JOURNAL DE LA SOCIÉTÉ STATISTIQUE DE PARIS

EDGAR BATICLE

Le champ d'application de la méthode statistique

Journal de la société statistique de Paris, tome 87 (1946), p. 146-162
<http://www.numdam.org/item?id=JSFS_1946__87__146_0>

© Société de statistique de Paris, 1946, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Journal de la société statistique de Paris » (http://publications-sfds.math.cnrs.fr/index.php/J-SFdS) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (http://www.numdam.org/conditions). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM
Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
http://www.numdam.org/

II

LE CHAMP D'APPLICATION DE LA MÉTHODE STATISTIQUE

INTRODUCTION

L'objet de cette communication est à la fois rebattu et inactuel. Rebattu, car les meilleurs statisticiens, au cours de leurs pérégrinations techniques, n'ont pas laissé de poser le problème en des termes souvent excellents et, si les solutions apportées n'ont pas toujours donné satisfaction à notre attente, des précisions ont été apportées qui enrichissent la théorie statistique. Les présidents de la Société de Statistique ont jalonné la route dialectique par d'importantes contributions dont plusieurs d'entre elles seront commentées par la suite. De formations diverses mais centrées sur notre discipline, ils ont tenu à marquer en quoi elles leur importaient dans l'exercice de leur spécialité. De cette somme d'observations, des synthèses ont été tentées, qui sont à l'honneur de tous ceux — et ils sont nombreux — dont le moins qu'on puisse dire est qu'ils ont puissamment aidé à la création d'un corps de doctrines dans lequel auront à puiser non seulement ceux qui continueront cette brillante tradition de notre Société, mais également ceux qui auront à préciser par la suite les applications de la méthode statistique. Car la direction de l'économie — privée ou nationalisée, et peut être les deux à la fois — impliquera de plus en plus le recours à la connaissance précise de faits nombreux, des faits de masse dont c'est bien à la statistique de préciser le quantum, de faciliter la compréhension et d'en faire l'objet d'une science qui, à bien des égards, sera nouvelle.

Inactuel, cependant, parce que, à tort, sans doute, les spéculations abstraites, comme c'est le cas ici, n'ont une audience que relative, les esprits étant présentement séduits plus par des applications immédiates, des actions directes sur les événements, que par des doctrines dont ils ne voient pas la fécondité et le prolongement dans l'ordre concret. Inactuel, parce que trop souvent on a prononcé le divorce entre la méditation et cette réalisation instantanée dont beaucoup d'esprits à notre époque se montrent avides. Cette dissociation de ce qu'on a appelé la théorie et la pratique, est, outre un trompe l'œil, une erreur de méthode sur laquelle il serait trop facile d'insister pour la ruiner.

Pour ma part, je ne reprendrai pas les arguments développés par une communication de 1937 sur la nature de la statistique. Je rappellerai qu'ils avaient été suscités par les travaux approfondis du regretté F. Simiand, qui tendaient à considérer la méthode statistique comme une sorte de science expérimentale, et, d'autre part, par l'inclination non dissimulée de certains démographes à recouper cette technique pour leurs seules fins. Depuis cette époque déjà lointaine, de nombreux auteurs ont montré avec beaucoup de bonheur que le champ d'application de la statistique était autrement vaste et les preuves qu'ils ont prodiguées ne sont certes pas passées inaperçues. Si l'on s'en tient aux travaux des membres de notre Société, on peut citer le remarquable ouvrage de M. F. Divisia : *Technique et Statistique*, recueil d'études parues dès 1941, et qu'il a réunies en un volume, véritable bréviaire, comportant une importante et commode bibliographie, la communication de M. Louis Leprince-Ringuet : *Aspects statistiques de quelques problèmes expérimentaux de physique atomique*, que l'auteur a eu la cruauté de ne point laisser insérer dans notre Journal, le mémoire de M. F. Blondel : *La répartition des teneurs dans les gisements minéraux*, et, enfin, la communication de M. P. Massé : *Application des probabilités en chaîne à l'hydrologie statistique.*

Ces travaux étendent singulièrement le champ d'application d'une technique qui semblait ne s'adapter, en vertu d'une tradition ancestrale, qu'à certains ordres de phénomènes. Ces démonstrations nous semblaient acquises quand M. Max Lazard, dans son discours présidentiel de 1945, nous a brusquement ramenés en arrière en essayant de nous montrer — avec quelle habileté et quelle finesse — que nous avions en quelque sorte dépassé les limites de nos possibilités et que, tout bien posé, l' « objet essentiel de nos travaux est d'appliquer la méthode statistique à l'étude des problèmes humains ». Il en formulait ainsi le corollaire : « C'est à tort que des savants adonnés aux recherches de la microphysique ont prononcé le mot de statistique. » Tout au plus, peut-on voir dans les tentatives ainsi amorcées une application des lois de la probabilité, en somme une forme de l'induction amplifiante, comme aiment à le dire les logisticiens contemporains, avec ceci en plus c'est que cette induction prend une forme mathématique par une sorte de passage du qualitatif au quantitatif. « Là... où il n'y a pas collection d'observations, concluait il, là où il n'y a pas de tableaux empiriques... il n 'y a pas de statistique; il y a seulement une application à l'étude des lois de la nature de la mathématique pure, c'est à-dire de la méthode déductive sous sa forme la plus rigoureuse. »

A-t il préconisé ainsi le retour à la doctrine classique, ou à ce que nous supposons tel? S'agirait-il d'un néo-classicisme, d'une thèse enrichie d'apports nouveaux, mais dans le fond assez semblable à celles qui semblaient être acceptées il y a quelque cinquante ans

et professées plus ou moins sporadiquement jusqu'à nos jours, alors que parallèlement se formulaient des thèses plus audacieuses et, semble-t il, autrement fécondes?

Du coup, l'extension de la méthode statistique à tous les ordres de faits, en conséquence à toutes les sciences, s'avère t elle légitime ou résulte t elle d'une démarche inconsidérée, génératrice éventuelle d'erreurs?

Envisagé sous cet angle, le problème consiste à déterminer le champ d'application de la méthode statistique et ce sera l'objet de cette modeste contribution.

PREMIÈRE PARTIE

DOCTRINE CLASSIQUE

Existe-t il une doctrine classique? Ou plus simplement, est il une position théorique que nos prédécesseurs aient adoptée à peu près unanimement?

Une histoire des idées en l'espèce est présentement hors de propos. Il paraît cependant utile de consulter quelques uns des auteurs qui ont jalonné la route et fourni quelques précisions sur l'attitude adoptée vis à vis du problème.

Pour le Dr Bourdin (*Le domaine de la statistique*, 1881), la statistique n'est qu'une simple branche de l'arithmétique pratique. Tenant des doctrines vitalistes de Bichat, il estime que le calcul ne s'applique qu'aux phénomènes physiques et non aux actes de la vie. Il entend sans doute par là que l'appareil statistique ne peut normalement s'adapter qu'à la matière inerte (ou tenue telle par lui) et non aux manifestations biologiques. Sans fausser sa pensée, on peut donc estimer que le champ de la discipline statistique ne saurait s'étendre sans erreur de méthode aux phénomènes sociaux qui sont comme la sublimation des phénomènes biologiques. Ainsi vient il en réaction contre les praticiens antérieurs qui avaient consacré leur activité de statisticien aux faits démographiques à peu près exclusivement. C'est que les faits vitaux sont rebelles à tout démembrement, à tout comptage, qu'ils se refusent à être divisés, dichotomisés. La doctrine du vitalisme, chère à l'École de Montpellier (Th. de Bordeu, Barthez), répugne à toute quantification; elle explique le comportement du Dr Bourdin, dont les conclusions, au vrai, ne sont pas aussi radicales, mais qui sont bien telles quand on interprète rigoureusement son texte.

Et pourtant, dès 1843, Cournot, dans sa *Théorie des chances*, avait suggéré avec un rare bonheur d'expression qu'on pouvait étendre très loin le champ d'application de la statistique. « Nous entendrons par statistique, écrivait il (p. 181), la science qui a pour objet de recueillir et de coordonner des faits nombreux, dans chaque espèce, de manière à obtenir des rapports numériques sensiblement indépendants des anomalies du hasard et qui dénotent l'existence des causes régulières dont l'action s'est combinée avec celles des causes fortuites. » Ainsi un cadre très large était ébauché, dans lequel devaient s'insérer tous les phénomènes susceptibles d'être élaborés par la discipline statistique. Cet enseignement, si prometteur au surplus de résultats féconds, n'a eu aucun écho chez le Dr Bourdin.

Il appartenait à André Liesse, dans son mémoire encore lu de nos jours, de reprendre l'esquisse de Cournot et d'en donner comme une eau forte. « ...Les éléments fournis par la statistique, écrit il, entrent pour une part de plus en plus importante dans les travaux des économistes de tous ordres, dans ceux des physiologistes, des anthropologistes, des médecins, des administrateurs publics, des financiers, etc. » (p. 15). Et d'ajouter peu après (p. 22) : « La définition même du mot statistique implique une réunion de faits nombreux, une sorte d'inventaire. » Ainsi se précise la doctrine par une allusion directe aux opérations de comptage, qui supposent un choix et un groupement préalables à tout recensement au sens strict du mot.

Ces acquisitions de la pensée doctrinale sont définitives. Il suffit d'ouvrir n'importe quel traité de statistique pour le constater. Parmi beaucoup d'autres, Julin (*Précis de statistique*, p. 43) écrit que « la statistique est une méthode propre à l'observation des phénomènes collectifs; il en résulte qu'elle considère les masses, les faits collectifs dans leur ensemble ». Pour Simiand également (*Statistique et expérience*, p. 4), le mot statistique s'applique peu à peu « à des données ayant le même caractère, c'est à dire celui d'être des constatations numériques portant sur des ensembles, sur des faits de masse, sur des faits collectifs; et nous entendons parler de statistique météorologique, anthropologique, médicale, biologique, psychologique, etc. »

De surcroît, affleure dans ces dernières années une notion nouvelle, au moins quant à sa formulation. Au comptabilisme un peu restreint auquel s'arrêtent les auteurs vient s'ajouter une conception qui, pour ne pas être inédite — on n'en veut pour preuve que les travaux déjà anciens de Laplace — prolonge fort opportunément la doctrine classique de la statistique. L'investigation (démembrement, comptage) ne porte dans bien des cas que sur des éléments fragmentaires; elle n'est pas toujours exhaustive comme le voudrait la conception classique. D'autre part, en bien des domaines, les constatations ne peuvent pas être faites dans une rigoureuse unité de temps. Ce sont des difficultés auxquelles il faut s'arrêter pour les résoudre. Ainsi interviennent des procédés d'interpolation et d'extrapolation que commandent les situations de fait, indispensables à mettre en action si l'on ne veut pas arrêter définitivement le cheminement de la recherche. Se condamnera t on donc à des

approximations? Mais sans doute ne se fait-on aucune illusion sur les résultats obtenus des procédés statistiques dans les conditions d'application les plus strictes. C'est que si, précisément, on a eu recours à notre discipline, c'est bien parce qu'on ne poursuivait pas, comme au laboratoire, la mesure des phénomènes particuliers, mais bien parce qu'on voulait atteindre à une loi générale couvrant une masse de faits concrets, dite loi statistique, qui implique, à certains égards, une notion de moyenne. Encore faut il ajouter que les résultats ainsi obtenus sont pour ainsi dire prolongés, étendus, généralisés, et qu'ainsi intervient un nouveau procédé méthodologique, certes d'origine exogène quant à la statistique, qui ne manque pas cependant de faire corps avec cette dernière quand on veut l'utiliser dans toutes ses possibilités.

