

Évolution et sélection de la gémellité

Jean-Marie Legay*, Annie Heizmann

Laboratoire de biométrie et biologie évolutive, UMR 5558, université Claude-Bernard, Lyon-1, 43, bd du 11-Novembre-1918, 69622 Villeurbanne cedex, France

Reçu le 4 octobre 2001 ; accepté le 15 mai 2002

Présenté par Claude Combes

Abstract – Evolution and selection of the ‘gemellity’. The examination of the official records from Artas, Isère (North Dauphiné, France), provides nearly continuous information from 1540 to 1900. These allowed us to study the twinning during this period, to specify its importance, its evolution, and its links with diverse other characteristics of reproduction. The number of twins per 1000 births is on a general average very close to 11. It seems to decrease during the last four centuries. However, the variability is very high from one year to another or one decade to another, including the composition of twins (identical or different sex), with the result that no statistical argument allows us to reject the null hypothesis. Numerous data have been collected that support a partially genetic determinism in twinning. The number of children in families with twins is clearly higher than in other families. Age of death of the mother of twins is higher than that of the mother of single births. With the result that ‘gemellity’, fecundity and longevity are related. On the other hand, the perinatal and infant death rate is much higher for twins than for single births, so that the percentage of ‘useful’ children is very low for twins. There is therefore, at the same time, selection and counter-selection. The momentary importance of either could explain the extent of variation of the ‘gemellity’ rate. The compensations, at short or long time, between the two processes could explain the roughly constant rate of ‘gemellity’ during the last four centuries. *To cite this article: J.-M. Legay, A. Heizmann, C. R. Biologies 325 (2002) 787–792.* © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

‘gemellity’ rate / evolution / selection

Résumé – L’examen des archives d’état civil d’Artas, commune d’Isère (Nord-Dauphiné), offre des informations pratiquement continues de 1540 à 1900. Celles-ci nous ont permis d’étudier la gémellité durant cette période, de préciser son importance, son évolution, ses liens avec diverses autres caractéristiques de la reproduction. La fréquence des accouchements gémellaires, qui est actuellement, en moyenne générale, très proche de 11 ‰, semble avoir diminué au cours des quatre derniers siècles, passibles de contrôles. Mais la variabilité s’avère très grande d’une année sur l’autre et le reste d’une décennie sur l’autre, si bien qu’aucun argument statistique n’est disponible pour rejeter l’hypothèse nulle, c’est-à-dire celle selon laquelle le taux de gémellité peut être considéré comme constant pour la population et la période étudiées. De nombreux arguments ont été rassemblés pour affirmer un déterminisme partiellement génétique de la gémellité. Par ailleurs, le nombre d’enfants dans les familles avec jumeaux est nettement plus élevé que dans les autres familles. Enfin, l’âge au décès des mères de jumeaux est plus élevé que celui des mères de singletons. Si bien que, d’une façon globale, on peut dire que gémellité, fécondité et longévité sont liées. En revanche, la mortalité périnatale et infantile est beaucoup plus forte pour les jumeaux que pour les naissances simples, si bien que le pourcentage d’enfants « utiles » est très bas pour les jumeaux. Il y a donc à la fois sélection et contre-sélection. Ce qui expliquerait, selon l’importance momentanée de l’un ou l’autre processus, l’ampleur des variations du taux de gémellité ; mais les compensations à plus ou moins long terme seraient également responsables

*Correspondance et tirés à part.

Adresse e-mail : misou@biomserv.univ-lyon1.fr (J.M. Legay).

du taux de gémellité grossièrement constant observé au cours des quatre derniers siècles. *Pour citer cet article : J.-M. Legay, A. Heizmann, C. R. Biologies 325 (2002) 787–792.* © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

taux de gémellité / évolution / sélection

Abridged version

The official records from the Artas district (Isère, North Dauphiné) have been particularly well preserved and allow a follow-up of the data from 1540 to 1900. During this period, we have been able to study twinning, its importance, variation and evolution, as well as various characteristics that accompany reproduction.

The number of twins per 1000 births is on a general average 11. But it varies considerably from year to year and also from decade to decade. That is why there is no statistical argument for rejecting the null hypothesis, that is to say, the stability of the ‘gemellity’ rate, or the linear regression of this ‘gemellity’, or also the difference between before and after 1700.

