

POPULATION & SOCIÉTÉS

L'espèce humaine a-t-elle un problème de fertilité ?

Henri Leridon *

La fertilité des couples pourrait avoir légèrement diminué depuis quelques décennies dans plusieurs pays industriels, et certains se demandent si cela ne risque pas d'entraîner un déclin de la population. Cette crainte est en grande partie infondée comme nous l'explique Henri Leridon qui fait ici le point sur la fertilité de l'espèce humaine.

Pour les démographes, la *fertilité* désigne la capacité à engendrer des enfants vivants (le terme *fécondité*, de son côté, fait référence au décompte des naissances effectives) (encadré 1). C'est donc, au départ, une caractéristique de l'espèce humaine, susceptible de varier entre les individus, voire d'une population à l'autre, ou d'évoluer (lentement) dans le temps. Côté féminin, la fertilité est bornée par deux limites physiologiques : la puberté et la ménopause. Cette dernière est en fait, comme on le verra, un indicateur retardé de la fin de la période reproductive : la *stérilité*, c'est-à-dire l'incapacité définitive à procréer, arrive en moyenne plusieurs années avant la ménopause. Côté masculin, la première borne (la puberté) existe mais pas la seconde : il y a bien vieillissement progressif de l'appareil reproducteur avec l'avancée en âge, mais aucun événement biologique équivalent à la ménopause ne met un terme aux capacités reproductives.

◆ Une forte mortalité fœtale

La mortalité fœtale est élevée dans l'espèce humaine : les fausses-couches spontanées repérables par les femmes concernées (et leurs médecins) représentent environ 12 % à 15 % des grossesses décelées. Une proportion plus grande encore des « produits de conception » ne se développe pas normalement et est évacuée dans les toutes premières semaines, sans que la femme en ait eu connaissance ; la proportion totale de décès *in utero* pourrait

atteindre 50 %. La majorité de ces échecs sont dus à des malformations génétiques graves, incompatibles avec un développement normal. La reproduction humaine apparaît donc comme un processus à taux d'erreur élevé, mais qui corrige la plus grande partie de ces erreurs par l'élimination des produits de conception.

◆ Les principaux paramètres de la reproduction

La période reproductive commence avec la puberté. Son âge médian s'est abaissé au cours du dernier siècle dans les pays développés, pour se situer vers douze ans et demi côté filles (premières règles) et quinze ans côté garçons (mue de la voix ou pic de croissance) [1]. Cette évolution est de peu d'importance dans ces pays, où l'on ne commence à chercher à avoir des enfants que bien plus tard. L'âge médian de la ménopause se situe vers 50 ans dans les populations occidentales, et ne semble pas avoir évolué sensiblement. Mais les travaux effectués sur des populations ne pratiquant pas la régulation des naissances ont montré que l'âge moyen à la dernière maternité était bien plus bas, vers 40 ans environ, et que la *stérilité définitive* arrivait à un âge intermédiaire : cet âge n'est pas facile à définir, la fertilité baissant progressivement en raison du vieillissement des ovocytes et de la diminution de leur nombre ; nous y reviendrons.

Dans leur période fertile, et même si elles ont effectivement des rapports sexuels non protégés, les femmes ne sont pas exposées à un risque de conception de 100 %

* Institut national d'études démographiques

au cours de chaque cycle ovulatoire. Un couple à la fertilité « normale » et ayant un comportement sexuel « ordinaire » mettra en général plusieurs mois avant d'obtenir la grossesse souhaitée (il pourra raccourcir ce délai en concentrant les rapports sur les jours les plus fertiles du cycle). En cas de conception, il existe un risque – on l'a vu – que la grossesse n'aboutisse pas à une naissance vivante. Enfin, la période reproductive peut prendre fin à tout moment par l'arrivée de la stérilité définitive (voir plus loin).

◆ Des inégalités de fertilité d'un couple à l'autre

Les estimations, basées sur l'étude des délais nécessaires pour obtenir une grossesse, indiquent que la probabilité de concevoir au cours d'un cycle, appelée aussi *fécondabilité*, est en moyenne de l'ordre de 20 % à 25 % (vers 20-30 ans) dans une population à fertilité normale, et qu'elle varie d'un couple à l'autre, et aussi selon l'âge. Si un couple rencontre des difficultés pour obtenir une grossesse au moment où il la souhaite, cela peut d'abord provenir de ce que sa fécondabilité est faible, que ceci soit imputable à la femme, à l'homme ou aux deux, sans que le couple soit totalement stérile. La conséquence est un allongement du délai nécessaire pour concevoir.