A la vérité, la doctrine n'a pas encore explicité suffisamment ces procédés méthodologiques que nous voyons utiliser plus ou moins consciemment par les praticiens. Elle les contient néanmoins à l'état d'ébauche et elle attend l'auteur d'un nouveau discours de la méthode statistique pour décrire et donner certificat de vie à des errements dont l'utilité s'est déjà révélée indéniable. L'occasion nous sera fournie ci après de formuler quelques remarques complémentaires quand il sera traité de l'adaptation de notre technique aux phénomènes microphysiques. Il n'en convenait pas moins de signaler dès maintenant le prolongement des procédés statistiques dont on peut beaucoup attendre si, cela va de soi, certaines précautions méthodologiques sont prises.

Si nous cherchons à résumer les caractéristiques de la doctrine classique, nous poserons ce qui suit :

1° La doctrine classique vise plus particulièrement les phénomènes de masse. Si, le champ d'application en ayant été préalablement circonscrit, elle s'attache à en démembrer les éléments individuels, c'est moins pour les étudier en soi, que pour en mesurer certaines particularités en fonction de la masse. Car c'est au fond à une loi moyenne (dite loi statistique) qu'aboutit toute démarche statistique.

2° De ce fait, la statistique élabore des lois qui s'appliquent à la masse des phénomènes élémentaires retenus alors qu'elle n'est rigoureusement valable pour aucun de ces phénomènes envisagés isolément.

3° Par là, elle est imprégnée de probabilisme, non pas dans le sens qu'on lui confère en matière d'induction scientifique, mais dans le sens mathématique, c'est à dire dans le cas où un rapport n'est pas connu *à priori*, mais a été observé empiriquement sur un grand nombre de cas, et étendu, par hypothèse, à tous les cas de même espèce, à tous les phénomènes élémentaires de la masse considérée, la probabilité mathématique devant être définie, avec Cournot (*Théorie des chances*, II, § II), « le rapport du nombre des chances favorables à l'événement au nombre total des chances ».

Pour en terminer avec les conceptions dites classiques, nous énoncerons quelques corollaires.

Ceci n'implique pas que le statisticien n'intervient jamais, au moins matériellement, dans le cours des faits qu'il étudie, comme l'ont voulu certains tenants de la doctrine réputée classique (Cf. Halbwachs, *Une théorie expérimentale du salaire*, Revue philosophique, 1932, p. 323). L'étude des phénomènes de masse peut être poursuivie par un savant de laboratoire, comme on le verra en matière de physique des atomes.

Ceci n'implique pas que le groupe spécifique auquel est appliquée la méthode statistique soit nécessairement humain. Tous les faits de groupe — qu'ils soient biologiques, psychologiques, physiques, à l'échelle humaine, ou à l'échelle atomique — peuvent être étudiés sous cette optique.

Mais ceci implique que le statisticien poursuit un but qui se différencie, au moins pour partie, de celui que se propose l'expérimentateur qui, parti de données empiriques, généralise lui aussi par induction (mais toute induction est à base de haute probabilité) les relations causales qu'il a été amené à constater entre des faits individualisés, réellement spécifiés, mais se sépare du statisticien qui aboutit à des relations formelles, qu'il traduit en fin de compte au moyen de symboles mathématiques.

Le comportement du statisticien est « économique » en ce sens qu'il ne s'astreint pas à l'étude des entités les unes après les autres, qu'il se contente, faute de temps, de moyens, ou de possibilité, de suivre certains processus (nous le verrons peu après dans le domaine de la microphysique), quand certaines particules échappent, au moins pour le moment, à nos moyens d'investigation.

Ceci implique, en outre, une recherche *sui generis*, des dispositifs spécifiques, une observation originale pour atteindre à une connaissance des caractères et des propriétés de groupes, de leurs effets globaux, bref une méthode ou une technique qui tranche essentiellement avec les moyens utilisés pour l'observation et l'expérimentation décrits par les épistémologistes.

Ceci implique aussi une optique spéciale, une tendance classique, une modalité du raisonnement (caractérisé, dit M. G. Hostelet, *Bulletin de la Société française de philosophie*, 1935, p. 23), par la notion de fréquence, qui se différencient radicalement d'avec les procédés mentaux d'ordre scientifique.

Ce qui ne veut pas dire que ces contrastes ne s'atténuent pas au cours des processus habituels de la recherche quand le savant tente d'atteindre l'apodictique, suivant le terme kantien, en étendant indéfiniment le probable, ou lorsque le chercheur, désespérant

de détecter l'infiniment petit, prolonge son raisonnement issu d'une constatation empirique, par une extrapolation audacieuse. Mais les deux comportements doivent être soigneusement distingués si l'on ne veut pas commettre des erreurs de méthode ou d'appréciation des moyens mis en œuvre. A la limite des deux processus de la recherche, à cette extrémité du raisonnement, il y a rejoignement là où la simple induction excède l'opération logique basée sur l'identité, là où la généralisation statistique aboutit à une loi valable pour tous les individus d'une masse sans s'appliquer à aucune de ces entités considérées isolément. L'activité statistique a donc comme résultat une représentation mathématique de phénomènes de masse souvent fort complexes. Ce schématisme comporte t il quelque inconvénient? M. le professeur Ch. Rist ne le croit pas (*Discours à la Société de Statistique* en janvier 1940, Journal, p. 23), qui estime que, dès qu'il s'agit de structures économiques d'une certaine permanence, cette prise d'images n'a que des avantages. « Je ne pense pas, ajoute-t il, qu'en géométrie, il résulte aucun inconvénient à faire raisonner les enfants sur des triangles ou des circonférences presque parfaits, dont l'analogie complète ne se trouve jamais dans la réalité. »

Ainsi donc si l'on était tenté de définir par quelques traits la doctrine classique, on pourrait dire que le champ d'investigation de la statistique se circonscrit à des phénomènes de masse, à des agrégats d'unités homogènes (au moins sous certains de leurs aspects) et qu'elle même tend à déterminer les relations de ces unités entre elles par rapport à la masse, ces relations étant exprimées très généralement par l'emploi systématique de symboles arithmétiques; que ces données numériques auxquelles le chercheur aboutit ne sont que formulations comportant une haute fréquence ou une grande probabilité; que ces mêmes données peuvent au surplus permettre de conjecturer le comportement du système en lui-même, puisque, à certains égards et sous certaines réserves, on peut induire du comportement des constituants celui de la masse tout entière.

Ces unités constituantes sont elles définies ou simplement délimitées par la doctrine classique? On peut répondre par la négative, alors même que de nombreux traités et manuels tendent à les assimiler à des éléments humains, la masse signifiant ici, sans doute, en vertu de l'étymologie et de l'origine même de la statistique qui s'est attachée dès ses premières démarches à l'étude de la famille, du clan, de la population, agglomération humaine.

Il n'est plus personne à l'heure actuelle qui nie la légitimité de cette application. Il reste à chercher si l'extension des procédés statistiques à d'autres phénomènes n'outrepasse pas les possibilités techniques et si, ce faisant, on ne contrevient pas aux règles méthodiques élaborées par nos devanciers.

DEUXIÈME PARTIE

QUELQUES APPLICATIONS DE LA STATISTIQUE HORS DU « CHAMP HUMAIN » (1)

Phénomènes biologiques. — C'est au XIXe siècle qu'il appartenait de mettre au point le problème si attachant à divers titres de l'hérédité. Si, comme l'a remarqué M. Caullery (*Les conceptions modernes de l'hérédité*, Paris, Flammarion, 1935, p. 43), l'hybridation entre espèces n'a dans le règne animal que des possibilités et des applications très restreintes, par contre elle a dans le domaine végétal un champ extrêmement étendu. Ch. Naudin a été l'un des initiateurs de la méthode expérimentale, mais c'est Johann Mendel qui a dégagé la loi fondamentale de la génétique.

Ses expériences ont porté à partir de 1854 sur le pois et les sous espèces voisines. Ayant retenu 34 types purs et constants, il les a croisés deux à deux à la première génération, les suivantes se produisant par autofécondation, sans intervention de l'expérimentateur. Il a obtenu ainsi une généalogie dont il a soigneusement recensé les résultats. La première génération filiale présente un aspect uniforme et rigoureusement semblable à celui d'un de ses parents. Appelons D ce caractère dominant et R, c'est à dire récessif, celui de l'autre, qui ne se reproduit pas au premier stade.

A la deuxième génération, les trois quarts des individus présentent le caractère D, le caractère R réapparaissant dans l'autre quart.

A la troisième, les plantes de la deuxième génération de caractère D se comportent de même pour un tiers donnant uniquement et indéfiniment des dominantes; les deux autres présentent un mélange de trois quarts dominantes et d'un quart récessives.

A la quatrième, les dominantes donnent les mêmes résultats, et ainsi de suite.

Dans d'autres expériences, il a procédé à des croisements de variétés différant entre elles par deux ou plusieurs caractères et il est arrivé en fin de compte à élaborer une loi de fréquence dont la formule est fournie par les coefficients des termes du développement du binome de Newton $(a + b)^n$.

N'y a t il ici qu'une simple application du calcul des probabilités au problème de l'hérédité ou la généralisation, à laquelle on aboutit lorsqu'on formule la loi mendélienne de la génétique? N'est elle pas due à l'application de la méthode statistique? Soit, en effet, une collectivité de variétés. Si l'on veut en déterminer l'évolution quant à la masse et quant à

(1) L'auteur tient à déclarer qu'il n'est que biologiste, physicien, mathématicien « du dimanche », mais qu'il a dû sortir du domaine qui lui est familier pour montrer que c'est par un abus de langage ou une erreur de méthode qu'on a prétendu que la méthode statistique ne s'appliquerait qu'à l'humain.

ses composants, ne doit-on pas commencer par en démembrer les éléments constitutifs auxquels on appliquera les formules mendéliennes?

Il n'est pas douteux que nous avons affaire ici à une application parfaitement orthodoxe de la méthode statistique. La méthode de Mendel comporte un recensement systématique des données aux différents stades de l'expérience, un calcul des proportions des différents types obtenus, enfin, l'élaboration d'une loi de la génétique, c'est-à dire la généralisation à tous les phénomènes du même genre des résultats constatés sur un nombre relativement restreint de cas observés. Aux éléments humains, on a substitué des éléments végétaux. Mais ce sont les mêmes procédés qui sont ici et là appliqués.

