



# Les cafés de la statistique

**"La statistique éclaire-t-elle les questions de société" ?**

Soirée du 12 décembre 2006 (10<sup>e</sup> « Café ») :

**« Comment enseigner la statistique dans le secondaire ? »**

*Synthèse des débats* <sup>[\*]</sup>

*Depuis quelques années, les lycées et les collèges initient les élèves à la statistique. Cet enseignement répond-il à l'objectif : que ces futurs citoyens ou professionnels sachent l'utiliser ?*

**Invités : Yves Olivier, inspecteur pédagogique régional de l'académie d'Orléans-Tours, et Jean-Louis Piednoir, SFdS, ancien inspecteur général de l'Education nationale**

**Exposés introductifs :**

## **1. Bref historique**

Les années 1945-1947 ont vu une première tentative pour introduire un enseignement de probabilité et de statistique dans l'enseignement secondaire, sous l'égide alors du mathématicien Maurice Fréchet. Tentative qui finalement n'avait pas abouti. Pour les collèges, la réforme des programmes de 1984 a introduit la statistique dans le registre « Analyse des données » : calcul de résumés statistiques par les élèves sur des données émanant d'institutions. Il s'agit donc de

---

<sup>[\*]</sup> Pour l'exposé liminaire, le présent texte est reformulé à partir des notes du secrétariat suivant le plan de l'orateur. En revanche, le contenu des échanges est structuré en quelques thèmes, sans suivre l'ordre chronologique. Par ailleurs, on a choisi de ne pas attribuer nominativement les propos échangés. Ceux-ci ont été reconstitués à partir des notes du secrétariat sans reprendre leur formulation détaillée. Lorsqu'un point est évoqué sous forme d'une question, ce qui vient ensuite ne retrace pas la seule réponse de l'invité, mais l'ensemble des contributions des participants.

statistique exploratoire, descriptive. Quelques années plus tard (1987) a été décidée une extension dans le même esprit à la classe de seconde, ainsi qu'en terminale pour les séries Sciences économiques et sociales et Sciences et techniques de gestion ; à peu près au même moment, une initiation au calcul des probabilités a fait son apparition en terminale scientifique.

En 2000, à la suite des travaux d'un groupe technique disciplinaire en mathématiques présidé par Claudine Schwartz-Robert, c'est dans les programmes de mathématiques des classes de 2e, 1ère et terminale qu'a été introduite une partie importante de statistiques et de modèles probabilistes<sup>1</sup>. Contrairement à la réforme de 1984, celle de 2000 ne se limite donc pas à la statistique descriptive, mais entend initier les élèves au monde de l'aléatoire et à la statistique inférentielle<sup>2</sup>.

## 2. De la théorie à la pratique

« Entre ce qui est prévu dans les programmes et ce qui se fait dans les classes il peut y avoir quelque écart ». On l'a constaté dans d'autres disciplines : en histoire, la manière dont les programmes ont prescrit d'aborder la Révolution française a considérablement évolué en 50 ans, mais les manuels, et sans doute les pratiques des professeurs, ont été remarquablement stables.

Un tel écart est sans doute constaté aujourd'hui pour l'enseignement de la statistique dans les cours de mathématiques du second degré<sup>3</sup>. Ce n'est pas la statistique exploratoire, descriptive qui pose problème : c'est un sujet dominé par l'ensemble des enseignants, et préparé au collège (cf. « Thème de convergence n°4 » des programmes de collège) grâce à l'emploi de données touchant à des thèmes de la vie publique ou de la vie privée : analyses médicales, bulletins météo, contrôles de qualité, sondages d'opinion, etc. En revanche, la partie « statistique inférentielle » des programmes, l'usage de modèles probabilistes pour expliquer et prévoir, pose de sérieux problèmes aux enseignants et n'est sans doute pas toujours traitée. Si certains professeurs de mathématiques ont émergé comme des spécialistes de cette discipline, les autres ont souvent laissé tomber cet enseignement, le seul dont il leur arrive de déclarer devant leurs élèves qu'ils ne le dominent pas<sup>4</sup>. La situation a pu être aggravée par des erreurs ponctuelles (dans des énoncés d'examen ou même dans les corrigés) également dus à un manque d'expérience de la discipline.

