



LA MESURE DANS LES SCIENCES DE LA POPULATION¹

Daniel Courgeau

Les sciences de la population ont utilisé tout au long de leur histoire différents paradigmes : approche du moment, approche longitudinale, approche biographique, approche multiniveau. Ils ont conduit à divers types de mesures, tant des faits étudiés que des relations entre ces faits. Cet article présente et analyse les principales formes prises par ces mesures : taux, quotients, indices synthétiques, pour les faits eux-mêmes ; régressions, modèles d'analyse biographique ou multiniveau pour les relations entre les faits. Ces mesures constituent une vision de plus en plus complexe des événements démographiques et chaque paradigme ne remplace pas le précédent, mais fournit une pluralité de géométrals qui permet d'avoir une représentation stéréoscopique des faits et des relations entre eux.

Les sciences de la population étudient la survenue des phénomènes humains non seulement par la mesure des divers effectifs les ayant connus, mais surtout par la mesure de concepts plus complexes qui y sont rattachés. Elles se sont mises en place au XVII^e siècle avec l'ouvrage de John Graunt de 1662² et ont été jusqu'au milieu du XIX^e siècle dénommées sous le terme d'arithmétique politique. Elles ont ensuite éclaté en différentes disciplines ou sous-disciplines tant leur généralité était grande. On les trouve maintenant présentes essentiellement en démographie, statistique, sciences actuarielles, démographie historique, paléodémographie, épidémiologie, écologie des populations ou démo-écologie, génétique des populations, etc., mais également en sciences politiques avec les politiques de population, sociologie avec l'école durkheimienne, sciences de l'éducation, géographie humaine, démographie économique, probabilités en relation étroite avec toutes ces disciplines.

- 1. Nous tenons à remercier vivement Robert Franck et Michel Bourdeau pour leur lecture critique d'une première version de cet article. Mais bien entendu l'auteur reste entièrement responsable des propos qui y sont tenus.
- 2. J. Graunt, *Natural and Political Observations Mentioned in a Following Index, and Made upon the Bills of Mortality*, Londres, Roycroft and Dicas, 1662.



Notre propos est cependant plus précis ici, en ce que nous allons considérer la façon dont la mesure s'introduit dans ces sciences et le rôle qu'elle y joue. Pour ce faire, une approche historique s'impose, car ces disciplines se sont développées au cours du temps et ont conduit à mesurer des phénomènes et des concepts de plus en plus complexes. Nous ne pourrions pas considérer tous les types de mesure utilisés dans ces sciences, car cela nécessiterait un ouvrage complet, tant cette variété est grande. Nous essaierons en revanche de montrer les relations qui peuvent exister entre les principales mesures que nous allons considérer : mesure directe et indirecte des faits, mesure des principaux indices (proportions, taux, quotients, indices plus synthétiques) et mesure des relations entre les faits selon différentes approches. Nous illustrerons ces mesures par un certain nombre d'exemples pour les éclairer.

Nous montrerons également comment le chercheur essaie de passer des *phénomènes vécus* par tout membre d'une population à un *objet scientifique* au sens de Gilles Gaston Granger. En effet, pour ce philosophe :

[...] le vécu complexe saisi dans l'expérience des choses sensibles est devenu objet d'une mécanique et d'une physique, par exemple lorsque l'on s'est avisé de le réduire à un modèle abstrait, où n'ont figuré tout d'abord que spatialité, temps et « résistance » au mouvement³.

C'est d'ailleurs grâce à leur mesure que ces objets ont pu ensuite devenir des modèles de plus en plus complexes. Granger reconnaît également que cet objet ne bénéficie pas, dès le départ, d'une définition explicite et générale de son contenu, mais que ces sciences en sont, au contraire, des explications progressives. Ainsi, les sciences de la population s'explicitent au travers de paradigmes successifs, chaque paradigme fournissant une autre façon de rapporter les phénomènes observés, mesurés chaque fois par de nouveaux procédés, à l'objet scientifique.

Voyons d'abord comment ces sciences ont pu se mettre en place et ce qu'elles entendent sous le terme mesure, avant d'analyser ces différentes mesures selon le point de vue qu'elles prendront sur une population donnée, c'est-à-dire son paradigme.

Au départ une approche du moment

Depuis la plus haute Antiquité, le dénombrement de certains membres de plusieurs populations a été l'une des préoccupations de l'humanité. Mais les besoins auxquels répondaient ces dénombrements étaient d'ordre administratif, économique, militaire, religieux ou patrimonial, et combinaient parfois ces différents aspects. Ils n'étaient jamais d'ordre scientifique. Une autre notion plus complexe, celle de mesure, qui permet l'ordre en différenciant et organisant les éléments de la réalité, apparaît chez Platon et

Les sciences de la population s'explicitent au travers de paradigmes successifs

■ 3. G.-G. Granger, *Formes, opérations, objets*, Paris, Vrin, 1994.



Aristote, mais l'idée moderne d'une science de l'homme se trouve encore absente chez ces auteurs.

Il faut se placer au XVII^e siècle pour voir apparaître une véritable science de la population. Elle a été, pendant plus de deux cent quatre-vingts ans, une science essentiellement du moment, c'est-à-dire qui utilise l'observation des faits humains à un instant précis, sans s'inquiéter du temps lié à l'ancienneté de l'individu dans un état donné.

Mesure directe des faits par les registres

L'initiateur de ces sciences, Graunt, indique dès le départ, dans sa dédicace à sir Robert Moray, qu'il se situe dans la lignée de Roger Bacon, en considérant ses discours sur la vie et la mort comme de l'histoire naturelle, et pose par ses *Observations* et ses mesures les bases d'une véritable science des populations. À cet effet, il se sert des bulletins d'enterrements, de mariages et de baptêmes qui sont tenus en Angleterre et dans le pays de Galles depuis 1538, à la suite d'un mandat de Thomas Cromwell.

Les registres de mortalité avaient pour raison essentielle de donner une idée de l'ampleur et de l'évolution des décès, en particulier par la peste, qui sévissait de façon importante à cette époque. Les registres de mariages, avec l'enregistrement du nom du parrain et de la marraine dès 1557, devaient permettre d'endiguer la montée des divorces, car auparavant nombre de ceux-ci étaient possibles en déclarant avoir épousé le fils ou la fille de son parrain/marraine. Cela rendait le mariage invalide, car considéré par l'Église comme un inceste spirituel. Enfin, les craintes d'un nouvel impôt tiré de ces déclarations se révélèrent justifiées dès 1653 lorsque toute déclaration devenait payante. Ainsi, si ces bulletins avaient une fonction religieuse, politique, sociale, administrative, fiscale, etc., on peut affirmer qu'ils n'avaient au départ aucune visée scientifique.

Graunt indique d'ailleurs clairement l'usage habituel de ces registres par ceux qui les recevaient :

[Ils] ne s'en servaient guère que pour regarder à la fin l'accroissement ou la diminution du nombre des Enterrements et, parmi les événements, ce qui était arrivé de rare ou d'extraordinaire dans le courant de la semaine, pour pouvoir en faire un sujet de conversation à la prochaine réunion mondaine; et en outre pour voir, à l'époque de la Peste, le progrès ou le recul de la Maladie, pour permettre aux riches de juger de la nécessité de s'éloigner et aux commerçants d'évaluer les affaires qu'ils pourraient faire dans leurs professions successives.

De plus, mesurer des phénomènes, qui étaient considérés comme le secret de Dieu, relevait du défi. Comme le dit Graunt, parlant de la population de Londres : « J'avais eu peur, à l'exemple mal compris de David, de tenter une évaluation quelconque d'un endroit aussi peuplé », car ce dénombrement sans ordre de l'éternel entraîna trois jours de peste foudroyante d'Israël.

Pour répondre au souhait de Bacon de partir des faits pour élaborer une discipline, il utilise ces mesures pour montrer des régularités ou des



traits que l'on ne pouvait saisir sans elles. Il essaie en fait de découvrir un ordre sous-jacent à ces phénomènes que l'on considèrerait alors comme soumis au bon plaisir de Dieu, ce qui excluait toute prévision ou tout autre calcul. Nous allons présenter ici les principaux axes de ses recherches, et les mesures qu'il y associe.

