres « variables », qui sont produit d'une évolution des comportements (ontogenèse) et liés à *l'organisation sociale* de la population

ces paramètres assume l'adaptabilité ou la réponse rapide d'une population aux changements environnementaux, sans mettre en cause son patrimoine génétique.

Paramètres fixes	Paramètres variables
A. La procréation (reproduction)	
1. Mode de reproduction : (asexué, unisexué mâle ou femelle, bisexué). 2. Le rapport des sexes à la naissance (105 mâles / 100 femelles, 23 ^e chromosome : les femmes → XX, les hommes → XY)	1. Mode de comportement sexuel : signalisation sexuel des mâles et des femelles (identité sexuel), sélection des partenaires.
2. Cycle de reproduction et ses composants : i. Fertilité : – <i>nombre d'ovules</i> dans les ovaires des femmes (400 000) ovules ; – <i>durée d'un cycle ovulatoire</i> (~28 jours) ; – <i>durée de la période féconde</i> dans la vie (15-50 ans : 300-400 cycles ovulatoires) ; ii. Durée de la grossesse : 9 mois iii. Durée de la période anovulatoire après l'accouchement normal : – sans allaitement (2-3 mois) ; – avec allaitement (jusqu'à 24 mois) iv. Pertes « naturelles » (<i>probable</i>) : – mortalité intra-utérine (survie de fœtus ou d'une ovule fécondé 4/5)	2. Normes du comportement procréateur : – l'âge du début de rapports sexuels (l'âge au premier mariage) ; – les interdictions sexuelles (les périodes et les partenaires interdits) ; – l'élevage des petits enfants (la durée et l'intensité d'allaitement ; préférences de sexe) – le contrôle délibéré de la fécondité (contraception et l'avortement provoqué) ; – signification social de la fécondité (l'identité et la reconnaissance sociale)
B. La durée de vie	
3. Longévité et résistance individuelle : – longévité « naturelle » (doit dépasser ou être égale à la limite supérieur de l'âge de fécond) ; – la protection contre toute sorte des parasites (système immunitaire) ; – seuil de résistance ; – sélectivité sexuelle et selon l'âge (qui meurt d'abord et pourquoi)	3. Durée de vie et solidarité sociale (et les normes du comportement sanitaire)

L'ensemble de ces paramètres se résume à **une stratégie de survie** propre à chaque espèce.

Stratégies de survie

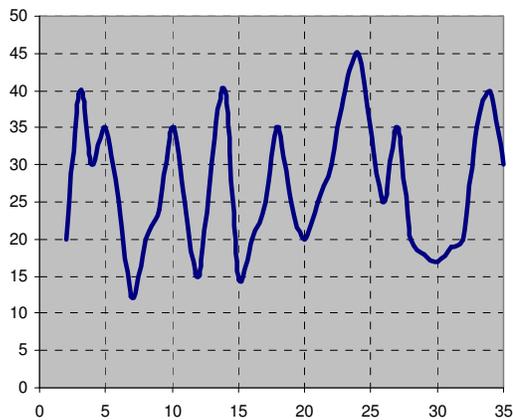
R.M.May, D.I.Rubinstein – « Reproductive strategies » In: C.R. Austin and R.V. Short (ed.) *Reproductive Fitness*, Cambridge University Press, 1984, p.1-23

	R – stratégie	K – stratégie
Équilibre avec l'environnement :	précaire	stable
Taux de croissance :	très élevé	compatible avec l'environnement
Cycles :	fluctuations grandes et assez régulières	fluctuations irrégulières et lents

<u>Biologie et reproduction</u>	R – stratégie	K – stratégie
Corps :	petit	grand
Longévité :	courte	longue
Grossesse :	courte	longue
Portée :	multiple	unique
Intervalles entre les grossesses :	court	long
Intervalles entre les générations :	court	long
Potentiel de croissance :	très élevé	Faible

Graphique de croissance

R – stratégie
(population moyenne sur 35 ans = 27)

