Intellectica, 2004/1, 38, pp. 187-191

Statistique et contrefactuels : quelques explications

François Lévy

La discussion que développe Bruno Lecoutre de la notion de causalité en statistiques fait usage sur certains points d'arguments mathématiques assez techniques. Ce court texte vise à aider le lecteur peu à même de cette technicité à comprendre l'essentiel des questions fondamentales qu'elle recouvre.

VARIABLES ET MÉCANISMES

Dès lors que l'on prend un point de vue statistique, l'objet du raisonnement n'est pas l'individu mais une collectivité. Même quand le vocabulaire pourrait évoquer des événements causes l'un de l'autre – un traitement cause d'une guérison – il ne s'agit que de variables. Le comportement individuel n'est que partiellement déterminé, disons par un mécanisme, et comporte intrinsèquement une part d'aléas, d'imprévisible. Pour un ensemble suffisamment fourni d'individus ayant les mêmes mécanismes, les comportements seront dispersés selon une courbe en cloche. La moyenne de cette courbe reflète le fonctionnement du mécanisme ; l'ampleur de la dispersion autour de la moyenne reflète l'importance des aléas. Cette dernière est mesurée par un indicateur appelé écart type. Notons que c'est le couple moyenne / écart type qui caractérise le mécanisme (ici identifié à ce que l'on en voit).

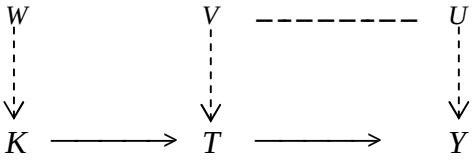
Prenons un exemple où un groupe d'individus atteints de la grippe reçoit une boîte de pastilles à prendre 3 fois par jour pendant 3 jours. Dans un test type, les boîtes sont d'apparence identique mais la moitié d'entre elles contient un placebo. Pour modéliser la situation, il faut distinguer le traitement affecté (placebo ou médicament) du traitement suivi (ici, le nombre de pastilles réellement prises. La non-compliance, c'est quand il y en a moins de 9). Le résultat est, disons, la température corporelle à la fin du traitement – ce pourrait être un indicateur plus complexe, mesuré peut-être à une date plus tardive. Le traitement affecté est représenté par la variable K, le traitement suivi par T et le résultat par Y. On identifie trois mécanismes (probabilistes) qui déterminent K, T et Y :

- Pour garantir le choix au hasard, le traitement affecté dépend du quantième W de la date de naissance.

LIPN, UMR 7030 du CNRS, Institut Galilée – Université Paris-Nord, 99 Av. Jean-Baptiste Clément – 93430 Villetaneuse. E-mail : fl@lipn.univ-paris13.fr

- On sait par des enquêtes antérieures que le respect de la prescription est influencé, entre autres, par le lieu (domicile / extérieur) où sont pris les repas, soit V.
- Le résultat quant à lui est influencé par le confort de l'environnement, qui dépend du niveau de vie (U).
- Il y a en fait une corrélation entre le niveau de vie et le lieu où sont pris les repas.

Le lieu de restauration et le niveau de vie des patients qui participent à l'expérience peuvent être très mal connus. L'ensemble de ces relations est schématisé dans le graphe suivant :



Elles peuvent aussi se décrire à l'aide de trois fonctions f_K, f_T, f_Y représentant les trois mécanismes en jeu.

CRITIQUE DES CONTREFACTUELS

La critique que fait B. Lecoutre des analyses de Pearl porte sur deux points. Premièrement, la comparaison des traitements (placebo ou médicament) est définie comme la comparaison des effets si tout le monde prenait un traitement complet *placebo*, ou si tout le monde prenait un traitement complet *médicament*. Les deux situations de référence sont construites en transformant le graphe par l'intervention *do(placebo=9)* ou *do(médicament=9)* à la place de T, alors que la valeur réelle de T pour un individu peut être e.g. *placebo=6* s'il ne respecte pas scrupuleusement l'ordonnance. En règle générale, l'introduction d'une intervention *do()* permet de construire un nouveau graphe qui est une réduction du précédent – tous les mécanismes sauf un ont été conservés. Cette réduction est légitime dans le cas où l'ensemble des mécanismes observés est sans boucle (système markovien). Mais comme le traitement réellement pris T ne peut être observé, l'introduction d'une intervention sur T (par ex. *do(médicament=9*) ne permet pas de s'affranchir de l'incertitude due à la non-compliance (on ne peut pas distinguer dans les calculs les patients qui n'ont pas pris tous leurs médicaments pour isoler l'effet de la non-compliance) et n'améliore pas les instruments traditionnels.

La seconde critique porte sur le principe même de l'emploi de contrefactuels pour interpréter une expérience. Supposons qu'on puisse faire l'impasse sur la non-compliance, i.e. qu'elle soit indé-

pendante des autres mécanismes – ce qui est une hypothèse très incertaine en fait. On appréciera l'efficacité du médicament en comparant la prescription K au résultat Y. Les observations sont alors un exemple d'*expérience de base*, au sens de la section IV.