La première de ces mesures prend pour *unité* l'événement : le décès, souvent pour une cause donnée; le baptême; le mariage. Il considère par exemple tous les décès observés comme équivalents, leur faisant perdre toute complexité humaine, politique et religieuse. Graunt peut dès lors simplement dénombrer ces *faits*, pris parfois selon certains critères de classification, tels que les causes de décès :

**La première
des mesures de
Graunt prend pour
unité l'événement,
puis l'individu**

[...] y ayant réussi au point d'avoir réduit plusieurs volumes gros et confus à quelques tableaux clairs, et résumé les observations qui en découlaient naturellement en quelques paragraphes succincts, sans longues séries de déductions verbeuses...

Il critique en revanche ces chiffres, détermine le degré de confiance qu'il peut leur accorder, les rectifie. Tout ce travail propre à la *mesure directe* des événements est longuement détaillé dans son ouvrage.

Mesure indirecte des faits avec une probabilité objective

Graunt essaie ensuite d'aller plus loin en prenant pour *unité* l'individu et en cherchant à estimer la population de Londres dans son ensemble, sans n'en éliminer aucune partie inutile pour des raisons militaires, politiques ou religieuses. On voit apparaître ici la notion d'*individu statistique*, dépouillé justement de ces attributs individuels, et qui permet d'introduire une science de l'homme. Mais il ne dispose, pour ce faire, d'aucun recensement général de la population, ni même d'un recensement partiel comme il en existait dans l'Antiquité. Il utilise alors un concept, appelé plus tard le « multiplicateur », qui correspond à une *mesure indirecte* pour estimer cette population. L'hypothèse de base est que ces faits entretiennent avec la population une relation constante, nécessaire et que leur existence soit un terme d'appréciation. Graunt, dans ce cas, estime la population de Londres à partir de divers faits observés dans cette population : ses décès, ses naissances qui sont censées représenter le double de ses femmes fécondes, ses familles, sa superficie, etc.

Lors de ces essais d'estimation, il se rend compte qu'il ne dispose pas d'une autre mesure indispensable pour avancer dans ses raisonnements : l'âge auquel les divers événements sont connus n'est pas enregistré dans ses sources. Or cette mesure de l'âge paraît nécessaire pour aller plus avant dans ces disciplines. Pour essayer d'approcher la part de décès dans chacun de ces âges, Graunt fait alors intervenir la notion de *probabilité*, qui vient juste d'apparaître dans le paysage scientifique de l'époque et qui se révélera



indispensable pour les sciences de la population. Indiquons donc rapidement comment cette nouvelle discipline s'est formée par l'intermédiaire des jeux de hasard, peu de temps avant l'émergence des sciences de la population.

Les probabilités apparaissent avec la discussion entre Pierre de Fermat et Blaise Pascal sur les partis et le premier traité sur les probabilités de Christiaan Huygens. Pascal définit en 1654 cette nouvelle science de la façon suivante :

Ainsi, joignant la rigueur des démonstrations de la science à l'incertitude du hasard, et conciliant ces choses en apparence contraires, elle peut, tirant son nom des deux, s'arroger à bon droit ce titre stupéfiant : La Géométrie du Hasard⁴.

Mais ces travaux n'ont été publiés que plus tard alors que Huygens, qui les reprend, publie son traité dès 1657. Ce dernier indique alors clairement : « Quoique dans les jeux de hasard pur les résultats soient incertains, la chance qu'un joueur a de gagner ou de perdre a cependant une valeur déterminée⁵. »

Il attribue maintenant une mesure à cette « chance », c'est-à-dire à cette probabilité, et permet dès lors de raisonner mathématiquement sur les jeux. Cette probabilité est au départ objective en ce qu'elle implique l'existence d'événements susceptibles de se répéter dans des conditions identiques.

Graunt, pour sa part, applique cette théorie non plus aux jeux mais à l'homme, même s'il est douteux que les événements considérés soient susceptibles de se répéter comme dans les jeux de hasard. Ainsi, lorsqu'il désire estimer la population de Londres, en l'absence de recensement, il essaie de passer des effectifs de décédés à ceux de la population soumise au risque, c'est-à-dire n'ayant pas encore connu l'événement, par l'intermédiaire justement de la probabilité. Il utilise, pour ce faire, la notion de jeu équitable :

Ensuite, considérant qu'on estime pouvoir parier à chances égales qu'un Homme quelconque peut vivre encore 10 ans, j'ai supposé équivalent de dire qu'un Homme sur dix pouvait mourir dans l'année.

Nous ne donnons pas ici le détail de ses calculs, mais avec 10 000 décès observés il arrive à une population de Londres âgée de 10 à 60 ans proche de 100 000 habitants⁶, ce qui est fort éloigné de l'estimation à 6 ou 7 millions des « hommes ayant pourtant une grande connaissance de la cité », même si les enfants de moins de 10 ans et les vieillards de plus de 60 ans ne sont pas comptés dans son calcul. Mais, cependant, l'estimation qu'il fait de son multiplicateur n'est fondée sur aucune mesure précise, et est donc fort critiquable.

■ 4. B. Pascal, *Celeberrimæ mathesos academïæ Pariensî*, Paris, Académie Parisienne, 1654.

■ 5. C. Huygens, *De ratiõnis in ludo aleae*, Leyde, Elsevier, 1657.

■ 6. Du fait d'erreurs dans ses calculs, l'estimation de Graunt aurait en fait dû être de 150 000 : pour plus de détails voir D. Courgeau, *Probability and Social Sciences: Methodological Relationships Between the two Approaches*, Londres/New York, Dordrecht Heidelberg, 2012.



Avec ce calcul, l'idée d'une table de mortalité sous-jacente apparaît clairement et Graunt la développe à partir de l'idée que la répartition des décès décennaux par âge après six ans suit une progression géométrique de racine 64 et de raison 5/8, et non pas 1/2 comme il le supposait dans le calcul précédent. Les estimations discutables, qu'il présente, se précisent au cours des cent années suivantes, jusqu'à ce que Pehr Wargentin puisse publier une table de mortalité détaillée par sexe et âge à partir des données du recensement mis en place en Suède dès 1749.

Mesure indirecte des faits avec une probabilité bayésienne

Avant de voir plus en détail la mesure de la population par les recensements, nous allons présenter la façon dont Pierre Simon Laplace, dans la seconde moitié du XVIII^e siècle, utilise la notion de probabilité bayésienne pour estimer la population de la France, par la méthode du « multiplicateur ».

Dès le début de son article fondateur de 1763, Thomas R. Bayes pose clairement le principe de la nouvelle approche des probabilités qu'il propose :

Étant donné le nombre de fois qu'un événement inconnu s'est réalisé ou a fait défaut, on demande la chance que la probabilité de sa réalisation lors d'une seule épreuve soit comprise entre deux degrés que l'on puisse assigner⁷.

Il ne s'agit plus ici d'estimer une probabilité connue par les règles du jeu, par exemple, mais de l'estimer à partir des observations, sans aucune mesure a priori de sa valeur. Ainsi, Laplace, en 1774⁸, même s'il ignorait à ce moment-là les travaux de Bayes, distingue clairement les deux cas. Dans le premier, l'événement est incertain alors que sa cause est connue ; dans le second, l'événement est connu, mais sa cause est inconnue. La première approche, dite directe, est celle suivie par la plupart des autres probabilistes de son époque, lorsqu'ils travaillent en particulier sur les jeux de hasard. La seconde approche part d'une distribution a priori qui tient compte de l'information initiale que le chercheur a sur le phénomène étudié, et permet d'estimer une distribution a posteriori qui tient compte de la nouvelle information fournie par les observations. Ainsi, lorsqu'un joueur triche, la première approche n'est plus applicable, alors que la seconde l'est toujours.

Laplace applique alors en 1783⁹ son principe pour l'estimation d'une population à partir d'un échantillon de celle-ci et d'une mesure exhaustive des naissances qui s'y produisent. Cela lui permet d'en calculer la précision. Celle-ci manquait en effet dans toutes les estimations utilisant

- 7. T. R. Bayes, "An Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, vol. 53, 1763, p. 370-418.
- 8. P. S. Laplace, « Mémoire sur la probabilité des causes par les événements », dans *Mémoires de l'Académie royale des sciences de Paris*, t. VI, 1774, p. 621-656.
- 9. P. S. Laplace, « Sur les naissances, les mariages et les morts à Paris depuis 1771, et dans toute l'étendue de la France, pendant les années 1781 et 1782 », dans *Mémoires de l'Académie royale des sciences de Paris*, 1786, 1783, p. 693-704.



la méthode du multiplicateur et en réduisait l'intérêt, comme nous l'avons indiqué plus haut.