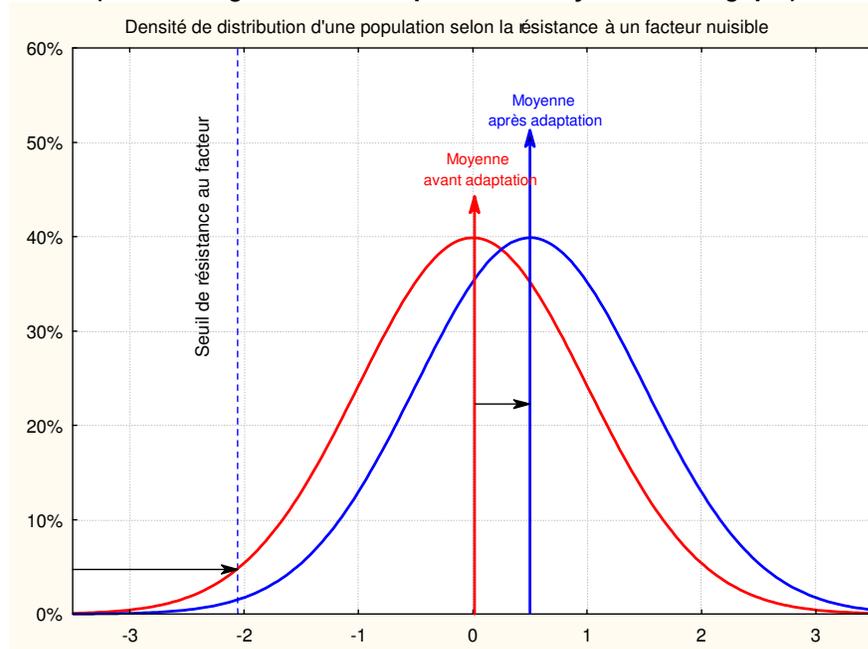


K – stratégie
(population moyenne sur 35 ans = 26)



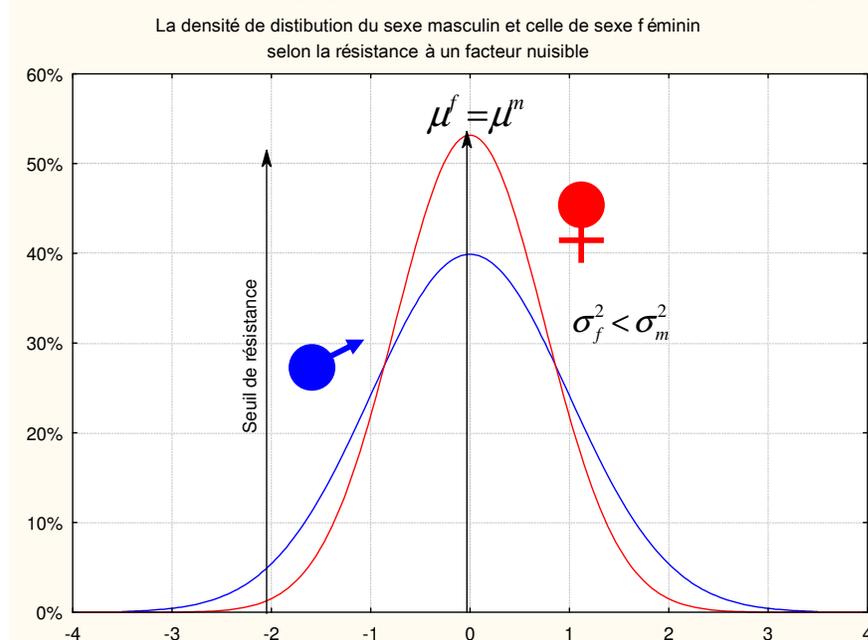
Rôle des sexes (du dimorphisme sexuel) dans la reproduction, la survie et l'évolution de la population

1. Réponse ontogénétique d'une population aux changements de son environnement (le schéma général de l'adaptation d'un système biologique)



A cause d'une sélection naturelle la nouvelle génération est plus résistante à un facteur nuisible (échange d'information entre population et environnement)