The average age of mothers of twins at birth has been 34.16 in the period 1540–1900, whereas it is only 30.92 for mothers who bore single children. Mothers of twins died at an average age of 60.4 years, whereas mothers of single children died at 57.9.

Numerous data have been collected that support the hypothesis of genetic determinism of twinning. For example, it is noteworthy that six families gave birth twice to twins and that one of these had triplets in addition to the pairs of twins. The number of children in families with twins is significantly higher than in families without twins, which suggests a link between twinning and fecundity, and also an overall advantage of twinning.

On the other hand, the combined perinatal (within one day) death rate and infant (within a year) death rate is much higher for twins (60.5%) than for single-born children (25.3%). The mortality of twins, rather than the death rate of mothers at delivery, is decisive in counter-selecting twinning.

There is therefore, at the same time, selection, and counter-selection of ‘gemellity’. The momentary importance of these processes could explain the extent of variation of the ‘gemellity’ rate. The compensations, at short or long time between these two processes, could explain the roughly constant rate of ‘gemellity’ during the last four centuries.

1. Introduction

Les naissances multiples dans l'espèce humaine ont depuis longtemps attiré l'attention et donné lieu à des interprétations plus ou moins fantaisistes. La fréquence de ces événements est très faible, sauf pour les jumeaux, pour lesquels le nombre d'accouchements doubles pour 1000 accouchements (taux de gémellité) est de l'ordre de 11 dans le monde actuellement [1], alors que, pour le reste des accouchements multiples, il est de l'ordre de 1 sur 10 000. Les effectifs sont donc suffisants (2,8 millions de jumeaux nés dans le monde en 1999) pour permettre des études biologiques, démographiques et statistiques [2], bien que le faible pourcentage entraîne parfois localement des difficultés.

Le classement des jumeaux en mono- et dizygotes ne se superpose pas au classement « de même sexe » et « de sexes différents », car si les jumeaux de sexes différents sont nécessairement dizygotes, les jumeaux de même sexe ne sont pas obligatoirement monozygotes, car deux enfants issus de zygotes différents peuvent

être de même sexe. Il n'y a en tout état de cause que deux façons d'affirmer que l'on a affaire à de vrais jumeaux : soit l'examen du placenta par l'obstétricien, soit l'étude de l'ADN des jumeaux.

Mais, dans les deux cas, il n'y a pas d'application possible dans une étude historique des anciens registres d'état civil. Nous nous limiterons momentanément dans cet article à la classification classique (même sexe ou sexes différents), prise comme descripteur de la population.

Une importante orientation de recherche consiste à étudier les variations de la gémellité dans le temps et dans l'espace, c'est-à-dire à en étudier la stabilité. Depuis la mise au point de Bulmer [2], Pison [3, 4] s'est particulièrement attaché à explorer les variations selon les pays et a découvert l'importance des naissances multiples en Afrique de l'Ouest, dans le Sud du Sahara, avec de véritables records (40 à 45%) chez les Yoruba, principal groupe ethnique du Sud-Ouest du Nigeria. De toute façon, il y a de grandes variations géographiques. Dans un espace beaucoup plus restreint, Gutierrez et

Tableau 1. Évolution du nombre de jumeaux nés à Artas, de 1540 à 1900.

Période	Nombre de naissances de jumeaux	Nombre de naissances simples	Taux de gémellité
1540–1550	3	228	13,16
1550–1600	8	741	10,80
1600–1650	7	525	13,33
1650–1700	15	942	15,92
1700–1750	15	1605	9,35
1750–1800	21	1875	11,20
1800–1850	21	2307	9,10
1850–1900	17	1537	11,06
Totaux	107	9760	10,96

Résumé du traitement statistique. Le test χ^2 de l'hypothèse nulle « le taux de gémellité est constant » donne une statistique égale à 3,56 (ddl = 7, $p = 0,83$) non significative. Le test d'une régression logistique de l'hypothèse nulle « la pente est nulle », donne une χ^2 de 0,41 (ddl = 1, $p = 0,41$) non significatif. En dernier ressort, le test χ^2 avant et après 1700, qui compare (33,74) avec (2436,7324) donne $\chi^2 = 1,65$, ddl = 1, $p = 0,20$, totalement non significatif.