Contrairement à la Suède, la France ne disposait à cette époque d'aucun recensement général fiable. Laplace part donc de ce que l'on appelle de nos jours un sondage¹⁰, en choisissant au hasard « un grand nombre de paroisses dans toutes les provinces du royaume », où l'on effectuera un dénombrement qui fournira P habitants et Q naissances annuelles. Pour le pays entier, on observera Q' naissances, sa population P' étant inconnue. Nous ne donnons pas ici le détail de ces calculs complexes¹¹, mais nous indiquons seulement qu'il arrive à calculer, par de nombreuses intégrations et de façon approchée, la probabilité p pour que la population totale de la

France soit comprise entre les deux nombres centrés sur son estimation à $\frac{PQ'}{Q}$. Il montre alors que, dans la mesure où le multiplicateur est proche de 26, il faudrait « pour avoir une probabilité de 1 000 contre 1, de ne pas se tromper d'un demi-million dans cette évaluation de la population de la France », un échantillon d'environ 770 000 individus sur une population totale d'environ 25 300 000 habitants.

La France ne disposait à cette époque d'aucun recensement général fiable

Mesure des faits et indices par les recensements

Mais la mise en place de recensements exhaustifs dans la plupart des pays d'Europe dès le début du XIX^e siècle rend la poursuite de telles estimations inutile. Une mesure directe des effectifs est finalement possible, à condition d'être accomplie dans un court délai, pour éviter les doubles comptes d'individus ayant en particulier migré à l'intérieur du pays, et avec une grande précision pour éviter les omissions. Il est également utile que ces recensements soient effectués par un organisme indépendant du pouvoir politique, de la religion et de la fiscalité pour éviter la crainte de nouveaux impôts pouvant venir de cette pratique, mais cela n'a malheureusement pas toujours été le cas. Ainsi, en 1801, en France, la première division du ministère de l'Intérieur prescrivait aux préfets de dénombrer la population de leur département, tandis que le bureau de statistique ne se chargeait que de l'étude et de la mise en forme des données pour une éventuelle publication.

Les questionnaires de ces recensements fournissent non seulement la population du pays ou de ses subdivisions administratives, mais également des mesures exhaustives de nombre de phénomènes liés à cette population, à condition qu'ils fassent l'objet d'une ou de plusieurs questions dans les bulletins individuels. Les questions le plus souvent posées portent sur : le nom, le sexe, le lieu de résidence actuel et antérieur, la date et le lieu de naissance, la

- 10. Il est intéressant de voir que depuis le recensement général de la population de 1999, l'Insee a utilisé un sondage pour ses estimations postérieures.
- 11. D. Courgeau, art. cit.



nationalité, la situation matrimoniale, le niveau d'éducation, la situation sur le marché du travail et la profession, la langue maternelle et usuelle, la religion, etc.

Les données de l'état civil sont toujours simultanément recueillies dans trois registres majeurs : celui des naissances, celui des mariages et celui des décès. Certains pays tiennent également un registre de population sur lequel sont consignés les principaux renseignements relatifs à chaque individu, notamment sur ses changements de résidence, dont la déclaration est indispensable au bon fonctionnement du système. Ils permettent alors un enregistrement continu des migrations internes. Ces registres sont correctement tenus dans un petit nombre de pays, pour lesquels le recensement ne devient nécessaire que pour vérifier leur qualité et donner des renseignements non recueillis par eux.

Il est alors possible d'estimer tous les taux par âge correspondant aux divers phénomènes étudiés, pour une année ou une période donnée. Ces taux se définissent simplement comme la fréquence d'apparition d'un événement quelconque, c'est-à-dire un rapport entre un nombre d'événements survenant au cours d'une période et la population initialement au risque, c'est-à-dire n'ayant pas encore connu l'événement. Ce rapport élimine l'effet de cette population sur le nombre d'événements. Une telle estimation ne nécessite même plus le calcul de sa précision tant celle-ci est faible au regard des effectifs mesurés.

Ce rapport élimine l'effet de cette population sur le nombre d'événements

Pour compléter cet arsenal d'indices simples, le chercheur tente enfin de représenter de façon condensée certains ensembles de mesures. Par exemple, les divers *indices synthétiques* remplacent une série de mesures par âge par un seul chiffre qui indique l'intensité globale du phénomène. Ce chiffre permet alors de synthétiser un ensemble de taux en un indice unique, plus facile à utiliser pour résumer les grandes tendances démographiques d'une population d'une période à la suivante. Ainsi l'indice synthétique de primo-nuptialité est-il la somme des taux de premier mariage par âge calculés pour une année donnée. Il peut être interprété comme le nombre moyen de mariages qu'un groupe de femmes aurait eu au cours de leur vie si, à chaque âge, leur niveau de nuptialité était celui de l'année. Ce type de mesure, fort utilisé en sciences de la population, présente cependant des inconvénients que nous indiquerons en fin de partie (p. 61).

Mesure des relations entre les faits

Après la mesure de faits, venons-en à celle des *relations* entre ces faits, lorsque l'on dispose, en particulier grâce aux recensements, des effectifs ayant connu nombre de phénomènes, démographiques ou autres. Comment, dès lors, mettre en évidence et fournir une mesure des relations qui peuvent exister entre ces divers faits ?

Dès le début du XIX^e siècle, Adrien Marie Legendre, Carl Friedrich Gauss et Laplace proposent, avec des améliorations successives, l'utilisation de la méthode des moindres carrés, pour une véritable analyse de régression,



qui permet de résoudre un système d'équations linéaires dont le nombre de variables est inférieur au nombre d'équations. Mais son utilisation resta longtemps confinée aux applications astronomiques ou géodésiques. En effet, les coefficients de la régression dérivent leur signification d'une théorie extérieure – telle que la physique newtonienne pour l'astronomie ou la géométrie pour la géodésie –, qui dépend d'un petit nombre de concepts abstraits définis par des axiomes. Cette méthode permettait d'éliminer les fluctuations aléatoires introduites par la mesure empirique des phénomènes, pour arriver à une mesure optimale.

En revanche, les sciences sociales à cette époque ne pouvaient que constater la multitude des facteurs qui influençaient la vie humaine, sans pouvoir y mettre un ordre. Auguste Comte pousse à l'extrême sa critique de l'utilisation des probabilités dans ces sciences :

Serait-il possible, en effet, d'imaginer une conception plus radicalement irrationnelle que celle qui consiste à donner pour base philosophique, ou pour principal moyen d'élaboration finale, à l'ensemble de la science sociale, une prétendue théorie mathématique, où, prenant habituellement des signes pour des idées, suivant le caractère usuel des spéculations purement métaphysiques, on s'efforce d'assujettir au calcul la notion nécessairement sophistiquée de la probabilité numérique, qui conduit directement à donner notre propre ignorance réelle pour la mesure naturelle du degré de vraisemblance de nos diverses opinions¹² ?

Cependant, même si ce point de vue a été suivi par certains, il n'est pas partagé par la plupart de ceux qui travaillaient dans ce domaine. Ainsi, à la même époque, nombre de statisticiens ont écrit pour montrer qu'aucun autre outil mathématique que les probabilités ne pouvaient faire de la science sociale une véritable science.

Nous allons indiquer rapidement comment, tout au long du XIX^e siècle, la mesure des relations entre les faits sociaux par les méthodes de régression s'est mise en place pour finir par s'imposer dans les sciences sociales¹³. Il s'agissait pour ces chercheurs – dont nous indiquerons le principal champ de recherche, mais qui ont tous abordé la statistique – de montrer comment la mesure des faits humains peut s'intégrer dans la recherche de relations entre eux et comment la probabilité permet une mesure claire de ces liens.

Tout au long de cette période, les statisticiens Adolphe Quételet et Lexis, l'anthropologue Francis Galton, l'économiste Francis Y. Edgeworth, le sociologue Émile Durkheim, l'économiste George U. Yule mettent petit à petit en place une méthode de mesure des relations entre divers faits sociaux, qui se révèle finalement identique à la méthode des moindres carrés mise en place au début de ce siècle.

■ 12. A. Comte, *Cours de philosophie positive*, Tome quatrième, *La Partie dogmatique de la philosophie sociale*, Paris, Bachelier, 1839.

■ 13. Pour plus de détails sur cette mise en place, nous renvoyons à D. Courgeau, art. cit.



