



Université Paris 1 Panthéon Sorbonne,

Institut de démographie



Cours d'analyse démographique par Alexandre Avdeev,

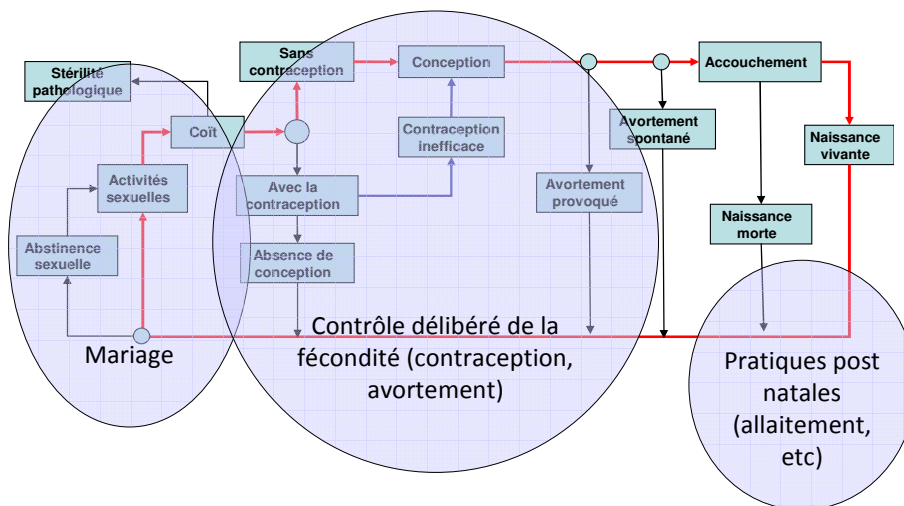
niveau : Master 1e année et Diplôme générale de démographie

### Chapitre 8 (2<sup>e</sup> partie)

## Analyse et comparaison des indicateurs de la fécondité

Fécondité en mariage et fécondité « générale » ; « indices de Coale » (ou indices de Princeton) et leur application aux recherches historiques ; déterminants intermédiaires de la fécondité

### Rappel : Les cycles de reproduction et les champs d'études sur la fécondité



## Analyse du comportement : 1) fécondité en mariage

Soit:

- 1)  $TFT$  – taux de fécondité totale (indice synthétique de fécondité)
- 2)  $TFTM$  – taux de fécondité totale en mariage
- 3)  ${}_nG_x$  – la proportion des femmes mariées dans à âge de  $x$  à  $x+n$
- 4) la fécondité hors mariage = 0
- 5)  ${}_n f_x^L$  – taux de fécondité « légale » (des femmes mariées)

$$\frac{TFT}{TFTM} = \frac{n \cdot \sum_{x=\alpha}^{\beta} {}_n f_x^L \cdot {}_n G_x}{n \cdot \sum_{x=\alpha}^{\beta} {}_n f_x^L} = \sum_{x=\alpha}^{\beta} \left( \frac{{}_n f_x^L}{\sum_{x=\alpha}^{\beta} {}_n f_x^L} \right) \cdot {}_n G_x \quad (1)$$

Alors le rapport  $TFT/TFTM$  n'est qu'une proportion moyenne des femmes mariées pondérée par la fécondité en mariage

## Analyse du comportement : 2) indices de Coale

Coale, Ansley J. (1969) – «The decline of Fertility in Europe from the French Revolution to World War II» in S.B.Behrman, L.Corsa and R.Freedman, eds., *Fertility and Family Planning: AWorld View*. Ann Arbor: University of Michigan Press

**Approche** : décomposition avec une standardisation (comportement comparé avec un standard)

Soit

- 1)  $B$  – le nombre (annuel) de naissance dans une population observée
- 2)  $W_i$  – la distribution par âge des femmes dans cette population
- 3)  $f_i$  – la distribution de la fécondité dans cette population
- 4)  $H_i$  – une distribution de la fécondité supposée d'être maximale dans une population standard (Huttérite, femmes canadiennes de XVII siècle)

Alors  $\rightarrow I_f = \frac{B}{\sum_{i=1}^l H_i \cdot W_i} = \frac{\sum_{i=1}^l f_i \cdot W_i}{\sum_{i=1}^l H_i \cdot W_i}$  **Indice de fécondité générale** (plutôt de la natalité) standardisée par âge

## Analyse du comportement : 2) indices de Coale (suite)

Soit

- 1)  $B^L$  – le nombre (annuel) de naissance légitimes (en mariage) dans une population observée
- 2)  $W_i^L$  – la distribution par âge des femmes mariées dans cette population
- 3)  $f_i^L$  – la distribution de la fécondité dans cette population
- 4)  $H_i$  – une distribution de la fécondité supposée d'être maximale dans une population standard (Huttérite, femmes canadiennes de XVII siècle, etc.)
- 5) la fécondité hors mariage = 0 dans la population observée