2. Réponse asymétrique d'une population composée de deux sexes (sous-populations)

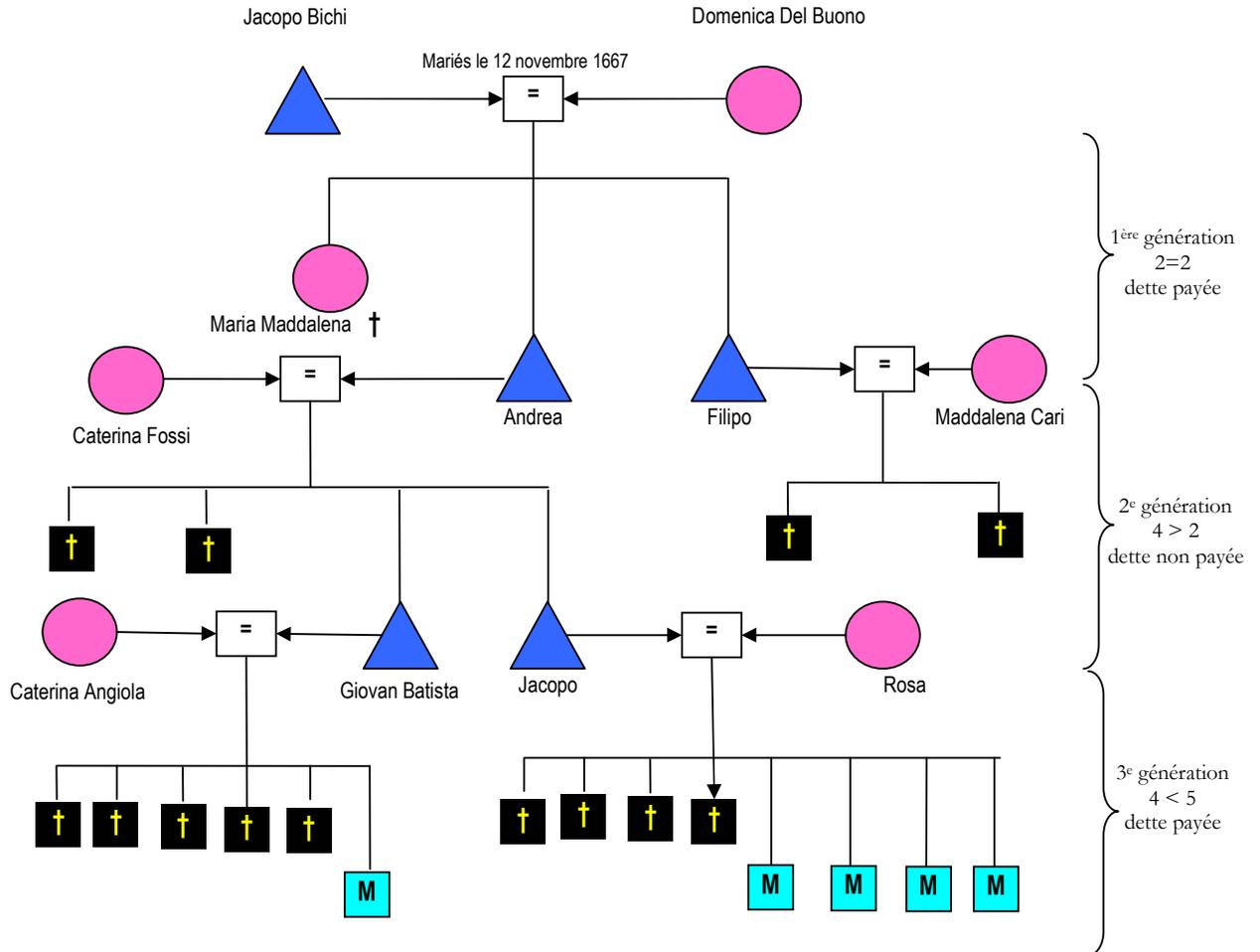


La perte des mâles ne nuit pas la capacité de reproduction d'une population, qui est assurée par le nombre des femelles. Par contre, la perte des mâles les moins adaptés à de nouvelles conditions environnementales assure l'adaptation génétique d'une population à ces nouvelles conditions.