Une autre exemplification nous est fournie par M. E. Pinel, dans un ouvrage récent (*La méthode statistique en médecine*, Paris, Les Presses Universitaires, 1945). Rappelant que la meilleure thérapeutique ne doit être appliquée aux malades qu'aux instants favorables, cet auteur montre que seule la méthode statistique est susceptible de les déceler. « A ces instants, en effet, l'agent thérapeutique utilisé a son efficacité au moins doublée et les résultats obtenus sont rapides et constants. » (p. 49).

Les techniques actuelles en la matière ont comme postulat le déterminisme absolu. Mais ce déterminisme est actuellement battu en brèche quand on considère les phénomènes de la vie, là où la cause n'est plus unique et constante, là où la nature vivante dispose pour réaliser un phénomène donné de plusieurs complexes, dont certains seulement sont susceptibles de le créer (p. 59). De surcroît, « nos moyens d'investigation en biologie (comme en physique atomique, on le rappelle expressément ici), créent dans les phénomènes biologiques des perturbations non négligeables, qui entrent ainsi en ligne de compte dans les résultats obtenus... La loi trouvée ne peut donc être que relative. En bref, elle est à la fois relative et soumise à la loi des grands nombres. » D'où la méthode statistique proposée par M. Pinel et qui, singulièrement, a pour objet principal de déterminer les instants favorables sans apporter des perturbations au phénomène à observer.

Entre le vivant et le non vivant. — Dans ces dernières années, on a cherché à combler le hiatus entre le vivant et le non vivant. Protéines, ultra virus, phages, telles sont les espèces que l'on commence seulement de déterminer et qui constituent le pont entre l'organique et l'inorganique. La plus connue de ces substances est la nucléoprotéine virus cristallisable cause d'une maladie du tabac : la mosaïque, cristallisable en aiguilles ou en longues chaînes, dont le poids moléculaire est considérable. Ces corps présentent certaines caractéristiques de la matière vivante : le mouvement musculaire, la sensation nerveuse, mais non les phénomènes respiratoires (oxydation avec mise en liberté d'énergie). Néanmoins, le microscope électronique ne nous a pas encore tout révélé et les rayons X que M. J. D. Bernal, du Birkbeck College de l'Université de Londres, utilise, n'ont pas encore révélé la nature ultime de ces corpuscules.

A-t on songé à utiliser la méthode statistique pour analyser leur comportement? Nous l'ignorons. Nous le souhaitons pour l'avenir à tout le moins. En évoquant ces recherches, nous n'avons voulu signaler que la transition insensible ou presque qui existe actuellement entre les deux grands ordres de la nature, pour le cas où il nous serait fait objection que l'hétérogénéité de ces phénomènes condamne sans appel l'application uniforme d'une unique méthode : la statistique.

Phénomènes physiques. — Dans le domaine de la physique, les recherches ont porté depuis quelques décades sur les infiniment petits. Délaissant l'étude des phénomènes à l'échelle macroscopique, nos savants ont porté leurs investigations sur les atomes, molécules gazeuses, corpuscules électriques que bien souvent on ne détecte qu'indirectement. Il semble bien que deux méthodes aient été utilisées avec des fortunes diverses pour l'une comme pour l'autre : la méthode expérimentale, celle qui consiste à chercher à isoler le phénomène corpusculaire pour l'analyser soit directement, cas exceptionnel, soit indirectement par l'étude de phénomènes concomittants sur le plan macroscopique; la méthode statistique, par la détermination des masses corpusculaires et l'appréhension de quelques phénomènes singuliers dont la constatation autorise à induire le nombre, la nature et le comportement des molécules constitutifs de ces masses.

Laissant ici de côté la méthode expérimentale qui n'est pas en cause, nous voudrions examiner quelle est en fait la démarche des chercheurs quand ils se réclament de la méthode statistique et lorsqu'ils entendent formuler des lois statistiques.

THÉORIE CINÉTIQUE DES GAZ

Il y aurait un domaine où la méthode statistique ne saurait avoir aucune application, nous dit-on.

La théorie cinétique des gaz a été élaborée, non par l'observation directe des molécules, de leur mouvement et de leur distribution, mais par l'étude des masses gazeuses.

« Comme nous ne pouvons pas suivre chaque molécule dans son parcours et ses rencontres avec les autres molécules ou les parois des enceintes, comme leur nombre est prodigieux (entre 60,6 et 71 : 10^{22} par molécule gramme), la théorie cinétique des gaz et les lois physiques qu'elle systématise ne peuvent porter que sur des « moyennes ». Des moyennes, c'est-

à-dire les effets globaux d'un nombre démesurément grand d'actions simultanées plus ou moins discordantes. Mais ces moyennes, par suite de la loi des grands nombres, sont bien déterminées et permettent d'établir des lois précises, ainsi que des calculs remarquablement exacts. Il n'en reste pas moins que la théorie est une mécanique statistique et que les lois qu'elle organise sont des lois statistiques. » (A. Rey, *La théorie physique*, p. 299).

Étrange abus de mots, dira M. Max Lazard. Là où il n'y a pas de recensement, de tableaux empiriques dénombrant les unités constitutives d'une masse, il n'y a pas de statistique. Et de rappeler la déclaration de M. Born à la *Septième semaine internationale de synthèse :* « Dans presque tous les autres domaines (autre que celui que couvre la théorie cinétique des gaz), l'application de la statistique s'appuie sur la collection des observations, sur la fréquence des événements individuels étudiés. A l'aide de tableaux empiriques, les valeurs moyennes sont calculées et combinées les unes aux autres par les méthodes de la mathématique.

« Naturellement, cela n'est pas possible avec les molécules individuelles des gaz. Il ne nous reste que la possibilité de formuler des hypothèses sur les cas d'égale probabilité, d'en tirer les conséquences, et de voir si elles sont d'accord avec l'expérience. »

La conclusion de M. Max Lazard est qu'en l'occurrence il est fait application de la mathématique pure, c'est à dire de la méthode déductive sous la forme la plus rigoureuse.

Sans vouloir opposer radicalement déduction et induction, on ne saurait admettre que la démarche du savant en matière de phénomènes gazeux soit d'ordre exclusivement déductif. L'un de nos plus récents logiciens, M. L. Bonnot, disciple de M. A. Lalande, appelle déduction tout raisonnement dont la forme rationnelle est logique et réciproquement. Inversement, tout raisonnement dont la forme rationnelle est illogique doit être nommée induction (*Essai sur les fondements de la logique*, 1943, p. 21).

La déduction procure une conclusion nécessaire, l'induction en donne une contingente. Nous ajouterons, pour notre part, que la déduction, sans devoir être assimilée au syllogisme classique, s'apparente à l'implication formelle de la logistique, à laquelle ne peut être ramenée la démarche du savant dans le domaine des sciences physiques. La notion de triangle doit être assez générale pour impliquer celle de tous les triangles particuliers. Il y a là identité quant à certaines caractéristiques qui se rencontrent dans ces mêmes figures géométriques : par rapport à un type il existe plusieurs variables partiellement indéterminées. Ici le principe d'identité ne saurait être retenu. La notion de masse n'est pas équivalente à celle d'un de ses éléments constitutifs. Sans doute, l'analyse des effets de masse amène t elle à conclure à des effets individuels. Mais le raisonnement est ici inductif : tout se passe comme si cette masse était constituée d'éléments ponctuels, de molécules dont l'action et l'interaction se combinent pour provoquer certaines combinaisons.

« Si on superpose une couche d'alcool à une couche d'eau, ces deux liquides ne restent pas séparés, bien que la couche inférieure soit la plus dense. Une dissolution réciproque s'opère, par *diffusion* des deux substances l'une de l'autre, et uniformise en quelques jours tout le liquide. »

« Pour des gaz superposés, la diffusion, plus rapide, se poursuit toujours jusqu'à uniformisation de la masse entière. C'est l'expérience célèbre de Berthollet, superposant de l'hydrogène à du gaz carbonique (plus dense) en ouvrant le robinet qui fermait la communication entre deux ballons pleins de ces gaz. Malgré la différence des densités, la composition s'uniformise progressivement dans les deux ballons, et bientôt chacun d'eux renferme autant d'hydrogène que de gaz carbonique. (Jean Perrin, *Les atomes*, 1938, p. 6-7).

Le paralogisme de M. Max Lazard doit donc être souligné : d'une part, il affirme qu'en atomistique — là où il n'y a aucune possibilité de recensement d'unités singulières — on applique la méthode déductive sous sa forme la plus rigoureuse; d'autre part, il admet qu'on utilise en l'espèce le calcul des probabilités.

Or il n'est douteux pour personne que le calcul des probabilités n'est autre qu'une forme de raisonnement inductif, c'est à dire d'un mouvement de la pensée qui outrepasse la notion de simple identité, d'implication formelle et qui tend à extrapoler, à prolonger un jugement au delà du vérifiable, à étendre avec un certain arbitraire une conclusion contrôlée sur un nombre de cas restreints à la limite de tous les cas possibles.

Il paraît surabondamment prouvé que le physicien utilise les procédés inductifs lorsque, constatant certaines propriétés d'ensemble, telles que la pression, la température du gaz, il formule des lois du type Boyle-Mariotte de caractère nettement statistique. Qu'est-ce à dire?

Les gaz considérés dans leur masse sont définis comme un ensemble de molécules, concentrées à l'intérieur d'un récipient donné. Simple intuition d'abord, suivie d'une vérification indirecte comme dans l'exemple emprunté ci dessus à M. Jean Perrin. Le mélange progressif constaté au laboratoire montre à l'évidence que les particules s'enchevêtrent au point que s'institue un emmêlement intégral de deux gaz nettement différenciés à l'origine de l'expérience. Démonstration, si besoin était, que les gaz sont composés de molécules bien que nos instruments ne nous permettent pas de les atteindre individuellement. Leur action, nous ne pouvons la discerner que pour l'ensemble de la population contenue dans le récipient. Les lois que nous en inférons ne constatent que leur action globale, c'est à dire en fait que par rapport aux individus le coefficient que nous leur attribuons n'est qu'une sorte de moyenne. Les auteurs annotent ce mot de l'épithète : « Statistique. » M. Max Lazard

proteste contre cet abus du mot; il souhaiterait sans doute qu'on lui substituât : probabilistique. Car, argumente t il, aucun recensement, et pour cause, n'a eu lieu et en conséquence il n'a pas été découvert derrière des phénomènes individuels quelque phénomène collectif, ce qui pour lui est le *quid proprium* de l'activité statistique.

Mais ce que notre auteur n'a pas aperçu, c'est que cette recherche d'une moyenne ne découle pas d'une simple constatation d'un phénomène global. Elle s'appuie sur un certain nombre de mesures expérimentales portant sur la température, la pression, le volume (cf. notamment la loi de Mariotte), l'interpénétration des gaz (loi de Dalton), dit du mélange des gaz, qui astreignent l'observateur à postuler l'existence de molécules (au nombre probable de l'ordre de 10^{19} d'atomes par centimètre cube, chacun de ces atomes subissant environ 10^{10} chocs par seconde, conjecture t on).