Deux difficultés particulières sont signalées. D'abord, par rapport à d'autres domaines des mathématiques, l'enseignant est face à des théorèmes dont il ne peut donner la démonstration, car elle serait trop complexe pour les élèves : cela lui cause un certain malaise. Ensuite, le fait de devoir travailler sur des séries statistiques déjà existantes, sans pouvoir se placer dans une situation où le recueil statistique fait suite au questionnement (et non l'inverse), ne permet pas une démarche d'analyse cohérente.

La formation continue essaye de rectifier le tir : mais force est de constater que, basée sur le volontariat, elle n'attire pas les foules : certains stages académiques, pourtant conçus en fonction de besoins exprimés, ont dû être annulés faute de participants. Des supports disponibles (cédéroms d'accompagnement des programmes, contenant un logiciel d'auto-apprentissage pour les enseignants ; documents élaborés par les IREM<sup>5</sup> ou par l'APM<sup>6</sup>) restent peu utilisés.

---

<sup>1</sup> Voir à ce sujet les documents distribués pour ce « Café », joints en annexe au présent compte rendu

<sup>2</sup> Statistique inférentielle ou statistique mathématique : discipline qui utilise les techniques du calcul des probabilités pour tirer des conclusions à partir d'observations statistiques en faisant des hypothèses incluant l'intervention du hasard.

<sup>3</sup> Comme c'était d'ailleurs le cas dans l'ancien programme : selon une évaluation, dans une classe sur deux la statistique n'était pas traitée en seconde.

<sup>4</sup> Autre cas de figure évoqué : traiter cela « le 10 juin » avec la géométrie dans l'espace...

<sup>5</sup> Instituts de recherche en enseignement des mathématiques

Cette situation contraste avec celle qui se crée dans certaines sections de techniciens supérieurs (STS) où se développent des formations ambitieuses : plans d'expérience, fiabilité, tests d'hypothèses, etc. Preuve qu'une volonté réelle de développer l'enseignement de la statistique dans les lycées existe : il faudra du temps pour qu'elle produise tous ses effets.

## **Débat :**

### **1. Cet enseignement : pour quoi faire ?**

Un participant pose la question « préjudicielle » : quel était le but poursuivi par cette introduction de la statistique dans les programmes du second degré ? Qu'est-ce qu'on cherchait à produire comme effet ?

La réponse des promoteurs de la réforme rejoint le sentiment de la salle : le but principal est « que le citoyen soit éclairé par rapport à la statistique, qu'il ne soit pas un consommateur passif d'information ». On baigne de plus en plus dans des informations à base statistique, qui reposent non seulement sur des données statistiques mais aussi sur des inférences : il faut développer l'esprit critique permettant de s'en servir à bon escient. Et si possible particulièrement parmi les futurs journalistes !

A cette réponse, plusieurs ajoutent l'intérêt professionnel des élèves : la statistique étant de plus en plus présente dans de nombreux métiers (industrie pharmaceutique, compagnies d'assurances avec l'actuariat, sphère financière, etc.), une formation de base est un atout et un gage de mobilité possible entre ces métiers.

### **2. Pertinence des programmes**

De nombreux exemples de « bourdes statistiques » parues dans la presse ou même commises dans des classes ont été cités par les participants : par exemple confusion entre « le pourcentage de salariés qui fréquentent les Restos du cœur » et « la part des salariés dans la clientèle des Restos du cœur » (Libération) ; et beaucoup d'autres analogues.

A première vue, tous ces exemples appellent une meilleure maîtrise de notions très simples, ne relevant pas uniquement des mathématiques : manipulation des pourcentages ou des résumés usuels de la statistique descriptive, mais aussi attention portée aux définitions précises (« en statistique, qu'appelle-t-on un chômeur ? un immigré ? un actif ? – Il faut nommer pour compter ») et aux conditions du recueil des données.

N'y a-t-il pas alors une contradiction entre des programmes résolument tournés vers la statistique mathématique, inférentielle, et des besoins de formation différents ?

Certains le pensent. Un participant, expérimenté en statistique et en enseignement des mathématiques dans le secondaire, constate que « la statistique inférentielle – variables aléatoires, convergence, théorème central limite – personne ne comprend ! », alors que pour la statistique descriptive « tout le monde comprend ». Des enseignants du supérieur (grandes écoles ou universités) disent devoir « tout reprendre à zéro » dans cette discipline après le baccalauréat.