Les fonctions des sexes dans la phylogénèse : → les femelles assument la stabilité, une fonctionne conservatrice
 → les mâles assument l'adaptation, l'évolution, une fonctionne correctrice.

Reproduction : (fécondité et mortalité). Vue généalogique.

(Dessin d'après les données de Carlo Corsini, présentées par M. Livi Bacci – *A Concise History of World Population*, 3th edition, 2001, p.6-7)



Les comportements (parcours) individuels assez différents se résument à un niveau de reproduction de l'effectif :

En 3 générations on voit que 5 couples (10 personnes) n'ont produit que 9 enfants mariés. →

La diminution est de 10%...

Les impacts des générations sont différents l'un de l'autre :

La 1^{ère} génération a accompli son « devoir » démographique : (=)

Un couple (deux personnes mariées) produit deux personnes mariées

La 2^e génération n'a pas payé sa dette démographique : (<)

Deux couples (quatre personnes mariées) ne produisent que deux personnes mariées

La 3^e génération a payé sa dette démographique avec des intérêts : (>)

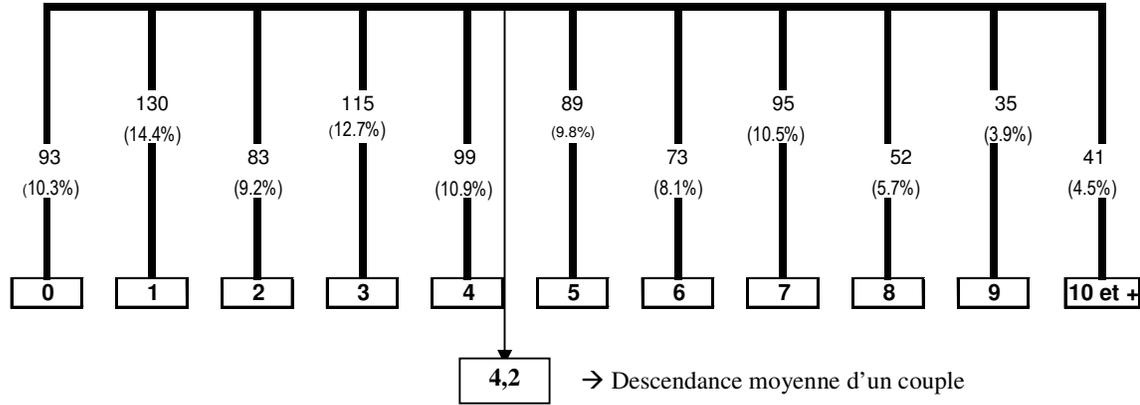
Deux couples (quatre personnes mariées) produisent cinq personnes mariées

C'est un échec démographique

Population de Québec originaire de France depuis 1608 :

Au total près de 15 000 ressortissants de France sont venus à Canada au XVII^e siècle, dont 2/3 sont rentré après un séjour plus ou moins long. Aujourd’hui, les 6 millions de Canadiens Français sont les descendants des ces 5 000 pionniers.

Les 905 couples de pionniers venus (nés en) de la France, mariés et décédés au Canada (mariages conclus avant 1660) classés selon la descendance.



La distribution est très égalitaire : il n’y a pas de mode bien défini (1/3 des couples ont moins de 3 enfants, les familles très nombreuses sont assez rares). Cependant, avec une telle descendance moyenne la croissance était très rapide avec une période de doublement de 17-23 ans.

On peut estimer **le taux d'accroissement de la population québécoise en XVII^e siècle** :

La durée d'une génération (l'âge moyenne de la fécondité) = ~30 ans

Soit le rapport des sexes à la naissance et le rapport de survie des hommes et des femmes = 1,05 (105 garçons pour 100 filles)

Or on peut dire que, au bout de 30 ans, l'effectif de la population a augmenté de 2,04 fois = 4,2 naissances X 0,487 (proportion des filles parmi les nouveaux nés).

