



## L'apprentissage de la statistique à l'université : en recherche de sens ?

Alain Bihan-Poudec, Institut des Sciences de la Communication et de l'Éducation,  
Université Catholique de l'Ouest, Angers, France

### Résumé

*L'enseignement et l'apprentissage de la statistique à l'université font l'objet de communications et de recherches fort diverses. Dans ce contexte, le présent article a pour ambition de justifier une pédagogie visant l'appropriation du sens des concepts statistiques par l'étudiant. Un exemple sera donné par la présentation d'une séquence pédagogique et sa discussion.*

### 1. L'enseignement de la statistique : évolution, constats et remédiations

L'enseignement de la statistique à l'université a évolué depuis plusieurs décennies, notamment dans le monde anglo-saxon (voir, par exemple, l'entrevue de Frederick Mosteler par David Moore en 1992). Cette évolution peut être présentée ainsi :

*Essentially, the message has been to reorganize the introductory course around activity-based learning using real data that focus on promoting the learning of statistical concepts and the development of statistical reasoning skills. In particular, the recommendations include: (a) consciously develop course objectives based on the needs of student and of future employers, (b) utilize experiential learning more and lecture less, (c) teach scientific inquiry first and analysis tools afterward, (d) point out common misuses of statistics, and (e) recognize and confront common errors in students' thinking (Geske and al., 2000).*

Si l'on peut raisonnablement penser que cette évolution accompagne celle de la profession de statisticien et de l'université devenue soucieuse de professionnalisation, il est moins acquis que le recours à de telles données soit au départ le fait d'un souci de pertinence pédagogique pour l'apprenant. Cependant, face aux difficultés que rencontrent les étudiants dans l'apprentissage de cette discipline (Bihan-Poudec, 2006), plusieurs innovations au vu le jour. Si l'on prend le risque de la simplification qu'entraîne toute typologie, ces innovations vont dans trois dimensions : l'introduction d'outils, la refonte des curricula, la mise en place de dispositifs visant à favoriser l'apprentissage.

- L'utilisation des calculatrices (Lusalusa, 1998 ; Sam et Kee, 2004), puis des micro-ordinateurs ont amélioré non seulement l'exécution des calculs, mais permis également d'intégrer des simulations dans les cours (delMas, Garfield et Chance, 1999 ; Yesilcay, 2000) ;
- Les cursus de formation ont eux aussi évolué en se démarquant de l'enseignement de la statistique en soi, comme branche des mathématiques, et ce au profit d'un enseignement appliqué à la discipline de référence du diplôme préparé. Comme le note judicieusement J. Allard (1992), nous sommes passés d'une logique d'« introduction à la statistique » à une logique de « statistique appliquée à... ». Les exposés d'expériences sont multiples mais la question n'est pas close

sur les niveaux de pertinence (Sowey, 1998) ou sur la formation des statisticiens eux-mêmes (Bryce, 2005);

– Toutefois les progrès techniques et le caractère appliqué de l’enseignement n’ont pas pour autant réduit les difficultés à enseigner et à apprendre la statistique. Sont mises en avant les caractéristiques des apprenants :

- Style d’apprentissage : Bell (1998);
- Perfectionnisme : Seipel (2005);
- Attitudes : « Statisticophobia », Dillon (1982), « Students’ attitudes toward statistics », Sutarso (1992), Gal et Ginsburg (1994);
- Conceptions de la statistique par les étudiants : Reid (2002);
- Processus cognitifs : Gardner et Hudson (1999), Zendreras (2003), Bandelos *et al.* (2003);
- Voir les caractéristiques des enseignants (Begg et Roger, 1999).

