JOURNAL DE LA SOCIÉTÉ STATISTIQUE DE PARIS

L. DUFRÉNOY

J. DUFRÉNOY

Conformation et ration alimentaire

Journal de la société statistique de Paris, tome 103 (1962), p. 299-301

<http://www.numdam.org/item?id=JSFS_1962__103__299_0>

CONFORMATION ET RATION ALIMENTAIRE

En 1726, Swift publiait une œuvre où intervient le nombre 1728, qui dès la 2e édition, fut, par erreur, transformé en 1724 : Quel sens pouvons-nous attribuer à ces nombres?

Swift a fait voyager Gulliver parmi des êtres de même configuration que la sienne, mais desquels la taille, en tant que dimension linéaire, était, par rapport à la sienne, dans le rapport de 1/12 ,soit du pouce au pied, chez le Lilliputien, ou au contraire de 12/1, soit du pied au pouce.

A la fin du chapitre III des *Voyages*, Gulliver rapporte : « L'Empereur (des Lilliputiens) stipule qu'il me sera attribué une quantité de vivres et de boissons suffisant à l'entretien de 1728 Lilliputiens..... Les Mathématiciens de S.M. ayant déterminé la hauteur de mon corps au moyen d'un « Quadrant » et ayant trouvé que cette hauteur excède la leur dans la proportion de 12 à 1, avaient conclu de la similitude de leur corps et du mien, que le mien pourrait contenir au moins 1728 des leurs et par conséquent, exige, comme nourriture, ce qui pourrait entretenir ce nombre de Lilliputiens.

Les lecteurs contemporains ont-ils compris la signification du nombre 1728 en tant que valeur numérique de $(12)^3$. On en peut d'autant plus douter que le nombre, qui figure dans la 1re édition de « Gulliver's Travels » (Motte 1726) a été transformé en 1724 dans les éditions suivantes, erreur que n'ont notée ni Ford ni Faulkner.

Éditant en 1890 les « Voyages », d'après la 1re édition, « Henry Morley écrivait » Quant aux conséquences d'avoir transporté un homme ordinaire dans une Nation comme la sienne, mais où toutes les dimensions seraient réduites uniformément dans le rapport du pouce au pied... transférant cette même proportion aux mesures cubiques, tout étalon de mesure de volume des Lilliputiens serait 1728 fois plus petite que la nôtre »..... Ce qui n'empêche pas qu'à la fin du chapitre III, p. 20 de l'édition de Morley le corps de Gulliver soit considéré comme l'équivalent de 1724 corps de Lilliputiens!

Dans sa *Bibliography of « Gulliver's Travels »* (Chicago 1922) Lucius I. Hubbard, pour interpréter les appréciations de Gulliver quant au volume des hommes et des animaux des Royaumes de Lilliput ou de Brobdingnag, applique « la règle recommandée par Gulliver à la fin du 3e chapitre du voyage à Lilliput : utiliser le cube des hauteurs respectives ».

Cette règle est valable si on assimile le corps d'un animal à une sphère, mais donne des résultats d'autant moins corrects que le corps est plus allongé et élancé, comme celui de l'homme, et que les membres sont relativement plus développés.

Si on admet pour le corps la densité de 1, de telle sorte que le poids (en kg) équivale au volume en (litres) il existe un rapport constant entre ce volume (V_1) et la surface, exprimée en dm^2; on peut écrire $\frac{S}{V^{2/3}} = k$ ou $S = k\ V^{2/3}$.

Pour un corps sphérique, $k = 4.84$, mais, plus le corps est élancé, plus il s'écarte de la forme sphérique : Du Bois, en 1906, a proposé la formule $S = 71.84\ (P^{0\,425})\ (L^{0\,725})$, P étant le poids en kg et L la hauteur en cm.

Le poids P étant proportionnel au cube de L, c'est-à-dire à L^3, on peut écrire $P^{0\,425} = kL^{1\,275}$. D'où $(P^{0\,425})\ (L^{0\,725}) = KL^{(1\,725\,+\,0\,275)} = kL^2 = kP^{2/3} = y$.

Cette relation $y = kP^{2/3}$ a joué un rôle important dans les récentes études relatives au rationnement; nous la discuterons plus loin.

Quelle était l'intention de Swift en proposant à notre admiration cette conception géométrique, du rapport entre cube de la dimension linéaire $(12)^3 = 1728$ et « besoins nutritionnels du corps? cette conception est-elle l'objet d'une satire de la représentation mathématique du monde biologique?

