

LES MATHÉMATIQUES ET LA BIOLOGIE

Autor(en): **Gallardo, Angel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **L'Enseignement Mathématique**

Band (Jahr): **3 (1901)**

Heft 1: **L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE**

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-4636>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

dans les milieux des maîtres de Gymnase ⁽¹⁾, comme il est aisé de s'en apercevoir en mainte occasion. Comme nous l'avons déjà dit, le corps enseignant universitaire se recrute en partie dans les rangs des maîtres de Gymnase, qui transportent ainsi dans leur nouvelle carrière académique toute l'habileté qu'ils ont acquise dans leur activité antérieure. Mais, à côté de cela, il y a encore toute une phalange de maîtres aux Gymnases qui participent avec succès à la recherche scientifique qu'ils n'ont cessé de poursuivre personnellement. L'exemple de GRASSMANN, déjà cité, nous montre même que des théories offrant à la science des directions nouvelles ont parfois pris naissance dans ces milieux.

(A suivre).

FR. PIETZKER (Nordhausen).

LES MATHÉMATIQUES ET LA BIOLOGIE ⁽²⁾

Au premier abord il semble y avoir une certaine contradiction dans l'emploi des procédés des sciences exactes pour l'étude des questions biologiques, si complexes, et encore forcément "vagues et peu précises.

Les applications des méthodes mathématiques à la Biologie ont soulevé en effet beaucoup d'objections, et quelques savants n'y voient que de simples « jeux de nombres ».

⁽¹⁾ Les noms de gymnase, enseignement gymnasial et maître de gymnase sont souvent employés dans la suite dans un sens plus étendu, en ce qu'ils se rapportent à d'autres écoles qui ont pour but un enseignement général dont la durée des cours d'étude est la même.

⁽²⁾ Cet article devait faire l'objet d'une communication au Congrès international des mathématiciens, en août 1900.

L'auteur ayant dû s'absenter de Paris à l'époque du Congrès, cette communication n'a pu être faite. Nous sommes heureux de pouvoir en faire profiter les lecteurs de *l'Enseignement Mathématique*.

Sans doute, comme dit Contague dans son analyse des travaux de Pearson, il y aurait bien des réserves à faire sur les raisonnements par lesquels on essaie de passer des résultats positifs et incontestables, fournis par l'Analyse mathématique, à des énoncés de faits ou lois biologiques. Il faut simplifier les problèmes biologiques par un si grand nombre d'hypothèses plus ou moins vraisemblables, lorsqu'on veut les ramener à des problèmes mathématiquement solubles!

Et la plus légère divergence initiale, exagérée par la rigide inflexibilité des raisonnements mathématiques, conduit à des résultats absurdes, tandis que le raisonnement ordinaire peut compenser les défauts du point de départ en s'appuyant à chaque pas sur l'observation et l'expérience.

Le péril augmente par cela même que ces fausses conclusions ont la prétention de s'imposer comme des vérités absolues, puisqu'elles s'expriment par des formules mathématiques pour lesquelles on a un certain respect superstitieux.

Quelqu'un a dit, à cause de ces conclusions énoncées, que l'application du Calcul des probabilités aux sciences morales est le scandale des mathématiques.

Toutes ces objections ne doivent pas être adressées aux méthodes mêmes, mais à la manière de s'en servir, puisque aucun procédé n'est bon s'il est mal employé. Les mathématiques sont un admirable instrument, mais ne peuvent pas donner plus que ce qu'on y met, et, à cause même de leur propre exactitude, elles doivent être employées avec la plus grande prudence et la plus grande circonspection.

Les procédés des sciences exactes, et, en particulier, les tracés graphiques permettent de présenter sous une forme synthétique un grand nombre de données, soulageant ainsi l'attention, qui peut alors s'appliquer à l'observation de relations et de particularités qui, sans cela, seraient passées inaperçues.