Quant à la pertinence des méthodes pédagogiques utilisées, leur ancrage est multiple :

- Partir des données : « Putting the horse before the cart » (Zeis, Shah, Regassa et Ahmadian, 2001);
- Utiliser la résolution de problèmes : « A problem-solving approach to teaching business statistics » (Hillmer, 1996);
- Valoriser l’apprentissage coopératif : « Two heads are better than one » (Dunn, 2001);
- Utiliser des analogies avec l’expérience de tous les jours : « It’s like... you know : The use of analogies and heuristics in teaching introductory statistical methods » (Martin, 2003);
- Favoriser l’auto-explication propositionnelle : « Charting and manipulating propositions as methods to promote self-explanation in the study of statistics » (Broers et Imbos, 2005);
- Revendiquer l’humour : « Teaching statistics using humorous anecdotes » (Friedman *et al.*, 1999);
- Etc.

Ce bref panorama serait incomplet si n’étaient évoqués une nouvelle préoccupation et un nouvel objectif assigné à la statistique : donner les compétences à tout un chacun à comprendre, critiquer et manier des informations statistiques, bref d’être, comme le note Deborah J. Rumsey un bon « statistical citizen » (2002) (voir aussi pour l’école Gattuso, 2000). Ce que nous nous proposons de dénommer « numérisme »<sup>1</sup>.

Comme toute typologie, le risque en est la simplification : un cours de statistique peut viser plusieurs objectifs, intégrer un logiciel jugé idoine, partir de données recueillies par les étudiants eux-mêmes, intégrées dans un dispositif de recherche sociologique, en constituant des binômes basés sur des attitudes différentes quant à la statistique...

---

1 À l’instar de la commission générale de terminologie et de néologie de l’Académie française donnant comme équivalent français au terme « literacy » celui de « littérisme » (J.O. 30/08/2005).

## **2. La place du « sens » dans l'enseignement de la statistique**

Quoi qu'il en soit de cette complexité quant aux approches de l'enseignement de la statistique, elle nous paraît en phase avec sa complexité intrinsèque et la multiplicité des facteurs qui l'affecte. Toutefois, une des constantes réside dans l'appropriation par l'étudiant de la statistique, son aptitude à y trouver sens, son absence étant sanctionnée par l'échec, au tout au moins un apprentissage de surface.

Ce sens, il convient de le situer à différents niveaux :

- au niveau de la formation elle-même : quel sens a l'enseignement de la statistique au regard du devenir de l'étudiant ? Quel(s) objectif(s) lui assigne-t-on ? Correspondent-ils aux attentes des étudiants ? Quels liens avec les autres disciplines ? Etc.
- au niveau lui-même, au niveau de la discipline. Quelle importance revêt pour l'étudiant cet enseignement ? Quels liens avec ses apprentissages antérieurs ? La représentation qu'il s'en fait ? Que signifie tel signifiant statistique : à quel signifié renvoie-t-il ? Etc.

Pour notre part, nous pensons que la compréhension des concepts de base de la statistique est un élément essentiel à son apprentissage (sans pour autant être l'unique condition ni une condition nécessaire et suffisante).

Plusieurs raisons militent pour ce choix. Tout d'abord, d'expérience d'enseignant, un étudiant peut réussir sans comprendre en profondeur les concepts qu'il utilise : dans les contrôles, il n'est pas rare qu'à la question « quelles conclusions tirez-vous des calculs que vous avez réalisés ? » les réponses sont plus que laconiques... Cette pauvreté dans les commentaires nous paraît symptomatique de la conception où « faire des calculs, c'est faire des stats » : comme le souligne France Caron pour les mathématiques, « cette centration sur le symbolique permet [...] d'occulter ce qu'on n'a pas compris, c'est-à-dire le sens qui pourrait se trouver derrière le langage » (p. 285, 2004). Et l'on ne peut que songer à l'« automathisme » analysé par Stella Baruk (1973). Ensuite, d'expérience personnelle, il s'avère que le sens se révèle progressivement et souvent en passant de position d'étudiant à celui d'enseignant : Comenius rappelait qu'enseigner, c'est apprendre une deuxième fois. Encore, la question du sens dans l'apprentissage (Giordan, 1998) ou de l'institution scolaire (Develay, 1996) ne cesse de se poser. Enfin, il convient de souligner que même l'utilisation de modèles statistiques sophistiqués ne dispense pas de s'interroger sur la signification des calculs effectués<sup>2</sup>.

