

Des corrélations à la causalité

Isabelle Drouet

À partir de données statistiques, peut-on déterminer les liens de cause à effet entre des phénomènes et, si oui, comment ? Les philosophes des sciences ont renouvelé les réflexions sur cette question.

Établir un lien causal entre deux événements, phénomènes ou situations est une opération mentale qui est au fondement de notre compréhension du monde et de notre capacité à agir sur lui. Le plus souvent, cette opération est menée de façon intuitive et inconsciente. Par exemple, lorsque la main lâche un objet, ce dernier tombe ; en conséquence, le cerveau humain comprend très vite, dès le plus jeune âge, que le fait de lâcher un objet entraîne sa chute.

Mais les relations de cause à effet ne sont pas toujours aussi faciles à établir (voir la figure 1). Bien souvent, les scientifiques ont accès à des liens statistiques entre les phénomènes qu'ils étudient, relations que l'on nomme corrélations et qui les renseignent sur les probabilités (ou les fréquences d'occurrence) des phénomènes en question. Le défi consiste alors à identifier correctement les relations de causalité, c'est-à-dire à déterminer, dans l'ensemble des phénomènes considérés, lesquels sont les causes et lesquels sont les effets. Quelle est la vision actuelle sur cette question ? Pour l'expliquer, nous allons prendre un

L'ESSENTIEL

■ Déterminer les relations de cause à effet entre les phénomènes est une tâche quotidienne des scientifiques.

Elle s'appuie souvent sur la mise au jour de liens statistiques, ou corrélations.

■ La déduction de liens de causalité à partir de corrélations fait l'objet de théories fondées sur l'idée qu'un effet est davantage probable en présence d'une de ses causes qu'en son absence.

■ Des algorithmes inspirés de ces théories sont utilisés dans les sciences empiriques.

© Bruno Vacaro d'après F. H. Messeri, *The New England Journal of Medicine*, vol. 367(16), pp. 1562-1564, 2012



exemple simple qui nous suivra tout au long de cet article.

Baptiste Coulmont, sociologue à l'Université Paris 8, tient un blog où, en particulier, il présente des statistiques sur les résultats aux épreuves du baccalauréat et les prénoms des candidats. On peut notamment y apprendre qu'en 2012, parmi les candidates au baccalauréat général ou technologique ayant obtenu une note d'au moins 8 sur 20 et ayant autorisé la publication de leur résultat sur Internet, plus d'un quart de celles prénommées Irène ont obtenu la mention « Très bien » – alors que, par exemple, ce fut le cas de moins de un pour cent des Alison. Ici, le prénom Irène et l'obtention de la mention « Très bien »

sont « corrélés positivement », expression qui traduit le fait qu'il est plus probable d'obtenir cette mention en se prénommant Irène qu'en portant un autre prénom.

Faut-il en conclure que le prénom Irène est doté de propriétés spéciales, en vertu desquelles celles qui le portent obtiennent plus facilement la mention « Très bien » au baccalauréat ? Cette corrélation n'est-elle pas plutôt une conséquence de ce que les parents qui choisissent de prénommer leur fille Irène ont un capital culturel supérieur à la moyenne, donc une probabilité supérieure de voir leur enfant obtenir la mention « Très bien » au baccalauréat ? Ou y a-t-il un peu des deux, ou d'autres facteurs encore, dans la réussite des Irène ?

1. LA CONSOMMATION MOYENNE

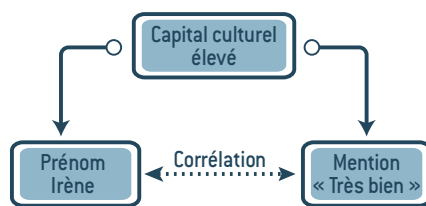
de chocolat par habitant est corrélée au nombre de lauréats du prix Nobel, d'après une étude de l'Américain Franz Messerli publiée en 2012 : en général, plus un pays présente une consommation élevée, plus nombreux sont ses ressortissants nobélisés. Mais on ne peut pas conclure qu'une consommation accrue de chocolat a pour effet d'augmenter le nombre de lauréats du prix Nobel. Il est même vraisemblable que la corrélation soit trompeuse : la richesse du pays pourrait être le facteur commun aux deux propriétés considérées, sans que ces propriétés soient causalement liées entre elles.



Ces questions reviennent à se demander quelle histoire causale se cache derrière la corrélation observée entre la mention et le prénom, c'est-à-dire quels sont les liens de cause à effet sous-jacents à la situation. Plus généralement, la question est : à quelles conditions des corrélations permettent-elles de tirer des conclusions causales, par exemple de conclure que le prénom Irène est la cause de la mention « Très bien » ?

Ce problème se pose quotidiennement dans tous les domaines de la science où l'on est confronté à des ensembles de données empiriques nécessitant une explication : économie, épidémiologie, toxicologie, astronomie, etc. L'interprétation correcte des corrélations observées en termes d'éventuels liens de causalité sous-jacents constitue l'un des pivots de la démarche scientifique. Elle est à ce titre d'une grande importance théorique.

