

LES DONNÉES ET LEUR PRODUCTION : RÉFLEXIONS SUR UNE LACUNE PARADOXALE EN ÉDUCATION STATISTIQUE

Noëlle ZENDRERA^{1*}, Véronique DUBREIL-FRÉMONT^{1*},
Jean-Marie MARION^{2*} et Alain BIHAN-POUDEC^{3*}

TITLE

Data production: a paradoxical gap in statistics education

RÉSUMÉ

Nous proposons ici une réflexion sur l'importance accordée aux données et à leur recueil dans les *curricula* de statistique. Le champ de l'éducation statistique a déjà pointé l'inadéquation entre les contenus des cours et les besoins des apprenants. Nos constats en sciences humaines et sociales et notre analyse de contenu de manuels nous amènent à étayer l'existence de lacunes et à relever en particulier un glissement de la discipline statistique vers le seul traitement des données. Alors que les questions des données (nature, mesure, contexte), de leur production (échantillonnage, méthodes, outils) et de leurs qualités respectives constituent des piliers fondamentaux de la science statistique, ces pans occupent dans les enseignements une place minoritaire et excentrée. Cette situation relève à nos yeux d'un véritable paradoxe, qui engendre des implications pour l'enseignement-apprentissage de la statistique, mais aussi pour la recherche, la pratique et le fonctionnement sociétal. Cette lacune éducative suscite nombre de difficultés de conceptualisation et d'apprentissage et elle compromet aussi le développement du raisonnement, de l'esprit statistique. Des stratégies pédagogiques et didactiques palliatives sont discutées.

Mots-clés : *éducation statistique, enseignement-apprentissage de la statistique, variables, données, recueil, production des données, qualité, validité, stratégies éducatives, pédagogie, didactique.*

ABSTRACT

In the present paper, we propose a reflection on the place and the importance accorded to data and data production in the introductory statistics courses at the university level. As statistics teachers of undergraduate students in human and social sciences, our findings and our analyses of statistics textbooks lead us to consider that these courses focuses on data analysis without any reference to applied context whereas statistics is not only a part of mathematical science, but a methodological discipline which gives tools for dealing with data. Students have to know "where do the data come from". It is our view that there is here a paradoxical gap in statistics education. We discuss the consequences on students' statistical thinking and the educational strategies to address this gap.

Keywords : *statistics education, teaching and learning statistics, variables, data, data production, collection, quality, validity, educational strategies, pedagogy, didactics.*

¹ Faculté des Sciences humaines et sociales, UCO ; noelle.zendrera@uco.fr, veronique.dubreil@uco.fr

² Faculté des Sciences, UCO ; jean-marie.marion@uco.fr

³ Faculté d'Éducation, UCO ; alain.bihan-poudec@uco.fr

* Groupe *StatEns*, équipe de recherche PESSOA (Pédagogies, Socialisation et Apprentissages), UCO, Université Catholique de l'Ouest, campus d'Angers, 3 pl. André-Leroy BP-10808 49008-Angers cx-1 FRANCE

1 Propos introductifs

Tout apprentissage requiert un effort cognitif et peut susciter des difficultés voire des obstacles. Tout particulièrement et comme l'éclaire la recherche en éducation statistique, le processus d'enseignement-apprentissage de la statistique constitue très souvent une source inépuisable de difficultés chez les apprenants et un véritable défi pour les enseignants.

Enseignants de la discipline dans le supérieur et chercheurs en éducation statistique, notre équipe s'intéresse vivement à ces questions ; nous intervenons auprès d'étudiants inscrits en sciences humaines et sociales (SHS) ou en mathématique-statistique-informatique, et ce de la Licence au Master. Sur le plan de la recherche, nos travaux⁴ portent sur les conceptions estudiantines vis-à-vis de la discipline Statistique, en soi et au regard de concepts de base tels que ceux de population et d'échantillon, de tendance centrale (moyenne, ...) et de dispersion (écart-type, ...). Certaines manifestations de nos étudiants laissent entrevoir chez eux des difficultés à cerner le statut même des données manipulées.

Ce constat amène à s'interroger sur la place et l'importance qui sont accordées dans les formations à la nature et à la production des variables et des données statistiques, rejoignant en cela des réflexions et des propositions de la littérature. Préoccupée aussi de cette problématique, la *Société Française de Statistique* a organisé en 2016 une session spéciale⁵ centrée sur la question de l'enseignement du recueil de données. Cette session fut l'occasion pour nous d'une première formalisation de notre point de vue (Zendrera et al., 2016).

Nous développons ici plus largement nos réflexions, pointant comme idée de fond l'existence d'une trop faible attention des *curricula* au regard du recueil de données ainsi que des données elles-mêmes. La production, le recueil, les concepts mêmes de « donnée » et de « variable », la notion de « qualité des données », pâtissent à notre sens de faiblesse dans les enseignements. Cette « inadéquation » dans l'enseignement de la statistique revêt des conséquences non seulement pour l'apprentissage en soi mais aussi pour la pratique et la recherche et requiert certainement un retour à l'essentiel.

2 La place des données et de leur recueil dans les enseignements de statistique

« D'où viennent, d'où proviennent les données ... ? » Voici donc une question qui traverse rarement l'esprit des apprenants qui suivent un cours de statistique. Justement et paradoxalement les données statistiques « ne sont pas données » et « ne viennent pas toutes seules » : elles doivent être produites, collectées, prélevées, en suivant un protocole de choix et de recueil objectif, strict et pleinement adapté aux objectifs de l'étude. Si ces informations présentent des biais, si elles ne sont pas représentatives du phénomène et du milieu à étudier, l'ensemble du travail statistique mené perd de son sens et de sa validité. La qualité et la

⁴ Dont Dubreil et al. (2014), Bihan-Poudec et Marion (2014), Zendrera et al. (2014), Dubreil et Zendrera (2015), Zendrera et Marion (2015), Bihan-Poudec et al. (2017).

⁵ Session spéciale « Enseigner le recueil de données », organisée par le Groupe *Enseignement de la Statistique* de la SFdS et tenue le 31 mai 2016 au sein des 48^{èmes} *Journées de Statistique (JdS-48)*, SFdS et université de Montpellier, 30 mai - 3 juin 2016. Cf. Dufour et al., Leffondré et al., Stoltz et al., Zendrera et al. <jds2016.sfds.asso.fr/prog/#Recu>

pertinence des données, leur fiabilité, leur validité interne et externe, demeurent la première condition *sine qua non* à la qualité et la validité d'une étude statistique.

2.1 Les *curricula* en statistique initiale

Les données constituent le noyau central d'une recherche, d'une enquête, puisque les résultats et les conclusions s'appuient entièrement sur les informations qu'elles renferment. Examinons de plus près la place accordée aux données et à leur recueil dans les *curricula*, les cours et les manuels de base en statistique, dont bénéficient les élèves du secondaire et les étudiants des filières du supérieur non spécialistes (non statistico-mathématiques).

Curricula dans le supérieur — Les contenus usuels des *curricula* initiaux dans le supérieur se composent généralement de deux volets, la statistique descriptive et la statistique inductive. La première présente les outils permettant de traiter et de décrire, sous forme numérique (indices) ou visuelle (graphiques) les résultats obtenus dans un échantillon représentatif, ou bien sur une population globale si celle-ci est accessible dans son entièreté. La description peut concerner une seule variable traitée individuellement (stat. desc. univariée), deux variables considérées conjointement et leur lien éventuel (stat. desc. bivariée), ou bien de nombreuses variables analysées simultanément (analyse multidimensionnelle). De son côté, la statistique inductive (« inférentielle ») poursuit le but d'induire les caractéristiques d'une population complète à partir de celles d'un échantillon aléatoire issu de cette population. Basée sur la théorie de l'échantillonnage, la théorie de l'estimation et la théorie de la décision (théorie des tests), elle opère toujours avec la notion de risque statistique. Les concepts de variable statistique, de donnée statistique, de qualité des données et de l'étude, de hasard, d'incertitude, de variabilité, les méthodes et procédures d'échantillonnage et de production des données font donc partie intégrante des *curricula* de base en statistique et implicitement des cours et des manuels de base dans la discipline. Leur bonne compréhension par les apprenants devrait faire en principe l'objet d'une attention toute particulière.