## **3. Une séquence pédagogique**

À cette fin, nous avons, une collègue et moi-même proposé le dispositif visant explicitement à l'appropriation des concepts de la statistique descriptive. Il convient de préciser au préalable que cet enseignement de statistique, obligatoire, s'adresse à des étudiants de troisième année de Licence en Sciences de l'Éducation (Université Catholique de l'Ouest, France, sur deux sites : Angers et Arradon) et vise, au travers de 12 heures de cours et de 12 de travaux dirigés, à enseigner la statistique descriptive. Ces étudiants, au nombre de 90 sur le site d'Angers, 50 sur le site d'Arradon, se destinent pour l'essentiel au professorat des écoles, à l'éducation spécialisée, aux métiers de rem-

---

2 Nous ne pouvons ici qu'évoquer la controverse quant à la mise en évidence de l'évolution des inégalités scolaires, controverse qui va du numéro XXV au numéro XXIX de la Revue Française de Sociologie (1984).

diation pédagogique : sauf quelques étudiants de psychologie, ils n'ont pas eu antérieurement de formation statistique hormis quelques éléments entrevus au lycée où ils ont passé en forte majorité un baccalauréat littéraire. C'est dire aussi que la perspective de cet enseignement est large et ne peut être ciblée soit vers l'intégration de la statistique dans un processus de recherche (une partie des étudiants quitte l'université vers la préparation au professorat sans poursuivre en Master), soit vers une utilisation pointue (la docimologie par exemple, mais qui ne correspondrait pas au devenir professionnel de tous) : les objectifs sont donc la maîtrise de la statistique descriptive en vue d'une utilisation professionnelle ou universitaire non identifiée, la capacité à comprendre et critiquer l'utilisation sociale et médiatique de la statistique.

La séquence qui suit correspond au dernier travail dirigé et se veut la synthèse des apports du programme vu alors dans son intégralité. Elle réside, sur proposition des deux enseignants, en trois temps : le premier où chaque étudiant choisit dans un menu de crêperie son repas « virtuel » (tableau 1) et en calcule le prix ; ensuite l'ensemble des prix est mentionné au tableau ; puis les étudiants sont invités à appliquer la démarche statistique descriptive à ces données : ils peuvent le faire individuellement ou en petits groupes : question est posée aussi sur la signification des indices de position et de dispersion calculés. Cette séquence est effectuée auprès de six groupes distincts de 25 étudiants environ.

En quoi ces données diffèrent-elles des autres données vues dans cet enseignement de statistique ? Quelle intention préside à leur recueil ? Partant de l'a priori que l'apprentissage est favorisé par son ancrage dans le contexte présent ou futur de l'étudiant, les données travaillées en travaux dirigés (ou TD) proviennent souvent de résultats d'enquête, d'informations relatives au public étudiant... Pour minimiser l'angoisse de l'examen, il s'agit souvent de contrôles que leurs prédécesseurs ont eus. Pour les données appréhendées en cours, elles sont choisies à partir de thèmes, de questions que les étudiants se posent par rapport à leur propre promotion : nombre de frères et sœurs, temps quotidien pour venir en cours, signe zodiacal, département d'origine, intérêt a priori pour la statistique. Toutefois, ces données pour utiles qu'elles soient pour illustrer la démarche statistique, ne permettent pas, dans le cadre d'une statistique descriptive, de problématiser celles-ci. Ici, dans cette crêperie virtuelle», le souhait est que chaque étudiant se conçoive comme un convive dans une crêperie et que la référence à cette situation concrète l'accompagne dans sa démarche statistique.