Ces calculs, avons nous dit, ne sauraient en aucun cas participer d'une méthode déductive relevant de la mathématique pure. Qu'il n'y ait pas recensement, tabulation, classification d'entités primaires comme en matière de statistique démographique, soit. Il n'en va pas moins qu'ici on postule un agrégat de particules dont on constate le comportement *in globo* et qu'on est amené à formuler des lois de moyenne d'une très grande exactitude, sinon d'une grande simplicité (Cf. L. DE BROGLIE, *La physique nouvelle et les quanta*, p. 63). Le comptage, première démarche du processus statistique, fait défaut. Mais on est assuré, au moins pour les gaz parfaits, que les éléments de cette population sont homogènes et que, par la permanence de leur comportement grégaire, ils agissent et réagissent dans un cadre déterminé. On en déduit des lois qui valent pour leur ensemble sans être probablement applicables, comme nous l'avons précédemment remarqué, à chacun d'eux considérés isolément.

Conceptions qui ne laisseront pas de paraître subversives à ceux — et ils sont nombreux — qui assimilent statistique et démographie (par ex. : V. TURQUAN, *Manuel de statistique pratique*, Paris, Berger Levrault, 1891), ou qui, à tout le moins, confondent simples méthodes et sciences évoluées. En matière démographique — et surtout de nos jours — on se donne l'individu pour objet. C'est à lui qu'il faut donner les moyens de vivre, de prospérer. Son recensement est relativement facile, avec les quelques particularités qui intéressent sa vie sociale. L'étude des masses, famille, clan, tribu, province, nation, continent, ressortit à la sociologie morphologique. On en a surtout ici aux institutions plus qu'aux individus et quand la statistique concourt à cette étude, elle considère ces individus comme la théorie cinétique des gaz considère les molécules.

Le procédé du comptage, de la numération n'est pas une articulation essentielle de la méthode statistique. Sans doute, celle ci postule t elle toujours des unités discrètes, éléments constituants de la masse. De deux choses l'une : ou ces unités peuvent être comptées et réparties dans certaines catégories, alors elle élabore des lois de rapports (corrélation, dispersion, fréquence, etc...), ou, ne pouvant les atteindre directement, elle élabore des lois de moyennes, définissant numériquement les relations probables entre les éléments constitutifs. Le tableau empirique, dont parle M. Max Lazard, n'est pas en tous les cas un point de départ, mais seulement un simple relai dont les données restent hypothétiques tant que, par des recherches d'un autre ordre, on ne leur a pas reconnu une réalité concrète.

« Comme le principe de Carnot, un grand nombre de nos lois (lois relatives aux pressions des gaz, aux vitesses de réaction, aux équilibres chimiques, etc.), ne sont que des lois statistiques. Il serait évidemment fort intéressant de pouvoir étudier les phénomènes auxquels elles se rapportent dans tous leurs détails, de suivre les mouvements ou les transformations des molécules et des atomes qui constituent les systèmes envisagés. Mais si cela était possible, les lois statistiques ne perdraient nullement leur intérêt. Si l'état d'un système à un moment donné était connu dans tous ses détails et si, d'autre part, on connaissait parfaitement les lois relatives aux molécules, aux atomes ou aux électrons pris isolément, il serait pratiquement impossible d'appliquer ces lois et de prévoir comment, dans son ensemble, le système doit se comporter, car il est trop complexe. Pour de telles prévisions, les lois statistiques resteraient indispensables. » (A. BERTHOUD, *La loi en physicochimie* (5e semaine de synthèse, 1933, p. 106-107).

PHYSIQUE NUCLÉAIRE

Le considérable retentissement des théories de la physique corpusculaire dont traitent tant d'ouvrages de haute valeur scientifique, la vulgarisation même de certains résultats pratiques récemment obtenus, rendent superflu tout résumé de l'évolution de cette science encore en plein développement. Aux tenants du nouvel humanisme sont familiers, ou presque, les électrons, protons, mésotons, particules électrisées, photons, neutrons, particules neutres. Les premières sont assez facilement repérables, bien que nos moyens actuels d'investigation soient insuffisants pour les atteindre *directement*. Les particules électrisées sont douées d'un pouvoir d'ionisation, c'est à dire que l'atome perd un ou plusieurs de ses électrons périphériques, qui servent de centres de condensation à la vapeur d'eau sursaturée. Il appartient au physicien T. C. Wilson d'utiliser cette caractéristique pour rendre visible dans la chambre qui porte son nom la trajectoire d'une telle particule. Par contre, c'est par effet concomittant que l'on peut seulement repérer les atomes non électrisés. Les physiciens provoquent des collisions entre particules neutres et particules électrisées et c'est par l'étude

du comportement de ces dernières qu'ils peuvent avoir de précieuses indications sur les premières.

A méditer le savant ouvrage de M. Louis LEPRINCE-RINGUET (*Les rayons cosmiques. Les mésotons*, Paris, 1945), on incline à croire que les phénomènes atomiques qu'il décrit avec tant de précisions peuvent être étudiés comme ceux que nous examinions sur le plan macroscopique, à une nuance près, à la vérité importante, que les corpuscules ne peuvent être directement appréciés, mais seulement par l'entreprise de certains de leurs effets secondaires. Mais il reste à déterminer si l'étude de ces phénomènes microscopiques peut être poursuivie dans le cadre de la mécanique classique qu'elle soit prérelativiste, caractérisée par un espace fixe dans lequel se placent tous les phénomènes pour n'importe quel observateur à un moment déterminé, qu'elle soit relativiste, là où prédomine la notion de l'espace-temps. Mais avec l'introduction dans la physique de l'idée d'interdépendance entre la situation dans l'espace et dans le temps et l'état dynamique d'un objet, le point de vue se modifie, qui tend à nous faire admettre l'impossibilité de déterminer simultanément la position et le mouvement (relations d'incertitude d'Heisenberg). A nous, profanes, l'étude de M. Leprince-Ringuet, comme celle de M. J. THIBAUD (*Vie et transmutations des atomes*, Paris, 1937), paraît être le prolongement des travaux théoriques de M. Jean-Louis Destouches, qui tendent à réintégrer les phénomènes quantiques dans le cadre de la mécanique classique. Ainsi seraient à nouveau valables les procédés expérimentaux, directs ou indirects, qui ont fait leur preuve.

Il est possible que cette réduction du phénomène quantique au phénomène classique soit réalisée dans l'avenir. Il n'en va pas moins qu'actuellement la théorie nouvelle s'avère impuissante à établir les coordonnées d'espace et de temps indispensables à la description des phénomènes par la physique classique. D'où prévaut la loi statistique, imprégnée de moyenne et de probabilité, sur la loi issue du déterminisme bien connu.

C'est sur la terminologie qu'il faut s'entendre ici. Il faut donner raison à M. Max Lazard quand il s'élève contre l'emploi abusif du terme statistique toutes les fois que, considérant un phénomène individuel, on prétend prolonger la courbe asymptotique aussi près de la vérité que faire se pourra, alors que la donnée positive ne donne qu'une orientation, qu'un degré de courbure. Ce prolongement est donc fait par approximation, plus exactement, par extrapolation. C'est là le procédé de généralisation amplifiante que décrit la logique. Appliqué à ce travail de prolongement, le terme statistique est d'un usage défectueux. Au contraire, s'il s'agit de phénomènes collectifs ou de masse, telle une population d'atomes, l'épithète prend toute sa force, alors même que le dénombrement des particules serait impossible.

En l'espèce, nous nous trouvons dans une position semblable de celle du physicien, quand il fait application de la théorie cinétique des gaz.

APPLICATIONS TECHNIQUES

C'est pour notre plus grand bénéfice que M. F. Divisia a réuni (*op. cit.*) d'intéressantes études sur les applications de la méthode statistique à la matière inorganique. Il a montré que la recherche de lois statistiques se présente comme accessible et opportune et il a pu se demander si elle ne constituait pas l'essentiel, sinon la totalité de cette « mécanique macroscopique » qui s'est révélée féconde ailleurs, par exemple, dans l'étude des machines (p. 141).

Commentant les recherches de Le Chatelier sur les sables, il indique que l'étude proprement dynamique de tous les mouvements élémentaires est utopique. La méthode strictement analytique ne saurait s'appliquer à un tel problème. Il en va de même pour la théorie des milieux pulvérulents de M. Caquot (p. 142 et s.).

S'agit-il, encore une fois, de formules probabilistiques et les solutions qu'on nous propose n'ont elles rien à voir avec la méthode statistique? La remarquable synthèse de M. Divisia démontre tout le contraire.

TROISIÈME PARTIE

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Par quelle aberration — sans doute — entendons-nous accoler à tant de mots cette épithète de *statistique?* C'est à l'envie, en effet, qu'on nous parle de loi statistique, d'aspect statistique, de permanences ou de régularités statistiques, de phénomènes statistiques, alors qu'il semblait bien que le qualificatif n'ait dû s'appliquer qu'à une démarche de l'esprit, à une manière d'appréhender le réel, à une méthode pour dire précis. Cette antinomie qui se marque dans les moyens d'expression révèle clairement l'antagonisme entre la doctrine classique et celle qu'on voudrait actuellement faire prévaloir.

La plupart des physiciens contemporains, ceux à tout le moins qui ont étudié la structure atomique de la matière, ne sont pas loin de penser qu'il existe un certain déterminisme des phénomènes à l'échelle des infiniment petits. Indéterminisme apparent, disent les uns, qui ne tient qu'à l'infirmité de notre esprit, à la grossièreté de nos sens, qui ne permettent pas

de suivre une particule dans tous ses déplacements, voire même dans ses transformations. Mais la constatation d'une telle carence ne doit pas nous induire à conclure que ces molécules s'agitent sans cause, ce qui serait incompatible avec les règles fondamentales de notre entendement. Bien au contraire, disent les autres, ce défaut de séquence entre les phénomènes doit être retenu comme une constatation irrépressible, alors même qu'elle violerait une habitude invétérée de notre esprit. Le réel est indépendant de l'intelligence qui le conçoit, qui en subit le reflet et c'est précisément l'étude des phénomènes atomiques qui doit provoquer une révolution dans nos conceptions de la nature et aussi bien dans celle que nous avons des facultés humaines.

Est-on bien sûr d'ailleurs que ce déterminisme dont la science du XIXe siècle a fait sa litière se réalise pleinement à l'échelle macroscopique? Nous vouons à l'historien des sciences l'étude des curieuses variations, des oscillations nuancées que montrent les écrits de M. Louis DE BROGLIE. Dans une de ses dernières études (*Hasard et contingence en physique quantique*, Revue de métaphysique et de morale, octobre 1945), il note qu'on n'a peut être pas assez insisté sur la hardiesse de l'acte de foi qui a permis aux physiciens du XIXe siècle de postuler le déterminisme du phénomène élémentaire dont nous ne pouvons pas effectivement suivre l'évolution. On peut même se demander si à l'échelle macroscopique le déterminisme intégral peut être affirmé de façon absolue. Il n'est que de faire écho aux conclusions de certains philosophes, tels Émile Boutroux et Henri Bergson, pour montrer que le déterminisme, même sur le plan macroscopique, n'a été admis que sous les plus formelles réserves. Il n'en est pas moins à l'heure actuelle la base de notre conception de l'univers et du comportement de l'homme. N'y a t il donc pas toujours extrapolation audacieuse, qu'on affirme le déterminisme ou l'interdéterminisme, quelle que soit l'échelle des phénomènes retenus?