Donnons l'exemple plus précis du sociologue Durkheim qui utilise une méthode de régression sur données agrégées par région, qu'il appelle la méthode des variations concomitantes. Il indique :

En effet, pour qu'elle soit démonstrative, il n'est pas nécessaire que toutes les variations différentes de celles que l'on compare aient été rigoureusement exclues. Le simple parallélisme des valeurs par lesquelles passent les deux phénomènes, pourvu qu'il ait été établi dans un nombre suffisant de cas suffisamment variés, est la preuve qu'il existe entre eux une relation. Cette méthode doit ce privilège à ce qu'elle atteint le rapport causal, non du dehors comme les précédentes, mais par le dedans¹⁴.

Durkheim applique cette méthode aux suicides pour montrer, par exemple, que lorsque la proportion de protestants augmente, le pourcentage de suicides augmente linéairement dans les provinces de Prusse ou de Bavière. Il suppose donc que la sous-population des protestants est suffisamment homogène par rapport au suicide pour pouvoir déduire de cette méthode travaillant sur des données agrégées un effet vérifiable. Il en conclut un effet très clair de la religion sur le suicide. Il applique cette méthode à nombre d'autres cas : rapport entre le suicide et l'instruction, entre le suicide et la taille des familles, etc. On verra cependant plus loin (p. 61) le risque d'erreur que cette méthode comporte.

La corrélation n'implique aucune autre théorie que celle de la statistique

Il importe de distinguer ici corrélation et régression, qui étaient souvent confondues à la fin du XIX^e siècle. La corrélation entre deux caractéristiques est une mesure symétrique et n'implique aucune autre théorie que celle de la statistique. C'est la raison pour laquelle de nombreuses corrélations factices ont pu voir le jour : ainsi on a pu montrer récemment qu'il existe une forte corrélation entre le nombre de prix Nobel par habitant et la consommation de chocolat de ces habitants, mais cette corrélation apparaît comme factice, de même que celle entre la consommation de chocolat et le nombre de tueurs en série. Il faudrait en fait rechercher les facteurs économiques, sociaux et culturels qui conduisent à consommer du chocolat et simultanément à atteindre un niveau d'études qui permette l'accès éventuel à un prix Nobel. C'est justement ce qu'une régression fait lorsqu'elle introduit une dissymétrie entre les variables, à la suite d'une réflexion plus approfondie sur la causalité sous-jacente : c'est dans ce cas une caractéristique qui dépend d'autres caractéristiques. Bien entendu, cette réflexion doit être conduite avec la plus grande sévérité, et le paradigme sous-jacent de la discipline concernée joue alors un rôle prépondérant, comme nous le verrons plus loin.

On peut alors dire qu'une régression permet d'évaluer et de comparer les effets de différentes variables agrégées introduites pour expliquer

■ 14. É. Durkheim, *Les Règles de la méthode sociologique*, Paris, Alcan, 1895.



les changements dans les comportements humains. Cependant le risque d'omission d'une caractéristique importante peut toujours introduire des effets indésirables : c'est ce que l'on peut appeler l'effet de l'hétérogénéité non observée.

Paradigme sous-jacent et critiques

Jusqu'à la fin de la Seconde Guerre mondiale, le paradigme sous-jacent à toutes ces approches était celui de l'*analyse transversale*, et pour lequel les diverses mesures que nous venons de présenter étaient destinées. Pour ce paradigme, les faits sociaux sont supposés avoir une existence indépendante des individus qui les vivent (individus statistiques). Ils s'expliquent par diverses caractéristiques sociales, économiques, politiques, religieuses, etc., de la société dans son ensemble. Il s'agit d'une approche utilisant essentiellement des mesures agrégées.

Bien qu'employé pendant plus de deux cent quatre-vingts ans ce paradigme rencontrât un certain nombre de problèmes posés, en particulier par l'utilisation de certaines de ces mesures, mais en fait plus profondément liés à ses hypothèses de base.

En premier lieu, les indices synthétiques, couramment utilisés en analyse transversale et correspondant simplement au nombre moyen d'événements qu'aurait connus un groupe d'individus au cours de leur vie, peuvent, lors de périodes marquées par des événements changeant la

répartition par âge d'un phénomène (guerre, période de chômage important), devenir trompeurs. À la fin de la Seconde Guerre mondiale, la somme des premiers mariages réduits est largement supérieure à l'unité, alors que l'on aurait pu attendre de cet indice qu'il reste toujours en dessous de l'unité, comme cela se passe dans une cohorte réelle. Ainsi, Louis Henry indique :

Les indices synthétiques peuvent devenir trompeurs

Au cours d'une période de récupération, le comportement est influencé par le retard antérieur; attribuer à une cohorte fictive une série d'indices observés en période de récupération revient alors à postuler l'existence d'une génération qui, d'un bout à l'autre de sa vie, s'emploierait à rattraper un retard qu'elle n'aurait jamais pris¹⁵.

Les facteurs du moment sont en fait vécus lors d'étapes de vie très différentes selon les générations et risquent d'entraîner des conséquences également différentes, que les indices synthétiques laissent complètement de côté.

En second lieu, les méthodes de régression utilisées font intervenir des quantités agrégées selon divers critères. Le risque est grand d'interpréter ces résultats en termes de comportements individuels : c'est ce

■ 15. L. Henry, « Analyse et mesure des phénomènes démographiques par cohortes », *Population*, vol. 21, n° 3, 1966, p. 465-482.



que l'on appelle l'erreur écologiste. Durkheim risquait de commettre cette erreur lorsqu'il mesurait par exemple une liaison positive entre le pourcentage de protestants dans une région et son pourcentage de suicides¹⁶. Seule l'hypothèse selon laquelle les faits sociaux ont une existence indépendante des individus qui les vivent vient appuyer cette conclusion. De même, nous avons montré une liaison positive entre le pourcentage d'agriculteurs et le pourcentage de migrants entre régions norvégiennes pour les hommes de 22 ans nés en 1948¹⁷. Nous verrons plus loin (p. 66) que l'hypothèse précédente n'est absolument plus vérifiée au niveau individuel et que les agriculteurs migrent en fait beaucoup moins que le reste de la population.

Approche longitudinale puis biographique

La vision du moment de l'analyse transversale enlève toute épaisseur à la vie humaine, car elle se situe à un instant donné et suppose que les phénomènes étudiés sont déterminés par les caractéristiques de la population juste avant l'instant où ils se produisent. En revanche, si l'on privilégie un temps lié à l'ancienneté des individus dans un état donné, on met l'accent sur la durée et on permet de mieux prendre en compte le déroulement des événements.

Sous ces conditions, il est utile de prendre un autre point de vue sur les phénomènes : on les suit selon une génération tout au long de son histoire de vie au lieu de les considérer au cours d'une année ou d'une période donnée.

Insuffisance du paradigme longitudinal

L'approche longitudinale essaie de mesurer chaque phénomène à l'état pur, c'est-à-dire en séparant l'effet du phénomène étudié de ceux des autres considérés comme perturbateurs. Ce phénomène est étudié soit à partir de la naissance d'une génération, soit à partir d'un événement antérieur survenu au cours d'une année pour une cohorte. Son paradigme est alors : il n'est possible d'étudier que l'arrivée d'un événement, et d'un seul, dans une population qui conserve tous ses caractères et les mêmes caractères tant que le phénomène se manifeste. Pour ce faire, elle utilise les données de l'état civil, pour les événements, et des recensements, pour les populations soumises au risque, en calculant des quotients, rapports entre les événements et les populations au risque. Il est alors nécessaire de poser une hypothèse d'*indépendance* entre ces divers phénomènes étudiés séparément. De plus, ne disposant avec ces sources que de peu de renseignements sur les nombreuses autres caractéristiques à même de jouer un rôle sur le phénomène étudié, il faut faire également une hypothèse d'*homogénéité* de la population sur laquelle on travaille.

Avec cette approche, les indices synthétiques d'intensité de divers phénomènes cette fois-ci calculés sur la vie d'une génération ne présentent plus les inconvénients des indices transversaux : ils sont toujours inférieurs ou, au

■ 16. É. Durkheim, *Le Suicide*, Paris, Alcan, 1897.