En utilisant le modèle de croissance de la population $P(t) = \exp(r \cdot t)P(0)$,
 on peut établir une équation suivante de croissance : $2,04 = \exp(r \cdot 30)$
 puisque $P(t) = 2,04$ et $P(0) = 1$, période $t = 30$, alors

Taux d'accroissement annuel = $\frac{\ln 2,04}{30} \cdot 100\% \approx 2,37\%$

Cette situation se conservait assez longtemps

Exemple : Jean Guyon et Mathurine Robin avaient eu 2 150 descendants vers 1730.

Avec le même modèle on peut démontrer que pour un tel succès il faut que la descendance moyenne soit 11-12 enfants

La croissance exceptionnelle de la population française de Canada avait pour cause une conjonction remarquable des conditions naturelles favorables (la densité faible de la population, l'absence des épidémies, les ressources disponibles) avec une fécondité élevée et une mortalité basse.

C'était un succès démographique

Reproduction et survie. Une vue démographique.

Le potentiel de croissance d'une population est une fonction

- 1) du nombre de naissances pour une femme, et
- 2) de l'espérance de vie à la naissance

Nombre de naissances pour une femme

est mesuré dans une population comme le *nombre moyen d'enfants nés par une génération des femmes durant la période reproductive de leur vie en absence hypothétique de la mortalité.*

Synonymes : Indice synthétique de la fécondité d'une génération =
la descendance finale = taux de la fécondité total = total
fertility (angl.) = total cohort fertility rate (angl.)

Il peut varier de 5 voire 8 naissance pour une femme en absence du contrôle délibéré de la fécondité jusqu'à moins d'une naissance, ce qu'on observe dans les certaines populations contemporaines.

De fait, le nombre moyen d'enfant pour une femme dépend de *la fréquence des naissances* durant l'âge fécond et de *la part de l'âge fécond* (entre la puberté et la ménopause) *réellement utilisé pour la procréation.*

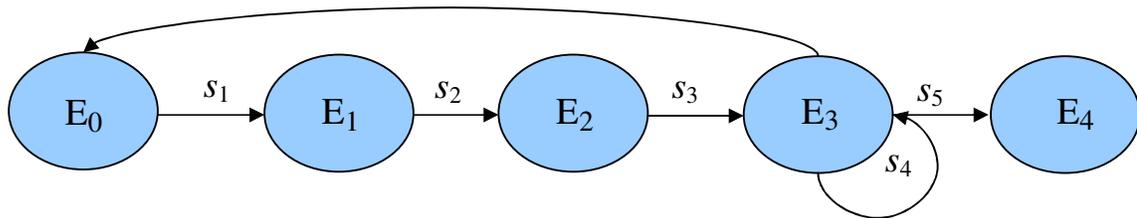
La fréquence des naissances est inverse de la durée d'un intervalle entre les naissances, donc son maximum est déterminé par la biologie de la reproduction humaines (de la structure du cycle de reproduction).

L'espérance de vie à la naissance

est la durée moyenne de vie d'une génération, qui dépend de *la force de mortalité* spécifique pour chaque espèce biologique et des rapports avec l'environnement. L'espérance de vie peut varier de 20 à 40 ans dans les populations historiques et aujourd'hui elle s'approche de 80 ans dans les pays développés.

Cycle de vie (fécondité et survie).

$$F = \sigma s_f \gamma \varphi$$



- E_i – une étape du cycle de vie (du parcours vital)
- s_i – probabilité de survie dans l'intervalle (a_i, a_{i+1}) ;
- s_f – survie des fœtus (*entre la conception et la naissance*);
- φ – fertilité (*fécondité naturelle*) ;
- γ – probabilité d'accouplement ;
- σ – le rapport des sexes à la naissance (*à la conception*) ;

Nota : chez les animaux $s_5 \rightarrow 0$

Fréquence des naissances est une fonction inverse de l'intervalle entre les naissances

L'intervalle entre les naissances est composé de :

- 1) 5-10 mois : une **période d'attente de la fécondation** (la durée moyenne d'une période entre l'ovulation normal et conception) ;
- 2) ~9 mois : la **durée moyenne de grossesse** ;
- 3) 3-24 mois : une **période inféconde après l'accouchement** (période anovulatoire) liée à la durée et l'intensité d'allaitement ;
- 4) 1-2 mois : les **pertes moyennes à cause des avortements spontanés**, fausses couches et mortalité fœtale (en moyenne une conception sur cinq n'arrive pas à bon terme).