Tant il y a que la terminologie scientifique a généralisé l'emploi de certaines expressions qui indiquent que la genèse causale des phénomènes n'a pu être objectivement constatée. D'où le terme de loi statistique. En usant de ces vocables, on entend dire que si le phénomène élémentaire ne peut être suivi avec toute la précision désirable, une collection, une population de molécules peut être aisément déterminée et que le comportement en bloc des molécules d'un gaz est pratiquement prévisible, telle la pression exercée par un gaz sur la paroi du récipient qui le contient. De là à généraliser cette constatation, de là à conclure que, si la masse est aisément déterminée, ses composants peuvent l'être, il y a une démarche facile à laquelle les savants ne se sont pas refusés, nonobstant les objurgations de théoriciens dont le parangon nous paraît être M. Johann von Newmann, dont le texte suivant (qu'il faut citer car il explicite très nettement un point de vue qui tend à prévaloir aujourd'hui), est reproduit par M. L. DE BROGLIE (*loc. cit.*, p. 246 247) : « On peut résumer comme il suit l'état du problème de la causalité (le traducteur préférerait le terme de « déterminisme ») dans la physique d'aujourd'hui. En physique macroscopique, aucune expérience ne prouve la causalité, car l'ordre causal apparent du monde macroscopique n'a pas d'autre origine que la loi des grands nombres, et cela tout à fait indépendamment du fait que les processus élémentaires (qui sont les véritables processus physiques) suivent ou non des lois causales. Que des objets macroscopiquement semblables se comportent de même, voilà qui a peu de chose à faire avec la causalité : ces objets ne sont pas, en effet, réellement identiques, car les coordonnées qui fixent l'état de leurs atomes ne coïncident à peu près jamais et les phénomènes observables macroscopiquement résultent de moyennes prises sur ces coordonnées.

« C'est seulement à l'échelle atomique, dans les processus élémentaires eux-mêmes, que la question de la causalité peut réellement être soumise à l'épreuve; mais à cette échelle, dans l'état actuel de nos connaissances, tout parle contre elle car la seule théorie formelle s'accordant à peu près avec l'expérience et la résumant est la mécanique quantique, et elle est en complet conflit logique avec la causalité... Il ne subsiste aujourd'hui aucune raison permettant d'affirmer l'existence de la causalité dans la nature : aucune expérience ne peut en apporter la preuve puisque les phénomènes macroscopiques sont, par leur nature même, incapables de la fournir, et que la seule théorie compatible avec nos connaissances sur les phénomènes élémentaires conduit à la rejeter. »

De cette incertitude, qu'elle se rattache avec ce texte à la nature elle même, ou qu'elle dérive de nos incapacités foncières et congénitales, nous déduisons que les lois que nous énonçons sont essentiellement approchées, qu'elles traduisent en gros certains phénomènes, plus particulièrement ceux qui se manifestent à nous sur le plan journalier, dans l'ordre des faits macroscopiques. Ces certitudes par rapport à des faits particuliers s'estompent à mesure que nous descendons dans l'échelle des éléments, que nos investigations portent sur des corps de plus en plus ténus. Nous pourrons encore bien décrire certains comportements d'une population d'atomes, nous ne sommes plus en mesure de déterminer le comportement de tel corpuscule déterminé dans cette population. En élaborant la théorie cinétique des gaz, nous arriverons à apprécier la nature des chocs de particules sur la paroi du récipient et à formuler des ordres de grandeur quant à leur nombre. Il nous est impossible de dire à quel moment et à quel endroit telle particule heurtera la paroi. Mais, par contre, il est loisible d'établir une moyenne eu égard à l'ensemble de la population et par conséquent de calculer la fréquence des chocs. Cette loi, dite des moyennes, valable pour tous les corpuscules, sans être applicable à chacun d'entre eux, prendra le nom de loi statistique. Sa genèse, est il besoin de le répéter, est différente de celles qu'on a accoutumé d'élaborer à la suite de recensements, de comptages. Mais dans l'un et l'autre cas, la généralisation à laquelle on arrive est d'une

nature analogue, sinon identique. Ici, le *relevé*, comme écrivent les auteurs de manuels, est direct, le démembrement s'opère sur des unités concrètes; là, l'observation de certaines manifestations particulières permet de déterminer *a posteriori* le nombre de corpuscules. A cela se réduisent les différences, puisque les lois qu'on entend énoncer dans les deux cas ne s'appliqueront à aucun des individus pris en lui même, mais fourniront un coefficient de probabilité, un indice moyen. Ce qu'il faut souligner ici, c'est, à l'instar de M. L. de Broglie, l'espèce d'acte de foi du statisticien qui, repoussant toute idée d'hétérogénéité entre les éléments de cette population, estime valables et suffisants les caractères d'homogénéité qu'il a retenus en délimitant sa sphère d'investigation : sociétés humaines ou masses gazeuses. En fait, les individus comme les molécules se différencient au moins par quelque caractère spécifique, ce par quoi ils ne s'identifient pas complètement, ou ne s'annihilent pas les uns dans les autres. En fait, les statisticiens, devant cette constatation, ont dû nuancer leurs computations et ils ont proposé de nombreux symboles de corrélation : il ne s'agit plus seulement de moyennes, mais d'écarts, de médianes, etc...

C'est sur ces caractéristiques que les expressions proposées par tant de savants prennent leur point de départ : telle la loi des moyennes de M. Langevin (cité par le Dr H. Wallon, *La loi en psychologie*, 5e semaine de synthèse, 1933, p. 163), lois statistiques applicables aux ensembles collectifs de constitution déterminée et connue de M. G. Matisse (*Le hasard et les phénomènes orientés*, in Revue de Métaphysique, extrait, p. 13), déterminisme statistique du même (*Le mécanisme du déterminisme*, in Revue philosophique, 1937), permanence ou régularité statistique de M. G. Darmois (*Statistique et applications*, p. 10) et de M. A. Haas (*La mécanique ondulatoire*, p. 182), actions statistiques de M. E. Guye (*L'évolution de la physico chimie*, p. 122) et de M. E. Guyenot (*La vie comme invention*, 9e semaine de synthèse, 1937, p. 200), faits statistiques de M. G. Hostelet (*Bulletin de la Société française de philosophie*, 1935, p. 15), pour ne citer que quelques auteurs. Sont ils coupablés d'un *jus abutendi*? L'étude qu'ils ont placée sous ces vocables ressortit elle à une simple méthode probabiliste? Mais quelle serait la définition de celle ci?

La méthode cartésienne d'évidence a souvent été opposée au probabilisme de Cournot. C'est ainsi que les *Regulae ad directionem ingenii* (III et suiv). repoussent toute référence au probable au profit du certain et du non douteux. Chercher le probable, c'est, selon Descartes, « augmenter la somme des doutes, sans avoir appris aucune science » (Cf. Derolle, *Congrès philosophique*, 1937). « Chez Cournot, le moyen terme du probable joue le rôle de médiation entre l'ignorance ou l'erreur et le savoir véritable qui demeure une limite au sens global et philosophique du mot vérité. » (J. de la Harpe, *ibid.*, VII, p. 120 sqq.). Il s'agit donc ici d'une attitude méthodologique, d'une inclination intellectuelle qui provoque un choix entre des méthodes plutôt que de méthode en soi. « La probabilité, en ce sens, est l'expression d'une attitude de pensée et d'action qui appartient au même domaine logique que le doute, l'hésitation, la certitude », soit qu'on la qualifie de philosophique, soit de mathématique, ordinale ou numérique (A. Lalande, *Vocabulaire de philosophie*, p. 632). Un large chapitre des mathématiques, il est presque superflu de le rappeler ici, est consacré au calcul des probabilités. C'est à l'intérieur de cette discipline qu'il convient, et là seulement, de parler de méthode, et non ailleurs. Les physiciens du monde atomique utilisent ce procédé mathématique comme moyen, exclusivement. Le probable n'est pas objet de science; il est une attitude de la connaissance devant le réel, donc forme de pensée et instrument de la science (Ch. Serrus, *Essai sur la signification de la logique*, p. 52).

Est ce à dire qu'avec M. Max Lazard il faille prononcer dogmatiquement et sans recours le divorce entre statistique et probabilité, en tant qu'instruments de connaissance et procédés d'investigation? Ce serait méconnaître l'intime compénétration des deux méthodes. La dernière n'est qu'un instrument de calcul, la première un instrument de recherche sur une réalité concrète, celle là utilisant la première pour la réalisation de son objectif qui est d'élaborer cette loi des moyennes dont a parlé M. Langevin. La statistique procède au démembrement quand il est possible; à défaut, elle étudie les masses ou les populations *in globo* quand le comptage des unités discrètes lui est interdit et tente de surcroît d'énoncer des lois valables pour ces unités par une sorte de raisonnement de récurrence. Y a t il donc des incompatibilités si irréductibles entre les deux démarches pour décréter qu'en matière de recherches atomiques, il n'y a qu'application de la mathématique pure et non pas de la méthode statistique?

Qu'on prenne garde qu'une science est généralement un conglomérat, ou une synthèse, si l'on aime mieux, de procédés empruntés aux divers ordres du savoir ou de la technique. Il serait facile de démontrer que la méthode statistique elle même est un assemblage d'autres disciplines. Le comptage est une opération qui doit nécessairement être précédée d'un choix, d'une sélection. Ce choix, loin d'être une opération spécifiquement statistique, paraît ressortir à la logique; il résulte, en effet, de jugements de différence et d'identité. La préhension des unités discrètes n'est pas obtenue immédiatement par le statisticien. Il n'y a pas de nombre dans la nature : une multitude qui n'est pas comptée n'est pas un nombre (E. Goblot, *Traité de logique*, p. 69). Dira t on que l'intervention du statisticien ne commence qu'après le choix? Le seul comptage serait il l'œuvre spécifique du statisticien? Mais ce comptage est une opération dérivant de la mathématique appliquée. Dira-t-on encore que la statistique commence lors de la comparaison entre les nombres obtenus pour

les différentes classes d'unités? Mais nous sommes en face d'opérations purement mathématiques. Nous cherchons ainsi partout la statistique et ne la trouvons nulle part.

Nous suivrons notre chemin de Damas si nous renonçons à chercher un caractère spécifique dans chacun des moyens mis en œuvre par le statisticien. C'est une des raisons pour laquelle la statistique ne saurait être considérée comme science. Ses éléments constitutifs en sont disparates. Elle emprunte autour d'elle à des disciplines diverses tant par leur objectif que par leurs moyens. En tant que statisticiens, nous utilisons les procédés du logicien, du mathématicien et bien d'autres disciplines suivant le but que nous nous proposons. C'est bien là le *quid proprium* de toute technique qui est un ensemble de moyens empruntés à des sciences variées, voire à d'autres techniques plus ou moins connexes. C'est sur cette particularité que l'accent avait été mis au cours d'une précédente communication à notre Société.

