

réuni 2 192 cycles ovulatoires de 241 couples, pour lesquels on possédait la courbe de température, la répartition des rapports sexuels et l'état de l'œuf fécondé six semaines après la date estimée d'ovulation.

En appliquant notre modèle à cette série, nous avons estimé la probabilité de survie d'un œuf jusqu'à six semaines. La valeur trouvée était de l'ordre de 52 pour cent. La mortalité dans les six premières semaines, complémentaire de la survie, serait donc également de l'ordre de 50 pour cent. Hertig avait obtenu le même résultat, mais pour la mortalité à deux semaines ; pour la mortalité à six semaines, il trouvait 58 pour cent, résultat encore voisin de celui du modèle.

Les deux méthodes sont fondées sur des hypothèses, mais la plupart ont été confirmées. En outre, la concordance entre les résultats de deux démarches différentes donne confiance dans les estimations obtenues. Des approches récentes (tests précoces de grossesse, fécondation *in vitro*) ont apporté des informations nouvelles, qui suscitent également quelques réserves, mais, dans l'ensemble, elles donnent des valeurs voisines de celles qui avaient été obtenues. N'est-il pas admirable que la fréquence d'un événement invisible ait ainsi été, sans audacieux coup de bistouri, mesurée par un modèle mathématique ?

L'artificiel, modèle du naturel

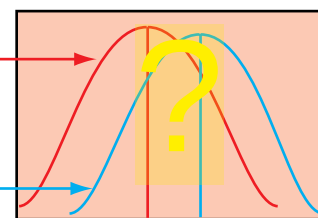
L'étude de la fertilité humaine est particulièrement ardue, ne fût-ce qu'en raison des résistances qui empêchent d'obtenir des informations. À cet égard, l'insémination artificielle avec donneur de sperme congelé présente des avantages considérables : on dispose d'une multitude de renseignements sur la femme et sur le donneur ; un donneur de sperme a des enfants avec plusieurs femmes ; on connaît la date exacte des inséminations et la date présumée de l'ovulation ; la fécondation est, sauf cas exceptionnel, due au donneur ; enfin, avantage incomparable, c'est le sperme inséminé qu'on analyse.

Lorsque fut créé par Georges David le premier Centre d'étude et de conservation du sperme (CECOS), on établit en outre un protocole précis et utile pour la recherche ; il était prévu, en particulier, que le premier cycle ne comporterait qu'une seule insémination.

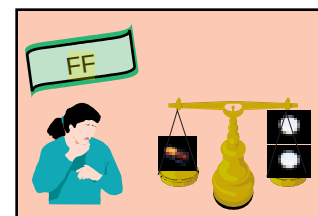
Ainsi a-t-on déterminé le rôle du jour d'insémination : sur 1 000 cycles à insémination unique, on identifia la place de la période de fertilité, ainsi que les «meilleurs jours» (c'étaient, dans l'ordre, les jours -1 et -3 par rapport au jour zéro, dernier minimum de la courbe thermique).

La fertilité dépendait-elle de l'âge des membres du couple ? De nombreux démographes avaient cherché cette rela-

tion, mais il était difficile de séparer le facteur âge de la femme de facteurs concomitants tels que l'âge du mari et la fréquence des rapports sexuels. Dans l'insémination artificielle avec donneur, l'âge du donneur et le nombre des inséminations par cycle sont indépendants de l'âge de la femme. Les dix CECOS d'alors découvrirent, à partir de 2 000 cas de femmes inséminées, que la fécondabilité (taux de succès par cycle) dimi-



TEST STATISTIQUE



BILAN GLOBAL



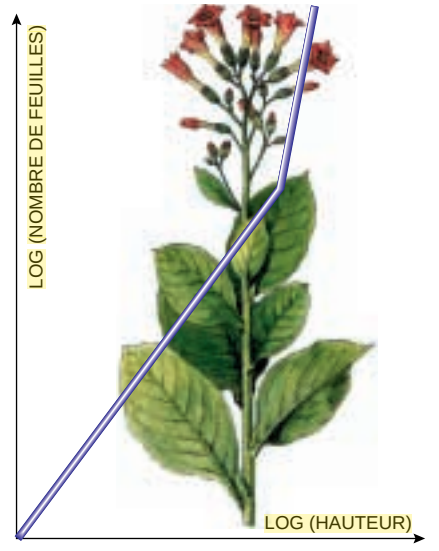
1. LES ESSAIS THÉRAPEUTIQUES sont de deux types : essais de connaissance et essais de décision. Dans le premier (*en haut*), l'essai peut porter sur un échantillon sélectionné, des personnes âgées par exemple. On crée deux groupes par tirage au sort, on administre les traitements en conditions égales (notamment même présentation) et l'on ne mesure si possible qu'un seul effet. La comparaison utilise un test statistique. Dans les essais de décision (*en bas*), les deux groupes sont tirés au sort dans un échantillon représentatif ; on administre les traitements en conditions optimales et l'on compare leur bilan coût-efficacité ; on n'effectue pas de test statistique.

La croissance du tabac

Des modifications brusques de la croissance s'observent dans le règne végétal et dans le règne animal.

Dans le cas du tabac, par exemple, on met en évidence ces phases de la croissance en portant sur un graphique la variation de la hauteur de la plante en fonction du nombre de feuilles produites, en coordonnées logarithmiques.