On peut résumer les observations dans un tableau qui, à chaque individu associe un des deux traitements et son résultat. C'est le tableau physique. Le raisonnement contrefactuel suppose un tableau différent qui à chaque individu associe deux résultats : l'un résume son évolution s'il reçoit un placebo, et l'autre s'il reçoit le vrai médicament. Seul l'un des deux a été observé, l'autre a par nature un statut hypothétique. Ce tableau est appelé dans l'article « *métaphysique* ». Pour Dawid et B. Lecoutre, ajouter des résultats non observables ne permet pas de faire plus d'inférences fondées, mais augmente le risque d'utiliser une hypothèse hasardeuse. Entrons un peu plus dans le détail des arguments. Ils sont de deux ordres, épistémologique et technique.

L'argument épistémologique est évoqué en III : quelle conception de l'objet d'étude donne un sens aux résultats d'un traitement qui *aurait pu* être appliqué ? Il faut pour cela considérer que les deux déroulements préexistaient potentiellement au traitement, et que celui-ci n'a fait qu'opérer un choix entre ces deux potentialités préalables. Le risque est grand de glisser de l'événement potentiel à des propensions qu'aurait le sujet d'expérience. C'est le *fatalisme* dont parle l'article : quand le sujet n'a pris que la moitié des pastilles de placebo, on considérera qu'il a une *propension à* ne prendre que la moitié du traitement et que si celui-ci avait été 'médicament' il n'en aurait aussi pris que la moitié – ce qui est hasardeux si par exemple les médicaments provoquent une amélioration qui n'était pas sensible avec les placebos. Cette *propension à*.. insensible au contexte n'est pas une donnée d'observation, puisqu'un seul contexte a été observé par individu.

L'argument technique est discuté en IV et V. Au cœur de la critique la question suivante : comment apprécier la différence d'effet entre les deux traitements ? Pour Dawid, c'est l'avantage individuel qui est significatif : il faut l'apprécier individu par individu (donc ligne par ligne dans le tableau métaphysique), puis faire ensuite l'agrégation pour avoir une valeur moyenne ou une espérance. Comme dans le tableau métaphysique la moitié des réponses est inconnue, on ne connaît que les moyennes dans chacun des deux groupes et aucune différence individuelle. C'est la raison de l'argument « la covariance est inconnue » : rien ne prouve que l'individu dont la santé s'améliore beaucoup avec un placebo serait aussi dans les meilleurs résultats avec un médicament, ou inversement. Pour raisonner sur le tableau métaphysique, le raisonnement contrefactuel introduit fréquemment des hypothèses qui selon Dawid ne sont pas fondées : l'*additivité unité-traitement* fait l'hypothèse que les diffé-

rences de résultat entre traitements sont les mêmes pour chaque individu, la *valeur stable unité-traitement* est une forme de prédisposition de l'individu à réagir de telle ou telle manière – ce que Dawid a appelé la conception fataliste.

STATISTIQUE ET CAUSALITÉ

La position de Dawid et de B. Lecoutre

Quel rapport y a-t-il entre cette discussion et la causalité ? Les contrefactuels statistiques ont été utilisés par Pearl en particulier pour traduire une vision interventionniste de la causalité – décrite dans II par : « en manipulant la variable w1 on agit sur w2 ». Dès lors qu'il rejette l'emploi des contrefactuels, Dawid se trouve devant le problème de rendre compte de la causalité sans introduire d'intervention. C'est le but des analyses sur l'effet des causes et les causes des effets.

L'exemple considéré ci-dessus est une question sur l'effet des causes, autrement dit sur la prédiction : on va donner à tel malade un placebo ou un médicament, quel sera dans chaque cas l'effet probable ? La cause est connue à l'avance, la situation expérimentale s'efforce de l'isoler en maintenant *toute chose égale d'ailleurs*.

Soit maintenant le cas de M Durand, qui a pris un placebo et dont la température a baissé de 2 degrés. La question des causes de l'effet est « est-ce dû à la prise de placebo ? » ou, en termes moins caricaturaux, « est-ce que la prise de médicaments aurait fait une grande différence ? ». Une réponse ne reposant que sur les données empiriques est impossible, toujours pour la même raison : on ne dispose pas, sauf quelques cas particuliers, de données empiriques sur la différence de résultats pour le même individu (V.3). La seule solution est de trouver une variable concomitante permettant de réduire cette incertitude (VI.2), autrement dit de découper la population en sous-ensembles tels que, dans chacun, le lien entre les deux réponses individuelles soit plus précis que dans la population globale.

Un commentaire

Je conclurai ce bref jalon par un commentaire plus personnel – en ce sens qu'il ne s'efforce pas de rendre compte de la démarche de l'auteur. La statistique se place au niveau de l'évidence empirique et dispose d'une instrumentation efficace pour nous dire avec quelle probabilité cette évidence est compatible avec telle ou telle hypothèse. Tout le dispositif qui permet la prédiction – calcul de l'effet des causes – fonctionne très bien, comme la conclusion d'un processus qui a isolé des facteurs causaux à tester – une nouvelle molécule, le taux de soufre dans l'air, etc. Le jugement de responsabilité causale individuelle connaissant l'effet est pratiquement impossible à asseoir sur les seules données empiriques. On est alors pour ce qui concerne la causalité devant une alternative : soit le concept n'a pas une grande valeur, soit il relève d'une raison autre que le pur constat

empirique. Sa présence dans de nombreuses problématiques très actives – ce dossier en est le témoignage – me semble militer plutôt pour la seconde hypothèse.