La plupart des théoriciens et des praticiens en tomberont d'accord. Sans doute faut-il se garder d'épanouir une formule au point d'en estomper les limites et de fournir une extension démesurée à un procédé de recherches qui a et doit avoir ses bornes sous peine d'entraîner aux pires aventures. Le cas de Léon Say doit être présent à la mémoire, qui déclarait *ex cathedra*, que la comptabilité était d'application universelle, entendant par là qu'elle constituait le seul moyen de diriger les choses... et les hommes.

C'est avec raison que M. H. Mineur (*La loi en mécanique et en astronomie*, 5e semaine de synthèse, 1933), affirme que le stade statistique de la notion de loi physique ne vient pas surpasser les précédents en les englobant. C'est un stade latéral et même, si l'on veut porter sur lui un jugement de valeur, on peut le considérer comme un stade inférieur aux autres. La statistique, conclut il, est la méthode des sciences qui débutent ou qui sont impuissantes à analyser complètement les phénomènes qu'elles étudient. Lorsqu'un savant manque de moyens d'investigation et qu'il veut quand même faire avancer sa science, il emploie la méthode statistique (dans un sens analogue, cf. aussi Dorolle (*Les problèmes de l'induction*, pp. 65 sqq.), et A. Padoa (*La loi de causalité*, Revue de métaphysique, 1938, p. 211).

La statistique est un instrument dont il ne faut pas mésuser. Mais il serait préjudiciable à l'essor même de la pensée d'en restreindre par trop le champ d'application, fût-ce à la noble contrée de l'humain. La circonspection s'impose toujours sur le plan des recherches scientifiques, et même dans l'ordre de l'action. La statistique est un outil de choix, dont on ne connaît pas encore toutes les ressources. Elle aura des applications de jour en jour plus étendues. Qu'on retienne la déclaration de M. P. Langevin à la 5e semaine de synthèse (p. 120) : « La conception statistique est une nouvelle habitude à prendre. »

DISCUSSION

M. Max Lazard remercie tout d'abord M. Penglaou pour l'importance flatteuse qu'il a bien voulu attacher à son discours présidentiel de l'année dernière, pour la scrupuleuse fidélité avec laquelle il s'y est référé. Mais surtout, il tient à le féliciter pour la magistrale façon dont il a construit sa propre analyse, et présenté son argumentation. L'essentiel, en effet, tout au moins dans un cas comme celui ci, est moins de résoudre le problème posé que d'en bien préciser les termes. Or, c'est ce que M. Penglaou a fait excellemment.

Sa thèse est, en somme, qu'il n'y a pas de différence fondamentale entre un comptage postulé et un comptage réel, entre un raisonnement remontant d'un phénomène de masse à ses éléments constitutifs et un raisonnement qui chemine en sens inverse; cela, parce que, dans les deux cas, il s'agirait d'une application de la méthode inductive.

M. Max Lazard ne se considère pas suffisamment compétent en matière de philosophie pour trancher avec autorité cette question de pure logique. Il se borne à constater que M. Penglaou aboutit à assimiler purement et simplement la statistique à l'arithmétique probabiliste. M. Max Lazard continue à juger qu'une distinction est préférable. Mais ce qui importe avant tout, c'est de penser avec clarté; à cet égard, l'exposé de M. Penglaou appelle l'éloge le plus chaleureux.

M. Leprince Ringuet. — Les propriétés étudiées dans certaines branches de la physique portent sur des ensembles dont on ne peut ni discerner, ni dénombrer les éléments. Les lois qui les régissent ont proprement tous les caractères des lois basées sur les grands nombres, comme celles que l'on peut établir par les méthodes proprement statistiques. Que l'on appelle encore cela statistique ou qu'on lui réserve un autre nom, comme celui supposé « probabilistique », ce n'est qu'une affaire de définition, mais qui ne change rien à l'analogie étroite des phénomènes observés.

Bien plus, ces études statistiques de microphysique ne permettent pas seulement de déterminer la constance des phénomènes globaux, elles permettent aussi d'en étudier les écarts : c'est ainsi, par exemple, que l'on a pu mettre en évidence les isotopes des corps simples.

M. Chevry signale que le mot « statistique » est employé pratiquement avec plusieurs acceptions. Dans son sens le plus général, il désigne l'ensemble des méthodes applicables à l'étude numérique des collectivités, c'est à-dire des ensembles de faits nombreux et de même nature. Dans le langage courant, on entend généralement par « statistique » au singulier,

l'application de cette méthode générale aux collectivités humaines dans tous les domaines : démographique, économique, social, financier où se manifeste la vie des hommes en sociétés et on désigne par « statistiques » au pluriel, les résultats chiffrés de cette application. Ces distinctions lui paraissent de nature à concilier, dans une certaine mesure, les conceptions de MM. Max Lazard et Penglaou.

M. Paul VINCENT considère, avec M. Penglaou, qu'il peut y avoir emploi de la méthode statistique dans les sciences physiques, en dehors de toute possibilité de dénombrement. A son avis, toutefois, il est inexact de considérer que le raisonnement statistique soit de nature nductive. La méthode statistique se rapproche beaucoup plus de la méthode déductive que de la méthode inductive; et le caractère aléatoire de toute conclusion exprimée en langage probabiliste, qui présente un tel contraste avec la rigueur absolue qui caractérise les conclusions issues de l'enchaînement des syllogismes, ne doit pas faire illusion : le processus mental présente le même caractère logique dans les deux cas. Au fond, le physicien qui emploie la méthode statistique ne fait que remonter, par induction, des résultats de l'observation à un dénombrement hypothétique dont il se donne les caractéristiques. Puis, par une suite de raisonnements propres aux sciences probabilistes, il « déduit » de son hypothèse des conclusions qu'il confronte, pour en vérifier le bien fondé, avec ses observations. Ce processus ne diffère pas de façon essentielle de celui qui est suivi dans toutes les sciences expérimentales. Il ne diffère pas non plus de celui que suit le statisticien qui part des données d'un dénombrement réel : passée la phase préparatoire du dépouillement et du classement des données brutes, qui participe de l'art et non de la science, la méthode d'exploitation est la même dans les deux cas.

M. DAYRE. — Il me semble que les conceptions de MM. Max Lazard et Penglaou ne sont pas irréductiblement opposées et qu'en tout cas on peut concevoir des critériums permettant de délimiter leurs domaines d'application.

1. Et tout d'abord, convient il d'opposer une notion de la statistique qui serait restreinte à l'étude des seuls *faits humains*, celle de M. Lazard, à la notion *universaliste* de M. Penglaou?

En réalité, lorsque M. Lazard parle des faits humains, je crois qu'il pense plutôt à l'ensemble des phénomènes facilement accessibles et dénombrables, se prêtant par conséquent à ces procédés de comptage, de classement, de tabulation qui sont à ses yeux l'essence de la méthode statistique.

J'imagine que M. Lazard admettrait volontiers que l'application de cette méthode statistique déborde en réalité le champ des faits humains. Il n'y a pas, du point de vue qui nous occupe, de différence de nature entre la naissance d'un homme et celle d'un animal. On peut faire des statistiques des jours de pluie ou des crues de rivières, suivant les méthodes mêmes par lesquelles on traite la production de l'acier ou les prix de la viande.

Il semble donc que l'opposition de M. Lazard et de M. Penglaou est moins entre les phénomènes humains et les phénomènes naturels qu'entre le monde *macrophysique* et le monde *microphysique*.

Dans le monde macrophysique, les faits, qui sont à notre échelle, se prêtent au recensement et à la méthode statistique usuelle. Il en est autrement pour le monde microphysique, à l'égard duquel nous ne pouvons opérer que par induction.

2. Est ce à dire que le monde microphysique, dont nous ne pouvons pas observer les individus, échappe complètement au domaine de la statistique? C'est, comme le disait tout à l'heure M. Lazard, une question de définition.

Il me semble qu'on pourrait peut être distinguer les *faits statistiques* de la *méthode statistique*.

On définirait comme *faits statistiques* les groupes d'individus assez *homogènes* et *nombreux* pour qu'on puisse considérer, en première approximation, que tout se passe comme si leur *distribution* était réglée par le *hasard*.

Cela étant admis, parmi ces phénomènes statistiques, il en est qui, à l'échelle de l'observation humaine, sont tels que nous pouvons les dénombrer individuellement, les classer, les additionner et déduire les caractéristiques de tendance centrale et de dispersion. Ce sont les faits du monde *macrophysique*. Nous dirons qu'ils relèvent, suivant la définition de M. Lazard, de la *méthode statistique*.

D'autres, au contraire, ceux du monde *microphysique*, ne nous sont pas individuellement accessibles. Mais ils se manifestent, à l'échelle macrophysique, par des phénomènes synthétiques dont la répétition régulière conduit à reconnaître entre eux des rapports constants, c'est à dire à formuler des lois. La considération de ces lois nous amène à *supposer* l'existence de corpuscules (molécules, atomes, électrons, photons) dont les positions et les mouvements seraient régis par le hasard. A leur endroit, la méthode statistique, du moins dans sa forme usuelle, n'est pas applicable, puisque nous ne pouvons pas *recenser* ces corpuscules. Les méthodes par lesquelles nous en décelons l'existence sont des méthodes *probabilistes* (en tant que tirées de la théorie de la probabilité des causes), plutôt que des méthodes statistiques proprement dites. La méthode statistique est déductive et synthétique; elle part des individus et aboutit au groupe. La méthode probabiliste est inductive et analytique : elle part du groupe, seul accessible à notre observation, étudie son comportement, en dégage les lois, et tente d'*expliquer* ces lois par des conjonctions d'individus distribués au hasard.

Telle est la distinction fondamentale qu'il semble possible d'établir entre les deux méthodes applicables aux *faits statistiques*. Le domaine des faits statistiques est celui des faits qui

obéissent à la loi des *grands nombres*. Certains de ces faits, ceux du monde *macrophysique*, relèvent, pour leur étude, d'une méthode de *comptage direct*, déductive et synthétique, qu'on peut nommer *méthode statistique*. D'autres, ceux du monde *microphysique*, ne permettent pas le comptage direct, ne sont pas directement accessibles et ne peuvent être décelés que par une méthode inductive et analytique, la *méthode probabiliste* (1).

Rien n'empêche, bien entendu, d'avoir d'autres définitions, et cela restera possible aussi longtemps que la normalisation du vocabulaire n'aura pas fixé la portée scientifique des termes employés.

On peut se faire une idée plus large de la méthode statistique et la définir comme *toute méthode expérimentale appliquée aux phénomènes de nombre*. Mais il importe alors de bien discerner dans cette méthode statistique « *généralisée* » deux types de techniques opératoires différents : une technique de dénombrement direct, qui part d'individus observés et recensés pour en dégager les lois ou les rapports de groupes, et une technique inductive, qui part des lois des groupes, seuls observables, pour remonter aux individus.