On observe ainsi une brusque montée en hauteur : c'est la montée en graines, ou montée en fleurs, que les jardiniers appréhendent chez les laitues. Or, à ce même moment, des coupes dans le bourgeon terminal révèlent l'apparition des premières ébauches florales : c'est l'âge ingrat du tabac...



nue légèrement dès la trentaine, et notamment après. Pour cette étude du rôle de l'âge, le modèle de l'insémination artificielle avec donneur est probablement un des meilleurs. La publication du résultat dans le *New England Journal of Medicine* était accompagnée d'un éditorial qui concluait de façon péremptoire : que les femmes commencent par faire des enfants et travaillent plus tard. Cet oukase provoqua de violentes controverses.

La croissance

Un type de modèle différent des deux précédents a été utilisé dans le domaine de la croissance. Des milliers d'articles scientifiques ont été consacrés à la croissance, donnant des formules qui expriment la variation de divers paramètres (poids, taille...) en fonction du temps. Dans les années 1930, Georges Teissier, en France, et J.M. Huxley, en Grande-Bretagne, ont proposé d'étudier plutôt la variation d'un paramètre en fonction d'un autre, sans considérer le temps : par exemple, le poids en fonction de la taille. Teissier et Huxley ont montré qu'entre deux paramètres x et y d'un individu au cours de sa croissance existe, pendant de larges périodes de temps, une relation du type $y = kx^\alpha$, où k et α sont des constantes, différentes pour les différents couples de paramètres. Le cas où α est égal à 1, qui correspond au maintien des proportions y/x , donc à une conservation homothétique de la forme, est exceptionnel ;

généralement y augmente plus vite ou moins vite que x , entraînant une déformation continue. C'est ce que montre, à titre d'exemple, la figure 2 pour notre espèce.

Ce phénomène, nommé allométrie de croissance, est très général : non seulement parce qu'il s'applique à la majorité des êtres, mais aussi parce qu'il est vérifié par un très grand nombre de paramètres, morphologiques ou physico-chimiques. Si x et y sont portés sur des axes gradués en logarithmes (avec les valeurs 1, 10, 100, 1 000... à intervalles égaux), la relation est traduite par une droite nommée «droite d'allométrie». Une même droite ne convient généralement pas pour toute la vie de l'individu ; la croissance est représentée par plusieurs segments successifs, déterminant des points anguleux où α change de valeur.

Il est remarquable que les points anguleux coïncident dans le temps pour différents couples de paramètres : les segments correspondent à des étapes de la croissance, et les points anguleux à des crises physiologiques.

Dans le cas de l'espèce humaine, des points anguleux apparaissent simultanément pour plusieurs couples de paramètres morphologiques ; ainsi, vers l'âge de 13-14 ans, la largeur des épaules et la longueur du torse croissent moins vite que la taille avant le point anguleux, plus vite après. L'inverse a lieu de manière particulièrement frappante pour la longueur des jambes, justifiant le nom d'âge ingrat, l'âge où la forme est disgracieuse. Au

même moment se produisent de profondes modifications physiologiques (notamment l'entrée en activité des glandes sexuelles) et psychologiques. C'est la crise de la puberté.

De même, divers statisticiens, tels Philippe Lazar et Nicole Mamelle, ont étudié les relations allométriques dans les périodes pré- et postnatales, à partir de mesures échographiques de fœtus ou de mesures directes sur des fœtus avortés et des nouveau-nés.

Pour le couple taille-périmètre crânien, le tracé allométrique comporte trois étapes : dans la première, qui va jusqu'à la 30^e semaine, le périmètre crânien croît presque comme le carré de la taille, tandis qu'après cette date, il varie au contraire moins vite que la taille (comme sa racine carrée) ; à la naissance, il recommence à croître plus vite que la taille, quoique moins nettement que dans la période initiale.

Ces tracés correspondent à une naissance «normale». Ils sont différents pour les grands prématurés, nés avant 30 semaines (il n'y a alors pas de point anguleux à 30 semaines) et pour les bébés qui se présentent par le siège (le cerveau croît plus vite dans la deuxième étape). L'ensemble de ces observations a permis à Ph. Lazar de formuler des hypothèses que nous exprimerons en termes finalistes.

Dans la première étape, le cerveau croît si rapidement que, si la croissance continuait au même rythme, elle rendrait sans doute l'accouchement impossible et compromettrait en tout cas la survie de la mère et de l'enfant. À la 30^e semaine se produit un renversement salutaire : la tête croît moins vite, c'est par ailleurs le moment où le bébé se place tête en avant. La forte croissance de la tête reprend après l'accouchement.

Cependant le changement de rythme à la 30^e semaine ne serait pas suffisant si l'accouchement devait tarder. Qu'il ait lieu à la 40^e semaine paraît un deuxième moyen de protection, car cette durée de gestation semble anormalement courte : on sait combien le bébé de l'homme a l'air inachevé à la naissance et, en comparant l'homme à divers primates, certains biologistes ont estimé que la durée de gestation, chez la femme, devrait être de l'ordre de 21 mois. La reprise de la croissance rapide du cerveau après l'accouchement suggère que le développement n'était pas achevé. Enfin la station debout avance la naissance du bébé : les femmes