En situation de cours dans le supérieur — En situation de classe dans le supérieur, les valeurs à manipuler sont le plus souvent déjà préalablement fournies, les enseignements se basant sur des données déjà disponibles ou créées pour l'occasion, dont la nature, le choix, la validité, le mode de recueil s'avèreraient adéquats par défaut. Pour les étudiants, souvent tout semble se passer « comme si les données tombaient du ciel ». L'existence même des données, leur origine, leur production et leur qualité, ne font généralement pas l'objet d'un questionnement critique à la hauteur de ce qu'il conviendrait. Ces omissions peuvent partiellement s'expliquer par la trop faible masse horaire consacrée aux cours de statistique dans les maquettes pédagogiques des filières hôtes non statistico-mathématiques. Pressés par le temps, les intervenants, obligés de faire des choix de contenu, privilégient le traitement des données, au détriment des aspects évoqués de la nature et le recueil des données.

Manuels dans le supérieur : une analyse de contenu — Afin d'affiner cette réflexion et de profiler une ébauche des contenus des ressources bibliographiques adressées à nos étudiants, notre équipe a entrepris une analyse de contenu de manuels en langue française, sciemment sélectionnés en fonction de plusieurs particularités. Ces ouvrages s'adressent ainsi à un public étudiant de filières non spécialistes et en particulier SHS ; ils traitent les contenus de base attendus, à savoir la statistique descriptive et/ou la statistique inductive. Par leurs styles pédagogiques et didactiques ils nous apparaissent adaptés à ces filières et se caractérisent par une mathématisation non excessive dans leur mode d'expression des concepts et procédures ; une vingtaine de manuels d'initiation à la statistique ont été choisis suivant ces critères. Les

premiers résultats, obtenus sur neufs manuels (*cf.* Annexe), montrent que dans ceux-ci seulement de 1 % à 20 % du contenu total se réfère aux données (type, nature, mesure, contexte, ...), à leur recueil (méthodes, types d'échantillons, ...) et/ou à leur qualité.

Dans le secondaire — Pour le second degré (élèves de 11 à 18 ans), le système scolaire français prescrit des enseignements de statistique insérés au sein des cours de mathématiques ; Dutarte (2011) et Raoult (2013) ont produit à cet égard des panoramas exhaustifs des contenus des programmes actuels. Ces enseignements ciblent l'organisation, la gestion, le traitement et la représentation des données. Ainsi, comme pour le supérieur, dans le secondaire l'accent est mis sur le traitement des données et non sur leur recueil, leur production.

2.2 Les données et leur production : une lacune paradoxale

Dans l'enseignement initial de la statistique, et tant dans les *curricula*, les tables des matières des manuels et les plans de cours présentiels ou en ligne, il nous apparaît que le temps, l'espace, l'importance et l'intérêt consacrés à la question des données, de leur nature, leur qualité et leur production, s'avèrent réduits à une trop faible proportion de l'ensemble du contenu des formations et ne font pas l'objet de l'approfondissement souhaitable.

En situation de cours, les enseignants, pressés par l'horloge et par des temps d'enseignement souvent trop restreints, sont amenés à faire des choix drastiques et abordent davantage les méthodes de traitement statistique, au détriment des concepts liés aux données et aux procédures de recueil, de prélèvement des données. Mais comment expliquer que les manuels de statistique semblent négliger eux aussi ces questions, alors que leurs auteurs sont moins contraints, plus libres de construire leur contenu ?

Glissement de la Statistique vers le Traitement statistique — Cette carence dans l'enseignement relative aux données et à leur production se fonde à notre sens sur un « glissement » : le glissement de l'enseignement de la discipline statistique en soi (dans sa globalité) vers l'enseignement du seul traitement statistique, de la seule analyse des données. Ce glissement préjudiciable de la science statistique vers le seul traitement des données nous semble s'observer en France mais aussi dans la plupart des pays. Pour abonder en ce sens et à titre d'exemple parmi bien d'autres, nous mentionnons ici le cas de la formation universitaire des futurs professeurs de mathématiques dans le secondaire en Colombie, qui auront à enseigner la statistique ; les objectifs du *curriculum* de statistique sont explicités de la façon suivante : « susciter [...] des compétences leur permettant d'analyser et interpréter des ensembles de données, faire des inférences et des pronostics et appliquer des modèles prédictifs » (Martínez-Camacho, 2015). Il ne s'y observe aucune mention explicite au recueil en soi des données.

Les données et leur recueil : des piliers fondamentaux négligés — De ce fait, les questions des données, de leur nature, leur qualité et leur production, pourtant piliers fondamentaux et fondateurs de la science statistique, demeurent minoritaires et fortement ignorés dans les cours. Les apprenants ne sont pas suffisamment formés ni aptes à comprendre et à s'interroger sérieusement sur les objectifs d'un travail statistique (quoi, qui, pourquoi, où, quand, comment ?), sur la construction d'un protocole (*design*) de recherche ou un plan d'expérience, sur le choix le plus pertinent des variables à considérer, sur leur nature (qualitative, quantitative), sur le type de questions idoines (fermées, semi-ouvertes, ouvertes) et donc leur niveau ou échelle de mesure (nominale, ordinale, à intervalles, de rapport), sur la population à questionner et la composition de l'échantillon, sur le type d'échantillonnage (simple, par strates, ... ; test, contrôle, double aveugle, ...), sur la taille des échantillons, sur les modes et

outils de production des données (observation, entretien, questionnaire, appareillage, ...), sur les modes d'accès aux entités mesurées ou aux sujets interrogés (présentiel, téléphone, internet, ...) ou encore sur la qualité des données, en l'occurrence la fidélité (fiabilité, *reliability*) des données et la validité (*validity*) des instruments de mesure.

En cours comme dans les manuels, ces questions se traitent en début d'intervention, de manière trop succincte et trop peu approfondie, et en outre elles ne font pas l'objet constamment de ré-interrogations et semblent être considérées comme acquises tout au long des formations. Il peut apparaître même parfois qu'elles soient « déconnectées » de la statistique, tant le traitement des données semble prendre le dessus sur l'ensemble de la discipline. Il s'agit là d'une forte inadéquation entre les contenus enseignés et les besoins des élèves et des étudiants, futurs professionnels dans des métiers qui auront à produire, manipuler ou comprendre des conclusions statistiques.

Un paradoxe dans l'enseignement de la statistique — Une étude statistique débute au moment de concevoir la question de recherche, de choisir les variables et de les prélever. Mais un constat s'impose : alors que piliers fondamentaux, qu'impératif absolu, les données et leur processus de production, de collecte, n'occupent qu'une place mineure dans les enseignements de statistique. La qualité des conclusions repose en premier ressort sur les données collectées et utilisées ; l'incapacité à contrôler et à garantir la qualité des données met en péril voire invalide l'ensemble de l'étude.

Cette carence revêt un caractère absolument paradoxal puisque les données recueillies constituent justement le matériau central, le socle même de tout travail statistique. Nous voyons ainsi dans cette négligence, cette inadéquation, cet « oubli », une « lacune éducative paradoxale », fondée sur le glissement de la statistique vers le seul traitement statistique. Cette *lacune* engendre des conséquences très préjudiciables non seulement pour l'apprentissage en soi de la statistique chez les étudiants, mais aussi pour son application dans les milieux professionnels de toute spécialité usant de la science statistique, ainsi que pour la compréhension des résultats statistiques en général dans les médias et chez les citoyens.

Nous examinons plus loin d'autres facteurs intervenant dans l'accroissement de cette lacune (*cf.* rubrique 4.3). Les représentations des enseignants de statistique au regard du contenu et des objectifs d'un cours de statistique initiale jouent probablement aussi un rôle dans le glissement évoqué et dans cette lacune paradoxale relative aux données et à leur recueil. Il conviendrait ainsi de baliser la statistique et de préciser son statut et ses composantes.

3 Ce que renferme la science statistique

La recherche en éducation statistique constitue un champ en soi (Moore, 1990, 1997 ; Batanero, 2001a ; Régnier, 2003, 2012 ; Franklin et *al.*, 2007 ; Garfield, 1997 ; Garfield et Ben-Zvi, 2008 ; Hahn, 2015 ; ...). Ce champ éclaire sur tous ses pans le processus d'enseignement-apprentissage de la statistique : y sont examinés les aspects épistémologiques, didactiques, pédagogiques, psychologiques, culturels voire cliniques, ainsi que les contenus et les savoirs à enseigner, les méthodes et outils, et ce en fonction des divers publics apprenants et praticiens.

