

**Exercice 3 : La fécondité des hommes et des femmes de la
génération 1964 en France métropolitaine**

CORRIGÉ

1) Déterminez la descendance finale des femmes de la génération 1964. Puis calculez l'âge moyen à la maternité de ces femmes.

Corrigé

On dispose de la série des taux de fécondité par groupe d'âges de 5 ans. Chacun de ces taux est la valeur moyenne prise par le taux de fécondité à chacun des âges compris dans la classe d'âges. Par exemple, le taux de fécondité à 15-19 ans est la moyenne des taux de fécondité à 15, 16, ... 19 ans. Son ordre de grandeur est le même que chacun de ces taux. La descendance finale (Df) correspond à la somme des taux de fécondité par âge détaillé. Dans le cas présent, il faut donc faire la somme des produits de chaque taux de fécondité par l'amplitude de l'intervalle d'âges (ici 5 ans dans tous les cas).

$$Df = \frac{5 \times \sum f_{x,x+4}}{10\,000} = \frac{5 \times (144 + 908 + \dots + 9)}{10\,000} = 2,05 \text{ enfants / femme}$$

L'âge moyen à la maternité (noté a) est la moyenne des âges de la mère au moment de la naissance de son enfant (ses enfants) pondérée par le poids de chaque âge dans la descendance finale. Le poids d'un âge dans la descendance finale est le rapport entre le taux de fécondité à cet âge et la descendance finale. Il s'agit de la fraction ou de la proportion de la descendance finale « réalisée » à cet âge. Exemple : en moyenne, entre 30 et 35 ans, le taux de fécondité est de 1 018 pour 10 000 femmes. Cela signifie qu'il naît un enfant pour 10 femmes à chacun des âges compris entre 30 et 35 ans, ou encore 0,1 enfant par femme. Comme les femmes ont en moyenne environ 2 enfants, chacun des âges compris entre 30 et 35 ans compte pour 5 % de la descendance finale (approximativement 0,1 / 2).

Ici, on a des groupes d'âges de 5 ans. Il faut donc déterminer au préalable le centre de chacune de ces classes d'âges. On a ici des catégories en âge atteint dans l'année. Les données figurent dans des parallélogrammes à base verticale. Exemple : le taux à 15-19 ans atteints dans l'année correspond à la moyenne des taux à 15 ans atteints dans l'année

(l'année 1979), 16 ans atteints dans l'année (l'année 1980), ... 19 ans atteints dans l'année (l'année 1983). Au croisement de l'observation d'une génération et d'une année civile, on définit sur le diagramme de Lexis un parallélogramme à base verticale. Le parallélogramme central de cette classe d'âges est celui correspondant à la fécondité à 17 ans atteints dans l'année et le centre de ce parallélogramme correspond à l'âge exact 17 ans. Le principe est le même pour tous les autres groupes d'âges. Les centres de classe sont donc successivement 22 ans, 27 ans, ... 47 ans.

$$a = \left(5 \times c_{15-19} \times \frac{f_{15-19}}{5 \times \sum f_{x,x+4}} \right) + \left(5 \times c_{20-24} \times \frac{f_{20-24}}{5 \times \sum f_{x,x+4}} \right) + \dots + \left(5 \times c_{45-49} \times \frac{f_{45-49}}{5 \times \sum f_{x,x+4}} \right)$$

$$a = \frac{5 \times \sum (c_{x,x+4} \times f_{x,x+4})}{5 \times \sum f_{x,x+4}} = \frac{\sum (c_{x,x+4} \times f_{x,x+4})}{\sum f_{x,x+4}}$$

$$a = \frac{(17 \times 144) + (22 \times 908) + \dots + (42 \times 128) + (47 \times 9)}{(144 + 908 + \dots + 128 + 9)} = 28,5 \text{ ans}$$

L'âge moyen des femmes de cette génération à la maternité est donc de 28,5 ans.

2) Calculez le taux brut de reproduction puis le taux net de reproduction de cette génération de femmes. Commentez brièvement.

Corrigé

La descendance finale est une mesure du comportement individuel moyen des femmes. Le taux net de reproduction est la traduction sur le plan de la dynamique des populations de ce comportement. Il articule les deux phénomènes naturels participant à la dynamique des populations : la fécondité et la mortalité.