Tableau 1  
 « Menu à la crêperie »

Galettes	En Euros	Crêpes	En Euros
Simple	6,50	Au sucre	3,50
La Bretonne	8,50	Confiture	4
La Campagnarde	9	Citron	5,50
La Normande	8	Chocolat	5,50
La Nordique	10,50	Miel	4,50
		Chocolat-crème chantilly	6
Supplément œuf, jambon, gruyère, champignon	1,50 par supplément	Supplément : Chantilly, confiture	1 € par supplément

Boissons	En Euros		
Bolée de cidre	3	Thé	3,50
Cidre (la bouteille)	8	Coca	2,50
Café	3	Jus de fruit	2

Voici les résultats obtenus par un groupe de TD<sup>3</sup>.

Tableau 2  
Répartition des étudiants selon le coût de leur menu.

Coûts en €	11	14,5	15,5	16	17	17,5	19	20	21	22	22,5	33	38,5	
Nombre d'étudiants	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	1	1	23

Pour éviter une lecture fastidieuse et pour rester au plus près des remarques des étudiants, nous isolerons dans cette séance quelques points qui illustrent bien la démarche statistique et son appropriation par l'étudiant. Il est à noter que la logique expositive qui suit ne correspond pas forcément aux résultats des interactions enseignant/étudiants : les questions posées par ces derniers peuvent être relatives à la signification de la variance et non à la moyenne, comme cela l'est exposé ici de manière didactique. Les développements ne sont pas systématiques mais le fruit de la dynamique différente entre les groupes.

Tout d'abord, la disparition de l'individuel au profit de l'individu : l'étudiant, s'il se rappelle sa dépense potentielle à la crêperie, voit celle-ci figurer parmi d'autres modalités, et son choix se cumuler avec d'autres choix semblables (effectif); ensuite, si le calcul de la moyenne ne pose techniquement pas de problème, il permet ici d'en voir la signification :

$$M = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} = 443/23 = 19,26 \text{ €}$$

Tableau 3  
Répartition des étudiants selon le coût et calculs pour la détermination de la moyenne

Coûts en € ( $x_i$ )	11	14,5	15,5	16	17	17,5	19	20	21	22	22,5	33	38,5	
Nombre d'étudiants ( $n_i$ )	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	1	1	23
$n_i \cdot x_i$	11	29	31	32	51	52,5	57	20	21	22	45	33	38,5	443

En effet, le résultat permet de se rendre compte tout d'abord que la facture totale du groupe est de 443 €; ensuite que le calcul de la moyenne équivaut à ce que les étudiants paient tous la même somme de 19,26 €.

3 Cette présentation sous forme d'un tableau modalité/effectif est la plus courante. Toutefois, certains étudiants fonctionnent uniquement à partir des données brutes (mises au tableau); d'autres, en regroupant les données en classes. Bien que ce ne soit pas ici notre propos, nous considérons comme formateur ces tentatives par leur argumentation en référence au niveau de mesure et à la nature du caractère statistique mais aussi par la comparaison des résultats obtenus par ces trois manières de disposer les données.

Pour la première fois, semble-t-il, le calcul de la moyenne ne relève plus d'un automatisme mais d'une prise de décision d'égale répartition de la dépense globale. Soit ce point est souligné par l'intervenant, soit il est abordé par les étudiants: «je ne suis pas d'accord!».

Ceci permet d'aborder les caractéristiques de dispersion, notamment celles qui correspondent à la moyenne et qui n'ont guère de sens pour les étudiants.