Elle a aussi une grande importance pratique. C'est notamment le cas dans le domaine de la santé publique. Ainsi, quand on constate une forte corrélation entre l'exposition à une certaine substance de synthèse et une pathologie grave, il faut être sûr que cette corrélation résulte d'un lien de causalité avant que les pouvoirs publics décident d'une mesure telle que l'interdiction de la commercialisation de



2. CHEZ LES CANDIDATES au baccalauréat, le prénom Irène est corrélé à la mention « Très bien ». Mais l'existence d'un lien de cause à effet entre le prénom et la mention au baccalauréat est peu vraisemblable. La corrélation observée serait plutôt une conséquence de ce que les parents qui choisissent de prénommer leur fille Irène ont un capital culturel supérieur à la moyenne, d'où une probabilité supérieure pour leur enfant d'obtenir une bonne mention au baccalauréat.

la substance en question. Par exemple, la corrélation pourrait être due au fait que les personnes exposées à cette substance sont aussi systématiquement exposées à un autre produit, la pathologie étant causée par ce dernier et non par la substance suspectée initialement.

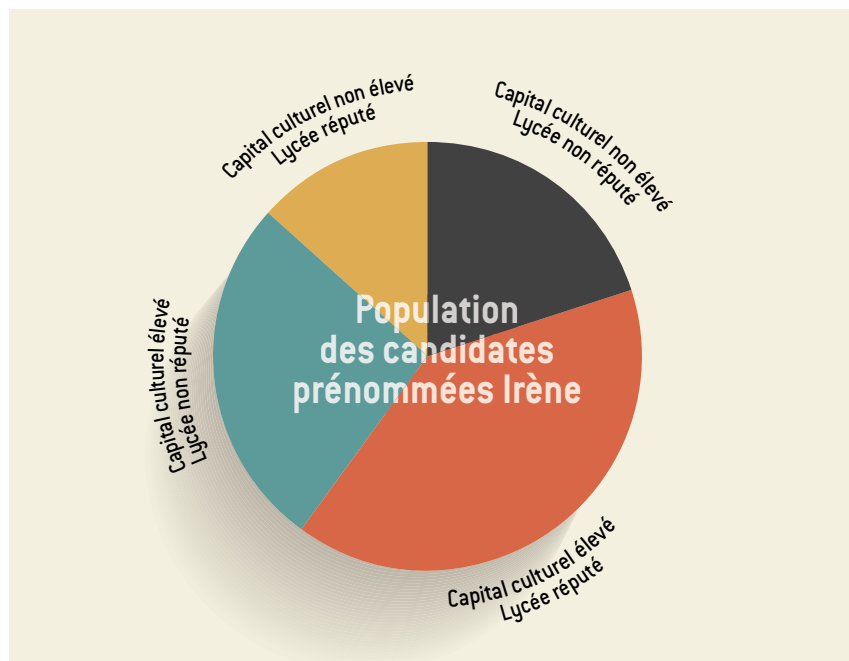
Pour passer des corrélations observées aux relations causales, deux étapes sont à franchir. La première consiste à passer des corrélations observées sur un échantillon d'une population à celles en vigueur dans la population entière. Cette première étape, la généralisation d'un échantillon de population à la population entière, relève de la science statistique. La seconde étape consiste, pour la population considérée, à passer des corrélations aux liens de cause à effet. Seule cette seconde étape concerne spécifiquement la causalité, et c'est sur elle que portera notre propos.

Diverses approches

La question de la causalité est réapparue en philosophie des sciences dans la seconde moitié du XX^e siècle. L'une des lignes d'analyse explorées visait à définir la causalité par le concept de corrélation – ou de dépendance probabiliste, selon les termes en usage chez les philosophes.

Cette façon de définir la causalité n'est pas la seule. L'une des principales définitions concurrentes repose sur l'idée que les effets n'auraient pas lieu si leurs causes n'avaient pas lieu ; cette approche peut s'appliquer à certaines études historiques par exemple. Une autre proposition, formulée dans le cadre des théorisations de la démarche expérimentale, se fonde sur la possibilité de manipuler les effets en intervenant sur les causes. Une troisième approche, enfin, est axée sur la caractérisation physique des relations causales, c'est-à-dire sur l'identification des grandeurs physiques dont la transmission de proche en proche constitue la relation de causalité.

Toutefois, l'analyse de la causalité en termes de corrélations est sans doute celle à laquelle les scientifiques font le plus appel, au moins explicitement, et c'est celle qui nous concerne ici. Cette approche repose sur l'idée qu'un effet est plus probable en présence de l'une de ses causes qu'en son absence. Ainsi, il est plus probable pour un candidat d'obtenir la mention « Très bien » s'il a un capital culturel élevé que sinon. En utilisant la notion de probabilité



3. LE PRÉNOM IRÈNE serait la cause de la mention « Très bien » si et seulement si ce prénom rendait cette mention plus probable dans chacune des sous-populations définies par les autres causes possibles de la mention. Dans l'exemple ici représenté, quatre sous-populations sont définies par le lycée fréquenté (réputé ou non) et par le capital culturel (élevé ou non).