En éducation statistique, et tel que le décrit Shulman pour tout enseignement, il peut se considérer deux dimensions majeures des connaissances, la disciplinaire, « *subject-matter*

content knowledge », et celle que nous appellerons didactico-pédagogique, « *pedagogical content knowledge* » (Shulman, 1987, in Batanero et Díaz, 2010). Notre problématique sur la place des données et de leur production dans l'enseignement de la discipline concerne au fond ces deux dimensions. Posons-nous cette question fondamentale : « que renferme finalement la statistique » ? La recherche en éducation statistique œuvre à répondre à cette question.

3.1 Définition et composantes de la statistique

Comme le pointe bien Jean-Claude Régnier, didacticien de la statistique, « donner une définition de la statistique constitue une prouesse » (Régnier, 1998). En effet, à cet égard, les points de vue foisonnent suivant les auteurs et suivant les priorités accordées aux différentes finalités et facettes de la discipline (Zendrera, 2010a, p. 19-22).

Définitions et finalités — Ronald Fisher présentait dès 1922 la statistique comme une méthode de « Réduction des données » (in Droesbeke et Tassi, 1990, p. 62). Pour Yves Escoufier, la statistique occupe une place très particulière car elle constitue une « technologie immatérielle » se mettant au service des autres sciences (Escoufier, 1991, p. 133) ; pour ce même auteur, son caractère scientifique est indéniable et il convient bien de s'y référer en tant que science, la « Science Statistique » (ibid. 2000, p. 128). David Moore (1990) l'envisage comme la « *Science of Data and Chance* » (science des données et du hasard), puis comme la « *Science of Learning from Data* » (2005), expression que nous traduisons par la « science qui permet d'apprendre, de comprendre, à partir des données ». La statistique apparaît aussi comme un « outil pour voir le monde, pour observer la réalité » (Brunelli et Gattuso, 2000), comme la « science des phénomènes collectifs » et la « science de la nature » (Leti, 2000) ou encore comme la « science des erreurs maîtrisées » (Quinio-Benamo, 2008).

Composantes — La richesse et la disparité de ces conceptions vis-à-vis de la science statistique montrent bien la difficulté de la définir. Mais celles-ci ne rendent pas compte des composantes de la statistique. Moore (1992) propose, dans cet ordre, trois pans principaux : « L'organisation et le résumé des données ; la production des données ; l'élaboration de conclusions à partir des données » ; plus tard, les trois composantes suivantes sont énoncées : l'analyse des données, la production des données et l'inférence (Cobb et Moore, 1997 ; Moore, Notz et Fligner, 2015). Dans leurs explicitations, Moore et ses co-auteurs mettent bien l'accent sur la place centrale que les données et leur mode de production tiennent en statistique. Moore (1992) précisait même que « le protocole de production des données [...] constitue peut-être le rôle le plus important du statisticien ». En effet la connaissance de la provenance des données, du contexte de production, de prélèvement des données, constitue l'un des aspects majeurs de la statistique. Nous reviendrons plus loin sur l'importance du contexte des données (cf. rub. 5.1).

Science des données, science de la mesure de la réalité — Pour notre part, nous proposons de considérer la statistique comme la science de la production, du traitement et de l'interprétation des données dans le but de comprendre les phénomènes réels. À noter que nous disposons bien ces trois processus, ces trois étapes, dans cet ordre :

Production → *Traitement* → *Interprétation*, ordre qui correspond à leur succession temporelle.

La statistique se présente aussi à nos yeux comme la « science de la mesure de la réalité » : elle permet de mesurer et de rendre intelligible le monde réel, la « réalité » en fournissant les connaissances et les raisonnements, les outils, pour produire, traiter et interpréter les données, des symboles de cette réalité (cf. Bihan-Poudec et al., 2017, p.196-

197). Ce faisant nous nous rendons bien compte de l'inconfort à la caractériser de façon succincte. La simple et courte expression « la science des données » renferme déjà à notre sens toute l'essence de la statistique.

Le cœur du paradoxe que nous signalons se trouve justement là : l'enseignement de la « science des données » devrait redonner aux données leur place essentielle et centrale, et mettre davantage le focus sur la production des données.

3.2 Inadaptations et difficultés en éducation statistique

La recherche du domaine constate des inadaptations dans les *curricula*, décrit les difficultés manifestées par les apprenants et questionne l'évolution de l'enseignement de la discipline sous tous ses angles, dont notamment technologique (informatique, numérique). Nombre de ces constats peuvent vraisemblablement être mis en lien avec la lacune éducative paradoxale relative aux données et à leur processus de production.

Inadéquation et indétermination des contenus — Notamment pour les filières non statistico-mathématiques, la littérature constate des inadaptations, des flottements, dans les *curricula* de statistique, qui peuvent contribuer au glissement évoqué. Frederick Mosteller s'est particulièrement intéressé aux contenus enseignés en statistique ; riche de son expérience auprès d'étudiants en biologie, en médecine et en psychologie aux États-Unis, il soulignait dans un entretien avec Moore le manque d'intérêt et de motivation de ces étudiants pour la discipline, la multiplicité de difficultés de compréhension suscitées par celle-ci et relevait notamment en sciences humaines, une profonde inadéquation entre les contenus effectifs des cours de statistique et les véritables besoins des étudiants (Moore, 1993). Dans le contexte français, Dominique Lahanier-Reuter (2003) constatait aussi une très dommageable « indétermination structurelle des contenus d'enseignement » de la statistique, qui nous semble perdurer.

Difficultés d'apprentissage suscitées par la statistique — La littérature du domaine examine la teneur et les causes des difficultés rencontrées par les apprenants et par les utilisateurs de la statistique, et constate nombre de conceptions erronées (*misconceptions*) persistantes, voire des absences de conceptualisation. Les contributions à cet égard décrivent profusion de difficultés tant conceptuelles que procédurales ou de raisonnement, tant chez les apprenants que chez les professionnels, et même chez les statisticiens (Zendrera, 2006 ; 2010a, p. 33-50).

À titre d'exemple, relevons les constats généraux de Garfield et Ahlgreen (1988), Gaté et al. (2006) ou Zieffler et al. (2008), ainsi que nombre de travaux sur le hasard et le raisonnement probabiliste (Tversky et Kahneman, 1983 ; Fischbein et Gazit, 1984 ; Lahanier-R., 1999), sur la moyenne (Gattuso et Mary, 1997), sur la variabilité et la fluctuation d'échantillonnage (Bakker, 2004 ; Wozniak, 2005), sur les intervalles de confiance (Oriol et Régnier, 2003 ; Olivo et Batanero, 2007), sur les tests inductifs et la significativité (Vallecillos, 1995 ; Lecoutre et Lecoutre, 2003 ; Zendrera, 2010ab), sur les représentations de la statistique (Reid et Petocz, 2002 ; Bihan-Poudec, 2013), ..., sans oublier les apports relatifs au contexte des données et à la pensée statistique (*cf.* rub. 5).

Outils technologiques : entre usage impératif et facilité apparente — La technologie s'avère indispensable en statistique car elle permet de « traiter et de visualiser les données de manière accessible » (Hahn, 2015). Comme le suggèrent de nombreux auteurs, dont Moore (1997), elle doit faire partie intégrante des formations. Mais la facilité apparente de

l'utilisation de certains logiciels de traitement de données, à la fois outils amicaux (« *software amigoso* », Batanero et al., 2013) et véritables boîtes noires, peut interférer sur la compréhension et la qualité du travail statistique effectué.

Notamment, les outils technologiques traitent les données introduites par l'utilisateur mais n'amènent aucunement celui-ci à s'interroger sur la qualité initiale de ces données : cela peut induire l'idée que dans une étude statistique l'analyse des données s'avère centrale, simple et automatique et cacher qu'un autre aspect fondamental voire fondateur demeure celui des données et de leur production. Sans oublier le fait que la manipulation même de ces logiciels ne s'avère pas si facile que cela, les erreurs étant fréquentes et lourdes.