Cela peut passer par l'explicitation du désaccord<sup>4</sup>: «je ne veux pas payer 19,26 € parce que je n'ai dépensé que 14,50 €». La démarche est ensuite de mesurer cet écart: concrètement, cela est fait soit en prenant la situation de chaque étudiant («je perds 4,76 €», «je gagne 13,74 €»), soit en reprenant collectivement le tableau des données:

Tableau 4  
Répartition des étudiants selon le coût et mesures des écarts relatifs à la moyenne

Coûts en € ( $x_i$ )	11	14,5	15,5	16	17	17,5	19	20	21	22	22,5	33	38,5	
Nombre d'étudiants ( $n_i$ )	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	1	1	23
$x_i - M$	-8,26	-4,26	-3,76	-3,26	-2,26	-1,76	-0,26	0,74	1,74	2,74	3,24	13,74	19,24	
$n_i \cdot (x_i - M)$	-8,26	-9,52	-7,52	-6,52	-6,78	-5,28	-0,78	0,74	1,74	2,74	6,48	13,74	19,24	0,00

Les réactions au zéro comme résultat final sont diverses: soit elles sont d'acquiescement («on l'a vu en cours»), soit elles surprennent dans un premier temps, mais il apparaît intelligible que les 443 € seront in fine payés au restaurateur et que ceux qui paient plus paient à la place de ceux qui paient moins que ce qu'ils ont commandé. «Ça se compense». Malgré les variations de débours, le restaurateur se verra régler l'intégralité de l'addition.

Cela permet aussi éventuellement de revenir sur la moyenne dont l'objet devient de résumer les données, toutes les données, ni plus, ni moins. À la différence des autres caractéristiques de position (mode, médiane), la moyenne prend en compte tous les prix des repas ( $x_i$ ) et tous les étudiants ( $n_i$ ). Plus fondamentalement, cet indice est une pure création mathématique, car sa valeur est celle pour laquelle tous les écarts à cette valeur s'annulent. En fait, les étudiants retrouvent la formule de base de la moyenne:  $\frac{\sum n_i \cdot (x_i - M)}{N} = 0$ , où la formule  $\frac{\sum n_i \cdot x_i}{N}$  qui en dérive n'est qu'une formule facilitant les calculs.

Si nous ne voulons pas renoncer à cette idée de rendre compte des écarts à la moyenne, il convient de faire en sorte que les écarts négatifs ne soient pas compensés par ceux positifs (ceux qui ont un salaire supérieur à la moyenne finançant dans une mise en commun – au moins mathématique – ceux qui en ont un inférieur à la moyenne).

Deux moyens existent: le premier consiste à ne pas tenir compte de la valence associée à l'écart mais de prendre en compte son importance en soi: il s'agit de la notion de valeur absolue (par opposition à celle de valeur relative «en plus» ou «en moins»).

4 Ceux qui y gagnent généralement se taisent...



Tableau 5

Répartition des étudiants selon le coût et mesures des écarts absolus à la moyenne

Coûts en € ( $x_i$ )	11	14,5	15,5	16	17	17,5	19	20	21	22	22,5	33	38,5	
Nombre d'étudiants ( $n_i$ )	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	1	1	23
$x_i - M$	-8,26	-4,26	-3,76	-3,26	-2,26	-1,76	-0,26	0,74	1,74	2,74	3,24	13,74	19,24	
$ x_i - M $	8,26	4,26	3,76	3,26	2,26	1,76	0,26	0,74	1,74	2,74	3,24	13,74	19,24	
$n_i \cdot  x_i - M $	8,26	9,52	7,52	6,52	6,78	5,28	0,78	0,74	1,74	2,74	6,48	13,74	19,24	89,35

Le total des écarts diffère ici de zéro. Si nous le divisons par le nombre de lecteurs, nous trouvons 3,88 €. C'est l'écart moyen (ou «écart absolu moyen», ou «moyenne des écarts à la moyenne»).

$$EM = \frac{\sum n_i \cdot |x_i - M|}{N} = \frac{89,35}{23} = 3,88$$

Un autre moyen d'éviter que la somme des écarts soit nulle consiste, non plus à prendre la valeur absolue de l'écart, mais à l'élever au carré. L'on obtient la variance qui, comme son nom l'indique, a pour but de mesurer la variation des données.