Houdaille [5], utilisant la grande enquête sur la population de la France de 1670 à 1829, ont noté, dans les 39 villages de référence qu'ils ont choisis dans l'ensemble de la France rurale, des variations allant de 4,7 à 21,2, ce qui est considérable pour des valeurs établies sur 129 ans (1700–1829).

On est beaucoup plus mal renseigné sur les variations temporelles de la gémellité, les renseignements portant souvent sur les dernières décennies seulement. L'enquête que nous venons d'évoquer conduit Gutierrez et Houdaille à conclure, d'une part, à une relative stabilité et, d'autre part, à une baisse de la gémellité au cours du XVIII^e siècle.

Dans cet article, notre contribution porte sur l'aspect temporel. En nous servant des données d'état civil d'une commune rurale (Artas, Isère), qui sont exceptionnellement favorables, nous avons essayé de répondre à la question de la stabilité du taux de gémellité et à quelques questions annexes, susceptibles de faire évoluer ce caractère.

À un moment où les clones et le clonage donnent lieu à de nombreuses recherches, le cas des jumeaux, qui constituent le plus simple des clones naturels, mérite une attention toute particulière.

2. Matériel et méthode

Nous avons dépouillé les archives d'état civil de la commune d'Artas, petit village d'environ 1400 habitants du Nord-Dauphiné et dont la stabilité socioéconomique et politique, malgré quelques crises, a permis un suivi portant sur plus de trois siècles (1540 à 1900). Les données accessibles qui concernent les naissances, les décès, les mariages, et celles qui proviennent de l'étude exhaustive du cimetière et renseignent en principe sur les deux derniers siècles, ont autorisé de nombreux recoupements (ces archives ont été protégées

de façon continue par les responsables communaux et les données de base sont en cours d'informatisation). Ces recoupements sont d'autant plus nécessaires que de nombreux problèmes se posent et que de nombreux biais s'avèrent possibles. Plusieurs années de travail ont été nécessaires à l'étude de nos documents et fichiers. Toutes les données que nous avons utilisées ont été retranscrites et informatisées.

Selon les questions posées, les manques ne sont pas les mêmes, si bien que les résultats présentés porteront sur des périodes légèrement différentes, ce qui sera indiqué dans les légendes des tableaux ou dans le texte.

L'idée principale a été, en travaillant sur une commune, de nous intéresser à une population mieux définie sur le plan spatial et dont la liste limitée de patronymes nous permettait des contrôles utiles. Nous nous sommes donc servis des techniques de la biologie et de la génétique des populations, plutôt que de celles de la démographie.

Les observations enregistrées ont été très détaillées et se sont référées à des périodes précises (années, mois, jours), mais nous ne rapporterons ici que des résultats résumés à l'année ou à la décennie (nous tenons à la disposition des chercheurs, sous certaines conditions, les données détaillées que nous avons rassemblées).

3. Résultats

Le premier et principal résultat concerne l'évolution du nombre total de jumeaux par périodes de 50 ans. Le [Tableau 1](#) nous en donne la description.

On note des variations importantes, malgré des totalisations par demi-siècle. La rareté du phénomène étudié (de l'ordre de 1 %) en est évidemment une cause, mais sa sensibilité à de nombreux facteurs, encore mal étudiés, serait à prendre en considération. Le résultat concret ([Tableau 1](#)) est qu'aucun argument

Tableau 2. Composition des naissances gémellaires.

Période	Jumeaux de sexe masculin	Jumeaux de sexe féminin	Jumeaux de sexes différents	Total
1540–1600	4	1	6	11
1600–1650	2	0	5	7
1650–1700	7	5	2	14*
1700–1750	5	3	7	15
1750–1800	7	3	10	20*
1800–1850	6	7	8	21
1850–1900	7	3	7	17
Totaux	38	22	45	105

* Couple de sexe non déterminé (par rapport au [Tableau 1](#)).