4 Particularités en sciences humaines et sociales

Les sciences humaines et sociales (SHS) recouvrent au sens large toute discipline s'intéressant à l'humain et à la société. Nous précisons que nous nous référerons ici à nos filières d'intervention en tant qu'enseignants de statistique : la psychologie (clinique, développementale, cognitive, sociale, ...), les sciences sociales (sociologie, anthropologie, ethnologie, ...) et les sciences de l'éducation (formation d'enseignants et cadres, politique éducative, ...). Outre les inadaptations, difficultés, usages et précautions globalement relevés pour les sections non spécialistes, ces trois filières de SHS présentent quelques particularités.

4.1 Les données en SHS

Les SHS se distinguent notamment par des spécificités notoires en ce qui concerne les unités statistiques interrogées, la nature des variables choisies et mesurées, le type de données produites et traitées.

Unités statistiques : des êtres humains — Encore plus que dans d'autres domaines de recherche, les unités statistiques interrogées en SHS correspondent en large majorité à des êtres humains, à des personnes observées, questionnées, mesurées, par le chercheur, l'expérimentateur, l'intervieweur.

Des variables singulières — Les variables investies en SHS s'avèrent souvent de type « qualitatif » : il s'agit d'avis, d'opinions, d'idées, de sensations, de goûts, mais aussi de compétences, de performances, de savoir-faire, de résolutions de tâches ou de problèmes, de modes de raisonnements, d'actions intellectuelle ou motrices. Ainsi, l'échelle de mesure utilisée est souvent nominale ou ordinale. L'entretien et le questionnaire constituent les outils de collecte de données les plus fréquemment utilisés en SHS.

Nombre de travaux de recherche dans d'autres champs, tels que la communication politique, l'économie, la gestion, les ressources humaines, le marketing ou la publicité, présentent ces mêmes particularités. Ces spécificités liées à la nature des variables et des unités statistiques impliquent des risques de subjectivité et de biais plus importants que dans d'autres domaines de recherche et exigent donc des précautions méthodologiques encore plus rigoureuses.

Implications : Subjectivité et Biais — Les biais de subjectivité englobent en SHS la subjectivité du sujet interrogé mais aussi celle du chercheur, de l'expérimentateur ou encore du traiteur des données. Les biais inhérents au sujet interrogé prennent de nombreuses formes ; citons notamment le biais de primauté (tendance à privilégier la première modalité de

réponse proposée), le biais de centralité (privilégier la modalité centrale, éviter les extrêmes), le biais d'acquiescement (aller dans le sens de l'intervieweur), le biais de désirabilité sociale (souhait de se rendre appréciable, de se présenter sous un jour favorable), ou encore d'autres biais, sociaux-culturels ou cognitifs, d'ignorance ou de « non sincérité ». Produire des données en sciences humaines et sociales, calibrer les avis ou les idées d'un être humain, s'avère plus délicat que mesurer la longueur d'une feuille ou doser un taux sanguin.

Les travaux de recherche en SHS n'échappent évidemment pas aux autres biais intrinsèques à toute étude statistique, tels que les biais liés à la qualité de l'échantillon (biais d'échantillonnage), ou encore, comme déjà signalé, ceux liés à la subjectivité du chercheur dont les propres convictions, idées ou enjeux peuvent influencer l'interprétation et les conclusions d'une étude (biais socio-culturels, cognitifs, ...).

4.2 Quelques difficultés vis-à-vis des données et de leur recueil

La compréhension et l'application de la statistique rencontrent nombre d'écueils et d'entraves ; les étudiants, dont les nôtres, n'échappent évidemment pas à ce constat. Dans notre pratique enseignante nous relevons de façon récurrente auprès d'eux un certain nombre de difficultés, liées à notre sens aux spécificités des données et de leur recueil en SHS.

Quantitatif versus Qualitatif — Variable qualitative ou quantitative, traitement qualitatif ou quantitatif, recherche qualitative ou quantitative, ... ; les apprenants rencontrent constamment les appellations « quantitative » et « qualitative » dans leurs cursus. Or, ces termes « quantitatif » et « qualitatif » suscitent nombre de confusions et de conceptions erronées chez nos étudiants. À titre d'exemple, ils nous signalent souvent, notamment ceux qui ont recueilli leurs données au travers d'un entretien : « je ne peux pas réaliser de traitement statistique parce que mes données sont qualitatives ». Ce faisant, ils semblent restreindre le traitement statistique aux seules données dites quantitatives et ne pas comprendre que le traitement statistique peut s'appliquer à tous les types de variables et de données. Cela questionne leurs conceptions au regard de la nature des variables, des modes de traitement de données et des types de recherche.

Question versus Variable — Notamment chez les étudiants de master en provenance de licences autres que psychologie, sciences sociales ou éducation (telles que droit, commerce ou marketing), nous observons une difficulté de compréhension que nous dénommerons « Questions d'un questionnaire versus Variables statistiques ». Il s'agit de la difficulté à saisir que dans un questionnaire (ou une entrevue) chacune des questions qui le composent constitue une variable statistique. Encore davantage que d'autres étudiants, ils nous semblent peiner à faire le lien entre les cours et la pratique dans leur spécialité et les concepts et méthodes statistiques abordés dans nos cours.

Les échelles de Likert — Les manifestations d'incompréhension liées aux échelles de Likert, particulièrement utilisées en SHS, constituent à notre sens une autre difficulté inhérente chez nos étudiants. Souvent, ils ne semblent pas avoir pris conscience qu'à la base de la construction d'une telle échelle se situe un abus méthodologique, souhaité et accepté, mais qui accentue la subjectivité et l'imprécision des mesures. Notamment, peu d'entre eux ont compris que ces échelles reposent sur la transformation d'une variable qualitative mesurée au niveau ordinal en une « pseudo variable quantitative discrète ». La figure 1 fournit un exemple d'échelle de Likert, dans laquelle quatre modalités ordinales de réponses ont été construites, les valeurs discrètes ayant été ici arbitrairement codées numériquement de 1 à 4 ; le répondant est invité à cocher la case qui correspond le mieux à son idée ou son jugement

sur la question concernée.

Totalement en désaccord (1)	Plutôt en désaccord (2)	Plutôt en accord (3)	Totalement en accord (4)
☐	☐	☐	☐

FIGURE 1 – Exemple d'échelle de Likert, à quatre modalités (ici valeurs de 1 à 4)

Sujet versus Objet — Les représentations des étudiants au regard de la statistique dépendent entre autres de l'utilité et de l'application possibles qu'ils lui accordent vis-à-vis de leur future activité professionnelle, ainsi que de leurs sources d'intérêts personnels et de leur univers propre (Petocz et Reid, 2005 ; Bihan-Poudec, 2012). Les étudiants en SHS se destinent à des métiers attachés à l'être humain, au psychisme individuel, au développement mental, aux relations interpersonnelles et au fonctionnement sociétal. Bien plus que les étudiants des champs par exemple de la biologie ou de la physique, ils s'avèrent ainsi particulièrement susceptibles de rejeter et de se désintéresser de la statistique, compte tenu justement de la « démarche d'objectivation » (Bihan-Poudec, 2010) et de l'« approche quelque peu désincarnée » (Vallet, 2006) propres à la discipline. Avoir à considérer un « sujet » humain comme une unité statistique et à le mesurer en tant qu'« objet » caractérisé par des variables et des données peut apparaître pour eux une « déshumanisation » de l'être humain.

Ces constats, d'ailleurs reliés entre eux, renvoient notamment à la problématique de l'isolement et du manque de lien entre les différents domaines de la connaissance.

4.3 Risque d'isolement de la statistique

Non seulement en sciences humaines et sociales mais aussi pour tous les domaines de la connaissance, la littérature rend compte d'une préjudiciable distanciation entre les savoirs, qu'il s'agisse des champs, des disciplines, ou des relations entre la pratique, la recherche et les enseignements formels (Zendrera, 2010a, p. 55-57).

Ruptures entre les savoirs — Sont à déplorer d'indéniables brèches entre les disciplines, et ce même entre celles qui traitent de thématiques proches dans un même cursus ; elles restent trop renfermées sur elles-mêmes, alors que l'interdisciplinarité et la multidisciplinarité favorisent la créativité, la pensée divergente et la « sérendipité »⁶ et suscitent des avancées dans la connaissance. En psychologie par exemple, tant pour la recherche, l'enseignement que la pratique, la psychologie clinique, la psychologie sociale, les neurosciences ou la statistique ne dialoguent pas suffisamment entre elles. Concernant les liens formation-pratique-recherche, St-Arnaud (1993) perçoit ces trois entités comme « trois solitudes » opérant trop souvent de façon déconnectée. Or ce manque d'articulation entre ce qui est produit par la recherche, ce qui est pratiqué dans les milieux professionnels et ce qui est enseigné aux étudiants ou aux praticiens en formation comporte des conséquences préjudiciables pour le développement de ces trois entités. Ces différentes ruptures se répercutent sur l'enseignement et l'apprentissage de la statistique.