La descendance finale est une mesure qui élude la mortalité. Les taux sont définis à chaque âge à partir des naissances et des femmes en vie. Les femmes d'une génération qui décèdent sont exclues du calcul. De ce fait, la descendance finale correspond au nombre moyen d'enfants qu'une femme d'une génération a en moyenne si elle atteint l'âge de 50 ans. Or, malheureusement, toutes les femmes d'une génération n'atteignent pas cet âge et voient donc leur descendance réduite partiellement ou totalement.

Dans une génération fictive de 100 femmes dans laquelle la descendance finale serait de 2 enfants par femme, si une femme sur deux décède avant d'atteindre l'âge où elle devrait en moyenne avoir ses enfants, seules 50 % des femmes de la génération contribuent au renouvellement des générations. Ces 50 femmes ont au total 100 enfants. Mais si l'on rapporte ces 100 enfants à l'effectif initial de cette génération de femmes (100), le nombre moyen d'enfants par femme n'est plus que de 1.

Pour assurer le renouvellement d'une génération, il faut que chaque femme assure à terme son remplacement : chaque femme doit donc être remplacée par une fille. Comme il y a un peu moins d'une fille pour un garçon à la naissance (100 filles pour 105 garçons en moyenne), il faut donc un peu plus de 2 enfants par femmes en l'absence de toute mortalité (2,05 précisément). Plus le nombre de femmes qui n'atteignent pas l'âge moyen à la maternité est élevé, plus il faudra donc que celles qui l'atteignent aient un nombre élevé d'enfants. Si l'on reprend l'exemple précédent, si une femme sur deux disparaît avant d'avoir

des enfants, il faudra que les autres en aient en moyenne plus de 4, soit 2 filles par femme vivante et donc 1 par femme de la génération compte tenu de la mortalité.

Pour calculer le taux net de reproduction, on commence par déterminer le nombre de filles par femme en l'absence de mortalité. Il s'agit du taux brut de mortalité (TBR) : il correspond au produit de la descendance finale par la proportion de filles à la naissance (100 / 205).

$$TBR = Df \times \frac{100}{205} = 2,05 \times \frac{100}{205} = 1,00$$

La descendance finale des femmes de la génération 1964 est de 2,05 enfants / femme, soit très précisément la valeur correspondant au renouvellement à l'identique (sur le plan quantitatif) de cette génération en l'absence de mortalité (1 fille par mère).

Le taux net de reproduction corrige le taux brut de reproduction en intégrant l'effet de la mortalité. Il s'agit du produit du TBR par la probabilité pour une femme d'être encore en vie à l'âge moyen où elle a ses enfants (notée s_a). Ici l'âge moyen à la maternité est de 28,5 ans. La probabilité pour qu'une femme de la génération 1964 soit encore en vie à cet âge correspond au rapport suivant si l'on fait l'hypothèse d'une répartition uniforme des décès au sein de chaque intervalle d'âges :

$$s_{28,5} = \frac{S_{28,5}}{S_0} = \frac{S_{28} + S_{29}}{2} = \frac{96\ 845 + 96\ 781}{100\ 000} = 0,97$$

On peut donc calculer le taux net de reproduction :

$$TNR = Df \times \frac{100}{205} \times s_{28,5} = TBR \times s_{28,5} = 1,00 \times 0,97 = 0,97$$

Le taux net de reproduction est légèrement inférieur à 1. Le renouvellement de cette génération n'est donc pas assuré si le solde migratoire est nul, ce qui n'est pas le cas en France.

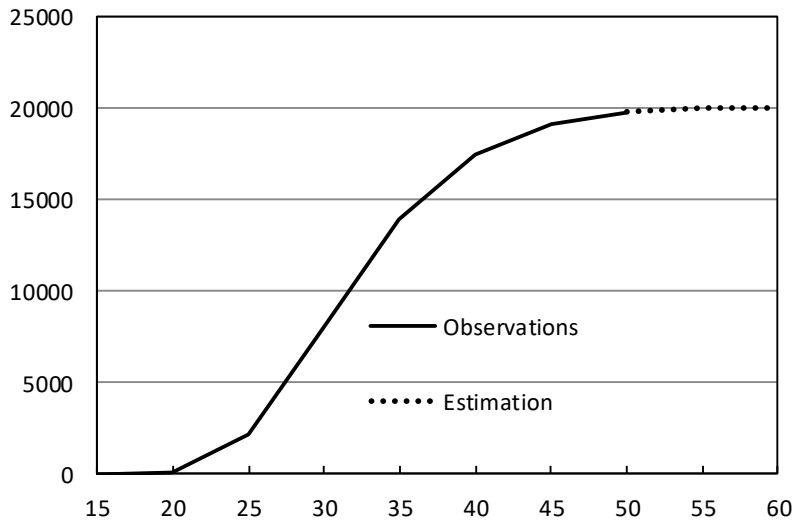
3) Estimez de manière graphique la descendance finale des hommes de cette génération 1964. En déduire les taux de fécondité moyens à 50-54 ans et 55-59 ans, puis l'âge moyen à la paternité.