L'intervalle minimal = 5 + 9 + 3 + 1 = 18 mois (1,5 d'année)

L'intervalle maximal = 10 + 9 + 24 + 2 = 45 mois (3,75 d'année)

Sans parler des possibilités du contrôle délibéré de la fécondité (recours à la contraception et à l'avortement provoqué)

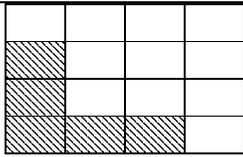
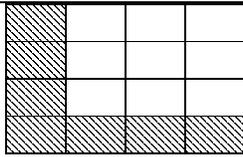
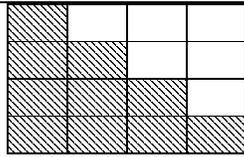
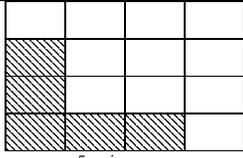
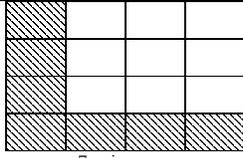
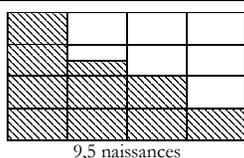
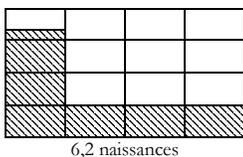
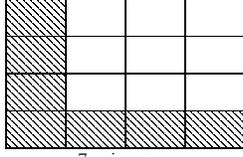
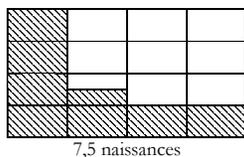
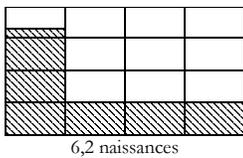
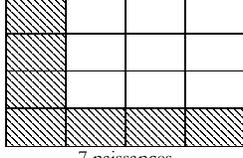
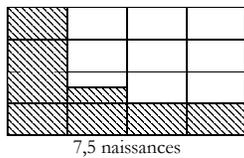
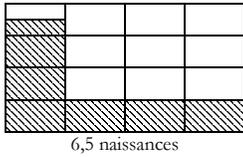
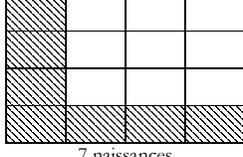
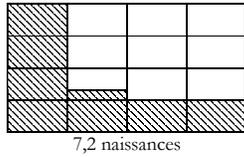
La durée de la période de l'âge fécondé effectivement utilisée pour la procréation :

- 1) Age moyen de premier mariage (de 15 à 25 ans)
- 2) Age de ménopause (50 ans, de fait, la procréation s'arrête à 38-41 ans)

La durée minimale = 40 – 25 = 15 ans → 15 ans/3,75 ans (intervalle max. entre les naissances) = **4 enfants**

La durée maximale = 40 – 15 = 25 ans → 25 ans/1,5 ans (intervalle min. entre les naissances) = **16,6 enfants**

Effet de la variation des composants de l'intervalle entre les naissances sur la descendance finale par rapport à un standard. ¹

<u>Minimum</u>	<u>Standard</u>	<u>Maximum</u>	<u>Composant</u>
 5 naissances	 7 naissances	 10 naissances	Age au mariage (début des rapports sexuels) variation => 5 naissances
 5 naissances	 7 naissances	 9,5 naissances	Période anovulatoire variation => 4,5 naissance
 6,2 naissances	 7 naissances	 7,5 naissances	Période d'attente variation => 1,3 naissance
 6,2 naissances	 7 naissances	 7,5 naissances	Age à la dernière naissance variation => 1,3 naissance
 6,5 naissances	 7 naissances	 7,2 naissances	Mortalité intra-utérine variation => 0,7 naissance

1. Bongaarts J. and J. Menken – “The supply of children: A Critical Essay”. In: *Determinants of Fertility in Developing Countries.*, ed. R. A. Bulatao and R. B. Lee. Academic Press, NY, 1983, Vol.1, p. 27-30.