Résumé du traitement statistique. Le χ^2 de cette table de contingence vaut 11,74 ($p = 0,47$) et, avec un test de Monte Carlo (10 000 simulations), a une probabilité critique de 0,48. Aucun écart à une distribution aléatoire n'est détectable.

statistique ne permet de rejeter l'hypothèse nulle, c'est-à-dire celle selon laquelle le taux de gémellité peut être considéré comme constant dans la période étudiée. Le test χ^2 contre une évolution linéaire n'est pas significatif, pas plus que le même test contre un écart entre les périodes précédant et suivant l'année 1700.

La composition des couples de jumeaux ([Tableau 2](#)) est en même temps un autre témoignage de la variabilité évoquée. Nous confirmons aussi l'influence de l'âge des mères annoncée par Gutierrez et Houdaille, mais par des moyens très différents : l'âge moyen de la mère à la naissance des jumeaux est de 34,16 ans, avec un intervalle de confiance de 32,57 ↔ 37,75, alors que l'âge moyen des mères à la naissance de leurs enfants, non jumeaux, – les mêmes années que celles des naissances de jumeaux, pour éliminer un éventuel facteur de variation – est de 30,92 ans, avec un intervalle de confiance de 30,53 ↔ 31,31. L'étendue des âges des mères de jumeaux va de 22 à 46 ans, alors que celle des âges des mères des naissances des singletons va de 14 à 56 ans.

À ce sujet, nous avons effectué de nombreuses vérifications, et nous trouvons qu'il y a bien dans la population étudiée trois accouchements de jumeaux chez des mères ayant dépassé 45 ans et 18 accouchements de naissances simples chez des mères ayant dépassé cet âge.

Enfin de 1682 à 1859, sur 1750 femmes étudiées, 108 sont décédées dans les dix mois qui ont suivi la naissance : parmi celles-ci, trois femmes sur 72 étaient mères de jumeaux (4,2%) et 105 sur 1678 étaient mères de singletons (6,3%), résultat qui indique que ce n'est pas le facteur « mortalité des mères » qui a pu jouer un rôle dans la sélection contre la gémellité. En outre, l'âge moyen du décès des mères de jumeaux est de 60,40 ans et celui des mères de non jumeaux est de 57,84 ans. Ainsi donc, l'aptitude à avoir des jumeaux, la fécondité et la longévité semblent être corrélées.

4. Discussion. Interprétation

La première remarque à faire, évoquée par tous les auteurs, est le constat d'une très grande variabilité des données concernant la reproduction humaine, même si on prend soin de travailler dans la population d'une seule commune. L'établissement, pour la gémellité, de moyennes ou d'effectifs par demi-siècle n'efface pas cette variabilité. Il est certain que l'émergence de jumeaux est sensible à de nombreux paramètres : pas seulement l'âge de la mère, mais aussi le taux d'avortement spontané, la probabilité de double ovulation, la probabilité de fertilisation, le taux d'accouplements et, probablement, l'influence de facteurs environnementaux (dont les saisons) [6, 7].

La situation est compliquée, du fait que les causes de formation des jumeaux mono- et dizygotes ne sont pas les mêmes. Les jumeaux dizygotes résultent, par définition, d'une double ovulation, celle-ci étant toujours la conséquence d'une commande hormonale ; elle peut dépasser la norme d'une seule ovulation habituelle, soit pour des raisons génétiques, soit sous l'influence de facteurs environnementaux. Les jumeaux monozygotes résultent de la scission de l'œuf unique, possible à différents stades, jusqu'au début de la troisième semaine après la fécondation ; on ne sait rien des mécanismes déclenchants, mais ils sont, soit internes à l'œuf, soit présents dans l'environnement immédiat.

Ainsi, sur 85 paires de jumeaux contrôlés de 1684 à 1911, il y a eu 60 enfants pour lesquels nous connaissons leur âge au décès ; sur ces 60 enfants, il y a eu seulement huit enfants qui ont atteint l'âge de 20 ans. Le pourcentage « d'enfants utiles » n'est donc que légèrement supérieur à 13%.

Par ailleurs, l'obtention de deux enfants au lieu d'un en une seule grossesse est favorable au niveau populationnel, tout au moins si la mortalité ne vient pas renverser le résultat. Notons que la taille des familles

Tableau 3. Nombre moyen d'enfants par mère et évolution de 1700 à 1900.