Tableau 6

Répartition des étudiants selon le coût et mesures des écarts à la moyenne élevés au carré

Coûts en € ( $x_i$ )	11	14,5	15,5	16	17	17,5	19	20	21	22	22,5	33	38,5	
Nombre d'étudiants ( $n_i$ )	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	1	1	23
$x_i - M$	-8,26	-4,26	-3,76	-3,26	-2,26	-1,76	-0,26	0,74	1,74	2,74	3,24	13,74	19,24	
$(x_i - M) \cdot (x_i - M)$	68,24	22,67	14,14	10,63	5,11	3,10	0,07	0,55	3,02	7,50	10,49	188,76	370,14	
$n_i \cdot (x_i - M) \cdot (x_i - M)$	68,24	45,33	28,29	21,27	15,33	9,30	0,20	0,55	3,02	7,50	20,98	188,76	370,14	1482,25

La procédure est similaire à celle utilisée pour l'écart moyen avec la formule suivante<sup>5</sup>:

$$V = \frac{778,93}{23} = 33,87$$

Toutefois, le résultat obtenu s'exprime ici en € . € (€ au carré), ce qui n'a guère de signification. Aussi, pour retrouver l'unité de mesure, cherche-t-on l'écart type qui n'est autre que la racine carrée de la variance :

$$S = \sqrt{V} = \sqrt{\frac{\sum n_i \cdot (x_i - M)^2}{N}} = \sqrt{33,87} = 5,82$$

5 Une autre formule – dérivée de celle-ci – est souvent utilisée, car souvent plus rapide, plus précise et plus mémorable de par son chiasme («la variance est la moyenne des carrés moins le carrés de la moyenne»)

Que signifient ces derniers résultats ? Autant l'écart moyen paraît compréhensible (la moyenne des écarts à la moyenne), autant la variance et l'écart type<sup>6</sup> apparaissent abscons, artificiels. Ils le sont. Mais ils le sont parce que reposant sur la moyenne qui est elle-même un indice abstrait, une construction mathématique. Leur intérêt n'est pas tant d'être parlant (absence de signifié immédiat) mais de quantifier la dispersion des données et d'échapper à un jugement du style : « les dépenses à la crêperie sont inégalement réparties entre les convives » ; « l'on note de fortes variations quant aux coûts des repas »... Un autre argument est leur utilisation prévalente, soit socialement (sur le carnet de santé des étudiants figurent leurs courbes de croissance physique, avec des zones bornées par l'écart type), soit statistiquement (utilisation de cet indice pour les comparaisons de moyennes par exemple). Seule la comparaison avec d'autres données, les dépenses d'autres étudiants dans les groupes de TD permet comparativement pointer là où la variation est la plus forte.

Quels résultats a apportés cette séquence ? Quant au déroulement en lui-même, il est apparu aux enseignants que l'attention était plus soutenue, les interactions entre étudiants et entre étudiants/enseignant plus grandes sans toutefois que cela soit systématique pour tous les sous-groupes. Au niveau de l'évaluation de l'enseignement dans la globalité, la place des travaux dirigés est apparue essentielle comme illustration et appropriation du cours, avec parfois la mention « notamment pour le TD sur la crêperie ». En ce qui concerne les effets sur l'apprentissage, au vu des copies d'examen, à la question « quelles conclusions pouvez-vous tirer au vu des résultats obtenus ? », les commentaires semblent plus nombreux et riches que par les années antérieures : toutefois, nous avons noté une forte variabilité entre les étudiants. Cependant, nous convenons tout à fait que cette expérience pédagogique ne mérite pas d'être considérée comme une expérimentation. La faire évoluer en ce sens poserait autant des problèmes de validité (inhérente à une procédure « avant/après ») que déontologique (mise en place d'un groupe témoin sans cette séquence).