Alors  $\rightarrow \sum_{i=1}^I f_i \cdot W_i = B = B^L = \sum_{i=1}^I f_i^L \cdot W_i^L$  et on peut réécrire l'équation (1)

$$I_f = \frac{\sum_{i=1}^I f_i^L \cdot W_i}{\sum_{i=1}^I H_i \cdot W_i^L} \times \frac{\sum_{i=1}^I H_i \cdot W_i^L}{\sum_{i=1}^I H_i \cdot W_i} = I_g \cdot I_m$$

**Indice de fécondité générale** est donc décomposé comme un produit de **l'indice de fécondité légitime** ( $I_g$ ) et **l'indice de proportion des mariées** ( $I_m$ )

## Ajustement des naissances hors mariage 'naissances illégitimes'

On imagine l'indice de fécondité générale comme une moyenne de l'indice de fécondité légitime ( $I_g$ ) et l'indice de fécondité illégitime ( $I_h$ ) pondérés par l'indice de proportion des femmes mariées ( $I_m$ )

$$I_f = I_g \cdot I_m + I_h \cdot (1 - I_m)$$

où l'indice de fécondité illégitime est un rapport entre les nombres observé et espéré des naissances hors mariage :

$$I_h = \frac{B - B^L}{\sum_i H_i \cdot (W_i - W_i^L)}$$

## Indices de Coale (récapitulatif)

$$I_f = \frac{\text{Nombre total des naissances}}{\text{Nombre espéré des naissances}} \quad \rightarrow \text{indice de fécondité générale}$$

$$I_g = \frac{\text{Nombre des naissances "légitimes"}}{\text{Nombre espéré des naissances "légitimes"}} \quad \rightarrow \text{indice de fécondité légitime}$$

$$I_m = \frac{\text{Nombre espéré des naissances "légitimes"}}{\text{Nombre espéré des naissances}} \quad \rightarrow \text{indice de proportion des femmes mariées « nuptialité »}$$

### Exemple : Hubert Charbonneau (1970) *Tourouvre-au-Perche aux XVIIe et XVIIIe siècles*, Paris, PUF

i	Age	$W^L_i$	$W_i$	$H_i$	$(H_i) \times (W^L_i)$	$(H_i) \times (W_i)$
1	15-19	1	73	0.300	0.3	21.9
2	20-24	19	87	0.550	10.5	47.9
3	25-29	33	49	0.502	16.6	24.6
4	30-34	58	66	0.447	25.9	29.5
5	35-39	48	56	0.406	19.5	22.7
6	40-44	42	56	0.222	9.3	12.4
7	45-49	37	51	0.061	2.3	3.1
<b>Somme</b>					<b>84.3</b>	<b>162.1</b>

Nombre de naissance en 1801 (B = 59)

$$I_f = \frac{59}{162,1} = 0,364; \quad \text{On voit que } I_f = I_g \times I_m = 0,7 \times 0,52 = 0,364$$

$$I_g = \frac{59}{84,3} = 0,700;$$

$$I_m = \frac{84,3}{162,1} = 0,520$$

**Exercice:** 1) calculez le taux de fécondité totale dans la population standard ;  
2) commentez le comportement procréateur dans ce village en 1801

## Décomposition des indicateurs de la fécondité

*Première approche* : Grabill, W.H., C.V.Kiser, P.K.Welpton (1958) *The Fertility of American Women*. NY : Wiley

### Une décomposition du nombre de naissances de la période t :

$$B(t) = W(t) \cdot \frac{M(t)}{W(t)} \cdot \frac{O(t)}{M(t)} \cdot \frac{B(t)}{O(t)}$$

$B(t)$  – nombre de naissances de l'année  $t$  ;

$W(t)$  – nombre de femmes 15-49 de l'année  $t$  (nombre d'années vécues) ;

$M(t)$  – nombre de femmes mariées 15-49 de l'année  $t$  (nombre d'années vécues en mariage) ;

$O(t)$  – nombre de mères âgées (femmes ayant au moins un enfant) de 15 à 50 ans de l'année  $t$  ;

Le nombre de naissance est un produit de :

- d'un nombre de femmes âgées de 15 à 50 ans ;
- d'une proportion de femmes mariées de 15-49 ans ;
- d'une proportion de mères mariées de 15-49 ans ;
- d'un nombre moyen de naissance par une mère → (proportion, des mères qui ont eu une naissance durant l'année en question ajustée des naissances multiples)