L'impacte des déterminants dits « proximaux » de la fécondité peut être présenté par un modèle multiplicatif suivant :

$$DF = FTN \times I_e \times I_b \times I_c \times I_a \quad \text{ou}$$

DF – est la descendance finale (ou la fécondité totale) qui le nombre d'enfants pour une femme ;

I_e – indice d'exposition au risque de conception (défini par la proportion des femmes mariées de l'âge féconde) ;

I_b – indice de l'infécondité post-partum (défini par la pratique d'allaitement) ;

I_c – est l'indice de contraception (défini par la proportion des femmes mariées utilisatrices de la contraception) ;

I_a – indice d'avortements provoqués (défini par la pratique d'interruption des grossesses).

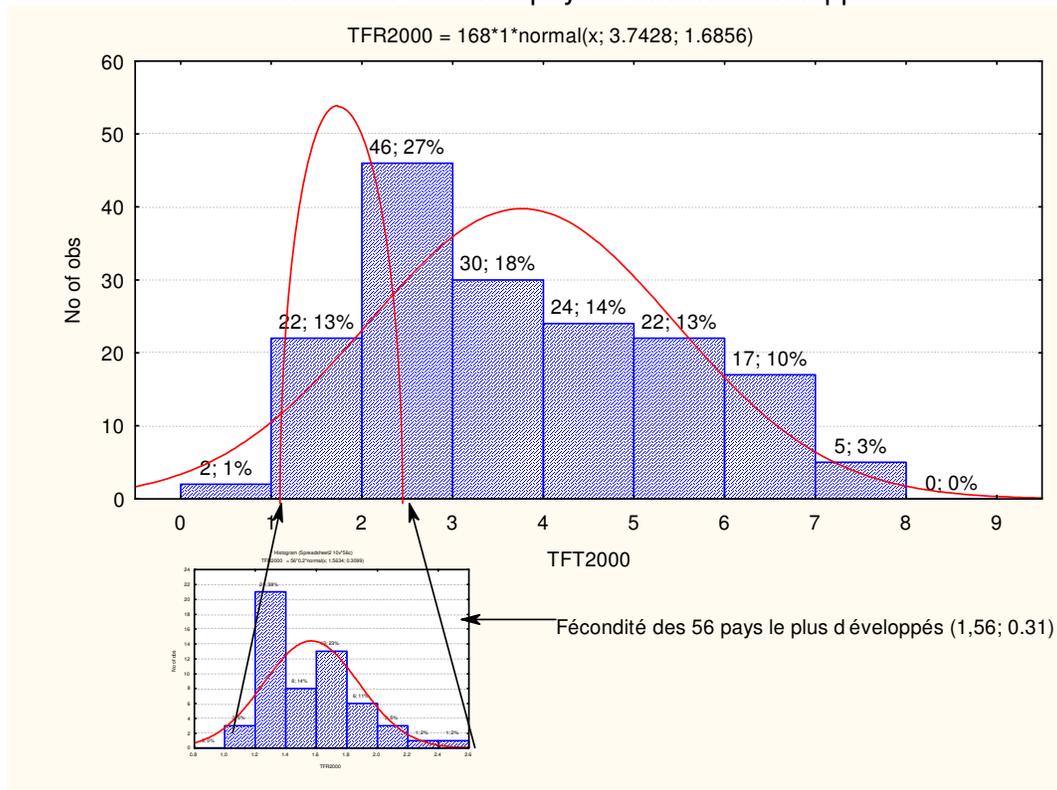
Chaque indice peut varier du 0 (blocage total de la fécondité) à 1 (aucune influence sur la fécondité).

Modèles de comportement procréateur et niveaux de la fécondité.