Cette forme de remise en cause des nouveaux programmes<sup>7</sup> est loin d'être partagée par toute l'assistance. D'autres interventions tendent à monter l'enjeu qui s'attache à l'apprentissage de la

---

<sup>6</sup> Association des professeurs de mathématiques

<sup>7</sup> Qui n'a d'ailleurs pas été formulée explicitement comme telle

notion d'aléatoire, ses difficultés, mais aussi ses possibilités. Des expériences conduites à l'école primaire<sup>8</sup> sur le hasard montrent que les enfants ne manquent pas d'intuitions justes<sup>9</sup> (« le dé n'a pas de mémoire ») mais que les enseignants n'ont pas toujours les mots permettant de bien décrire les résultats d'expériences aléatoires (« le 6 sort moins souvent que les autres faces ! »). C'est donc un enjeu important de développer au lycée la culture de l'aléatoire et l'approche mathématique de son traitement. Il existe maintenant des outils de simulation aléatoire qui peuvent être d'une grande aide : on peut « voir à l'œuvre » la loi des grands nombres ! La nature d'une « preuve statistique » diffère de celle d'un théorème : il ne s'agit pas de quelque chose de définitif, mais d'un « morceau de preuve »<sup>10</sup> susceptible d'être complété : il va falloir que les enseignants se créent à ce propos une culture commune, comme l'ont fait les médecins, et cela prendra du temps ; mais l'enjeu en vaut la peine.

Cela dit, jusqu'où faut-il aller, compte tenu de l'horaire imparti<sup>11</sup> ? Un participant suggère que l'on coupe ailleurs dans le programme de mathématiques, pour donner plus de place à la statistique : il suggère de renoncer à enseigner l'identité de Bezout. Une enseignante de mathématiques lui rappelle l'utilité de l'arithmétique pour la cryptographie, technique en fort développement... Rien n'est simple, ni facilement consensuel, dans le domaine des programmes.

L'accord se fait en revanche pour considérer qu'il vaut mieux éviter « un arsenal théorique préalable » trop lourd : « on peut y arriver sans parler de convergence »...

### 3. A propos de pluridisciplinarité : qui doit enseigner quoi ?

Une large partie du débat a été consacrée aux rôles respectifs des professeurs de mathématiques et des professeurs d'autres disciplines : sciences économiques et sociales, histoire-géographie, mais aussi biologie, et français<sup>12</sup> !

Une situation idéale a été décrite : celle d'une complémentarité parfaite, le professeur de mathématiques apportant la compétence en statistique, le professeur d'une autre discipline apportant la problématique et la compétence pour interpréter les résultats<sup>13</sup>. Certains dispositifs visent à favoriser de telles collaborations : dans les collèges, les « Itinéraires de découverte » et les « Thèmes de convergence », dans les lycées les « Travaux personnels encadrés (TPE) », il suffit de s'en saisir... Peut-être la loi sur les « socles de base et les piliers » représente-t-elle une opportunité supplémentaire.

Dans la pratique, où le travail reste souvent séparé, chaque enseignant a besoin d'une certaine compétence en statistique, et le professeur de mathématiques risque fort de devoir s'aventurer seul dans un domaine d'application. La première considération pousse à prévoir un minimum d'initiation à la statistique dans presque tous les cursus ; la seconde incite à fournir des outils aux professeurs de mathématiques (voir ci-dessous).

Certains participants vont jusqu'à se demander si la statistique ne devrait pas être enseignée par... des statisticiens ! Mais la création d'un nouveau « corps » d'enseignants est redoutée par d'autres : si on multiplie les disciplines, qui fera la synthèse ? Le cas de l'informatique peut être mis en parallèle.

---

<sup>8</sup> Dans le cadre des opérations « La main à la pâte »

<sup>9</sup> Ce que confirme l'évaluation « PISA », cf. ci-dessous

<sup>10</sup> « A piece of evidence »

<sup>11</sup> « 13h30 pour statistique descriptive, calcul des probabilités, tests, variance, régression... »

<sup>12</sup> Les professeurs de physique-chimie n'ont pratiquement pas été cités...

<sup>13</sup> En général, les exemples d'application nécessitent de sortir du domaine des mathématiques ; cependant le cas a été cité d'activités de vérification par la mesure des théorèmes de Thalès ou de Pythagore ; comment d'ailleurs qualifier les résultats ? (« il y a égalité ou il n'y a pas égalité ? »)

#### 4. Quelle formation en statistique pour les professeurs ?

On l'a vu : une partie des professeurs de mathématiques du second degré ne s'estiment pas formés pour enseigner la statistique « inférentielle ». D'où cela vient-il ?