Corrigé

À partir de la série des descendance atteintes jusqu'à l'âge de 50 ans, il est possible de prolonger graphiquement la représentation de cette série statistique (figure 1) qui correspond au cumul des taux de fécondité par âge des hommes (pour 10 000 hommes). On peut également s'aider de la valeur de la descendance finale des femmes pour déterminer la valeur limite que pourrait prendre la descendance finale des hommes de cette génération. Comme les unions sont monogames en France, la descendance finale des hommes est très proche de celle des femmes (mais pas nécessairement la même puisqu'au sein des couples les conjoints n'ont pas toujours le même âge).

Cette méthode graphique s'appuie sur l'inertie inhérente au cumul de valeurs. Elle permet donc une estimation assez robuste, qui approche bien la valeur réelle prise par la descendance finale de cette génération d'hommes.

Figure 1. Descendance atteinte (pour 10 000 hommes) des hommes de la génération 1964



Lecture : à 50 ans, 10 000 hommes ont eu près de 20 000 enfants, soit près de 2 enfants par homme.

De cette manière, on estime que la descendance atteinte à 55 ans est de 19 982 (soit 2,00 enfants par homme) et que la descendance finale est de 20 050 (soit 2,05 enfants par homme).

On en déduit les taux de fécondité à 50-54 ans et 55-59 ans :

$$\sum_{x=50}^{54} f_x = D_{<55} - D_{<50} = 19\,982 - 19\,782 = 200 \text{ ‰}$$

$$f_{50-54} = \frac{\sum_{x=50}^{54} f_x}{5} = \frac{D_{<55} - D_{<50}}{5} = \frac{200}{5} = 40 \text{ ‰}$$

$$f_{55-59} = \frac{\sum_{x=55}^{59} f_x}{5} = \frac{D_{<60} - D_{<55}}{5} = \frac{20\,050 - 19\,982}{5} = \frac{68}{5} = 14 \text{ ‰}$$

L'âge moyen à la paternité est la moyenne des âges à la paternité des pères pondérés par la part de chacun de ces âges dans la descendance finale. Celle-ci correspond au rapport entre le taux de fécondité d'un âge donné et la descendance finale (cf. question 1). Il faut donc déterminer la série des taux de fécondité pour chaque classe d'âges. On procède de la même façon que pour la détermination des taux de fécondité à 50-54 ans et 55-59 ans :

$$f_{x;x+4} = \frac{D_{<x+5} - D_{<x}}{5}$$

Calcul de l'âge moyen à la paternité (cf. question 1 pour le détail méthodologique) :

$$a = \frac{(17 \times 16) + (22 \times 417) + \dots + (42 \times 331) + (47 \times 128) + (52 \times 40) + (57 \times 14)}{(16 + 417 + \dots + 331 + 128 + 40 + 14)} = 31,9 \text{ ans}$$

L'âge moyen à la paternité des pères est de 31,9 ans, soit 2,5 ans environ de plus que les femmes de cette génération.

Tableau récapitulatif des calculs

Borne des âges pour le cumul des fx	Age exact	Cumul fx Hommes G 1964	Groupe d'âges	Taux de fécondité Hommes G 1964	Centre de classe
avant 15 ans	15	0	15-19	16	17
avant 20 ans	20	80	20-24	417	22
avant 25 ans	25	2 167	25-29	1 178	27
avant 30 ans	30	8 057	30-34	1 170	32
avant 35 ans	35	13 905	35-39	716	37
avant 40 ans	40	17 486	40-44	331	42
avant 45 ans	45	19 143	45-49	128	47
avant 50 ans	50	19 782	50-54	40	52
avant 55 ans	55	19 982	55-59	14	57
avant 60 ans	60	20 050			

Lecture : Pour 10 000 hommes de la génération 1964, on dénombre 80 naissances d'enfants avant l'âge de 20 ans. Le taux de fécondité moyen entre 15 et 20 ans (à 15-19 ans) est donc de 16 pour 10 000, soit 0,0016 naissance par homme.