**Une image de la fécondité des années 1950 : toutes les naissances sont produites dans le mariage.**

## Déterminants intermédiaires de la fécondité :

Bongaarts, John (1978) "A Framework for Analyzing the Proximate Determinants of Fertility"  
*Population and Development Review*, Vol.4, no 1, (March 1978), p.105-138

$$TFT = \frac{TFT}{FTM} \cdot \frac{FTM}{FTN} \cdot \frac{FTN}{\max FTN} \cdot \max FTN \rightarrow$$

$$\rightarrow TFT = Cm \cdot (Cc \cdot Ca) \cdot Ci \cdot 15,3$$

$TFT$  – taux de fécondité totale (indice synthétique de fécondité, ou la descendance finale) ;

$FTM$  – taux de fécondité totale en mariage<sup>1)</sup> ;

$FTN$  – taux de fécondité totale naturel (en mariage) ;

$\max FTN$  – fécondité maximale potentielle (il est supposé qu'elle est égale à 15, 3 enfants par femme).

<sup>1)</sup> mariage = toute union sexuelle

## Cadre théorique initiale de la décomposition

**Kingsley Davis and Judith Blake (1956)** – « Social Structure and Fertility: An Analytic Framework » *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 4, no 3, (Apr., 1956), p.211-235

### Déterminant indirects

Variables socioéconomique, culturelles et environnementales



### Déterminant directs

Variables intermédiaires de la fécondité



Fécondité



- I. Facteurs affectant l'exposition aux rapports sexuels (« Intercours variables »)
- II. Facteurs affectant l'exposition à la conception (« Conception variables »)
- III. Facteurs affectant la gestation et le succès de la parturition (« Variables de gestation »)

## I. Facteurs affectant l'exposition aux rapports sexuels (intercours variables) :

### A. Facteurs déterminant la formation et la dissolution des union durant aux âges reproductifs :

- 1) Age de début des unions sexuelles
- 2) Célibat définitif (proportion des femmes n'ayant jamais aucun rapport sexuel)
- 3) Partie de la période reproductive dépensée entre et après les unions
  - a. Quand les unions se terminent par le divorce, la séparation ou la désertassions
  - b. Quand les unions se terminent par le décès d'un des conjoints

### B. Facteurs de l'exposition aux rapports sexuels au sein des unions :

- 4) Abstinence volontaire
- 5) Abstinence involontaire : impuissance, maladies, séparations inévitables mais temporaires
- 6) Fréquence des rapports sexuels (en dehors des périodes d'abstinence)

## II. Facteurs affectant l'exposition à la conception (conception variables) :

- 7) Fertilité et l'infécondité involontaire
- 8) Recours ou non recours aux méthodes de contraception :
  - a. Méthodes mécaniques et chimiques
  - b. Autres méthodes (p.ex. « méthodes naturelles », retrait, toute sorte de simulation sans pénétration etc.)
- 9) Fertilité et infécondité volontaire (stérilisation, subincision, traitement médical etc.)

## III. Facteurs affectant la gestation et le succès de la parturition (variables de gestation) :

- 10) Mortalité fœtale spontanée (involontaire)
- 11) Mortalité fœtale provoquée (volontaire)

## Variables intermédiaires

### (une modification instrumentalisée de John Bongaarts) :

Bongaarts, John (1978) "A Framework for Analyzing the Proximate Determinants of Fertility" *Population and Development Review*, Vol.4, no 1, (March 1978), p.105-138

*Onze variables interprétables initiales sont réduites à huit variable « mesurables »:*

- I. Facteurs d'exposition :
  1. Proportion de femmes mariées (mariage = toute union sexuelle)
- II. Contrôle délibéré de la fécondité :
  2. Contraception
  3. Avortements provoqués
- III. Facteurs de la fécondité naturelle :
  4. Infécondité post-partum (récupération et allaitement)
  5. Fréquence des rapports sexuels
  6. Stérilité (infécondité)
  7. Mortalité intra-utérine spontanée
  8. Durée de la période fertile

## Modèle de Bongaarts

$$TFT = C_m \cdot C_c \cdot C_a \cdot C_i \cdot TNF$$

$C_m$  – un indice de proportion de femmes mariées (indice d'exposition au risque de concevoir) ;

$C_c$  – un indice mesurant l'impact d'utilisation délibérée de la contraception ;

$C_a$  – un indice de l'avortement provoqués ;

$C_i$  – un indice d'effet anticonceptionnel de l'allaitement ;

TNF – le taux de fécondité totale naturelle maximal ( $\approx 15,3$ )

Chaque indice varie du 0 (blocage total) à 1 (facteur absent)

## $C_m =$ Proportion des mariées

L'effet inhibiteur de mariage se manifeste numériquement comme une proportion moyenne de femmes mariées pondérée par les taux de fécondité en mariage par âge.