⁶ Sérendipité : anglicisme, de *Serendipity*, néologisme anglais conçu par H. Walpole au 18^e s. (lettre de 1754). Cet auteur faisait allusion à une fable persane mettant en scène les trois Princes de Serendip (ancien Ceylan, Sri-Lanka) Partis explorer le monde, ils auraient observé des faits inattendus et auraient su en tirer des conclusions pertinentes. Le terme a été amplement repris dans la littérature anglophone, puis dans la francophone (années 50). La sérendipité peut se définir comme l'art, la capacité, de découvrir, de trouver, autre chose que ce que l'on cherchait : l'aptitude à faire par hasard une découverte inattendue et à savoir en saisir la portée (scientifique, pratique). (Nombreuses sources)

Manque de concertation et interférences — En SHS les méthodes statistiques sont abordées évidemment dans les cours identifiés comme des enseignements de statistique (descriptive, inductive, traitement des données, analyse quantitative, etc.), mais aussi dans les cours de méthodologie de la recherche et dans les matières méthodologiques propres à chaque discipline hôte (cognitive, « expérimentale », clinique, développementale, psychosociale, en sociologie, en éducation, etc.). Or les divers enseignants concernés interviennent d'une manière ou d'une autre sur les mêmes protocoles, concepts ou procédures méthodologiques ou statistiques. Mais chaque intervenant met l'accent sur des aspects différents, ceux qu'il considère prioritaires dans sa discipline. La perspective choisie, la terminologie employée, les méthodes présentées, les styles de travail, diffèrent suivant les spécialités disciplinaires et aussi suivant les connaissances disciplinaires et didactico-pédagogiques des enseignants (*cf.* Shulman, rub. 3).

Ces enseignements se déroulent habituellement avec une concertation pédagogique insuffisante entre les diverses disciplines et matières. En conséquence certains concepts fondamentaux et étapes cruciales des protocoles statistiques restent fréquemment minimisés ou omis, chaque enseignant étant isolément convaincu que ces aspects ont été abordés par ailleurs ou comptant tacitement sur ses collègues pour pallier les carences. L'ampleur de ces lacunes s'avère accrue par le fait que les enseignants intervenant dans les cours de méthodologie quantitative propres à leur spécialité disciplinaire peuvent ne pas avoir les connaissances attendues en statistique ; et inversement les intervenants dans les cours identifiés comme des enseignements de statistique (statisticiens ou praticiens-experts) peuvent ne pas être suffisamment connaisseurs des caractéristiques des spécialités du cursus en question.

L'enseignement de la statistique pâtit de cette faiblesse des liens et d'interférences indésirables entre disciplines et éprouve un isolement certain. Comme mentionné, les cours de statistique souffrent en outre d'une masse horaire minoritaire par rapport aux disciplines majeures de la spécialité et semblent glisser vers le seul traitement des données. Tous ces facteurs, intrinsèquement liés entre eux, contribuent à notre sens au maintien voire à l'accroissement de difficultés et de lacunes chez les étudiants des filières non spécialistes. Tacitement et implicitement, les pans qui nous intéressent ici, ceux des données et de leur production peuvent rester insuffisamment approfondis et compris et se transformer en la « lacune paradoxale » objet de cette réflexion.

5 Les données et leur production : stratégies éducatives

Pour l'enseignement, l'apprentissage et la pratique de la statistique, comme pour tous les savoirs, il est impératif de connecter les connaissances, de promouvoir l'interdisciplinarité et la concertation, d'accroître les liens entre le système éducatif, le monde de la recherche et la sphère du terrain, de se rapprocher de la réalité et du contexte des phénomènes à étudier. L'enseignement de la statistique, la « science des données », se doit d'accorder aux données et à leur production la place centrale qui devrait être la leur. Car, en effet, de la conscientisation de cette place centrale découleront l'acquisition des compétences en statistique et le développement de la pensée statistique. Prendre conscience de l'importance de l'origine, du contexte des données, constitue ainsi un préalable impératif.

5.1 Contexte des données et Pensée statistique

Comme le précisait David Moore, les données statistiques constituent des « nombres avec un contexte » : « *Data - that is, numbers with a context - bring meaning to arithmetical operations.* » (Moore, 1990, p. 424). Ce contexte donne un sens, une signification, aux informations contenues dans ces nombres et fonde la provenance et la valeur informative, scientifique, de ces données. La littérature ne manque pas de rappeler l'importance cruciale de la provenance, du contexte des données : « *Where the data come from matters* » (Moore, 2005 ; Moore et al., 2015) ; « connaître l'origine des données » s'avère fondamental (Dehon, Drosbeke et Vermandele, 2015, p. 644).

Pfannkuch (2011) distingue deux dimensions dans la connaissance du contexte des données, du « *data-context* » : d'une part le contexte du phénomène réel objet de l'étude (« *the real world situation* »), et d'autre part le contexte de la production des données (« *how the data were generated*⁷ »), c'est-à-dire le protocole de choix, de définition, de mesure des variables et de constitution de l'échantillon sur le terrain.

A contrario des mathématiques, la statistique manipule donc des nombres avec un contexte précis et déterminant. Justement de par la nature contextuelle de ces nombres [les données statistiques], la science statistique se caractérise par un mode de pensée qui lui est propre : « *Statistics requires a different kind of thinking, because data are not just numbers, they are numbers with a context.* » (Cobb et Moore, 1997). Et comme l'argumentent Wild et Pfannkuch (1999), l'un des fondements de la pensée statistique requiert la capacité à reconnaître la nécessité, le besoin, des données, « *the need of data* ».

La capacité intellectuelle à conscientiser le rôle central des données et de leur contexte de prélèvement constitue un élément fondateur et indispensable pour l'installation de la pensée statistique. Définir la « pensée statistique » (*statistical thinking*) peut s'avérer aussi ardu que de définir la science statistique elle-même : du « raisonnement statistique » (*statistical reasoning* ; Rozeboom, 1960 ; Shaughnessy, 2007 ; ...) au « sens statistique » en passant par l'« esprit statistique », les appellations, points de vue et nuances témoignent de l'intérêt qui lui est porté.

Pour Régnier, l'installation de l'esprit statistique exige « un certain renoncement à l'usage systématique de l'idée de "vérité" pour chercher à maîtriser celle de "vraisemblance" » (1998) mais aussi la prise de conscience de l'« existence de fluctuation d'échantillonnage » (2003, 2006), c'est-à-dire du rôle du hasard, de l'aléatoire. Batanero et al. (2013) conçoivent le sens statistique (*sentido estadístico*) comme « l'union de la culture et du raisonnement statistiques » et préconisent qu'il doit « se construire progressivement », du primaire jusqu'au supérieur.

5.2 Stratégies pédagogique-didactiques

Cette réflexion nous entraîne à réarticuler et à discuter les stratégies d'enseignement aptes à pallier la lacune paradoxale relative aux données et à leur recueil. Clairement, dans les

⁷ L'auteur utilise ici le terme « *generated* » au sens de données produites, collectées, prélevées, observées dans le cadre d'une étude statistique. À noter que l'expression « *data generation* » (génération des données) est habituellement plutôt réservée aux données obtenues par simulation ou génération artificielle (*via* par exemple des logiciels permettant d'ordinaire l'obtention de valeurs suivant un modèle préétabli).

N. Zendreras et al.

enseignements de statistique, plus de temps et d'importance doivent être accordés à la question des données et de leur processus de production.

Une première solution simple pourrait consister à augmenter la masse horaire dévolue à la discipline ; mais le système éducatif, tendu et avare en temps, tardera à être convaincu ; par ailleurs, elle risque de ne pas suffire. Car ces formations doivent aussi accompagner les apprenants dans la prise de conscience de la place centrale des données et de leur contexte, le phénomène réel étudié d'une part et le mode de production d'autre part. Elles doivent aussi favoriser le développement de la pensée et du raisonnement statistique. Il convient donc également de mettre en œuvre des stratégies pédagogiques et didactiques adaptées, autant dans leur fond (contenus, concepts, procédures, ...) que dans leur forme (méthodes, styles, ...).