■ 17. D. Courgeau, *Du groupe à l'individu : synthèse multiniveau*, Paris, Éditions de l'Ined, 2004.



plus, égaux à l'unité. Mais les hypothèses d'indépendance et d'homogénéité sont trop éloignées de la réalité et ne permettent pas de tenir compte des caractéristiques des individus sur leurs comportements. L'analyse différentielle proposée pour essayer de prendre en charge l'hétérogénéité n'aide pas, en fait, à résoudre ce problème¹⁸, car elle impose des décompositions tellement fines de la population qu'elle invalide tout calcul sérieux. Il est dès lors nécessaire d'éliminer ces conditions restrictives.

Mesure des faits biographiques par des enquêtes

Plutôt que d'utiliser les données peu détaillées de l'état civil, l'enquête prospective ou rétrospective permet de recueillir le maximum d'éléments de la biographie d'un individu pour pouvoir prendre en compte cette hétérogénéité.

L'enquête prospective, qui le plus souvent recueille les événements survenus au cours de chaque année, est le meilleur moyen de disposer d'une information fiable, car très récente. Son principal inconvénient réside dans le fait qu'il n'est possible d'utiliser les biographies recueillies qu'un grand nombre d'années après son initiation. Un autre inconvénient se trouve dans le risque de perdre au cours du temps nombre d'enquêtés lassés d'y répondre.

L'enquête rétrospective recueille, au contraire, sur une cohorte déjà âgée un grand nombre d'événements survenus dans un passé parfois lointain. Son principal inconvénient réside alors dans les problèmes de mémoire des enquêtés pour se souvenir des dates d'événements loin dans le passé, ou même d'en

oublier certains. L'enquête que j'ai entreprise en 1981, dite *triple biographie* (professionnelle, familiale et migratoire), portait sur les générations nées entre 1911 et 1936, ayant donc déjà beaucoup vécu. Devant le problème de la mémorisation d'événements anciens, nous avons effectué une enquête semblable dans un pays disposant de registres de population qui aidait à la vérification de la qualité des informations recueillies rétrospectivement. Les diverses analyses faites ont permis de constater que, dans la majorité des cas, les erreurs de datation jouent le rôle d'un bruit de fond d'où l'on peut extraire une information cohérente, quelle que soit la source utilisée : homme, femme, couple ou registre. La mémoire semble donc fiable là où l'analyse l'exige. De plus, ces enquêtes rétrospectives ne sont pas soumises au risque de perte d'enquêtés que les enquêtes prospectives connaissent, puisque chacun d'entre eux est interrogé une seule fois.

La nouvelle approche biographique n'est plus centrée sur l'événement (mariage, naissance, migration, changement de profession, etc.), mais sur l'ensemble de la vie individuelle, considérée comme un processus complexe dans lequel les divers phénomènes étudiés sont en interaction permanente. Il s'agit de voir comment un événement peut influencer sur la suite des autres

■ 18. L. Henry, « D'un problème fondamental d'analyse démographique », *Population*, vol. 13, n° 1, 1959. p. 9-32.



événements de la vie d'un individu. De même, le temps n'est plus discret comme en analyse longitudinale, mesuré sur une ou plusieurs années, mais il est considéré comme continu. Enfin, nombre d'événements étudiés peuvent ne pas être observés, car la période d'observation est limitée à la date où l'on fait l'enquête rétrospective ou à celle où l'on arrête l'observation prospective. L'intervalle est dit ouvert. Tout cela entraîne de nouvelles méthodes de mesure.

Nous ne pouvons pas les présenter ici en détail, car elles sont fondées sur des concepts mathématiques et probabilistes complexes : théorie des martingales et théorie des processus de comptage. On peut dire, pour résumer cette nouvelle approche, qu'elle considère les transitions entre de nombreux états comme un processus de comptage multivarié sur lequel on peut définir une matrice d'intensités de transition entre chaque état (quotients cumulés au cours du temps), qui évolue d'un instant à l'autre. Comme il s'agit de données d'enquêtes, la variance de ces estimations est maintenant nécessaire et simultanément estimée.

On se libère ainsi de la condition d'*indépendance* entre les phénomènes, qui avait été posée en analyse longitudinale, pour examiner en détail les *dépendances* multiples qui peuvent exister entre eux.

Donnons un exemple d'une telle analyse. La mesure de ces quotients cumulés permet d'étudier les liens entre la formation de la famille et la migration vers les aires métropolitaines (centrées sur Paris, Lyon et Marseille) en France, au cours de la période 1925-1950¹⁹. Leur examen montre que la migration vers les métropoles entraîne une forte réduction de la fécondité des femmes, quel qu'en soit le rang, alors que la migration vers les zones peu urbanisées augmente cette fécondité. On observe donc une adaptation très rapide au comportement du milieu d'accueil, différente cependant selon l'origine. En effet, alors que la migration vers les métropoles attire les femmes dont le comportement avant la migration est déjà très proche de celui de la zone d'accueil, la migration vers les zones moins urbanisées attire des femmes dont la fécondité, avant migration, ne se différencie pas de celle des grandes villes. Le premier type de migration montre dès lors un comportement sélectif, alors que le second type montre un comportement adaptatif. Bien entendu, cette analyse peut être faite dans l'autre sens : voir comment les naissances successives influencent la mobilité des femmes. On observe dans ce cas une dépendance réciproque : la probabilité de migrer vers des métropoles se trouve réduite au fur et à mesure des naissances, tandis que la mobilité dans l'autre sens est augmentée après chaque naissance.

Cette analyse illustre également la complexité des dépendances qui peuvent être montrées par une telle mesure. On peut parler de dépendance locale lorsqu'il y a seulement influence d'un des processus sur l'autre sans

Il y a indépendance totale lorsque les phénomènes ne s'influencent en rien

■ 19. D. Courgeau, « Constitution de la famille et urbanisation », *Population*, vol. 42, n° 1, 1987, p. 57-81.



réciprocité, et d'indépendance totale lorsque les phénomènes ne s'influencent en rien. Cette dernière condition, posée comme principe en analyse longitudinale, apparaît en fait rarement en réalité.

Mesure des relations entre les faits biographiques

Alors que l'analyse longitudinale n'arrivait pas ou arrivait mal à mesurer l'effet de diverses caractéristiques des individus sur les phénomènes étudiés, l'analyse biographique n'aura aucune difficulté à le faire. Elle permet ainsi de lever la condition d'*homogénéité* de la population nécessaire en analyse longitudinale.

Les modèles utilisés constituent une généralisation des régressions présentées dans le cadre de l'analyse transversale, où le temps intervient maintenant. On pourrait distinguer, pour ce faire, deux types de modèles, paramétriques ou semi-paramétriques, mais nous n'examinerons ici que le second type dont la souplesse d'utilisation est beaucoup plus grande. En effet, il utilise un quotient cumulé sous-jacent auquel on n'impose aucune formalisation paramétrique de l'effet de durée, alors que l'effet des diverses caractéristiques est lui-même estimé à l'aide de paramètres : d'où sa dénomination.

La théorie sous-jacente à ces modèles fut développée au cours des années 1970 en faisant à nouveau intervenir la théorie des martingales et des processus de comptage. À nouveau, il n'est pas possible de donner une vue générale sur les hypothèses et les méthodes d'estimation mathématique de ces modèles. Voyons plutôt la mesure des caractéristiques à faire intervenir et un exemple simple d'application de ces modèles.

Ces caractéristiques peuvent être fixes, comme celles liées aux parents de l'enquêté, ou au contraire variables au cours du temps, comme la profession de l'enquêté. Elles sont généralement mesurées par les diverses enquêtes et peuvent faire l'objet de variables, soit binaires (l'individu a ou n'a pas à un moment donné cette caractéristique), soit polytomiques (l'individu a ou n'a pas à un moment une caractéristique multiple), soit également continue (le revenu d'un individu à un moment donné).

À titre d'exemple d'utilisation de telles méthodes, poursuivons l'analyse précédente des liens entre formation de la famille et l'urbanisation, en faisant maintenant intervenir diverses caractéristiques des populations en présence.