Les observations faites sur de nombreuses populations ont conduit à proposer une forme générale pour la répartition de la fécondabilité entre les couples (voir distribution A, figure 1). Imaginons que nous suivions 100 femmes en couple à partir du moment où elles décident d'avoir un enfant. Leur fécondabilité, qui est en moyenne de 20 % à 25 % comme déjà mentionné, se répartit selon la courbe A. Au bout de 12 mois, 90 d'entre elles ont obtenu une grossesse et les 10 restantes, qui n'en ont pas eu, cherchent toujours à concevoir. Dans ce sous-groupe, la proportion de couples avec une faible fécondabilité est plus importante que dans l'ensemble du groupe de départ, la fécondabilité moyenne est plus faible (12 %), et la répartition suit maintenant la courbe B de la figure 1. Malgré tout, une majorité de ces femmes, plus des deux tiers, obtiennent une grossesse dans les 12 mois suivants, ce qui porte à 97 le nombre total de femmes ayant réussi à concevoir au bout de 24 mois, et à 3, celles n'ayant toujours pas eu de grossesse.

On constate ainsi une augmentation sensible de la proportion des couples à faible fécondabilité au fil du temps, en l'absence de conception. Initialement, on comptait 10 % de couples avec une fécondabilité inférieure à 0,10 ; après 12 mois d'attente, la proportion passe à 45 % et après 24 mois elle atteindrait 72 %. Cette baisse de la fertilité des couples encore inféconds ne signifie pas que leurs chances de concevoir dans un délai « raisonnable » soient réduites à néant : si, comme nous l'avons vu, 90 % des couples initiaux obtiennent une conception dans les 12 premiers mois, 71 % des couples inféconds à un an y parviendront dans les 12 mois suivants, et 57 % des couples inféconds à deux ans (figure 2)⁽¹⁾.

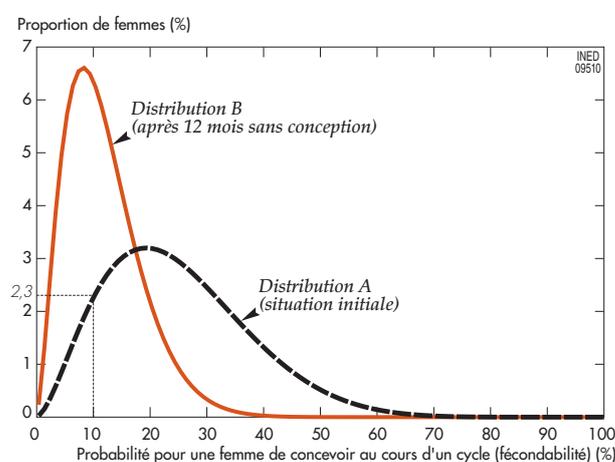
⁽¹⁾ Ces chiffres sont en partie dérivés de ceux de Daniel Schwartz [2], récemment décédé (en 2009), qui s'était beaucoup intéressé aux questions de fertilité et d'infertilité.

Encadré 1

Définitions

- La *fécondité* mesure le nombre d'enfants nés vivants (et l'infécondité l'absence d'enfants), soit au cours d'un intervalle d'âge déterminé (par exemple dans le calcul d'un taux de fécondité par âge), soit pour l'ensemble des âges (par exemple dans l'*indice synthétique de fécondité*, somme des taux par âge observés une année donnée, ou dans la *descendance finale* d'une génération).
- La *fertilité* mesure l'aptitude à procréer, indépendamment des souhaits des individus. Les personnes ou couples à fertilité réduite sont dits « hypofertiles ».
- La *stérilité*, ou *infertilité*, est l'incapacité de concevoir ou de procréer, qui peut être temporaire (par exemple pendant la grossesse et une partie de la durée d'allaitement) ou définitive.
- La *fécondabilité* est la probabilité de concevoir au cours d'un mois d'exposition au risque (sans protection contraceptive).