### Remarques finales

Pour conclure, une piste explicative mériterait d'être explorée : à quelles conditions la production et l'utilisation de données proches de la vie estudiantine favoriseraient-elles l'appropriation conceptuelle ? Mary et Gattuso (2005) ont, à propos de « l'influence des grandeurs impliquées sur la résolution d'un problème de moyenne » auprès d'enfants obtenu des résultats surprenants : contrairement à leurs attentes, les élèves ont mieux réussi les problèmes proposés quand ils s'agissaient d'âges ou de poids que lorsqu'il s'agissait de notes, contexte a priori plus facilitant. Selon Piaget, il n'y a de nouveau réel apprentissage qu'à l'issue d'un conflit cognitif : il faut, comme le rappelle Xypas (2005), un déséquilibre entre les connaissances antérieures et les nouvelles : ce déséquilibre est non seulement cognitif mais à une dimension affective, ne fût-ce que pour être reconnu comme « problématique ». Dans le cadre de notre séquence pédagogique, dans le meilleur des cas, les étudiants ont pu greffer le problème que pose le règlement de leur débours à la crêperie à celui de la moyenne et cela a pu générer du sens. Pour d'autres, il ne s'agissait sans doute que d'un exercice de statistique comme les autres, au mieux sympathiquement agrémenté par la « ruse du pédagogue ». En conséquence, le recours à des données contextuelles comme base d'une

---

6 Il faut noter que l'écart moyen est nettement moins utilisé que l'écart type (« déviation standard ») pour des raisons théoriques et pratiques (loi normale).



appropriation des concepts, n'est-elle pas avant tout à juger à l'aune de l'étudiant qui, en premier lieu, est à même de juger de leur pertinence personnelle ?

## Références

- Allard, J. (1992) Une troisième voie dans l'enseignement de la statistique en Sciences Humaines. *Bulletin de l'Association de Mathématiques du Québec, AMQ*, 19-26 octobre, 19-26.
- Baruk, S. (1977). *Échec et maths*. Paris: Le Seuil, coll. Point, n° 811 (3<sup>e</sup> ed. ; 1<sup>re</sup> ed.1973).
- Bandalos, D. L., Finney, S. J. et Geske, J. A. (2003). A model of statistics performance based on achievement goal theory. *Journal of Educational Psychology*, 95(3), 604-616.
- Begg, A. et Roger, E. (1999). *Teachers' ideas about teaching statistics*. Communication au congrès conjoint de l'Australian Association for Research in Education et de la New Zealand Association for Research in Education, Melbourne, Australie, 1-4 décembre.
- Bell J. (1998). Problems in statistics: learning style, age, and part-time students. *Education. Chula Vista*, 118(4).
- Bihan-Poudec A. (2005). De quelques difficultés dans l'apprentissage de la statistique. *Éduquer*, 14, 103-109.
- Broers, N. et Imbos T. (2005). Charting and manipulating propositions as methods to promote self explanation in the study of statistics. *Learning and Instruction*, 15, 517-538.
- Bryce, R. (2005). Developing tomorrow's statisticians. *Journal of Statistics Education*, 13(1).
- delMas, R., Garfield, J. et Chance B. (1999). A model of classroom research in action: developing simulation activities to improve students' statistical reasoning. *Journal of Statistics Education*, 7(3).
- Develay, M. (1996). *Donner du sens à l'école*. Paris: ESF, coll. Pratiques et enjeux pédagogiques.
- Dillon, K. (1982). Statisticophobia. *Teaching of Psychology*, 9(2).
- Friedman, H., Halpern N., Salb D. (1999). Teaching statistics using humorous anecdotes. *The mathematics teacher reston*. 92(4), 305-308.
- Gal, I. et Ginsburg, L. (1994). The role of beliefs and attitudes in learning statistics: towards an assessment framework. *Journal of Statistics Education*, 2(2).
- Gardner, P. et Hudson, I. (1999). University students' ability to apply statistical procedures. *Journal of Statistics Education*, 7(1).
- Gattuso, L. (2000). *Les statistiques, un élément essentiel de la littéracie. Une expérimentation d'enseignement des statistiques dans les écoles italiennes*.
- Geske, J., Mickelson, W., Bandalos D., Jonson J., Smith R. (2000) *Predicting acquisition of learning outcomes: a comparison of traditional and activity-based instruction in an introductory statistics course*. Communication au congrès annuel de l'American Educational Research Association, New Orleans.
- Giordan, A. (1998). *Apprendre!* Paris: Belin.
- Lusalusa, K. (1998). *Contribution à l'étude d'indicateurs de performances dans l'apprentissage de la statistique*. Recherche évaluative réalisée à la transition de l'enseignement secondaire et universitaire belge. Thèse soutenue à l'Université Libre de Bruxelles, 06/02/1998, extrait de Recherche: thèses