Ce dernier point de vue semble avoir été adopté par Voltaire dans l'essai de pastiche qu'il a intitulé *Micromégas.*

Au lieu du Modèle Mathématique imaginé selon le schéma $(12)^3 = 1728$, Swift aurait pu en imaginer un autre en tant qu'application de la loi formulée par Newton : plus grande relativement est la surface d'un corps, plus rapide est le transfert de chaleur entre ce corps et le milieu ambiant; les considérations géométriques relatives à des corps homothétiques, comme ceux des hommes de différentes tailles, ou même d'animaux de même espèce mais de races différentes, impliquent que plus grand est l'individu, et plus petite est sa surface par rapport à son volume (ou à son poids), moindre est la dissipation de chaleur animale, et moindres par conséquent les dépenses d'entretien par unité de poids (ou de volume).

Il est difficile d'évaluer quelles pouvaient être en 1726 les connaissances sur lesquelles pouvaient se baser le calcul du rapport entre « ration alimentaire » et poids (ou volume) du corps.

Ce ne fut qu'un siècle plus tard que Sarrus et Rameaux présentèrent devant l'Académie Royale des sciences un mémoire envisageant des trois Hypothèses : le taux de métabolisme d'un animal pourrait être :

1° indépendant de la taille corporelle, estimée selon une dimension linéaire L,

2° proportionnel au poids de l'animal, c'est-à-dire au cube de la taille, conformément au modèle adopté par les Mathématiciens de S.M. l'Empereur des Lilliputiens; ou

3° être une fonction intermédiaire, et, par exemple, être proportionnel au carré de la taille, considérée comme estimation de surface (S) du corps.

Cette proportionnalité entre « Surface du corps » (S) et « taux de métabolisme » a fait l'objet de vérifications expérimentales sur les lapins (Ch. Richet) puis sur les chiens (Rubner) : Tout animal à sang chaud (homéotherme) produit quotidiennement 1 000 kg Cal par m^2 de surface corporelle.

La croissance étant terminée, l'individu adulte ne recevant que la nourriture suffisante pour maintenir son poids, c'est-à-dire pour compenser les pertes corrélatives au « métabolisme de base » la « ration d'entretien » (y) a été considérée comme proportionnelle à $P^{2/3}$ soit $y = kP^{2/3}$.

Cette relation, déduite d'un Modèle Géométrique, a été critiquée par Max Kleibert dont les recherches ont conduit à $y = kP^{3/4}$: le *National Research Council* aux *U.S.A.* a adopté cette puissance $3/4 = 0.75$.

Pour satisfaire à la seule dépense d'entretien au repos on pourrait admettre $y = kP^{0\ 70}$; mais les dépenses d'activité musculaire inévitables, même chez l'animal à l'étable, et les dépenses imputables au travail de la digestion tendent à accroître la valeur au-dessus de 0.70 et à l'amener vers I : on peut donc admettre la valeur 0.75.

L.D. Johnson (*Res. Bull.* 786 *Univ. of Missouri Collège of Agric.* Oct. 1960) à calculé les valeurs ci-dessous pour 3 races de vaches à chacune de 2 températures.

	10°	17°
Holsteins	**0.880**	**0.615**
Suisses Brunes	**0.733**	**0.590**
Jerseys	**0.725**	**0.716**

Pour des brebis mérinos, Blaxter, en 1960, a proposé $y = 56\ P^{0.73}$, formule très voisine de celle actuellement admise pour l'Homme, soit $y = 70\ P^{0\,75}$.

Chez l'homme, la surface des quatre membres représente 58 à 65 % de la surface totale du corps; chez les bovins, à la surface des quatres membres s'ajoute celles des oreilles et de la queue, offrant une grande surface pour un faible volume; chez le veau, pour une surface totale du corps de S m^2, équivalente à 2.83, les oreilles, le fanon, la queue et les quatres membres représentent 31 %; on admet $S = 0.15\ P^{0\,56}$.

En conclusion, à la question « dans quelle mesure le Modèle Mathématique suggéré par les mathématiciens de S.M. l'Empereur des « Lilliputiens est-il valable pour calculer la ration alimentaire » « nous serions tentés de répondre en citant Max Kleibert (*Am. Rev. Physiol.* 1956) » Un physiologiste qui s'occupe d'une certaine espèce animale (homme, rat ou vache...) peut, pour cette espèce qu'il a étudiée exclusivement exprimer le taux de métabolisme par une fonction linéaire du poids (P) du corps; les besoins alimentaires (B) peuvent alors se calculer par l'équation $B = a + b\ P$: pour l'homme de poids nul ($P = O$) les besoins alimentaires seraient satisfaits par la ration (a), et pour chaque kg de poids il faudrait ajouter une quantité b, exprimée en équivalents de calories par kg ».

Les mathématiciens de S.M. avaient donc, dans le cas envisagé, de similitude de conformation des corps des Lilliputiens et de celui de Gulliver, proposé un Modèle Mathématique valable.

L. DUFRÉNOY et J. DUFRÉNOY