La formation initiale des professeurs du secondaire est assurée par l'Université, selon une tradition française très ancienne. La SMAI<sup>14</sup> a récemment fait une enquête : la moitié des universités françaises n'ont ni probabilités ni statistique au programme de licence de mathématiques.

Cela dit, il ne faut pas désespérer, c'est un peu le problème de « la poule et de l'œuf » : il n'y avait pas d'enseignement de statistique en licence parce qu'il n'y avait pas de besoin de connaissance en cette matière pour enseigner dans le secondaire ; depuis que ce n'est plus le cas, l'Université est appelée à évoluer.

D'autant qu'au CAPES, où un choix permettait à ceux qui le souhaitaient d'éviter la discipline « probabilités-statistiques », cette possibilité n'est désormais plus ouverte. Mais qu'en est-il dans les préparations à l'agrégation ?

La situation dans les IUFM<sup>15</sup> a également été évoquée : en 2e année, il y a quelques modules de formation complémentaire pouvant permettre de pallier des manques antérieurs ; mais les enveloppes horaires sont réduites (12h, 6h...).

Reste la formation continue des professeurs, déjà évoquée dans l'exposé initial. Certains verraient d'un bon œil qu'elle devienne obligatoire ; d'autres préfèrent chercher les moyens qu'elle devienne plus attirante. Dans l'académie d'Orléans-Tours, une journée de mathématiques est organisée chaque année, avec des conférenciers de bon niveau : elle attire 600 professeurs. Pourquoi ne pas consacrer une de ces journées à la statistique ?

#### 5. Comment motiver les professeurs de mathématiques ? Et les élèves ?

Les examens peuvent jouer un rôle pour « crédibiliser la discipline dans le secondaire », et donc motiver les professeurs de mathématiques pour qu'ils l'enseignent effectivement.

Au baccalauréat 2006, série S, a été posé un sujet de probabilités-statistique. Un participant a contesté la pertinence de ce sujet et son rapport avec le programme<sup>16</sup>. Pour d'autres, s'il a pu y avoir des maladroites, le sujet était bien lié au programme, et cet événement constitue un « signal fort » en direction des professeurs de mathématiques. Il prouve en particulier que cette partie du programme est, comme les autres, « évaluable », contrairement à ce que pensaient certains.

Pour une enseignante, l'essentiel serait de faire comprendre aux professeurs de mathématiques qu'enseigner la statistique peut être pour eux un plaisir. Selon son expérience, c'est une occasion de valoriser auprès des élèves, notamment des filles, la variété et l'ouverture des « métiers des mathématiques ».

Les élèves peuvent-ils s'intéresser « à des urnes pleines de boules et à des bonbons colorés dans des sachets » ? Car tel est souvent le matériau de base des débuts en probabilité. Il n'est pas sûr que ce soit un obstacle ; si ça l'est, beaucoup de « situations concrètes » plus intéressantes peuvent être mobilisées (cf. exposé initial et ci-dessous).

---

<sup>14</sup> Société de mathématiques appliquées et industrielles

<sup>15</sup> Instituts universitaires de formation des maîtres

<sup>16</sup> Ainsi d'ailleurs que le corrigé

## 6. Matériaux et contributions 1 – Faut-il faire faire des enquêtes aux élèves ?

Des voix discordantes se sont exprimées à ce sujet.

Les uns sont pour, de façon à mettre en lumière le chemin qui va de la formulation d'une question à l'interprétation des résultats en passant par le recueil de données. Il leur paraît important de travailler sur des séries statistiques « non déjà exploitées », de façon à maîtriser le questionnement et la critique des données : ils souhaitent « une matière première non prédigérée ». L'exemple de « Census at school » proposé par Statistique Canada a été cité positivement ; il a été aussi critiqué, pour le manque de garanties qu'il donnerait (contrôle des échantillons, etc.) et le manque de pertinence de certaines des thématiques suggérées. Peut-être s'agit-il des défauts de jeunesse d'une démarche à ses débuts.