- de doctorat et d'agrégation 1997-1998. Université Libre de Bruxelles : éditions Papyrus et E.M.P., novembre 1998, 99-100.
- Martin, M. (2003). «It's like... you know»: the use of analogies and heuristics in teaching introductory statistical methods. *Journal of Statistics Education*, 11(2).
- Mary C. et Gattuso L. (2005). L'influence des grandeurs impliquées sur la résolution d'un problème de moyenne. Gattuso, L., Mary, C. (2005). *Actes de la rencontre de l'EMF, Espace mathématique francophone*, Tozeur 19-23 décembre 2003. Actes sur CD.
- Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche, *Bulletin officiel* : 37, 13 octobre 2005.
- Moore, D. (1993). A generation of statistics education : an interview with Frederick Mosteler. *Journal of Statistics Education*, 1(1).
- Reid, A. et Petocz, P. (2002). Students' conceptions of statistics: a phenomenographic study. *Journal of Statistics Education*, 10(2).
- Rumsey, D. (2002). Statistical literacy as a goal for introductory statistics courses. *Journal of Statistics Education*, 10(3).
- Sam, L. C. et Kee, K. L. (2004). Teaching statisticals with graphical calculators in Malaysia : Challenges and constraints. *Micromath*, 20(2), 30-33.
- Seipel, S. (2005). Perfectionism in students : implications in the instruction of statistics. *Journal of Statistics Education*, 13(2).
- Sowey, E. (1998) Statistical vistas: perspectives on purpose and structure. *Journal of Statistics Education*, 6(2).
- Sutarso, T. (1992). Students' attitudes toward statistics (STATS). *Communication présentée au Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Association*, Knoxville, TN, 11-13 novembre.
- Xypas, C. (2005). *Poser et construire le problème : l'apport de Piaget entre pragmatisme et constructivisme*. Communication présentée au 73<sup>e</sup> congrès de l'Association Francophone pour le Savoir (ACFAS), Chicoutimi, Québec, 10-12 mai.
- Yesilcar, Y. (2000). Research Project in Statistics : implications of a case study for the undergraduate statistics curriculum. *Journal of Statistics Education*, 8(2).
- Zendreras, N. (2003). *Difficultés d'apprentissage liées aux tests statistiques. Le cas des tests paramétriques auprès des étudiants en sciences humaines*. Actes des XXXV<sup>e</sup> Journées de la statistique. Société Française de Statistique et Université Lyon 2, France, 2-6 juin 2003.

### **Pour joindre l'auteur**

Alain Bihan-Poudec  
Laboratoire de Recherche en Éducation et Formation  
Institut des Sciences de la Communication et de l'Éducation d'Angers  
Université Catholique de l'Ouest  
3, place André-Leroy – B.P. 10808  
49008 ANGERS Cedex 01 – FRANCE  
[alain.bihan-poudec@uco.fr](mailto:alain.bihan-poudec@uco.fr)