Je crois donc que les applications mathématiques à la Biologie sont légitimes, pourvu qu'on ait la prudence nécessaire.

Ainsi, on a appliqué avec succès les méthodes de la résistance des matériaux et de la Mécanique à l'étude des formes des os et des articulations ; les principes de l'Hydraulique à la détermination de la forme des vaisseaux sanguins, etc. Roux et son

école de la mécanique du développement des organismes, Cope et les néolamarckiens américains, et beaucoup d'autres savants nous offrent des exemples de ces sortes d'applications, indiquées il y a déjà longtemps par Fick.

Mais je veux attirer spécialement l'attention des mathématiciens sur les applications, à l'étude des questions biologiques, des méthodes statistiques, qui constituent déjà une branche importante de la biologie, la *Biostatistique*.

Les premières applications en ont été faites par Quételet et Galton dans le domaine anthropologique, et aujourd'hui on étudie, avec ces méthodes, la variation et la corrélation des caractères, l'influence du milieu, l'hérédité, l'évolution des êtres vivants, tant animaux que végétaux.

Il serait trop long de donner une liste bibliographique de tous les articles biostatistiques (près de 150), liste qu'on peut voir d'ailleurs dans les ouvrages de Duncker et Ludwig.

J'indiquerai seulement ici les noms des personnes qui s'occupent de cette matière, en laissant de côté les anthropologistes.

On peut citer en Angleterre pour la statistique zoologique les noms de Bateson, Thompson, Ternon, Warren, Weldon et surtout Pearson, à qui l'on doit les plus grands progrès des méthodes mathématiques ; et enfin Pledga, pour la Botanique.

En Allemagne, Duncker qui a fait un exposé élémentaire de la question, et Heincke s'occupent de Zoologie et W. Haacke, Jont, Vochting et Weisse, de Botanique. Ludwig a travaillé beaucoup, sur ce sujet, et a trouvé que la plupart des caractères variables des végétaux suivent la série de Fibonacci

$$(\dots + 8, - 5, + 3, - 2, + 1, - 1, 0, 1)$$

$$1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144\dots$$

que les mathématiciens nomment série de Gerhardt ou de Lamé. Aux États-Unis, nous trouvons Blankinship, Brewster, Bullard, Bumpus, Davenport, qui a écrit un livre élémentaire très pratique, Field pour la Zoologie et Lucas pour la Botanique.

Le promoteur des études de la variation normale et térastique des plantes est l'éminent directeur du jardin botanique

d'Amsterdam. H. de Vries, suivi en Hollande et Belgique par de Bruyker, Mac Leod, Vandévelde et Verschaffelt.

En Suisse Amann a écrit en français sur la variation des végétaux et Contague et le professeur Giard ont fait en France des travaux sur la variation zoologique.

Enfin, dans la République Argentine, Lahille a publié des travaux sur la variation des animaux, et moi-même sur celle des plantes.

En général les méthodes de la statistique de la variation consistent dans la mesure d'un caractère variable, et dans le traitement, par des procédés empruntés au Calcul des probabilités, des données numériques obtenues. On dispose les nombres en séries, et on réunit toutes les grandeurs égales dans une *classe*. La *Fréquence* de la classe est le nombre des magnitudes égales qu'elle contient. Pour les représentations graphiques, on prend sur l'axe des abscisses des longueurs qui représentent, à une certaine échelle, les classes ; et, sur les ordonnées orthogonales, on prend des longueurs proportionnelles aux fréquences. Le *polygone empirique* du caractère sera obtenu en reliant les extrémités des ordonnées successives. Au moyen de ce polygone peut être obtenue la *courbe de variation* du caractère considéré (*synoptique* de Contague), nommée aussi *courbe Galtonienne*, du nom de Galton.

L'étude mathématique de ces courbes a réalisé de grands progrès par les travaux de Pearson.

Elles peuvent être classifiées en diverses catégories.