Figure 1 – Distribution de la fécondabilité



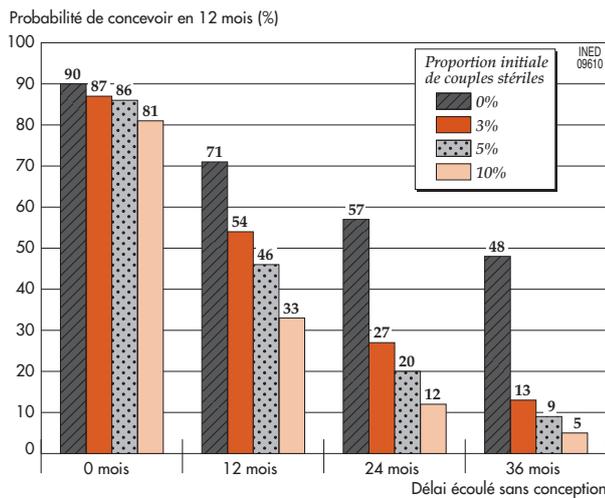
Lecture : 100 classes de probabilité de concevoir sont distinguées, de 0 %, 1 %, 2 %, etc. jusqu'à 100 % (axe horizontal). L'axe vertical indique la proportion de femmes dans chaque classe. Par exemple, parmi les femmes décidant d'avoir un enfant, 2,3 % ont une probabilité de concevoir au cours du cycle suivant de 10 %, 2,5 %, une probabilité de 11 %, etc. (distribution A). La répartition utilisée ici est de type loi « Bêta », de moyenne 0,25 et de paramètres $a = 2,75$ et $b = 8,25$. Après n mois d'attente sans conception, la répartition des couples encore inféconds suit une nouvelle loi Bêta de paramètres a et $b + n$; la figure donne comme exemple la distribution après 12 mois d'attente (B).

(H. Leridon, *Population & Sociétés*, n° 471, Ined, octobre 2010)

On peut notamment en conclure qu'une « infécondité après 12 mois » n'est pas synonyme de stérilité, comme on le laisse croire parfois.

Il est vrai, cependant, que toute population comporte aussi une certaine proportion de couples qui n'ont aucune chance d'obtenir une naissance en l'absence de traitement médical. Cette *stérilité définitive* peut exister dès le début de la période reproductive, ou arriver plus tard : la proportion de couples stériles augmente avec l'âge, jusqu'à atteindre 100 %. Intéressons-nous d'abord aux *stérilités totales*, c'est-à-dire celles qui existent dès la mise en couple ou le début de la recherche d'une première grossesse. Dans les populations anciennes à fécondité « naturelle », c'est-à-dire non soumises à un contrôle volontaire de la part des couples, comme dans les popu-

Figure 2 - Chances de concevoir dans les 12 prochains mois selon le délai déjà écoulé sans conception et la proportion initiale de couples stériles



Complément au graphique: en l'absence de couples stériles, pour 100 couples cherchant à concevoir, 10 n'y seront pas parvenus en 12 mois, 3 en 24 mois et 1 en 36 mois. Avec 10% de couples stériles dans le groupe initial, ces nombres passent respectivement à 19, 13 et 11.

Source: d'après Schwartz [2] et calculs de l'auteur.

(H. Leridon, *Population & Sociétés*, n° 471, Ined, octobre 2010)

lations de pays du tiers-monde observées juste avant le début de leur transition démographique, la proportion de femmes mariées restant sans enfant à 45-49 ans était partout inférieure à 10%, le plus souvent inférieure ou égale à 5% (surtout si l'on ne retient que les femmes mariées avant 25 ans). On peut considérer ces proportions comme des estimations maximales du taux de stérilité vers 25 ans, dans les conditions sanitaires de l'époque.

L'effet sélectif induit par la distribution des fécondabilités va donc se trouver accentué par l'existence de couples totalement infertiles. Dans la figure 2, nous avons ajouté à la population initiale une proportion égale à 3%, 5% ou 10% de couples totalement stériles. Après 12 mois, les chances de concevoir encore spontanément au cours des 12 mois suivants restent importantes avec 3% ou 5% de couples stériles (proches de 50%), mais sont plus faibles (un tiers) avec 10% de stériles. Après 24 mois, la probabilité tombe à un quart environ dans les deux premières hypothèses, et moitié moins avec 10% de stériles. Dans une population réelle, en particulier celle de couples consultant pour infertilité, la proportion de stériles n'est pas connue exactement. Des méthodes indirectes permettent d'estimer entre 3% et 5% la proportion de stériles vers 25 ans et 10% vers 30 ans, et la figure 2 donne donc une bonne idée des « pronostics » possibles pour la fécondité ultérieure du groupe.

◆ La progression de la stérilité avec l'âge

Encore faut-il apporter une précision importante quant aux raisons de la progression de la stérilité avec l'âge. Nous avons pu montrer, en effet, que la cause majeure de cette augmentation est la forte progression du taux de mortalité intra-utérine (ou fœtale) [3]. Le tableau compare la proportion de couples *définitivement stériles* selon

deux définitions: la probabilité de ne plus concevoir et celle de ne plus obtenir une naissance vivante souhaitée.