M. Max Lazard, s'excusant de reprendre la parole, juge très heureuse la suggestion si brillamment improvisée de M. Dayre.

Qualifier de statistique le phénomène physique analysé par la théorie cinétique des gaz, c'est mettre admirablement en relief l'aspect essentiel de ce phénomène, à savoir qu'on doit le concevoir comme la somme d'un nombre immense de relations individuelles entre molécules gazeuses; d'autre part, cela n'implique pas pour autant que la méthode mise en œuvre pour calculer la pression des gaz soit la méthode statistique.

Autrement dit, l'adjectif statistique prendrait un sens différent selon le substantif auquel il serait associé; c'est là résoudre d'une façon très élégante le conflit de définitions auquel nous nous achoppions précédemment.

D'une façon analogue, M. Max Lazard se croit en droit de rappeler que si, aujourd'hui, le mot de *statistique* fait principalement figure d'adjectif, il était plutôt pris autrefois, et est encore pris assez souvent de nos jours, dans un sens substantif. Tel est le cas lorsqu'on considère la statistique comme une science, et non comme une méthode. Ne rejoignons-nous pas alors cette conception que M. Penglaou rejetait tout à l'heure comme trop étroite, et qui tend à limiter aux faits humains la compétence du statisticien? L'étroitesse est difficilement niable lorsqu'on considère la méthode statistique. Mais dans la mesure où il est légitime de parler d'une science statistique, n'est ce pas d'une science des faits humains ou, pour mieux dire, d'un certain aspect de la science des faits humains, qu'il s'agit?

Telle est, en tout cas, la considération que M. Max Lazard croit pouvoir faire valoir pour justifier rétrospectivement la première des propositions dont M. Penglaou lui a fait courtoisement grief : l'objet essentiel de nos travaux est d'appliquer la méthode statistique à l'étude des problèmes humains.

M. Penglaou. — Le problème dont les données viennent d'être exposées a un double aspect sur lequel M. Max Lazard a insisté avec une imcomparable autorité. Sous le point de vue de la terminologie on peut réserver le substantif « statistique » à la science qui a pour objet exclusif les faits humains, alors que le même mot pris comme adjectif s'appliquera aux phénomènes de masse. Oserais je avouer néanmoins que cette distinction me paraît spécieuse et prêter à une regrettable amphibologie? Cette dissociation, est-elle bien conforme au génie de notre langue et, de surcroît, l'usage en est il consacré?

L'autre aspect, et c'est tout le débat de ce soir, est d'ordre scientifique et non plus lexicographique. Y a t il en fin de compte identité entre la démarche de celui qui tend à établir des corrélations entre les faits humains considérés dans leur masse et celle de celui qui élabore une loi régissant tel groupe de phénomènes microphysiques? Dans le premier cas, il y a presque toujours comptage préalable des unités discrètes constitutives d'une population (au sens large du terme); dans le second, les corpuscules ne pouvant être directement atteints, la numération ne peut se faire qu'indirectement sur des signes généralement secondaires et, dans la plupart des cas, par des approximations successives, par des généralisations plus ou moins étendues. Dans le premier cas, le comptage est l'opération liminaire, dans le second la dernière. Dans l'un et l'autre cas, les unités discrètes sont prises en considération, mais toujours en fonction d'une masse donnée. Au surplus les lois auxquelles on aboutit sont dites de « moyenne », valables pour toutes les unités sans être applicables à l'une d'entre elles prises isolément. Elles ont en outre un caractère nettement probabilistique, c'est-à-dire qu'elles prennent leur point de départ dans une extrapolation, dans une induction poussée à la limite (limite variable suivant la précision des constatations originelles). C'est bien là la loi dite des grands nombres que vient de rappeler avec sa grande autorité scientifique M. Leprince Ringuet.

Mais en parlant d'induction, je vois que j'entre en conflit avec M. Paul Vincent, qui nous a expliqué avec beaucoup d'ingéniosité que le raisonnement statistique était d'ordre déductif. Le processus décrit par lui est complexe puisqu'à la base de la méthode statistique il y

(1) Pour être complet, il faudrait situer dans ce système la place des techniques de l'échantillonnage appliquées dans les sondages. Ces techniques sont inductives et s'appuient, comme la méthode dite probabiliste, sur la théorie de la probabilité des causes. Mais, à la différence de la méthode probabiliste employée dans l'étude des lois de la microphysique, elles s'appliquent à des *individus* et non aux groupes étudiés dans leurs manifestations de masse. Comme elles partent des individus, et bien qu'elles soient inductives, il semble qu'on doit plutôt les ranger dans la catégorie des méthodes dites statistiques.

a une sorte d'induction aboutissant à une hypothèse de laquelle, si j'ai bien compris, on *déduit* certaines conclusions. Il n'est pas douteux qu'il n'existe pas de purs raisonnements, soit inductifs, soit déductifs. Il faut seulement considérer la méthode qui prédomine. C'est selon moi, en l'espèce, l'induction quelle que soit la nature des démarches qui interviennent par la suite pour vérifier ou simplement guider le cheminement de la pensée.

Je remercie M. Chevry de la remarquable contribution qu'il a apportée aux débats en précisant les différentes acceptions du mot « statistique ».

Le point de vue de M. Dayre s'inspire d'un louable souci de conciliation. Pour un peu, on finirait par croire que les définitions proposées par M. Max Lazard, d'une part, et par moi même, de l'autre, sont superposables *de more geometrico*.

Je me permets de maintenir, nonobstant les efforts dialectiques de M. Dayre, que les thèses exposées ne concordent pas, qu'elles sont, à bien des égards, irréductibles et j'ajoute que M. Dayre lui même en esquisse une autre, antinomique aux précédentes.

Pour M. Dayre, en effet, est d'ordre statistique toute méthode expérimentale appliquée aux phénomènes de nombre. Qu'est ce à dire? Tous les phénomènes ne peuvent ils pas être nombrés? Nous estimons généralement que les sciences progressent par la quantification des lois, par l'introduction du nombre dans l'énonciation des rapports constatés entre les phénomènes. Reste le domaine psychologique où les célèbres thèses de Bergson sur les données immédiates de la conscience ont jeté quelques suspicions sur de tels procédés, encore que Spearmann ait montré il y a quelques années, après d'autres, le parti que l'on pouvait tirer de la méthode statistique en matière de psychologie.

En fait, les nombres ne se trouvent nulle part dans la nature, qu'on me passe ce truisme. Aussi incliné je à croire que M. Dayre, quand il parle des phénomènes de nombres, visé expressément des phénomènes que, pour des raisons diverses, nous avons, par la pensée, rapprochés, agglomérés, en négligeant certaines de leurs particularités. L'identité pure, qui serait évanescence absolue, n'existe pas. Il n'y a que des phénomènes singuliers, mais qui ne laissent pas d'être homogènes quand on ne retient que quelques uns de leurs caractères. Ainsi en va t il pour les phénomènes de masse. On ne peut conclure que la méthode statistique peut aisément s'appliquer à tous les phénomènes de quelque ordre soient ils, dans la mesure où ils peuvent être atteints soit directement par l'observation sur le plan macrophysique, soit indirectement par l'induction sur le plan microphysique. C'est ce que M. Dayre a fort bien exprimé au cours de son intervention. En suis je pour cela « universaliste », comme il l'a dit? Oui, si l'on estime que tous les faits peuvent être soumis à la méthode statistique; non, si le terme « universaliste » veut dire exclusif, auquel cas on prétendrait que toute recherche, toute science, sont d'ordre statistique. Mais c'est précisément là que surgit le conflit qui m'oppose à M. Dayre. Pour lui, la méthode statistique — et il rejoint sur ce point la thèse de M. Max Lazard — ne s'appliquerait à vrai dire qu'au monde macrophysique, par la mise en œuvre du comptage direct, tandis que la méthode probabiliste aurait comme champ d'application le monde microphysique, encore qu'il ait introduit une sorte de pont entre les deux méthodes quand il a parlé des techniques de l'échantillonnage.

Mais cette méthode probabiliste n'est rien d'autre que la méthode inductive sur laquelle les épistémologues contemporains se sont expliqués à loisir. J'ai insisté sur ce point au cours de ma communication pour ne plus y revenir.

Cette réserve ne m'empêche pas d'adhérer à la conclusion de mon honorable interlocuteur, aux termes de laquelle il distingue deux types de techniques opératoires différents, ressortissant à la méthode statistique qualifiée par lui de « généralisée ». Mais par là même ne revient il pas sur ce qu'il a déclaré précédemment en écartant implicitement sa subtile opposition entre la méthode statistique et la méthode probabiliste en vertu de l'incompatibilité (au moins méthodologique) entre le macrophysique et le microphysique?

Note de M. Malzac. — L'intéressante communication de M. Penglaou me paraît pouvoir donner lieu à quelques remarques.

Il estime qu'il existe une antinomie entre l'affirmation de M. Max Lazard que la statistique est une science ne pouvant s'appliquer qu'à des phénomènes susceptibles d'être dénombrés : « Le dénombrement est le fondement essentiel de la science statistique », d'une part, et, d'autre part, l'affirmation des savants que certains phénomènes physiques s'expliquent en appliquant aux éléments qui les provoquent les lois de la science statistique, ce qui, vulgairement, peut se traduire : la statistique explique la physique ou la physique n'est que de la statistique; or, dit avec raison M. Penglaou, les éléments envisagés par les physiciens comme ayant produit par leur soumission aux lois de la statistique, les phénomènes étudiés par les physiciens, ne sont pas susceptibles de dénombrement. Dans ces conditions, on ne peut, à leur propos, dans le sens donné à ce mot par M. Max Lazard, laisser aux physiciens le droit de parler de statistique et un autre mot doit être trouvé.

J'estime, contrairement à l'opinion de notre distingué collègue, qu'il n'y a ni antinomie ni nécessité de créer un mot à l'usage des physiciens.

A mon sens, la base essentielle de la statistique est le dénombrement. Elle ne s'occupe que des faits qui peuvent être dénombrés. La constatation d'un fait n'est pas en elle-même une opération de la statistique. Il faut qu'utilisant les règles de l'arithmétique, le statisticien constate plusieurs faits de même nature et les additionne, c'est à dire comme le fait justement remarquer M. Max Lazard, les dénombrer. Mais ce dénombrement suffit il à élever la Statistique au rang de science? Certainement non. Il faut pour cela que de même que le

comptage a été soumis aux règles de l'arithmétique, les dénombrements soient soumis aux règles du calcul des probabilités. On arrive ainsi à établir des lois qui sont à proprement parler le contenu de la science statistique. Ceci exige que les dénombrements portent sur un nombre suffisant d'unités élémentaires pour que la loi des grands nombres par exemple s'applique. Dénombrement à la base, usage du calcul des probabilités me paraissent les éléments essentiels de la science statistique. Il s'y ajoute pour l'interprétation des résultats des calculs, les qualités de finesse exigées du bon statisticien.