Données réelles, projets, collaboration, ... — La littérature en éducation statistique propose des approches pour favoriser les apprentissages, dont certaines se révèlent à notre sens capables de contribuer à pallier les lacunes éducatives au regard des données, leur nature, leur recueil. Il s'agit notamment de stratégies telles que celles fondées sur les données réelles, la collaboration, les projets, ... Dès les années 1990, Mosteller et Moore (*in* Moore, 1993), ont préconisé l'utilisation de « *real data* » c'est-à-dire de données statistiques relevant du réel et non pas inventées ou créées pour le cours. Le maniement de « données réelles » constitue désormais un impératif pédagogique dans l'enseignement-apprentissage de la statistique (Moore, 1997 ; Brunelli et Gattuso, 2000 ; Moore et al., 2015 ; Dutarte, 2011 ; Dehon et al., 2015 ; ...). Batanero et al. recommandent la « *estadística con proyectos* », un enseignement-apprentissage « avec projets », intégrant l'élaboration et la concrétisation de projets statistiques concrets impliquant pleinement les apprenants eux-mêmes (Batanero, 2001ab ; Batanero et Díaz, 2011 ; ...). Nombre d'auteurs dont Allard (1992) et Gallese et al. (2000) prônent le travail sur un « mode collaboratif » et interactif, par petits groupes d'élèves ou étudiants qui collaborent, coopèrent, interagissent entre eux.

Comme évoqué, la littérature appuie également l'usage de la technologie (logiciels, web) et la modification de contenus, dont une certaine « démathématisation » de la discipline, en particulier dans les filières non spécialistes. Nous compléterons ces approches et recommandations en fournissant quelques précisions plus personnelles. Ces diverses stratégies se recoupent et reviennent à un apprentissage par l'expérience, par le « fait de faire par soi-même », par l'implication et la mise en action, par la confrontation à la réalité, par les interactions.

Former à l'origine des données — L'emploi de données réelles en cours s'avère facilité par l'accès informatique à des bases de données fiables telles qu'en France par exemple celles de l'INSEE (Institut national de la statistique et des études économiques). Mais en situation d'enseignement, des précautions s'imposent dans l'utilisation des *real data* déjà existantes car cette facilité d'accès peut cacher aux élèves ou aux étudiants la complexité sous-jacente à l'origine de l'obtention de ces informations. En particulier, cela peut amener les apprenants à travailler sur des données réelles en apparence valides (pseudo-réelles) sans aucune vérification préalable de la véritable fiabilité de ces données ; c'est souvent le cas notamment lorsque les données sont issues de sources Internet autres que des institutions de sondage ou des centres de recherche reconnus. L'enseignant se doit donc aussi de les amener à se questionner sur la validité, la fiabilité des données, de contribuer à développer leur esprit critique au regard des données et de leur origine. C'est l'occasion aussi de sensibiliser les apprenants à la problématique de la confidentialité des données personnelles, souvent

« subtilisées », « volées », à l'insu du citoyen lui-même par la puissance des nouvelles technologies de la communication et de l'information (moteurs de recherche - *browsers*, réseaux sociaux, ...).

Produire réellement par soi-même. — Au-delà de l'utilisation de données statistiques réelles issues de sources fiables, il nous apparaît encore plus efficace d'amener les apprenants à produire, recueillir, « réellement » par eux-mêmes les données, à les accompagner dans un protocole complet de collecte des données. En situation de cours, et de préférence en petits groupes (travaux dirigés dans le supérieur, classe entière dans le secondaire), cela peut être réalisé *in situ*, en choisissant une variable d'accès aisé, telles que le genre, l'âge, le poids, la taille, ou l'empreinte de la main, comme pratiqué par Dufour, Amat et Lobry (2016). Leffondré et *al.* (2016) proposent des études de cas-témoins. Il peut aussi s'avérer efficace, car motivant, de susciter chez eux un questionnement sur un thème qui les intéresse particulièrement et recueillir auprès d'eux et avec eux des données qui leur sont alors pertinentes.

Cette implication de l'apprenant dans le processus favorise fortement à notre sens la prise de conscience des données et de leur contexte, la compréhension des variables et de leur mesure, l'intelligibilité des objectifs de l'étude statistique, l'acquisition de l'esprit statistique.

Ces approches ne s'avèrent évidemment pas exclusivement propres à la statistique et sont prônées par nombre d'apports en pédagogie (pédagogie active, pédagogie de/par/avec projets, pédagogie de la motivation, pédagogie de l'autonomie, pédagogie collaborative, ...).

Cours spécifiques de recueil des données — Ainsi, nous préconisons pour le supérieur la mise en œuvre de cours spécifiquement dédiés à l'« apprentissage du recueil des données ». Ces enseignements devraient se dérouler non pas en tout début du cursus initial de statistique, mais après que les apprenants aient pu bénéficier d'une certaine formation en statistique, car les données ne se laissent comprendre qu'à partir du moment où chacun possède une culture, une littéracie statistique minimale.

Les étudiants réalisent des stages en milieu professionnel au cours desquels ils sont souvent confrontés à des données réelles, qu'ils leur sont fournies ou bien qu'ils produisent eux-mêmes. Ils découvrent alors toute la complexité de pouvoir les appréhender. Dans l'idéal, ces cours de statistique devraient soutenir un travail réflexif sur ces données et devraient être l'occasion de réaliser des « allers et retours entre l'étude réalisée et les données recueillies », de façon à réduire les éventuels biais. Ces cours constitueraient aussi des moments privilégiés pour les échanges directs entre étudiants (des pairs) et entre les étudiants et les enseignants (des experts).

À ces dispositifs devraient s'ajouter l'interdisciplinarité et la transversalité, le renforcement des liens formation-pratique-recherche, un corps professoral adéquatement formé et opérant en concertation, des phénomènes à étudier et des contextes de données intéressants et motivants, directement liés aux intérêts et aux besoins personnels des apprenants, ...

6 Conclusion

Les diverses stratégies pédagogico-didactiques évoqués pour favoriser l'enseignement-apprentissage des données et de leur recueil, pour pallier la lacune éducative à leur rencontre,

impliquent de la part du système éducatif un investissement important en termes d'organisation et de moyens, tant humains que temporels, technologiques ou financiers.

Mais l'enjeu sociétal s'avère majeur : les « statistiques », les sondages, les travaux scientifiques, ont régulièrement à essuyer des critiques et des remises en questions de la part des médias, du monde politique, des milieux industriels ou des citoyens eux-mêmes. À cet égard, Gauvrit souligne trois points faibles des études statistiques, « trois lieux possibles de l'attaque statistique : le recueil des chiffres, le choix des méthodes, les interprétations » (Gauvrit, 2007, p. 198), mettant ainsi justement en première ligne les données et leur processus de production.

La statistique constitue un outil fondamental pour comprendre et mesurer les phénomènes. Il convient d'équiper les professionnels, les médias et les citoyens d'une littératie statistique leur permettant de mieux comprendre les résultats statistiques. Mais il convient aussi de mieux former les chercheurs, les enseignants et les étudiants et de favoriser chez eux l'acquisition de compétences statistiques maximales, afin de garantir au mieux la qualité des données et la qualité des conclusions.

Une éducation statistique accordant aux données, à leur contexte et à leur processus de production, de recueil, leur place centrale et prépondérante ne saurait que rendre la science statistique et les sciences qu'elle sert encore plus « respectables », au sens de Moore (1992).