	Nombre moyen d'enfants par mère		
	nombre <i>N</i> de mères	nombre d'enfants pour <i>N</i> mères	moyenne d'enfants par mère
jumeaux	71	426	6,000
non jumeaux	1 850	6 665	3,586

Résultats correspondant à la période comprise entre 1684 et 1859.

	Évolution du nombre moyen d'enfants par femme		
	Toutes familles confondues	Familles de jumeaux exclues	Étendue
1700 à 1750	3,54	3,45	1 à 14
1750 à 1800	4,16	4,07	1 à 15
1800 à 1850	3,47	3,41	1 à 19
1850 à 1900	2,84	2,75	1 à 14

Résultats correspondant aux années 1700 à 1900.

comprenant des jumeaux est plus importante que celle des familles n'en comprenant pas. Pour la période allant de 1684 à 1859, pour laquelle nous avons les meilleures données, le nombre d'enfants par mère dans les familles avec jumeaux est de 6,0, avec une étendue de 2 à 13 ; le nombre d'enfants par mère dans les familles sans jumeau est de l'ordre de 3,6, avec une étendue de 1 à 19 (Tableau 3). Ainsi, la taille des familles comprenant des jumeaux n'est pas plus petite que celle des autres (bien au contraire), ce qui indique qu'une éventuelle limitation des naissances n'intervient pas à la suite de la naissance de jumeaux.

La variabilité du phénomène, d'une part (à moins que celle-ci soit entièrement liée à l'environnement), les premiers arguments génétiques, d'autre part, laissent penser que la gémellité pourrait être un caractère passible de sélection. De quels faits disposons-nous ?

Dans la population d'Artas et pendant la période étudiée, il y a eu cinq familles (il s'agissait de couples établis, avec le même père et la même mère), où des accouchements de jumeaux ont eu lieu à deux reprises (1542–1544, 1577–1584, 1604–1615, 1665–1667, 1759–1762) ; cette dernière famille, en plus des jumeaux, a eu des triplés (les seuls de tout le corpus), trois garçons (1763), qui n'ont vécu que quelques heures.

La mortalité périnatale (un jour) et la mortalité infantile (avant un an) sont beaucoup plus fortes chez les jumeaux (60,5%) que chez les enfants issus d'une grossesse simple (25,3%) (Tableau 4). En revanche, la mortalité des femmes venant d'accoucher de jumeaux est, d'après nos données à Artas, beaucoup moins importante que ce qu'on en a dit (de façon générale).

La surmortalité infantile des jumeaux n'a pas conduit, par voie de sélection, à la disparition de la gémellité ; elle compense seulement les avantages que ce phénomène pourrait avoir directement (deux enfants pour une grossesse) ou indirectement (liaison de la gémellité avec la fécondité).

5. Conclusions

L'existence de jumeaux est évidemment très ancienne dans l'espèce humaine et a donné lieu à des interprétations variées et à des comportements familiaux et sociaux contradictoires dans toutes les ethnies du monde. Elle a au moins été très remarquée : Romulus et Rémus en sont l'exemple ancien le plus classique ; on citera aujourd'hui le cas de l'Afrique de l'Ouest, avec l'ère Ibedji des Yoruba, qui, après une période où l'on n'hésitait pas à tuer les enfants et parfois même leurs

Tableau 4. Mortalité infantile des jumeaux et des non-jumeaux.

	Mortalité (effectifs)		Nombre d'enfants	Mortalité (en %) avant 1 an
	0–1 jour	0 jour–1 an		
Jumeaux	28	89	148	60,1
Non-jumeaux ¹	118	596	2 357	25,3
Non-jumeaux ²	257	1 474	6 665	22,1

¹ Résultats correspondant aux années où il y a eu naissance de jumeaux, entre 1684 et 1859.

² Résultats correspondant à l'ensemble de toutes les années comprises entre 1684 et 1859.

mères, mirent en place à partir de 1780 une protection, si ce n'est un culte, des jumeaux [8].

La situation de la gémellité est conflictuelle dans tous les domaines. Dans le passé, certains facteurs l'accompagnant ont été favorables, d'autres défavorables. Nous avons donné des exemples des deux situations dans le cas de la population d'Artas et pour l'époque considérée, en précisant dans toute la mesure du possible les aspects quantitatifs.