$$C_m = \frac{TFT}{TFM} = \frac{\sum m(a) \cdot g(a)}{\sum g(a)}$$

$m(a)$  – proportion des mariées à l'âge  $a$

$g(a)$  – fécondité des mariées à l'âge  $a$

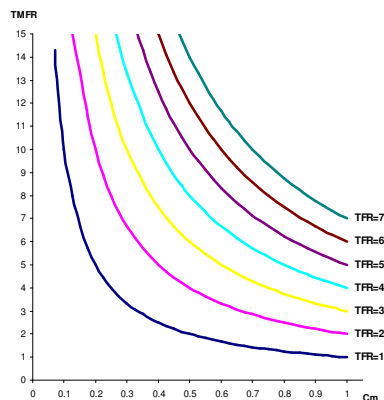
Cette *approche analytique* a été développée dans projet de Princeton (indice de Coale)

$$TFT = C_m \times TFM$$

Problèmes d'estimation :

- 1) Problème des conceptions pré-nuptiales et extra-nuptiales.
- 2) Données incertaines sur l'implication des personnes dans une union sexuelle ;
- 3) Statistique d'état civil n'est pas suffisante (multiplicité de formes des unions) ;

Rapport entre la fécondité générale (isoquants), la fécondité des unions (Y) et  $C_m$  (X)





## $C_c =$ indice de la contraception (non utilisation de la contraception)

L'approche empirique : régression non linéaire à partir des données des enquêtes sur la fécondité.

$$C_c = 1 - 1,08 \cdot u \cdot e$$

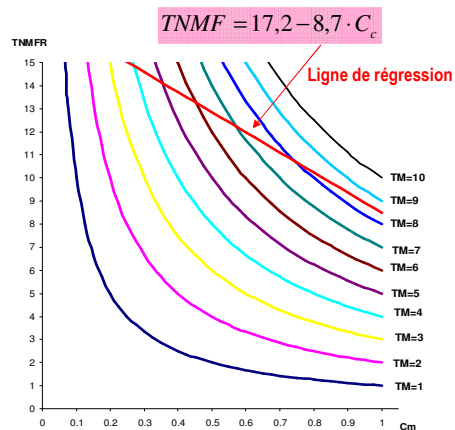
$u$  – une proportion des femmes utilisatrices de la contraception ;  
 $e$  – l'efficacité moyenne des méthodes de contraception utilisées.

La définition de l'efficacité de contraception est un problème particulier. En générale elle est mesurée soit avec le taux d'échec (indice de Pearl, 1933), soit à partir de table d'extinction (échec de protection)...

$$TFT = C_m \times C_c \times TNFM$$

Cours « Analyse démographique » par Alexandre Avdeev, IDUP (M1, DDG)

Rapport entre la fécondité en union (isoquants), la fécondité naturelle des unions ( $Y$ ) et  $C_c$  ( $X$ )



17

## $C_a =$ indice d'avortement

$$C_a = \frac{TFT}{TFT + A}$$

$A$  – nombre de grossesses par femme interrompues par avortement ;

$TFT$  – taux de fécondité totale

$$C_a = \frac{TFT}{TFT + 0,4 \cdot (1 + u) \cdot TA}$$

$TA$  – taux total des avortements (indice synthétique des avortements=somme des taux des avortement par âge);

$u$  – efficacité moyenne d'utilisation des moyens contraceptifs

Si  $u = 0$  (en absence des pratiques contraceptives), un avortement prévient 0,4 naissance.

$$0,4 \cdot (1 + u) < 1$$

Ce multiplicateur exprimant « efficacité » d'un avortement est toujours inférieur à 1, puisque la durée d'une grossesse terminée par un avortement est toujours plus courte que celle aboutissant à une naissance

$$TFT = C_m \times C_c \times C_a \times TNFM$$

Cours « Analyse démographique » par Alexandre Avdeev, IDUP (M1, DDG)

18

## $C_i$ = indice d'infécondité post-partum

Sans allaitement l'intervalle minimal entre les naissances =  $1,5+7,5+2+9=20$  mois

**1,5 mois** – la durée moyenne de l'infécondité après accouchement (sans allaitement)

7,5 mois – la durée moyenne d'attente d'une conception

2 mois – les pertes moyennes de temps à cause des avortements spontanés etc.

9 mois – la durée moyenne d'une grossesse efficace

Il n'y a qu'une partie variable en fonction de l'allaitement →

$$C_i = \frac{20}{18,5 + i} \quad i - \text{la durée de l'infécondité post-partum (après un accouchement) en mois}$$

Problème d'estimation de « i »

$i = 1,5 + 0,56 \cdot L$  → Solution proposée par Carlo Cosini en 1977 lors d'un séminaire de l'IUSSP à l'INED

$i = 1,753 \cdot e^{0,1396 \cdot L - 0,001872 \cdot L^2}$  → Une solution proposée par J. Bongaarts en 1982

$$TFT = C_m \times C_c \times C_a \times C_l \times TF \quad \rightarrow \text{Modèle final}$$