Références

- [1] Allard, J. (1992), Une troisième voie dans l'enseignement de la Statistique en Sciences Humaines, *Bulletin de l'Association Mathématique du Québec*, **32**(2), 19-26.
- [2] Bakker, A. (2004), Reasoning about shape as a pattern in variability, *Statistics Education Research Journal*, **3**(2), 64-83.
- [3] Batanero, C. (2001a), *Didáctica de la Estadística*, Universidad de Granada.
- [4] Batanero, C. (2001b), Notes and Comments, *Statistical Education Research Newsletter*, **2**, 1-2.
- [5] Batanero, C. et C. Díaz (dirs.) (2011), *Estadística con proyectos*, Universidad de Granada.
- [6] Batanero, C. et C. Díaz (2010), Training teachers to teach statistics: what can we learn from research?, *Statistique et Enseignement*, **1**(1), 5-20. <www.statistique-et-enseignement.fr>
- [7] Batanero, C. et al. (2013), El sentido estadístico y su desarrollo, *Números*, **83**, 7-18.
- [8] Bihan-Poudec, A. (2010), L'enseignement de la statistique : en premier lieu, l'apprenant, *Statistics Education Research Journal*, **9**(2), 88-103.
- [9] Bihan-Poudec, A. (2012), Statistiques ou statistique ? Que peut apporter la théorie des représentations sociales à la compréhension de son enseignement ?, *Statistique et Enseignement*, **3**(1), 37-62. <www.statistique-et-enseignement.fr>
- [10] Bihan-Poudec, A. (2013), *Des chiffres et des êtres. Étude introductive à l'identification de la représentation sociale de la statistique chez des étudiants de premier cycle en Sciences humaines et sociales en France*, Thèse de doctorat en Éducation (PhD), Université de Sherbrooke (Qc, Ca). <iase-web.org/documents/dissertations/14.AlainBihanPoudec.Dissertation.pdf>
- [11] Bihan-Poudec, A., V. Dubreil-Frémont, J.-M. Marion et N. Zendrera (2017), Mutations et permanences dans l'enseignement de la statistique : un dispositif d'action-recherche pédagogique.

Les données et leur production : réflexions sur une lacune paradoxale en éducation statistique

- In C. Jamet et C. Nafti, *Éduquer aujourd'hui - mutations et permanences*, pp. 189-200, Le Coudray-Macouard : Les acteurs du savoir.
- [12] Bihan-Poudec, A. et J.-M. Marion (2014), De l'évolution de la représentation de la statistique chez des étudiants en sciences humaines et sociales, *Actes des JdS-46*, SFdS, Rennes, 2-6 juin 2014. <papersjds14.sfds.asso.fr/submission_240.pdf>
- [13] Brunelli, L. et L. Gattuso (2000), Real data and statistics in the mathematics education (...), *Proceedings of International Conference on Mathematics for living*, Amman, 18-23 nov. 2000.
- [14] Cobb, G. et D. Moore (1997), Mathematics, Statistics, and Teaching, *American Mathematical Monthly*, **104**(9), 801-823.
- [15] Dehon, C., J.-J. Droesbeke et C. Vermandele (2015), *Éléments de statistique (6^e éd. rev. et aug., 1^e éd., 1988, Droesbeke)*, Ellipses et Université de Bruxelles, Paris - Bruxelles.
- [16] Droesbeke, J.-J. et P. Tassi (1990), *Histoire de la statistique*, PUF, Paris. (rééd. en 1997)
- [17] Dubreil, V., C. Chevallier-Gaté et N. Zendrera (2014), Students' conceptions of average and standard deviation, *Proceedings of ICOTS-9*, IASE, Flagstaff, USA, 13-18 juillet 2014. <icots.info/9/proceedings/pdfs/ICOTS9_C142_DUBREILFREMONT.pdf>
- [18] Dubreil, V. et N. Zendrera (2015), Évolution de la moyenne et de l'écart-type chez les étudiants en sciences humaines et sociales : étude sur des échantillons appariés, *Actes des JdS-47*, SFdS, Villeneuve-d'Ascq, 1-5 juin 2015.
- [19] Dufour, A.-B., I. Amat et J. R. Lobry (2016), Enseigner le recueil des données. Explorer la variabilité biologique... Au chaud, dans une salle de cours, *Actes des JdS-48*, SFdS, Montpellier, 30 mai - 3 juin 2016. <papersjds16.sfds.asso.fr/submission_177.pdf>
- [20] Dutarte, P. (2011), Évolutions de la pratique statistique dans l'enseignement du second degré en France : du calcul statistique au développement de la pensée statistique, *Statistique et Enseignement*, **2**(1), 31-42. <www.statistique-et-enseignement.fr>
- [21] Escoufier, Y. (1991), Que faut-il enseigner en statistique et à qui ?, *Actes de la 48^e Session de l'IIS*, tome LIV(1), 2/7, Institut International de Statistique, Paris.
- [22] Escoufier, Y. (2000), La formation à la statistique. In P. Malliavin, *La statistique. Rapport sur la science et la technologie*, *Académie des Sciences* 8, pp. 128-136, Lavoisier, Paris.
- [23] Fischbein, E. et A. Gazit (1984), Does the teaching of probability improve probabilistic intuitions?, *Educational studies in mathematics*, **15**(1), 1-24.
- [24] Fisher, R.A. (1922), On the mathematical foundations of theoretical statistics, *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, **222**, 309-368.
- [25] Franklin, C. et al. (2007), *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) Report*, American Statistical Association (ASA), Alexandria (VA).
- [26] Gallese, E. et al. (2000), Problemática sobre la enseñanza y aprendizaje de la estadística en carreras no estadísticas, *Actas 5^{as} Jornadas Investigaciones*, pp. 310-320, Universidad nacional de Rosario.
- [27] Garfield, J. (1997), Discussion, *International Statistical Review*, **65**(2), 137-141.
- [28] Garfield, J. et A. Ahlgreen (1988), Difficulties in learning basic concepts in probability and statistics: Implications for research, *Journal for Research in Mathematics Education*, **19**(1), 44-63.
- [29] Garfield, J. et D. Ben-Zvi (2008), The Discipline of Statistics Education. In J. Garfield et D. Ben-

N. Zendrera et al.

- Zvi, *Developing Students' Statistical Reasoning (...)*, pp. 3-19, Springer, New-York.
- [30] Gaté, J.-P., N. Zendrera, A. Bihan-Poudec et G. Chevallier (dirs.) (2006), Mesurer, *Éduquer*, 14.
- [31] Gattuso, L. et C. Mary (1997), La moyenne, un concept évident ?, *Bulletin de l'Association Mathématique du Québec*, **37**(3), 10-19.
- [32] Gauvrit, N. (2007), *Statistiques. Méfiez-vous !*, Ellipses, Paris.
- [33] Hahn, C. (2015), La recherche internationale en éducation statistique : état des lieux et questions vives, *Statistique et Enseignement*, **6**(2), 25-39. <www.statistique-et-enseignement.fr>
- [34] Lahanier-Reuter, D. (1999), *Conceptions du hasard et enseignement des probabilités et statistiques*, PUF, Paris.
- [35] Lahanier-Reuter, D. (2003), Enseignement des statistiques en Sciences Humaines : perspectives didactiques, *Actes des JdS-35*, pp. 621-625, SFdS, Lyon, 2-6 juin 2003.
- [36] Lecoutre, M.-P. et B. Lecoutre (2003), Even statisticians are not immune to misinterpretations of null hypothesis significance tests, *International Journal of Psychology*, **38**(1), 37-45.
- [37] Leffondré, K., M.-A. Jutand, M. Savès et V. Kiewsky (2016), Enseigner le recueil de données : étude de cas en épidémiologie, *Actes des JdS-48*, SFdS, Montpellier, 30 mai - 3 juin 2016. <papersjds16.sfds.asso.fr/submission_123.pdf>
- [38] Leti, G. (2000), La naissance de la statistique et les origines de la nouvelle science de la nature, *Bulletin de l'Association Mathématique du Québec*, **40**(3), 3-24.
- [39] Martínez-Camacho, N. (2015), Concepciones de futuros profesores de matemáticas sobre pensamiento estadístico, *Memorias del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*, OEI, Buenos Aires, 12-14 avril 2014.
- [40] Moore, D. (1990), Statistics for All: Why, What and How?, *Proceedings of ICOTS-3*, vol.1, pp. 423-428. IASE, Dunedin, août 1990.
- [41] Moore, D. (1992). Teaching statistics as a respectable subject. In F. Gordon and S. Gordon, *Statistics for the twenty-first century*, pp. 14-25. Washington: Mathematical Ass. of America.
- [42] Moore, D. (1993), A Generation of Statistics Education: An interview with Frederick Mosteller, *Journal of Statistics Education*, **1**(1), 1-22.
- [43] Moore, D. (1997), New pedagogy and new content: the case of statistics, *International Statistical Review*, **65**(2), 123-165.
- [44] Moore, D. (2005), Quality and relevance in the first statistics course, *International Statistical Review*, **73**(2), 205-206.
- [45] Moore, D., W. Notz et M. Fligner (2015), *The Basic Practice of Statistics (7^e éd.)*, Freeman, New-York.
- [46] Olivo-S. E. et C. Batanero (2007), Un estudio exploratorio de dificultades de comprensión del intervalo de confianza, *Revista iberoamericana de educación matemática*, **12**, 37-51.
- [47] Oriol, J.-C. et J.-C. Régnier (2003), Fonctionnement didactique de la simulation en statistique. Exemple de l'enseignement du concept d'intervalle de confiance, *Actes des JdS-35*, pp. 743-750, SFdS, Lyon, 2-6 juin 2003.
- [48] Petocz, P. et A. Reid (2005), Something strange and useless: Service students' conceptions of statistics, learning statistics and using statistics in their future profession, *International J. of Mathematical Education in Science and Technology*, **36**(7), 789-800.