Pour plusieurs autres intervenants, faire des enquêtes est et doit rester un travail de professionnel, et une enquête mal conduite peut instiller des idées erronées dans la tête des élèves. « Il en sort généralement de la bouillie à chats », dit une intervenante<sup>17</sup>. Une modalité moins risquée peut consister à recueillir des données en classe, mais avec des données « officielles » disponibles sur les mêmes sujets pour comparaison.

## 7. Matériaux et contributions 2 – Suggestions diverses

Au cours du débat, ont été évoquées des ressources existantes, ou des suggestions, de nature à aider les professeurs à construire leur enseignement de statistique<sup>18</sup> :

- une émission de télévision d'une demi-heure réalisée par l'INED et l'ANRS<sup>19</sup> décrit la conception et la réalisation d'une enquête statistique sur les comportements sexuels ;
- un participant, actuaire de profession, propose de venir expliquer dans une classe la table de mortalité, l'espérance de vie, etc. ; de tels « témoignages de professionnels »<sup>20</sup> devraient-ils et pourraient-ils être multipliés ?
- « Statistiquement vôtre », sur le site Internet de la SFdS<sup>21</sup>, décortique quelques problèmes statistiques simples ;
- les sites Internet de l'INED et de l'INSEE donnent accès à de nombreuses bases de données susceptibles de faire l'objet d'analyses secondaires. Un travail avec ces organismes est sans doute souhaitable pour donner des exemples d'utilisation pédagogique de ces matériaux. Un participant INSEE est prêt à y contribuer<sup>22</sup> ;
- sous l'égide de l'Académie des sciences, l'INRP<sup>23</sup>, l'IUFM et l'IREM de Grenoble développent en ce moment le site « Statistix » pour proposer aux professeurs des applications intéressantes, convenablement « décortiquées » du point de vue du programme d'enseignement de la statistique.

---

<sup>17</sup> En sens inverse, le cas de la réalisation d'enquêtes par les élèves de l'Institut de démographie de l'Université Paris 1 – IDUP – a été cité positivement ; mais il s'agit d'une démarche longue (1ère et 2e année) par des étudiants spécialisés.

<sup>18</sup> Voir aussi les ressources citées dans l'exposé initial : IREM, APM

<sup>19</sup> INED : Institut national d'études démographiques ; ANRS : Agence nationale de recherche sur le SIDA. Emission d'Envoyé spécial (France3, juin 1992) sur l'enquête ACSF financée par l'ANRS sur les comportements sexuels en France (cf. Populations et sociétés n° 276 accessible en ligne sur le site de l'INED).

<sup>20</sup> Les professionnels de la statistique semblent avoir un goût particulier pour la pédagogie ; « un grand nombre se transforment en enseignants dans les endroits où ils travaillent »

<sup>21</sup> Groupe « Enseignement »

<sup>22</sup> Serge Darriné, département de la coordination statistique, INSEE ; mél. serge.darrine@insee.fr

<sup>23</sup> Institut National de la Recherche Pédagogique

## 8. Et à l'étranger ?

Un participant s'interroge sur l'enseignement de la statistique dans le secondaire chez nos voisins.

En Grande-Bretagne, cet enseignement est plus développé qu'en France, notamment après la fin du « National curriculum » c'est-à-dire dans l'équivalent de notre « second degré ». Certains établissements acquièrent des « boards<sup>24</sup> » spécialisés, comme celui proposé par les universités « Oxford-Cambridge-RSA<sup>25</sup> » (OCR) qui comporte de très sérieux approfondissements en statistique, avec des horaires importants.

Il y a aussi un tel enseignement en Belgique, et cela débute au Québec. La Finlande initie les élèves à l'aléatoire bien plus tôt que la France.

A ce propos, un participant fait remarquer que les élèves français de 15 ans, quoique n'ayant pas reçu d'enseignement de probabilités, ont mieux réussi que ceux de beaucoup d'autres pays dans l'exercice relevant de ce domaine, lors de l'évaluation « PISA<sup>26</sup> » de 2003. C'est de bon augure : nul doute que l'apprentissage des statistiques puisse prospérer sur un terreau déjà favorable !



---

<sup>24</sup> Sortes de «paquets» comportant programmes et examens, que les établissements du second degré peuvent acheter à des universités

<sup>25</sup> Royal Society of Arts

<sup>26</sup> Programme pour le suivi des acquis des élèves – sous l'égide de l'OCDE. Voir [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)