Voyons l'effet sur l'interaction entre la naissance du troisième enfant et la mobilité entre aires métropolitaines et moins urbanisées, de diverses caractéristiques comme le diplôme, la position dans sa propre famille (aînée, nombre de frères et sœurs), la profession du père, sa propre profession, etc., censées agir de façon multiplicative sur les quotients cumulés. Nous ne détaillerons pas ici tous ces effets, mais en examinerons certains plus en détail. Ainsi, le fait d'avoir un père ayant travaillé dans l'agriculture a un effet sur cette naissance, quelle que soit la zone de résidence au moment de la naissance. Cependant, si celle-ci a lieu avant la migration, cela retardera la naissance, alors qu'après la migration cet effet disparaît. D'autres aspects du comportement ne seront pas en revanche affectés par cette migration. Si une femme est issue d'une famille nombreuse, elle aura toujours une



plus forte probabilité d'avoir un troisième enfant, quelle que soit son aire d'origine. Enfin, une fois toutes ces différentes caractéristiques prises en compte, l'effet montré plus haut de la migration vers les zones métropolitaines, qui entraîne une forte réduction dans la probabilité d'avoir un troisième enfant, continue toujours d'exister, alors que la migration vers les zones moins urbanisées augmente toujours la fécondité. Du fait du grand nombre d'états dans lesquels se trouvent les individus, il en résulte que la notion d'âge, primordiale à faire intervenir dans les paradigmes précédents, est moins importante à considérer : ce sont maintenant les entrées et la durée de séjour dans ces divers états qui sont prépondérantes. Lors de l'étude des migrations internes, l'effet de l'âge, qui était très important avant l'introduction de ces états, voit celui-ci se réduire, jusqu'à disparaître pour certaines générations, une fois que l'on a introduit les divers états dans la vie familiale, professionnelle et de société, ainsi que la durée de séjour dans ces états.

Comme pour les régressions sur caractéristiques agrégées, ces modèles dépendent de l'hétérogénéité non observée. Mais, cette fois-ci, il est possible, sous certaines conditions souvent vérifiées, de mesurer leur effet. Lorsque les caractéristiques non observées sont indépendantes de celles que l'on examine, on a pu montrer qu'elles réduisent la valeur absolue des estimations des paramètres correspondant aux caractéristiques observées, mais qu'elles n'en changent pas le signe. Il en résulte que, si l'effet d'une caractéristique est apparu comme important lorsqu'on en a omis d'autres, leur introduction dans le modèle ne fera que renforcer l'effet de la première caractéristique. En revanche, certaines caractéristiques qui semblaient n'avoir aucun effet significatif peuvent devenir tout à fait significatives lorsqu'on introduit les caractéristiques initialement non observées.

Ces résultats sont très importants, car ils nous permettent d'être sûrs du sens des effets observés, alors qu'on ne sait pas si l'on a introduit dans les modèles toutes les caractéristiques affectant la durée de séjour. Notons cependant qu'il s'agit de caractéristiques indépendantes de celles que l'on a déjà introduites.

Paradigme sous-jacent et critiques

On peut dès lors cerner le paradigme de l'approche biographique par l'énoncé suivant : un individu parcourt tout au long de sa vie une trajectoire complexe, qui dépend à un instant donné de sa trajectoire antérieure et des informations qu'il a pu acquérir dans son passé. La population, dont ces individus font partie, peut maintenant être considérée comme *hétérogène* et les différents phénomènes observés sont en général *dépendants* les uns des autres. De toute façon, l'analyse montre si ces conditions sont réalisées ou non, alors qu'en longitudinal l'homogénéité d'une population et l'indépendance entre les phénomènes faisaient partie du paradigme.

Cette approche lève certaines critiques faites à l'analyse longitudinale et transversale, mais en entraîne simultanément de nouvelles.

En premier lieu, elle lève les critiques faites à l'analyse différentielle longitudinale. Il n'est plus nécessaire de décomposer la population en



sous-population d'effectif trop faible pour permettre une conclusion. Les méthodes de régression utilisées en analyse biographique se révèlent être très puissantes et évitent toute décomposition de la population. Il faut cependant se méfier des problèmes liés à l'hétérogénéité non observée. Nous avons déjà indiqué les résultats obtenus à ce sujet lorsque celle-ci était indépendante des phénomènes observés. Nombre de chercheurs ont essayé, pour résoudre ce problème plus général, d'introduire une hétérogénéité non observée sous la forme d'une fonction, la *fragilité*, dont ils estiment les paramètres. Mais cette solution paraît plus dangereuse qu'utile, en introduisant des mesures qu'on pourrait dire fictives alors que l'on n'a aucune information biologique plus sérieuse sur le phénomène étudié.

En second lieu, le paradigme biographique lève le risque d'*erreur écologique* fait au paradigme transversal. Dans la mesure où nous travail-

Le paradigme biographique lève le risque d'erreur écologique fait au paradigme transversal

lons maintenant sur des données individuelles, les relations mises en évidence le sont au niveau individuel. Ainsi, la liaison positive indiquée en fin de première partie (p. 61) entre le pourcentage d'agriculteurs et celui de migrants norvégiens apparaît maintenant comme négative : les agriculteurs migrent beaucoup moins que le reste de la population. Mais, si cela paraît plus normal que le résultat surprenant trouvé en transversal, cela ne permet pas d'expliquer cette précédente relation positive. C'est que l'approche biographique, en

levant le risque d'*erreur écologique*, risque d'entraîner un risque d'*erreur atomiste* en ne portant pas attention au contexte dans lequel les comportements se produisent.

Nous allons donc voir maintenant comment l'approche contextuelle puis multiniveau aide à surmonter cette difficulté.

Approche contextuelle puis multiniveau

L'homme ne vit pas isolé, mais est au contraire intimement imbriqué dans divers groupes sociaux desquels son existence dépend fortement. En mettant l'accent sur ces groupes et en mettant en évidence une pluralité de niveaux, nous quittons l'approche dualiste qui oppose la société, dans l'approche transversale, à l'individu, dans l'approche biographique. Sous ces conditions, comme le dit Robert Franck :

Une fois admis le concept métaphysique ou métadisciplinaire d'hierarchie, il n'y a plus de sens à choisir entre holisme et atomisme, et pour ce qui est des sciences sociales, entre holisme et individualisme. [...] il s'agit de savoir comment s'articulent véritablement les différents étages ou niveaux, du haut vers le bas et du bas vers le haut²⁰.

■ 20. R. Franck, « Mosaïques, machines, organismes et sociétés », *Revue philosophique de Louvain*, vol. 93, n° 1-2, 1995, p. 67-81.





Il est dès lors nécessaire de faire intervenir ces groupes si l'on désire comprendre leurs comportements et mettre en évidence de nouvelles mesures qui permettront leur intégration dans les sciences de la population.

Définition et mesure des groupes sociaux

Les groupes sociaux peuvent être fort divers et variables d'une société à l'autre. Il n'est donc pas possible d'en fournir une description valable pour toute société, mais seulement d'en montrer la diversité.

Un premier type de regroupement universel vient immédiatement à l'esprit : la famille. Si on le prend souvent comme un tout, il est cependant déjà complexe en lui-même. Par exemple, on peut travailler sur le groupe des enfants, pour étudier des phénomènes comme l'âge au départ de chez les parents, ou sur le groupe des parents pour étudier leurs types d'emplois successifs. D'autres regroupements familiaux plus larges ou amicaux sont également possibles, tels que le réseau de relations ou l'entourage si on les définit précisément.

D'autres communautés peuvent être envisagées : l'entreprise ou l'administration où travaille l'individu, la classe ou l'école dans laquelle un élève se situe, l'hôpital ou la clinique où un malade se trouve, etc.

Très souvent, cependant, on devra se reporter à des groupes géographiques ou administratifs dont l'effet est moins direct. En revanche, il sera beaucoup plus aisé de travailler sur ces groupes utilisés en particulier pour réaliser les recensements ou les enquêtes. Ainsi, en France, les découpages géographiques – tels que la commune, le département, la ville, la région, etc. –, où vivent les individus, peuvent être utilisés. De nombreuses données sont recueillies, agrégées et publiées pour ces zones : population, mortalité, fécondité, santé, éducation, économie, etc. Les analyses multiniveau effectuées sur ces découpages fournissent souvent des résultats très significatifs et conduisent à penser qu'ils constituent des approximations de découpages, mieux adaptés à ces études, mais auxquels les statistiques ne sont pas recueillies.

Il sera enfin possible de faire ces analyses sur des groupes de pays. L'effet des politiques nationales sur les comportements des membres de ces pays joue de façon évidente et rend ce découpage tout à fait pertinent. Il a par exemple été utilisé pour étudier l'utilisation des méthodes contraceptives dans un certain nombre de pays en développement.

