

Quelle est la longueur des clous de 6,35cm ?

Mesures & incertitudes II

*Over a hundred years ago, Karl Pearson proposed
that all observations arise from probability distributions,
and that the purpose of science is to estimate
the parameters of these distributions.*

David Salsburg¹

Note : On reprend ici les données des mesures de clous. On décrit à nouveau l'expérience, puis on ajoute un certain questionnement qui, cette fois, demande pour y répondre des outils d'observations plus complexes que ceux qui ont été employés dans le travail d'analyse précédent des mêmes données. On devra utiliser ici un logiciel statistique plus complet que Excel.

On admettra dans ce qui suit, suite aux analyses précédentes, que les données sont cohérentes d'opérateurs à opérateurs, sauf pour le sixième.

On peut donc ne pas tenir compte dans les analyses de la 'variable' opérateur.

L'expérience

Dans une classe, on a mesuré 5 clous de 6,35cm (ou 2,5in). Ces clous furent mesurés par 19 étudiants (dits 'opérateurs' dans ce contexte), qui ont utilisé deux règles métriques (dits 'instrument de mesure'), la première ayant été utilisée deux fois par chacun des opérateurs sur chacun des clous.

Compléments d'analyse

Importez les données de la première matrice de données transformées dans un logiciel de statistique. Ne gardez dans les représentations graphiques qui suivent que les opérateurs autres que le sixième.

¹David Salsburg, 2001, *The Lady Tasting Tea. How Statistics Revolutionized Science in the Twentieth Century*. New York NY : Henry Holt & Company, p.291.

Clous



Data

Nous effectuons maintenant une courte étude des propriétés distributionnelles des mesures.

1. (5 points) Utilisez les outils d'observations suivants : histogrammes avec de plus en plus de classes (nombre de boîtes), on peut aller jusqu'à une vingtaine sinon plus ; diagrammes quantiles-quantiles sur lois gaussiennes ; et diagrammes de Tukey, en les catégorisant par instrument de mesure. Que constatez-vous ? Les techniques d'observation se complètent. Expliquer comment.
2. (10 points) Les observations suivantes se feront sur le *premier instrument seulement*. Recommencez les analyses suivantes avec la variable de groupement 'clou'. Identifiez les mesures suspectes ou carrément aberrantes. Quels sont les techniques graphiques les plus commodes pour ce faire. Sans chercher la cause de ces singularités, éliminez-les des analyses que vous recommencez. Seriez-vous prêt à croire que les données suivent des lois gaussiennes ? Pensez-vous que ces lois sont différentes de clou à clou ?
3. (10 points) Enfin, regroupez les données en un seul bloc indifférencié, toujours pour le premier instrument de mesure et pour les opérateurs autre que le sixième ; considérez donc l'ensemble de ces observations.
 - (a) Obtenez les diagrammes de Tukey, les diagrammes quantiles-quantiles sur loi gaussienne. Observez le fonctionnement de ces techniques lorsque vous éliminez successivement les éléments singuliers. Énoncez & justifiez vos conclusions en quelques mots.
 - (b) Maintenant passez aux histogrammes avec des classes de plus en plus nombreuses. Diriez-vous que ce que vous observez, quand le nombre de classes grandit trop est le résultat de la finesse du grain de la mesure : en effet les mesures sur les règles sont limitées par la précision de l'instrument ; ainsi dans les règles usuelles, même si on utilise la technique de mesurage avec une règle la plus précise décrite dans la première partie des considérations sur cet ensemble de données, on n'aura que des mesures peu précises à l'intérieur du millimètre, et donc peu de valeurs différentes², des boîtes trop étroites seront souvent vides. Expliquez en vos mots. Donnez votre conclusion sur le modèle probabilistes des mesures.



²La plupart des opérateurs, sinon tous, utiliseront de valeurs précises tout au plus au dixième de millimètre.

Brin d'épistémologie & d'histoire. Karl Pearson [1857–1936] qui a joué un rôle de fondateur dans les sciences statistiques, a eu aussi un rôle important en épistémologie. Il a en effet bénéficié d'une formation importante en philosophie.³ Il a beaucoup développé ses idées quant au fait que l'ultime réalité derrière les mesures serait en fait la distribution qui les portait. Comme il est impossible d'accéder à la mesure exacte des choses, la seule réalité exacte qu'on peut en connaître est bien là : dans la réalité, structurelle et non naturelle, on s'entend, existent les modèles probabilistes. On ne peut jamais être certain lesquels ; pas plus d'ailleurs que les paramètres des lois, c'est à dire des instances des modèles, qui ne sont pas plus accessibles exactement que les mesures elles-mêmes. Donc l'ultime réalité est probabiliste... Envolées les certitudes du XIX^e siècle !

Il n'est pas du tout certain que ses considérations aient traversé l'épreuve du temps, comme on dit. La [phénoménologie](#)⁴ a fait bien des ravages sur nos idées sur ce qu'on peut connaître réellement.