- [49] Pfannkuch, M. (2011), The Role of Context in Developing Informal Statistical Inferential Reasoning: A Classroom Study, *Mathematical Thinking and Learning*, **13**(1-2), 27-46.
- [50] Quinio-Benamo, M. (2008), *Probabilités et statistique aujourd'hui : Pourquoi faire ? Comment faire ?*, L'Harmattan, Paris.
- [51] Raoult, J.-P. (2013), La statistique dans l'enseignement secondaire en France, *Statistique et Enseignement*, **4**(1), 55-69. <www.statistique-et-enseignement.fr>
- [52] Régnier, J.-C. (1998), De la vérité autoproclamée à la vraisemblance reconnue. In J.-C. Girard et al., *Enseigner la Statistique du CM à la Seconde, Pourquoi ? Comment ?*, pp. 107-118, IREM Lyon.
- [53] Régnier, J.-C. (2003), A propos de la formation en statistique. Approches praxéologiques et épistémologiques de questions du champ de la didactique de la statistique, *Revue du Centre de recherche en Education*, **22**, 157-201.
- [54] Régnier, J.-C. (2006), Formation de l'esprit statistique et raisonnement statistique. Que peut-on attendre de la didactique de la statistique ? In C. Castela et C. Houdement, *Actes du Sém. Nat. de Didactique des Mathématiques 2005*, pp. 13-37, ARDM - IREM Paris-7. <<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00391741/document>>
- [55] Régnier, J.-C. (2012), Enseignement et apprentissage de la statistique : entre un art pédagogique et une didactique scientifique, *Statistique et Enseignement*, **3**(1), 19-36. <www.statistique-et-enseignement.fr>
- [56] Reid, A. et P. Petocz (2002), Students' conceptions of statistics: A phenomenographic study, *Journal of Statistics Education*, **10**(2).
- [57] Rozeboom, W. (1960), The fallacy of the null-hypothesis significance test, *Psychological bulletin*, **57**(5), 416-428.
- [58] Shaughnessy, J. M. (2007), Research on statistics learning and reasoning. In F.K. Lester (dir.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, pp. 957-1010, IAP – National Council of Teachers of Mathematics, Greenwich.
- [59] Shulman, L. S. (1987), Knowledge and teaching: Foundations of the new reform, *Harvard Educational Review*, **57**(1), 1-23.
- [60] St-Arnaud, Y. (1993), Pratique, formation et recherche, une histoire de poupées russes. In F. Serre, *Recherche, formation et pratiques en éducation des adultes*, pp. 237-282, CRP, Sherbrooke.
- [61] Stoltz, G. et groupe Enseignement de la SFdS (2016), Action de formation : enseigner le recueil de données. Temps de débat, *Actes des JdS-48*, SFdS, Montpellier, 30 mai - 3 juin 2016. <papersjds16.sfds.asso.fr/submission_92.pdf>
- [62] Tversky, A. et D. Kahneman (1983), Extensional versus intuitive reasoning: the conjunction fallacy in probability judgement, *Psychological Review*, **90**, 293-315.
- [63] Vallecillos, A. (1995), Comprensión de la lógica del contraste de hipótesis en estudiantes universitarios, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, **15**(3), 53-81.
- [64] Vallet, L.-A. (2006), Réflexions libres à partir d'une pratique d'enseignement de la statistique en sciences humaines et sociales, *Éduquer*, **14**, 75-86.
- [65] Wild, C. et M. Pfannkuch (1999), Statistical thinking in empirical enquiry, *International Statistical Review*, **67**(3), 223-265.

N. Zendrera et al.

- [66] Wozniak, F. (2005), *Conditions et contraintes de l'enseignement de la statistique en classe de seconde générale. Un repérage didactique*, Thèse de doctorat en didactique des mathématiques, Université Lyon-1.
- [67] Zendrera, N. (2006), Difficultés d'apprentissage des concepts statistiques. Le cas particulier des étudiants en sciences humaines, *Eduquer*, 14, 111-142.
- [68] Zendrera, N. (2010a), *Enseignement et apprentissage des tests d'hypothèses paramétriques : (...) Une contribution à l'éducation statistique*, Thèse de doctorat en Éducation (PhD), Université de Sherbrooke (Qc, Ca). <savoirs.usherbrooke.ca/handle/11143/944>
- [69] Zendrera, N. (2010b), Human sciences students' difficulties in parametric tests. A contribution to Statistics Education. Invited paper. *Proceedings of ICOTS-8*, IASE, Ljubljana, 11-16 juillet 2010. <https://iase-web.org/documents/papers/icots8/ICOTS8_7C2_ZENDRERA.pdf>
- [70] Zendrera, N., V. Dubreil, et C. Chevallier-Gaté (2014), Regards multidimensionnels sur les conceptions au regard de la moyenne et de l'écart-type chez les étudiants en SHS, *Actes des JdS-46*, SFdS, Rennes, 2-6 juin 2014. <papersjds14.sfds.asso.fr/submission_231.pdf>
- [71] Zendrera, N., V. Dubreil, J.-M. Marion et A. Bihan-Poudec (2016), D'où viennent les données ? Une lacune paradoxale en éducation statistique, *Actes des JdS-48*, SFdS, Montpellier, 30 mai - 3 juin 2016. <papersjds16.sfds.asso.fr/submission_131.pdf>.
- [72] Zendrera, N. et J.-M. Marion (2015), Évolution des conceptions de l'écart-type chez des étudiants en SHS, *Actes du CFIES-4*, SFdS, Bordeaux, 21-23 janvier 2015. <paperscfies2015.sfds.asso.fr/submission_17.pdf>
- [73] Zieffler, A., J. Garfield et al. (2008), What does research suggest about the teaching and learning of introductory statistics at the college level? (...), *Journal of Statistics Education*, 16(2), 1-23.

Annexe

Analyse de contenu de manuels de statistique	
Proportion (%) de pages consacrées aux données (type, nature, mesure, contexte,...), à leur recueil (méthodes, outils, types d'échantillons,...) et / ou à leur qualité <i>Références - Liste des neuf ouvrages analysés à ce jour</i> <i>Par ordre décroissant de proportion (%)</i>	%
Grangé, D. et L. Lebart (1994), <i>Traitements statistiques des enquêtes</i> , Dunod, Paris.	20,8 %
Guéguen, N. (2011), <i>La statistique descriptive en Psychologie</i> , Dunod, Paris.	13,0 %
Droesbeke, J.-J. (2001), <i>Éléments de statistique (4e éd. revue ; 1e éd., 1988)</i> , Ellipses et Université de Bruxelles, Paris - Bruxelles.	9,4 %
Chanquoy, L. (2005), <i>Statistiques appliquées à la Psychologie</i> , Hachette, Paris.	8,2 %
Martin, L. et G. Baillargeon (1989), <i>Statistique appliquée à la Psychologie (1^e éd.)</i> , SMG, Trois-Rivières.	5,4 %
Dancey, C.P. et J. Reidy (2007), <i>Statistiques sans maths pour psychologues</i> , De Boeck, Paris - Bruxelles.	2,6 %
Navarro, J. (2012), <i>L'essentiel de la statistique en Psychologie</i> , Ellipses, Paris.	2,5 %
Rudé, N. et O. Retel (2000), <i>Statistique en Psychologie</i> , In Press, Paris.	1,4 %
Howell, D.C. (1998), <i>Méthodes statistiques en sciences humaines</i> , De Boeck, Paris - Bruxelles.	1,0 %