Bien entendu, il est nécessaire, pour réaliser ce type d'étude, de disposer de statistiques qui distinguent bien ces divers regroupements et avoir des informations sur les effectifs qu'ils regroupent et sur diverses propriétés et caractéristiques qu'ils ont. On distingue généralement trois grands groupes de mesures pour effectuer de telles analyses. Le premier groupe est constitué par les variables *analytiques*, nous dirions plutôt des caractéristiques agrégées. Ainsi le nombre de frères et sœurs, la proportion de garçons, etc., constituent-ils des mesures agrégées pour une famille donnée. Le deuxième groupe est constitué par des variables *structurelles* qui sont construites sur les relations entre individus d'un groupe. La densité des relations d'amitié dans une classe constitue donc une mesure structurelle pour cette classe.





Enfin, le troisième groupe est constitué par des caractéristiques globales de chaque unité, telles que le fait d'être publique ou privée pour une école ou une entreprise.

Relation entre des faits individuels et ceux reliés à des groupes sociaux

Pour mesurer une relation entre un fait individuel et des caractéristiques aussi bien individuelles que de groupe, une première solution est de faire intervenir dans une analyse de type biographique ces caractéristiques agrégées selon divers niveaux. L'analyse se situe donc toujours au niveau individuel, mais les caractéristiques qui interviennent peuvent être à la fois propres à l'individu et propres aux divers groupes dont il fait partie. Il s'agit alors d'une analyse contextuelle.

L'analyse contextuelle élimine les risques d'erreur écologique et atomiste

Une telle analyse permet d'éliminer, au moins en partie, le risque d'*erreur écologique*, car la caractéristique agrégée mesure une construction différente de son équivalent au niveau individuel. Elle n'intervient plus comme un substitut, ainsi qu'on le fait en analyse transversale, mais comme une caractéristique de la sous-population qui affecte le comportement d'un individu qui en fait partie. Simultanément l'*erreur atomiste* disparaît à partir du moment où l'on fait intervenir le contexte dans lequel l'individu vit. On peut cependant se demander

si l'intervention de caractéristiques agrégées suffit entièrement pour prendre en compte ce contexte : nous verrons plus loin (p. 70).

Mais voyons avant cela comment l'introduction de caractéristiques agrégées modifie l'analyse précédente, déjà développée en fin de première et deuxième partie (p. 61 et 66), des migrations en Norvège des agriculteurs comparés aux autres professions. Faisons maintenant intervenir simultanément le fait que l'individu soit agriculteur et le pourcentage d'agriculteurs présents dans la région où il vit. On constate d'abord que les agriculteurs ont une plus faible probabilité de migrer que les non-agriculteurs, et que celle-ci est constante quel que soit le pourcentage d'agriculteurs présents dans la région. L'hypothèse de Durkheim, selon laquelle les faits sociaux, ici la migration, ont une existence indépendante des individus qui les vivent, est vérifiée par la sous-population des agriculteurs, car cette probabilité de migration reste la même quelle que soit leur région d'origine. En revanche, on voit que le fait de vivre dans une région où le pourcentage d'agriculteurs est important augmente les probabilités de migrer des autres professions. Il en résulte que, pour ces derniers individus, l'hypothèse de Durkheim n'est plus vérifiée, et l'approche contextuelle permet de le montrer. Cela pourrait s'expliquer, dans les régions à fort pourcentage d'agriculteurs, par un manque relatif d'autres emplois qu'agricoles qui pousse les autres professions à en émigrer, d'autant plus que les agriculteurs y sont nombreux, lorsqu'ils recherchent un nouvel emploi. Une telle approche nous offre dès lors la



possibilité de réconcilier les résultats apparemment contradictoires de l'analyse transversale et biographique.

Vers une véritable analyse multiniveau

L'utilisation de modèles contextuels impose des conditions très restrictives dans leur formulation. Ils supposent, en particulier, que les comportements des individus à l'intérieur d'un groupe soient indépendants entre eux. En pratique, il est plus vraisemblable que le comportement suivi par un individu d'un groupe donné dépende des comportements des individus du même groupe. Ignorer cette dépendance entraîne généralement des estimations biaisées. Il est alors important d'essayer de lever ces conditions.

On pourrait prendre la solution inverse qui consiste à considérer chaque groupe séparément et à faire une analyse biographique sur chacun. Cela libérerait totalement l'analyse des conditions précédentes, si ces groupes sont suffisamment nombreux, pour que ses résultats soient toujours fiables. Mais cette condition est rarement réalisée, soit pour des raisons de coût s'il s'agit d'enquêtes, soit pour des raisons plus basiques, telles que la taille des familles. Cela risque alors d'entacher les paramètres ainsi estimés d'une très forte erreur lorsque la taille de certains de ces groupes est très faible ou le nombre de caractéristiques observées très élevé. Dans ce cas, elle ne permettra plus guère de conclusions sûres.

Il devient donc nécessaire de rechercher un compromis entre un modèle contextuel imposant de trop fortes contraintes et des modèles n'imposant aucune contrainte, mais ne conduisant pas à une estimation significative. La solution à ce double problème se trouve, à notre avis, dans un modèle multiniveau.

Un tel modèle pose des contraintes moins restrictives que celles du modèle contextuel, mais suffisantes pour avoir des résultats significatifs et clairs, même lorsque certains groupes sont restreints. Il introduit, pour ce faire, divers niveaux, par exemple : un niveau pour l'individu, un autre pour sa famille, etc. On peut alors montrer qu'il est possible d'estimer des paramètres à ces différents niveaux, mais dans un même modèle qui permette de tenir compte des diverses caractéristiques, tant individuelles que propres à ces niveaux, et d'aléas propres à chacun de ces niveaux, c'est-à-dire de variables aléatoires aidant à mesurer leur dispersion. À nouveau, la présentation mathématique détaillée des hypothèses et de l'estimation de ces modèles multiniveaux ne peut être développée ici.

Voyons plus simplement certains résultats auxquels son application peut conduire. Nous reprenons l'exemple traité précédemment (p. 69) des migrations en Norvège, en faisant maintenant intervenir de nombreuses caractéristiques. Cet exemple confirme d'abord les résultats de l'analyse contextuelle en montrant, en plus, que l'introduction au niveau individuel de la proportion d'agriculteurs dans la région où les non-agriculteurs vivent annule au niveau régional la dispersion de l'aléa

Le modèle multiniveau pose moins de contraintes que le modèle contextuel



correspondant au fait d'être agriculteur. Il montre également l'effet de nombreuses autres caractéristiques au niveau individuel, tant familiales que professionnelles. Quelques nouvelles caractéristiques interviennent également dans les aléas au niveau régional : le fait d'avoir connu plus de douze ans d'études et le fait d'être actif introduisent des différences régionales.

Paradigme sous-jacent et critiques

Cette nouvelle approche, que l'on peut qualifier de biographique multi-niveau, permet de compléter, sans le bouleverser, le cadre de raisonnement posé pour l'approche biographique, et ce en introduisant des effets de groupes plus complexes, mais toujours en étudiant un comportement individuel.

On peut dire que le nouveau paradigme considère que le comportement individuel dépend non seulement de son histoire passée, vue dans toute sa complexité, mais également de contraintes extérieures exercées sur l'individu, que celui-ci en soit conscient ou non. Son entourage constitué des membres de sa famille plus ou moins étendue, de ses amis et autres relations de travail ou de loisir, pourra influencer sur ses comportements. De même, le milieu dans lequel il vit, l'information qu'il reçoit tant par la presse que la télévision, peut également jouer un rôle sur ses actions à venir. Plus généralement, la pression de la société dans laquelle il vit peut influencer ses comportements sans qu'il en soit pleinement conscient. Ainsi, sa présence dans un milieu, où par exemple le chômage ou le manque d'emplois dans sa profession sont importants, peut l'amener plus facilement à faire une migration éloignée que s'il était dans une région de plein-emploi dans son secteur sans qu'il en soit totalement conscient. De même, des effets de caractéristiques plus globales pourront être intégrés dans cette analyse, tels que le fait que la ville dispose d'un hôpital, pour des études démographiques ou épidémiologiques.

Un tel paradigme permet de réconcilier des résultats discordants obtenus avec les paradigmes précédents, comme l'étude des migrations des agriculteurs et de non-agriculteurs norvégiens nous l'a montré. Il permet simultanément de lever l'erreur écologique inhérente au paradigme transversal et l'erreur atomiste inhérente au paradigme biographique. Il soulève cependant de nouveaux problèmes, qui solliciteront sans doute de nouvelles mesures.