Le livre de K. Pearson, *The Grammar of Science* (1892, réédité par Cosimo Classics, New York NY, 2007), a eu une grande influence sur la pensée de l'époque. C'est ainsi qu'Albert Einstein [1879–1955] avant qu'il ne trouve un poste de commis au bureau des brevets à Berne (Suisse) et qu'il peinait à gagner sa vie, offrit dans une petite annonce de donner des leçons de mathématiques et qu'un groupe d'amis se constitua (sans rapporter un sou !) autour de lui, prit le nom (1902) de [Académie olympienne](#). Quel nom ! On se réunissait pour lire et discuter de livres dont le premier suggéré par Einstein fut justement celui-là.

Il fut suivi d'autres de Ernst Mach [1838–1916] (*Beiträge zur Analyse der Empfindungen*, 1886 [Contributions à l'analyse des sensations] ; à noter, Mach fut un immense physicien...), Henri Poincaré (*La science et l'hypothèse*), John Stuart Mill, David Hume, Baruch Spinoza, etc. Beaucoup des idées qui se concrétisèrent notamment lors de l'année miraculeuse de Einstein (1905), ont germé lors de ces rencontres de haut niveau.⁵ Les échanges et la discussion entre amis est un facteur important d'exploration et de découvertes... Quelles qu'elles soient d'ailleurs.

Le livre de Pearson s'étend longuement sur l'espace et le temps (chap. VI), la géométrie et les lois du mouvement (chap. VII & IX), ainsi que sur la matière (chap. VIII). Partout des questions d'épistémologie. Mach, un grand scientifique, aussi a contribué aux questions épistémologiques, sans parler des autres philosophes tous importants dans ces questions.

Le livre de Poincaré lu par l'Académie olympienne, *La science et l'hypothèse* (1902), mettait en doute les idées communément acceptées à l'époque : l'espace

³À noter que le 'C' de prénom d'origine, Carl, est devenu un 'K' à la suite de sa lecture de Karl Marx. Le socialisme fut et est encore très porté en Angleterre.

⁴L'article Wikipedia sur la [phénoménologie](#) en français est moins complet mais peut-être complémentaire. Quoi qu'il en soit, la philosophie contemporaine, celle issue de l'idéalisme allemand en tout cas, vire souvent à une sorte d'amphigouri assez indigeste merci !

⁵Il est assez intéressant à cet égard, de noter qu'on attribue souvent à Henri Poincaré [1854–1912], un des plus grands mathématiciens de tous les temps, les premiers développements des équations et de la théorie de la relativité restreinte comme générale.

& le temps absolu, l'existence de l'éther... Exactement dans la suite des idées de Pearson, mais dans une perspective beaucoup plus riche mathématiquement.

La plupart des auteurs lus par l'Académie olympienne sont liés aux idées qui font la gloire d'Einstein et traitent de la réalité ultime du monde. La connaissance ne naît pas de rien.⁶ Einstein, modeste comme presque tous les grands hommes, l'a dit de lui-même, il « repose sur les épaules de géants », citation reprise de Newton.

Mais on savait aussi être moins sérieux à l'Académie. On y a lu Cervantes, et Einstein distrait ses amis par des airs de violon...



Permettez la suggestion suivante de lecture. Un roman fascinant sur la quête du mathématicien/probabiliste : Marc Petit, 2003, *L'équation de Kolmogoroff*⁷, Paris : Gallimard, coll. Folio n° 4 240.

L'horreur de la deuxième guerre mondiale, la quête d'un jeune homme, génie des mathématiques, traqué.

⁶On peut faire deux remarques ici. La première est que la plupart des œuvres mentionnées ici ont eu de nombreux descendants, et que l'Académie olympienne s'est avant tout intéressée à des œuvres de très haute qualité et influence publiées peu d'années auparavant. Le système de transmission des informations fonctionnait fort bien ...à ce niveau à tout le moins. La seconde est que c'est arc-boutés d'une profonde compétence du monde naturel, que beaucoup des auteurs abordés par l'Académie se sont permis de pénétrer dans les problèmes philosophiques profonds qui en découlent. On ne pense plus beaucoup aujourd'hui chez les philosophes que leur discipline est un couronnement de grandes compétences transversales, sauf exception ils ont une forte tendance à travailler à vide, pour ne pas dire *sur* du vide ; pour faire bref, dans les traces de l'idéalisme allemand. Devant l'obscurité de la philosophie savante, les scientifiques se sentent exclus, à juste titre. Ils ont d'ailleurs tant à faire pour assurer leur 'petite entreprise de recherche' et leur survie grâce aux fonds publics, qu'ils ne disposent d'aucune ressource mentale pour en sortir, tels des athlètes olympiques de la science. Le savoir est partagé en deux royaumes exclusifs.

⁷Andrei Nikolaïevich Kolmogoroff [Tambov 1903 – Moscou 1987] (et [en anglais](#)) est le fondateur de la théorie axiomatique des probabilités (1933) qui est essentiellement celle qu'on enseigne même dans des cours de bas niveau. Il a eu un rôle important en processus stochastiques, et ses travaux trouvent d'importantes applications en physique, notamment en théorie des phénomènes désordonnés (turbulences) et pour les systèmes dynamiques.