À 35 ans, par exemple, 17% des femmes ne parviennent plus à avoir un enfant, mais seulement 5% ne pourront même pas démarrer une grossesse; à 40 ans, les proportions sont respectivement 33% et 17%. Au passage, cela incite à ne pas se contenter de taux de succès en aide médicale à la procréation exprimés – comme c'est souvent le cas – en « fécondations réussies » ou « grossesses cliniques », l'espérance du couple n'étant pas une grossesse mais un enfant. On voit aussi que, quelle que soit la définition retenue, l'âge médian de la stérilité se situe bien avant celui de la ménopause, environ cinq ans avant.

Quant à la progression de la mortalité intra-utérine avec l'âge, toutes les études disponibles la confirment. Nous avons proposé une moyenne établie sur une douzaine de populations: le taux varie de 12-15% avant 30 ans, à 20% à 30-34 ans, 25% à 35-39 ans, près de 30% à 40-44 ans et près de 40% à 45-49 ans [3]. Il s'agit là de la mortalité observable par les femmes, c'est-à-dire de grossesses donnant lieu à des manifestations physiologiques (telles que la suspension des règles) repérables par les intéressées. On a vu que la proportion d'échecs est beaucoup plus élevée dans les premières semaines de la grossesse, mais ces brèves grossesses passant alors inaperçues, leur effet est inclus dans la notion de fécondabilité utilisée plus haut.

Tableau - Progression de la stérilité définitive avec l'âge chez les femmes

Âge exact	Probabilité de ne plus obtenir	
	une naissance vivante (en %)	une conception (en %)
25 ans	5	1
30 ans	10	2
35 ans	17	5
40 ans	33	17
45 ans	62	55

Note: estimations à partir de modèles.
Source: [3]
(H. Leridon, *Population & Sociétés*, n° 471, Ined, octobre 2010)

◆ Les indices d'une baisse de la fertilité

Depuis quelques années, on évoque la possibilité d'une baisse de la fertilité dans certaines populations occidentales. Nous n'entrerons pas ici dans le détail des manifestations supposées de cette baisse, ni dans celui de leurs causes possibles (on pointe d'éventuels facteurs environnementaux, notamment des perturbateurs endocriniens [4]), et nous nous intéresserons aux données les plus avérées: celles montrant une baisse de la qualité du sperme chez certains donneurs (en vue d'insémination artificielle (IAD)). Cette baisse n'a pas été observée partout, mais une tendance nette a été constatée par exemple chez les donneurs parisiens entre 1975 et 1995 [5]. Les conséquences en termes de fertilité ne sont pas évidentes: il est probable, par exemple, qu'une baisse de la numération n'affecte guère la fertilité tant que le nombre de spermatozoïdes reste supérieur à un certain seuil.

Encadré 2

Modèle

Le modèle utilisé ici est une simulation dite de « Monte Carlo », dans laquelle on construit des biographies individuelles sur la base des probabilités mensuelles d'arrivée des divers événements envisagés, qui dépendent soit de données biologiques (risques de conception, de fausse-couche, etc.) soit de données comportementales (âge au mariage ou en début d'exposition, nombre d'enfants désiré, etc.). On simule ainsi la vie de plusieurs milliers de femmes, de 15 à 50 ans, et on agrège les résultats. C'est un peu comme si l'on avait recueilli un échantillon de biographies reproductives dans la population. On trouvera des détails en [7] et [8].

La baisse de 21 % dans la concentration spermatique des donneurs français, observée sur une quinzaine d'années, pourrait entraîner une réduction de 7 % de leur fécondabilité [6]. En extrapolant la baisse de concentration à 47 %, sur plus de 40 ans, la fécondabilité pourrait être réduite de 15 % : il s'agit donc là d'une hypothèse extrême, reposant sur une extrapolation de données observées seulement dans certaines études et sur une sous-population particulière (les donneurs de sperme). Mais quel pourrait être l'impact d'une telle baisse en termes de fécondité, c'est-à-dire sur la descendance des couples ?

◆ L'impact démographique éventuel

La réponse à cette question n'est pas simple, compte tenu du caractère probabiliste de la fécondabilité et de sa variation d'un couple à l'autre. Nous l'avons étudiée à l'aide d'un modèle de simulation de la reproduction humaine, qui intègre un grand nombre de facteurs : les variables biologiques déjà décrites, mais aussi des données de comportement comme le nombre d'enfants désirés, l'espacement souhaité, l'âge auquel on souhaite avoir ses enfants... (encadré 2). Pour prendre en compte les deux hypothèses de baisse de la fécondabilité moyenne retenues (7 % et 15 %), plusieurs méthodes sont possibles : on peut, par exemple, admettre une réduction proportionnelle de toutes les valeurs de la fécondabilité (hypothèse « homogène »), ou concentrer la baisse sur les plus faibles fécondabilités, pour tenir compte de l'éventuel effet de seuil évoqué ci-dessus (hypothèse « hétérogène ») [7].