Le phénomène principal reste la très grande mortalité des jumeaux. Le fait même est logique, presque évident ; encore fallait-il le démontrer et évaluer l'ampleur de cette mortalité : plus du double chez les jumeaux que chez les singletons.

Le second phénomène concerne la taille des familles avec jumeaux et, par conséquent, la fécondité des mères ; à la liaison gémellité/fécondité, qui avait déjà été évoquée et à laquelle nous apportons des arguments, nous pouvons ajouter une relation à la longévité, puisque les mères de jumeaux vivent en moyenne trois années de plus que les autres.

Ainsi donc, nous découvrons des phénomènes de sélection et de contre-sélection vis-à-vis de la gémellité. L'importance relative de ces deux processus, variable d'un moment à l'autre, induit et explique l'ampleur des variations du taux de gémellité. Mais les compensations à plus ou moins long terme entre ces mêmes processus conduisent en même temps à la stabilité approximative de ce taux au cours des siècles.

Remerciements. Nous tenons à remercier Christian Biéumont, Jean-Claude Czyba et Richard Grantham qui, à des titres divers, ont contribué à améliorer notre manuscrit, et tout particulièrement Daniel Chessel, sans qui l'analyse statistique eut été beaucoup moins assurée. Nous remercions également M. Ogier pour l'accès aux archives qu'il nous a facilité et pour les nombreux entretiens qu'il nous a accordés. Nous devons aussi aux rapporteurs d'avoir dû répondre à un certain nombre de questions.

Références

- [1] G. Pison, Près de la moitié des jumeaux naissent en Afrique, *Population et Sociétés* 360 (2000) 1–4.
 [2] M.G. Bulmer, *The Biology of Twinning in Man*, Clarendon Press, Oxford, 1970.
 [3] G. Pison, Les jumeaux : fréquence, statut social et mortalité, in: G. Pison, et al. (Eds.), *Mortalité et Société en Afrique*, Ined-PUF, Paris, 1989.
 [4] G. Pison, *Démographie des naissances multiples en Afrique au sud du Sahara, Les grossesses multiples*, Eska, Paris, 1994, pp. 37–52.

Au total, le caractère de gémellité, comme tous les caractères passibles de sélection naturelle, ne peut varier que très lentement. À l'inverse de Gutierrez et Houdaille, nous apportons des arguments en faveur du fait qu'il n'y a pas de tendance évolutive significative pendant la période étudiée (1540–1900). Nous ne confirmons que partiellement les remarques de Papiernik [9], établies dans des conditions très différentes et pour une époque récente. La profondeur historique de nos données ne va pas au-delà de l'année 1540, mais nous pouvons dire que le taux de gémellité, s'il est sujet à de grandes variations annuelles et même décennales, peut être considéré comme grossièrement constant, en moyenne, depuis plusieurs siècles.

Cependant, les changements du taux de gémellité ne sauraient être interprétés de façon sûre que si nous possédions des données fiables, antérieures au XVI^e siècle, ce que nous n'avons pas pour le moment. Peut-être pouvons-nous seulement proposer comme *hypothèse de travail* une diminution très lente de la gémellité à l'échelle du millénaire.

Bien entendu, depuis quelques décennies, les traitements médicaux ont complètement transformé les données du problème ; c'est pourquoi nous avons exclu toutes les informations postérieures à 1900, ainsi que celles des articles portant sur cette période (puisque en tout état de cause des décès pouvaient intervenir jusqu'en 2000).

- [5] H. Gutierrez, J. Houdaille, Les accouchements multiples dans la France ancienne, *Population* 38 (1983) 479–490.
 [6] K. Nouaka, T. Miura, Incidence of twinning in London from 1581 to 1760, *Acta Genet. Med. Gemellol.* 36 (1987) 365–372.
 [7] J.D.H. Doherty, Fertility, fecundity and twinning : a comparison of the trends in births and twinning in Australia from 1854 to 1982, *Acta Genet. Med. Gemellol.* 37 (1988) 125–199.
 [8] P. Amrouche, Ibedji, le culte des jumeaux en pays Yoruba, *Galerie Flak*, Paris, 2001.
 [9] E. Papiernik, Fréquence des grossesses gémellaires et multiples, in: X. Papiernik, et al. (Eds.), *Les grossesses multiples*, Doin, Paris, 1991, pp. 27–35.