D'abord, quelle signification accorder aux différents niveaux d'agrégations que l'on peut utiliser ? Certains (comme la famille, le réseau de relations, l'entourage, l'entreprise, la classe, l'école, etc.) ont une signification claire et ne posent aucun problème. D'autres (comme la commune, le département, la région, etc.) posent nombre de problèmes, car ils ne paraissent pas liés à une structure de notre société, mais sont définis plus ou moins arbitrairement pour des raisons administratives et géographiques. Bien sûr, on peut leur trouver une justification, car ce lien administratif peut jouer sur les comportements par des réglementations propres à chacun de ces niveaux. On peut également penser que ces niveaux constituent des approximations pour d'autres niveaux sur lesquels nous ne disposons pas de mesures, mais il faut dans ce cas chercher à mieux saisir ces niveaux



que l'on peut considérer comme flous. S'il était possible de circonscrire correctement des bassins d'emploi ou des zones d'influence des villes, leur utilisation serait donc sans doute plus satisfaisante qu'un découpage purement administratif.

Ensuite, nous avons indiqué que ce paradigme, même s'il fait intervenir divers niveaux d'agrégation, utilise cependant une approche individuelle pour expliquer les comportements par des caractéristiques mesurées à ces niveaux. Il semble nécessaire de la compléter par celle des comportements propres aux divers niveaux, pour ensuite les relier les uns aux autres. Ainsi des actions isolées, dans une communauté donnée, amènent-elles la prise de conscience d'un problème qui, en fait, affecte l'ensemble de cette communauté. Dès lors, cela peut conduire à des mesures politiques prises à un niveau plus agrégé, qui pourront alors s'appliquer à l'ensemble de la communauté. Bien entendu, ces mesures affectent les conduites individuelles et pourront conduire à de nouvelles actions pour contrer leurs effets pervers, et ainsi de suite.

Enfin, il nous semble indispensable de tenir compte de la structure sociale plus fine de groupes définis par des critères satisfaisants pour une analyse multiniveau. Nous avons indiqué la famille qui est déjà un groupe complexe où chacun a un rôle bien défini et qui peut être différent de celui des autres membres. Il serait nécessaire de tenir compte des interactions qui existent entre les membres du groupe et de leurs changements au cours du temps pour intégrer correctement leur structure sociale. C'est à nouveau une tâche difficile qui nécessitera la mise en œuvre de nouvelles méthodes de mesure et de nouveaux moyens d'analyse.

Vers l'avenir

Les divers événements qui ponctuent notre vie de notre naissance à notre mort (tels que les étapes de notre éducation, notre entrée dans la vie active, nos unions, la naissance de nos enfants, nos changements de résidence, nos changements d'emploi, nos périodes de chômage, notre retraite de la vie active, etc.) sont considérés comme privés, non répétables et propres à chacun d'entre nous. Ce n'est que récemment dans l'histoire de l'humanité, au XVII^e siècle, que l'idée de mettre en place une science de la population a germé. Il s'agissait alors de gommer tout ce qui était indicible dans ces faits de notre existence, pour aborder des objets plus précis : la mortalité, la fécondité, la migration, la mobilité professionnelle, la nuptialité, etc. Mais ces objets ne se laissent pas cerner de façon unique, et, au cours du temps, divers paradigmes se sont mis en place pour les éclairer chaque fois d'une façon nouvelle. Ces paradigmes ont alors nécessité des mesures différentes des faits observés d'une part et des relations entre ces faits d'autre part. C'est ce cheminement dont nous avons tracé les grandes lignes tout au long de cet article. Il est encore loin d'être achevé.

Avant tout, il ne faut absolument pas croire que chacun de ces paradigmes a vécu sa vie et a été remplacé par un nouveau. En fait, ils constituent chacun un point de vue donné sur une réalité complexe. Mais ces points



de vue nous ont fourni une vision de plus en plus complète des faits et des relations entre eux. On peut dire que :

Chaque nouveau paradigme vient compléter le précédent pour pouvoir traiter des cas sortant du champ de celui-ci, tout en conservant en partie certains des résultats obtenus avec celui-ci²¹.

En fait, chacun de ces paradigmes définit ses propres objets et on peut transposer la proposition d'Evandro Agazzi, faite pour les sciences naturelles, aux sciences sociales :

Le progrès scientifique ne consiste pas en une relation purement logique entre théories, et en plus cette relation n'est pas linéaire. Cependant ce progrès existe et peut être même interprété comme cumulatif, dans la mesure où l'on n'oublie pas que chaque théorie scientifique est seulement vraie pour ses propres objets spécifiques²².

Les mesures attachées à chacune de ces théories sont également propres à leurs objets spécifiques, tout en permettant par leur rattachement à l'objet plus général des sciences de la population la cumulativité nécessaire.

La mesure n'est pas limitée à l'enregistrement de grandeurs

Cet article nous a également permis de voir que la mesure n'est pas limitée à l'enregistrement de grandeurs ou au dénombrement d'effectifs. En fait, la mise en place d'un nouveau paradigme entraîne la création de dispositifs mathématiques et scientifiques qui visent à saisir de nouvelles configurations de relations – de nouvelles structures

– et non seulement de nouvelles grandeurs ni des quantités quelconques. Ces mesures, dans le sens plus général du terme que nous avons pris ici, sont alors autant d'approximations des principes qui conduisent à définir l'ordre, tel que Platon le pose, en organisant les éléments multiples d'une réalité située à différents niveaux d'organisation. Comme le dit si justement Granger :

Le fait humain ne peut certes être scientifiquement connu qu'à travers d'une pluralité de géométrals, mais à la condition que soit découverte l'opération contrôlable qui le restitue à partir d'eux stéréoscopiquement²³.

Il nous semble que l'analyse multiniveau, en permettant de réconcilier les résultats discordants obtenus avec les paradigmes antérieurs tout en conservant leur originalité propre, ouvre une voie vers la restitution

■ 21. D. Courgeau, « Paradigmes démographiques et cumulativité », dans *La Cumulativité du savoir en sciences sociales*, sous la direction de B. Walliser, Paris, Éditions de l'EHESS, 2009, p. 242-325.

■ 22. E. Agazzi, "Commensurability, Incommensurability and Cumulativity in Scientific Knowledge", *Erkenntnis*, vol. 22, n° 1-3, 1985, p. 51-77.

■ 23. G.-G. Granger, *op. cit.*



stéréoscopique de ceux-ci fort prometteuse pour l'avenir. Mais elle est encore loin de pouvoir restituer le fait humain dans toute sa complexité.

Ainsi de nouvelles approches par simulation fournissent-elles une vue très différente, où l'on cherche à déduire les faits observés d'un système formel de règles de comportement d'agents théoriques, que l'on confronte ensuite avec les faits observés. Cependant, ces approches considèrent trop souvent séparément les phénomènes à étudier, sans en fournir encore une réelle synthèse et articulent encore mal, à notre avis, les divers niveaux d'agrégation qu'il est nécessaire de faire intervenir. L'approche biographique résolvait correctement le premier problème alors que l'approche multiniveau permettait de résoudre le second. C'est la raison pour laquelle nous n'avons pas développé plus avant cette nouvelle perspective, qui fait intervenir des mesures différentes des précédentes, en ce qu'elles sont encore plus formelles.

De même, une approche mécaniste des sciences de la population, même s'il paraît important de la mettre en place, n'est pas encore mûre pour elles. Selon ces auteurs, cette théorie devrait permettre de trouver les axiomes qui saisissent :

[...] la forme générale des transformations quantitatives de toute population, forme en dehors de laquelle aucune des transformations quantitatives observées ne serait possible²⁴.

Mais malheureusement, s'il a été possible de dégager les principaux paradigmes qui constituent cette discipline, leur élucidation par des axiomes est encore hors de portée.

Pour conclure, nous pouvons dire que la mesure dans les sciences de la population, bien que déjà très complexe, peut être considérée comme encore bien imparfaite pour l'explication et la compréhension de tous les faits humains. De nouvelles avancées, telles que les simulations ou une approche mécaniste, sont encore nécessaires pour intégrer plus avant les différents aspects des processus intervenant dans l'évolution des populations. ■

Daniel Courgeau

Directeur de recherche émérite (Ined)

■ 24. D. Courgeau, et R. Franck, « La démographie, science constituée ou en voie de constitution ? Esquisse d'un programme », *Population*, vol. 62, n° 1, 2007, p. 39-45.