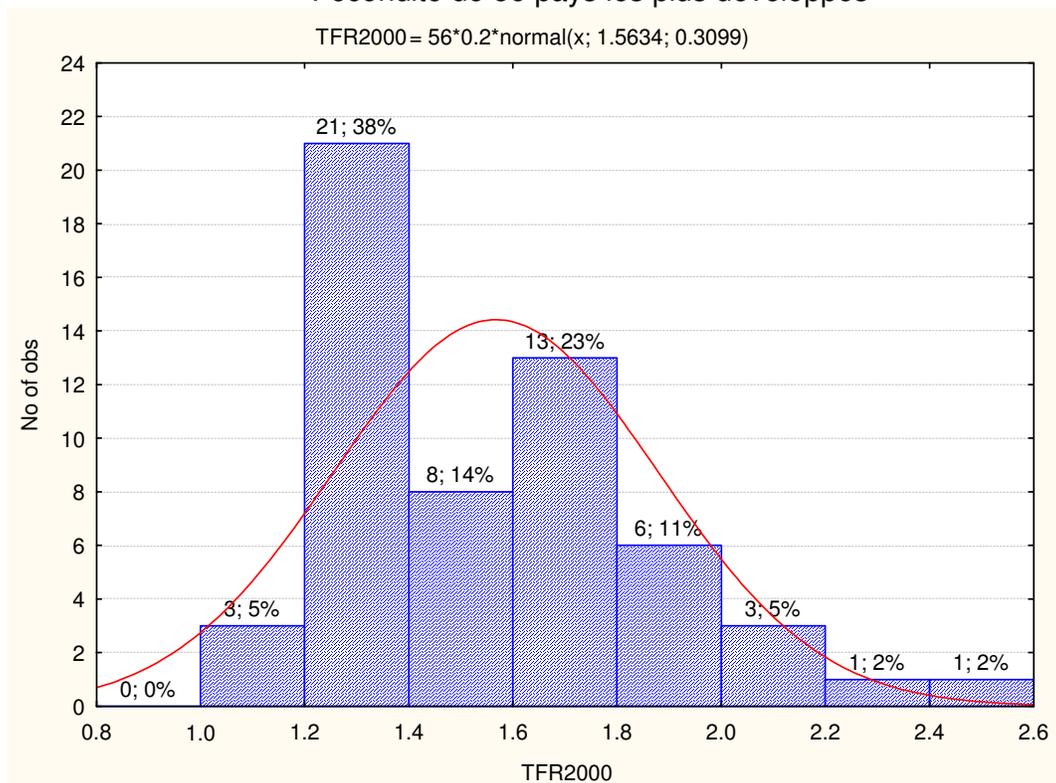
#	Naissance par femme (niveau)	Espace utilisée	Caractéristiques bio-sociales	Population	Exemples historiques
1	16	100%	Maximum biologique	Théorique	Aucun (cas individuel)
2	11,4	71%	Mariages précoces, intervalles minimales	Certains groupes isolés	Français canadiens nés avant 1660
3	9	56%	Mariages tardifs, intervalles minimales	Certains groupes isolés	Hutterites canadiens, 1926-30 (8,5)
4	7,5	47%	Mariages précoces, intervalles longs	Beaucoup de population des pays en voie de développement	Égypte, 1960-65 (7,1)
5	7	44%	Standard (Moyenne)	---	---
6	5	31%	Mariages tardifs, intervalles longs	Beaucoup de populations européennes en 18-19 ^e siècles	Angleterre 1751-1800 (5,1)
7	3	19%	Contrôle délibéré des naissances (diffusion moyenne)	Populations européennes de la première moitié du 20 ^e siècle	Italie, 1937 (3,0)
8	1	6%	Contrôle délibéré des naissances (diffusion totale)	Quelques populations européennes contemporaines	Ligurie (Italie), 1990 (1,0)

Fécondité des pays du monde en 2000

Fécondité de 168 pays les moins développés



Fécondité de 56 pays les plus développés



Source : U.S. Census Bureau, International Data Base. <http://www.census.gov/ipc/www/idb/index.html>