Partant d'une descendance finale égale à 2,00 enfants, on constate que la diminution serait très faible : seulement 0,02 (1 %) dans le cas d'une baisse de la qualité du sperme égale à 7 %. Une diminution de 15 % (par extrapolation sur longue période de la tendance parisienne) aurait un impact plus significatif, pouvant atteindre 4 % (0,08 enfant) dans la modélisation hétérogène.

Le modèle permet aussi d'envisager une éventuelle compensation par des méthodes d'aide médicale à la procréation (AMP), telles que l'ICSI⁽²⁾. La récupération serait quasi totale si tous les couples concernés recourraient à l'AMP (hypothèse sans doute peu réaliste), mais également si la moitié seulement des couples y avaient

⁽²⁾ Injection intra-cytoplasmique de spermatozoïde (*Intracytoplasmic sperm injection* en anglais)

recours dans le cas d'une baisse de la fécondabilité limitée à 7 %. On voit donc que, quand seule une baisse de la fécondabilité est en cause (nous ne supposons pas ici de hausse de la stérilité définitive), l'AMP peut être efficace sur le plan démographique : quand seul le délai nécessaire pour concevoir se trouve augmenté, dans un contexte où les couples ne veulent pas beaucoup d'enfants (guère plus de deux en moyenne), les couples disposent normalement du temps nécessaire pour atteindre leur objectif reproductif.

Il en irait autrement si la proportion de couples totalement stériles augmentait. C'est le cas lorsque les couples reportent le moment d'avoir leurs enfants : à un âge plus élevé correspond une fréquence de la stérilité en hausse, qui peut avoir des effets sur la fécondité finale [7] et [8]. Et dans ce cas l'AMP est d'un moindre secours, l'efficacité de ces méthodes diminuant avec l'âge. ■

RÉFÉRENCES

- [1] De La ROCHEBROCHARD E. - 1999, Les âges à la puberté des filles et des garçons en France, *Population* 54(6), p. 933-962.
- [2] SCHWARTZ D. - 1981, Importance de la durée d'infécondité dans l'appréciation de la fertilité d'un couple, *Population*, 36(2), p. 237-250.
- [3] LERIDON H. - 2008, A new estimate of permanent sterility by age: Sterility defined as the inability to conceive, *Population Studies* 62(1), p. 15-24.
- [4] JÉGOU B., JOUANNET P., SPIRA A. - 2009, *La fertilité est-elle en danger ?* La Découverte-Inserm, 231 p.
- [5] AUGER J., KUNSTMANN J.M., CZYGLIK F., JOUANNET P. - 1995, Decline in semen quality among fertile men in Paris during the past 20 years, *N Engl J Med* 332, p. 281-285.
- [6] SLAMA R., KOLD-JENSEN T., SCHEIKE T., DUCOT B., SPIRA A., KEIDING N. - 2004, How would a decline in sperm concentration over time influence the probability of pregnancy? *Epidemiology* 15, p. 458-465.
- [7] LERIDON H., SLAMA R. - 2008, The impact of a decline in fecundity and of pregnancy postponement on final number of children and demand for ART, *Human Reproduction*, 23(6), p. 1312-1319.
- [8] LERIDON H. - 2004, Can ART compensate for the natural decline in fertility with age? A model assessment, *Human Reproduction* 19(7), p. 1548-1553.

RÉSUMÉ

La probabilité qu'une femme ayant des rapports sexuels non protégés conçoive au cours d'un cycle, appelée aussi fécondabilité, n'est en moyenne que de 20 % à 25 %. Un couple à la fertilité « normale » n'obtient une grossesse en général qu'après plusieurs mois. Ce long délai tient pour partie à une mortalité fœtale élevée, plus de la moitié des produits de conception n'aboutissant pas à une naissance vivante. La fécondabilité varie d'un couple à l'autre. Sur 100 couples décidant d'avoir un enfant, 90 obtiennent une grossesse dans les 12 mois qui suivent, mais les 10 restants, qui n'en ont pas eu, et ont une fécondabilité en moyenne plus faible, y parviennent cependant dans leur majorité dans les 12 mois suivants. Une infécondité après 12 mois n'est donc pas synonyme de stérilité comme on le laisse croire parfois. Il est possible que la fertilité ait diminué dans certaines populations occidentales en raison notamment de la baisse de la qualité du sperme. Mais elle ne devrait pas entraîner de baisse de la fécondité, le nombre effectif d'enfants d'un couple, tout au plus un léger allongement du délai nécessaire pour les concevoir.