4) Représentez sur un même graphique les taux de fécondité par groupe d'âges des femmes et des hommes de la génération 1964. Commentez en utilisant également les valeurs modales des taux de fécondité et les âges moyens des mères et des pères à la naissance de leurs enfants. Que peut-on aussi en déduire sur les couples qui ont des enfants ?

Corrigé

On représente les deux séries de taux de fécondité par des courbes. Les points sont placés au centre des intervalles d'âges car ils correspondent à la valeur moyenne prise par les taux de fécondité sur chaque tranche d'âges (figure 2).

La fécondité des femmes est très concentrée (entre 15 et 50 ans), tandis que celle des hommes est un peu plus étalée (de 20 à 60 ans).

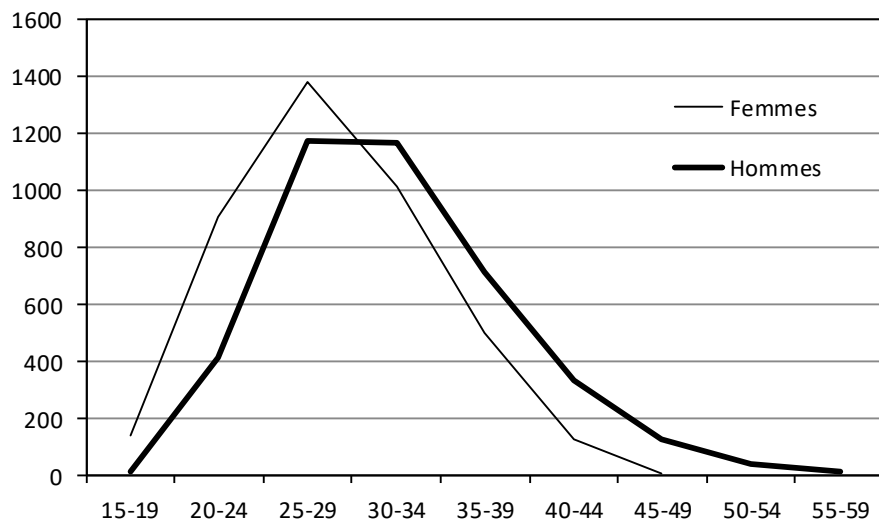
Entre 15 et 30 ans, la fécondité des femmes est plus élevée que celle des hommes ; c'est l'inverse à partir de 35 ans.

Dernière petite différence dans le calendrier de la fécondité des hommes et des femmes : la fécondité maximale des femmes est atteinte entre 25 et 30 ans (0,14 enfant par femme), tandis que la valeur maximale chez les hommes s'étend de 25 à 35 ans (0,12 enfant par homme).

À l'exception de la valeur prise par le mode de chacune de ces séries de taux de fécondité, on peut remarquer que la série des taux de fécondité des hommes est quasiment la translation vers la droite (2 à 3 ans plus tard) de la série des taux de fécondité des femmes. De fait, l'âge moyen à la paternité est de 2,5 ans plus élevé que l'âge moyen à la maternité. On peut donc en déduire qu'en général, les enfants naissent de parents dont l'âge diffère de

2,5 ans environ, ce qui correspond à la différence moyenne d'âges entre conjoints en France métropolitaine.

Figure 2. Taux de fécondité par âge des hommes et femmes de la génération 1964 (pour 10 000). France métropolitaine.



Annexes : Données de l'exercice

Tableau 1. Taux de fécondité moyen (pour 10 000) des femmes de la génération 1964 selon le groupe d'âges (âge atteint dans l'année). France métropolitaine

Groupe d'âges	f_x
15-19	144
20-24	908
25-29	1 383
30-34	1 018
35-39	500
40-44	128
45-49	9

Source : Insee

Tableau 2 : Extrait de la table de mortalité des femmes de la génération 1964 (Série des survivantes aux âges exacts). France métropolitaine

Age	S_x
0	100 000
20	97 246
25	97 000
26	96 951
27	96 897
28	96 845
29	96 781
30	96 727

Source : Ined, J. Vallin et F. Meslé

Tableau 3 : Descendance atteinte selon l'âge des hommes de la génération 1964 (cumul des taux de fécondité par âge atteint dans l'année pour 10 000 hommes). France métropolitaine

Âge	Cumul f_x
avant 15 ans	0
avant 20 ans	80
avant 25 ans	2 167
avant 30 ans	8 057
avant 35 ans	13 905
avant 40 ans	17 486
avant 45 ans	19 143
avant 50 ans	19 782
avant 55 ans	
avant 60 ans	

Source : Insee. Calculs JFL