La *courbe normale* de variation est une courbe simple symétrique, indéfinie dans les deux sens, dont les ordonnées suivent la loi du développement du binôme de Newton, dont les deux termes composant le binôme sont égaux. La courbe normale exprime l'égalité des probabilités et a reçu de Contague le nom de *tychopsie* ($\tauύχ$, hasard ; $ὀψις$, aspect), parce qu'elle suit la loi de la probabilité des erreurs accidentelles.

Quand les termes du binôme sont différents, nous avons d'autres courbes binomiales asymétriques, mais toujours simples et d'un seul sommet, comme la normale (*monomorphe* de Bateson).

Il y a d'autres courbes limitées dans un ou dans les deux sens,

symétriques ou asymétriques. Quelques-unes d'entre elles se présentent comme la moitié d'une courbe binomiale (*demi-courbes* de de Vriès, *hémimorphes* de Bateson).

D'autres synoptiques, quoique paraissant simples, doivent être considérées comme composées par deux ou plusieurs courbes simples (*courbes complexes*, *courbes de Lirei*, de Ludwig). Pearson a donné un procédé pour les décomposer quand elles sont formées de deux courbes simples, mais cette méthode n'est pas pratiquée,

Ces courbes complexes ont le sommet élargi, et quelquefois, en augmentant le nombre des ordonnées ou classes, apparaissent deux ou plusieurs sommets. Nous pénétrons ainsi dans la catégorie des courbes multimodales ou de plusieurs sommets (*pléiomorphes*, de Bateon) qui peuvent présenter un grand nombre de sommets, que Ludwig propose de désigner par les lettres grecques α , β , γ , δ , etc., selon leur importance relative.

Il n'est pas toujours facile de déterminer à laquelle de ces catégories appartient une courbe donnée. En général, quand elle ne diffère pas beaucoup de la normale, on la traite comme telle; il y a des formules pour déterminer quelles sont les courbes qui peuvent être considérées comme normales par approximation.

On a trouvé aussi certaines relations ou *indices de variabilité* pour apprécier la variabilité d'un caractère dont on connaît la courbe de variation.

Le plus employé est la racine carrée de la déviation carrée, exprimée par la formule

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum (x^2 f)}{n}}$$

n = le nombre total des déterminations du caractère considéré;

x = la déviation de la médiane (abscisse du centre de la courbe) pour chaque classe.

f = fréquence.

Pearson et Warren ont modifié l'indice de variabilité; le premier et Breswter ont proposé l'emploi d'un *coefficient de variabilité* qu'on obtient en divisant l'indice de variation par la médiane, et en multipliant le quotient par 100. Le coefficient de variabilité a l'avantage d'être un nombre abstrait, tandis que les

indices de variabilité sont des nombres concrets exprimés par la même unité que les valeurs des classes.

On a trouvé une grande quantité de formules qu'on emploie dans l'étude de la corrélation, de l'hérédité, de l'évolution, etc., mais dont la simple énumération sortirait des limites de cette communication.

Avant de terminer, je dirai qu'on a construit pour l'étude et la démonstration expérimentale des courbes de fréquences, des appareils qui distribuent par divers procédés un grand nombre de billes dans une série de compartiments contigus.

J'attire spécialement l'attention des mathématiciens sur les vides plus sensibles de la méthode statistique qui sont, selon Duncker, une détermination et une analyse commodes des courbes complexes et l'investigation de la relation entre les coefficients de corrélation et les courbes individuelles des variations corrélatives.

Nous devons espérer que, grâce à l'usage prudent des nouvelles méthodes pour l'étude des problèmes de la variation, de la corrélation, de l'hérédité, de l'évolution, etc., ces questions deviendront plus précises et auront un caractère vraiment scientifique, puisque comme le dit Lord Kelvin (Sir William Thompson) « on ne connaît bien un phénomène que lorsqu'il est possible de l'exprimer en nombres ».

ANGEL GALLARDO (Buenos-Aires)