Quels motifs ont donc poussé les physiciens à faire appel à la statistique quand ils se sont trouvés en présence de phénomènes qui, vus du dehors, n'ont aucun caractère d'être le résultat ou plutôt la résultante d'action collective? Ils ont supposé à titre d'hypothèse, et, ils continuent à supposer à titre d'hypothèse, que le phénomène tel qu'il leur apparaissait était la résultante de l'action d'un nombre non pas illimité, mais très grand, d'éléments identiques (molécules, atomes, neutron, meson, etc.). Qu'ils puissent ou non en faire, dans une masse gazeuse par exemple, le compte, cela n'empêche pas, puisqu'on suppose leur existence, de les considérer comme soumis à des forces identiques, comme des unités comparables et comme leur nombre est dans cette hypothèse certainement suffisant, même sans aller jusqu'à leur attribuer une excessive petitesse) pour que les règles du calcul de probabilités leur soient applicables, de les leur appliquer.

Or en considérant ces unités identiques et en leur appliquant les règles du calcul des probabilités, les savants font de la statistique et il est tout naturel, puisque l'expérimentation a (1) confirmé leur hypothèse qu'ils aient introduit le mot de statistique dans l'explication des phénomènes.

J'ajoute, d'ailleurs, que les savants ne sont pas sans ressentir la portée de l'objection de M. Penglaou sur le terrain non des principes, mais des faits.

Ils cherchent, et dans certains cas, si je ne me trompe, ils sont parvenus à calculer les dimensions, et, par conséquent, à effectuer le dénombrement dans un volume donné de ces unités (atomes, molécules, etc.) dont ils supposent l'existence et qui, par leurs actions identiques dont la résultante est calculée conformément aux lois de la statistique, produisent le phénomène qu'ils étudient.

Que ce dénombrement soit pratiquement possible ou non (2), l'hypothèse des savants le suppose possible. (Pour qu'il fût théoriquement impossible, il faudrait supposer que le nombre d'unités soit illimité quelles que soient les dimensions, par exemple de la masse gazeuse, dont les propriétés sont étudiées — supposition exclue.)

Je ne vois donc aucune antinomie entre l'attitude de M. Max Lazard que je crois entièrement fondée quoique peut être un peu restrictive : le dénombrement est la base de la statistique, mais il n'est pas à lui seul toute la statistique en tant que science, et l'attitude des physiciens qui appliquent les règles de la science statistique à des unités identiques dont ils supposent qu'elles sont en nombre très grand, mais non illimité, et qui concourent à produire un phénomène collectif.

Note de M. Luc-Verbon. — Les savants statisticiens de notre société n'ont cessé d'attacher une importance capitale aux questions méthodologiques, et d'apporter à la méthode d'incessants perfectionnements. Suivant leur exemple, et tout particulièrement celui des anciens Présidents, notre collègue, M. Penglaou, nous a fait, sur le champ d'application de la méthode statistique, une communication qui a soulevé le plus vif intérêt et il mérite de chaleureuses félicitations.

Dans son discours présidentiel du 20 décembre 1944, M. Max Lazard paraissait devoir limiter le domaine de la statistique à l'étude des problèmes humains; à cette occasion, il s'était élevé, avec juste raison, contre certains empiètements ou confusions, comme celle de la statistique et du calcul des probabilités. Mais, à notre avis, la limitation doit porter moins sur le champ d'application de la statistique, qui est immense, que sur l'objet de chaque étude. En d'autres termes la méthode monographique doit s'allier inséparablement à la méthode statistique, comme le préconisait notre ancien président M. Divisia, dans son admirable livre intitulé : « Technique et Statistique ».

On ignore généralement que la règle de la limitation a été appliquée, pour la première fois, à la recherche scientifique par Galilée qui dégagea sa théorie astronomique d'études monographiques des taches du soleil. Mais c'est le savant français Michel Adanson qui, appliquant systématiquement cette règle, parvint à constituer la Nomenclature botanique, attribuée à tort à Jussieu, après avoir établi plusieurs milliers de monographies de plantes. Il apporta à la méthode d'observation scientifique dite « Méthode naturelle » de tels perfectionnements, qu'il parait avoir été le promoteur du mouvement prodigieux, animant la plupart des sciences depuis la fin du XVIIIe siècle.

Aussi croyons nous pouvoir affirmer que les sciences de la nature ainsi que les sciences morales et politiques ont progressé dans la mesure où la méthode monographique, aidée par la statistique, leur a été appliquée. Si la météorologie a pris un aussi grand retard par rapport aux autres sciences, si elle se borne encore à annoncer le temps qu'il va faire, à bref délai, sans pouvoir formuler des prévisions à longue échéance c'est, selon nous, parce que la méthode monographique n'y a pas été conjuguée à la statistique. Au lieu de s'en préoccuper, les

(1) Jusqu'à présent.
(2) Avec nos instruments actuels de mesure.

météorologues n'ont cessé d'attacher une importance primordiale au calcul des moyennes, alors que celles-ci sont, en cette matière, simplement indicatives d'une tendance et rarement significatives; les écarts de température, de pression, etc..., sont beaucoup plus intéressants à suivre, car l'on peut affirmer qu'il n'y a pas de phénomènes sans écarts, sans différences.

Aussi estimons nous qu'il conviendrait de faire précéder les quatre règles à suivre dans la recherche scientifique, édictées par Descartes, de la règle de la limitation ou de la monographie, qui pourrait être dénommée « règle d'Adanson ». C'est en vertu de cette règle que nous avions proposé au cours d'une communication à notre Société de prendre la région naturelle comme unité territoriale en statistique. Cette proposition fut favorablement accueillie par notre bien regretté collègue le contrôleur général Carmille, qui chargea le Service national des Statistiques, dont il était directeur général, d'établir la carte des régions naturelles de la France, qui s'achève, puis de procéder, à titre d'essai, à l'établissement de statistiques agricoles par régions naturelles. Aussi c'est avec émotion que nous saluons la mémoire de ce savant patriote, mort à Dachau, premier martyr de la Statistique.

Au cours de sa communication, M. Penglaou nous disait : « l'activité statistique a donc comme résultat une représentation mathématique des phénomènes de masses, souvent fort complexes. Ce schématisme comporte t il quelques inconvénients? M. le professeur Rist ne le croit pas, il estime que dès qu'il s'agit de structure économique d'une certaine permanence, cette prise d'images n'a que des avantages ». Abondant dans le sens de cet éminent économiste nous estimons même que la schématisation est avantageuse dans tous les domaines.

Les cartogrammes, diagrammes, stéréogrammes, tapissent actuellement les ateliers, bureaux, expositions, laboratoires, etc..., cette « statistique graphique » qui a pour but de présenter sous la forme d'images, les grandeurs, les quantités, les intensités, a pris un développement considérable. Mais bien avant que les hommes de science, les statisticiens et les techniciens aient tracé des schémas, le philosophe Kant avait, avec une intuition géniale, compris l'importance de la fonction schématique. Mais c'est à Bergson que l'on doit la distinction fondamentale entre les schémas empiriques ou analytiques et les schémas organisateurs ou synthétiques. Les premiers sont de simples tracés graphiques et moyens mnémotechniques rendant sensibles aux yeux la forme des objets et leurs rapports avec d'autres objets, écrivait Lucien March; leur seul défaut est d'appauvrir parfois la vérité en la présentant sous une forme squelettique. Les schémas synthétiques constituent des représentations collectives ou représentations de « types » qui, loin de provoquer un appauvrissement de la vérité, contribuent fortement à son enrichissement; grâce à eux, surtout, la statistique est devenue un procédé d'induction d'une efficience certaine : La « schématisation organisatrice » est le procédé permettant à l'homme de science de passer de la synthèse à cette synthèse supérieure qu'est la théorie scientifique, l'organisateur du travail au plan d'organisation ou organigramme.

Aussi croyons nous nécessaire d'ajouter aux quatre règles de Descartes et à la règle d'Adanson, une sixième règle, celle de « la Schématisation organisatrice ». Au cours d'une étude parue récemment dans « les Cahiers du *Monde Nouveau* », le prince Louis de Broglie, parlant de « la lumière dans le monde physique » s'exprimait ainsi : « Pour interpréter sa nature, notre esprit, qui ne peut se passer complètement des images suggérées par nos sens, évoque tour à tour le crépuscule qui décrit sa trajectoire et l'onde qui s'épanouit en vibrant; mais il a dû reconnaître l'insuffisance de ces deux représentations considérées isolément, la nécessité de les fondre en une synthèse supérieure qui les considère comme coupes complémentaires et cet immense effort d'abstraction nous a conduit à des conceptions toutes nouvelles dont la portée, aussi bien dans le monde philosophique que dans le domaine scientifique, apparaît considérable. » C'est après avoir tracé dans son esprit ce schéma synthétique, résultant d'une intuition géniale, que le prince de Broglie élabora sa théorie de la mécanique ondulatoire, l'un des plus magnifiques succès de la Science française.

Dans un ordre d'idées beaucoup plus modeste, nous sommes parvenus, nous mêmes, à imaginer un schéma synthétique : après avoir réalisé la synthèse en « Science comptable », en constituant plusieurs classifications scientifiques, dont la Nomenclature des comptes, l'idée nous est venue de les fondre dans une figure schématique, ayant pour base un octogone, permettant d'établir aisément et dans tous ses détails « le plan comptable » de toute entreprise. Ce schéma s'est révélé véritablement créateur; il nous a, en effet, permis d'établir, d'une façon très nette, la distinction entre les comptes de personnes et les comptes de choses, puis de constituer la « Statistique comptable », permettant de soumettre à la « Balance comptable » toutes les données statistiques relatives à une entreprise, enfin d'exposer la théorie scientifique de la comptabilité en partie double.

Ainsi l'expression « puissance schématique » employée par le philosophe M. J. Segond dans son livre ayant pour titre *L'imagination*, trouve dans les deux cas cités précédemment sa pleine justification.

Note de M. Penglaou. — La note de M. Malzac décrit avec une précision remarquable la démarche du savant quand il se trouve en présence de phénomènes issus d'une action collective. Il a justement insisté sur le postulat de base en vertu duquel une masse stable (ou relativement stable) est constituée par des éléments identiques soumis à des forces identiques, leur nombre étant dans l'hypothèse très grand, mais nécessairement limité. Il importe peu, somme toute, qu'on puisse ou non procéder à leur comptage, bien que, toutes les fois

où cela est possible, le savant s'emploie à procéder à des dénombrements locaux, portant sur une partie de la population, comme nous l'a montré M. Perrin dans son livre classique sur les atomes.

Ceci posé, M. Malzac souligne avec force que le dénombrement n'est pas à lui seul toute la statistique, mais il n'insiste pas assez, à mon sens, sur le caractère probabilistique que revêt nécessairement toute loi issue de la démarche statistique.

Je ne vois que des avantages à adhérer au point de vue si clairement exposé par M. Luc-Verbon sur les avantages des méthodes monographique et statistique conjuguées. C'est un problème fort intéressant qui pourrait faire l'objet, à lui tout seul, d'une communication à notre société. Il faut louer l'auteur de nous avoir indiqué le thème d'une prochaine méditation.