



HAL
open science

L'histoire des probabilités et des statistiques : un catalyseur d'attention et d'apprentissage

Samuel Monet

► **To cite this version:**

Samuel Monet. L'histoire des probabilités et des statistiques : un catalyseur d'attention et d'apprentissage. Education. 2018. dumas-02112107

HAL Id: dumas-02112107

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02112107>

Submitted on 22 Sep 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



École supérieure
du professorat
et de l'éducation
Académie de Grenoble



Année universitaire 2017-2018

**Diplôme Universitaire *Métiers de l'enseignement, de l'éducation
et de la formation***

Mention : *Second degré*

Parcours: Mathématiques

L'histoire des probabilités et des statistiques : un catalyseur d'attention et d'apprentissage

Présenté par Samuel Monet

Rédigé en collaboration avec Loïc Bordel

Ecrit scientifique réflexif encadré par Bernard Ycart

Sommaire

Introduction	2
1. Etat de l'art.....	4
1.1. Utilité de l'intégration de l'histoire des mathématiques.....	4
1.2. Limites et critiques	6
1.3. Utilité de l'intégration de l'histoire des statistiques et des probabilités	8
1.4. Motivation et problématique	11
2. Expérimentation en probabilité.....	13
2.1. Contexte et réflexions	13
2.2. Méthodologie.....	14
2.3. Résultats.....	18
2.4. Difficultés lors de l'expérimentation	21
3. Expérimentation en statistique	22
3.1. Contexte et réflexions	22
3.2. Méthodologie.....	23
3.3. Résultats.....	25
3.4. Difficultés lors de l'expérimentation	29
4. Résultats et discussions	31
4.1. Point positifs / négatifs	31
4.2. Critères de choix préconisés en probabilités	32
4.3. Approche préconisée en statistiques.....	33
4.4. Limites et perspectives	34
Conclusion.....	36
Bibliographie.....	37

Introduction

Nos parcours respectifs, tous deux ingénieurs de formation, réorientés vers l'enseignement des mathématiques après des années d'éloignement de ce domaine, nous ont confrontés au moment d'enseigner cette matière à notre méconnaissance de son histoire. En effet, malgré la nécessité, dans le cadre de la préparation des concours de l'enseignement, de nous mettre de nouveau dans une situation d'apprentissage de concepts mathématiques abstraits et d'approfondissements de nos connaissances précédentes, nous n'avions pas ressenti le besoin, ni trouvé nécessaire de les inscrire dans une évolution historique. Sans doute cet état de fait est-il lié à notre intérêt pour les mathématiques pour elles-mêmes, en ce qu'elles participent à « l'honneur de l'esprit humain » selon Jacobi. Cependant, cet intérêt spontané n'est pas toujours partagé par nos élèves et il nous paraît évident que les intéresser à notre matière est le premier moyen de les y faire progresser. Ainsi, la perspective historique sur la discipline nous est apparue comme une voie possible, un angle différent, un moyen d'attirer nos élèves vers un savoir, qui peut leur apparaître trop souvent comme froid et désincarné en proposant l'histoire des personnes et le contexte d'apparition de nouveaux concepts. Nous voulions aussi remettre l'universalisme des mathématiques au centre de l'enseignement pour dépasser un repli sur soi en mentionnant des personnalités historiques de cultures différentes mais aussi de genres différents. Cette vision permettrait selon nous de véhiculer aux élèves la possibilité pour chacun de s'approprier notre discipline.

Dans notre mémoire, nous avons fait le choix de nous intéresser particulièrement à la pertinence d'une approche historique pour l'enseignement des probabilités et des statistiques. Ce choix est justifié par trois constats. La part des probabilités et des statistiques dans les programmes a significativement augmenté pendant les vingt dernières années. Les enseignants en mathématiques n'ont généralement pas étudié autant ces domaines que l'algèbre, la géométrie ou l'analyse au cours de leur cursus de formation et n'ont par conséquent pas toujours le recul nécessaire pour les enseigner, ce qui est aussi notre cas. Enfin, le caractère relativement récent de ces domaines et leur utilisation de plus en plus importante dans la vie courante nous semblait être en mesure d'intéresser les élèves. Notre étude vise donc à apporter une réponse modeste, dans le cadre de l'enseignement des probabilités et des statistiques à des classes de seconde et de premières ES, à la question soulevée par Siu citée par Guillemette (2011): « Existe-t-il de véritables preuves empiriques

montrant un meilleur apprentissage chez les étudiants lorsque l'histoire des mathématiques est introduite dans la classe? ». En outre, nous proposerons des exercices historiques réutilisables et accessibles par nos pairs afin de consolider notre réponse.

Nous étudierons donc dans une première partie ce que nous enseigne la recherche sur l'utilisation de l'histoire des mathématiques dans l'enseignement de cette matière et, plus particulièrement, en ce qui concerne les statistiques et les probabilités. Dans une deuxième et une troisième partie, nous ferons la synthèse de nos expérimentations : de l'utilisation de divers problèmes de probabilités puis de statistiques dans les enseignements pour des classes de seconde et de première ES. Dans une quatrième et dernière partie, nous ferons le bilan critique de nos expérimentations et en tirerons des préconisations sur l'usage d'outils historiques dans l'enseignement des probabilités et statistiques pour ces classes.

1. Etat de l'art

Au cours du vingtième siècle et plus particulièrement depuis les années 1970, les études concernant le recours à l'histoire des mathématiques dans l'enseignement de la discipline se sont multipliées. Guillemette (2011) en dresse un état des lieux dans son article qui propose une analyse critique de la méthodologie utilisée dans sept études empiriques sur la pertinence de l'utilisation de l'histoire des mathématiques pour leur enseignement.

De la lecture de son article, nous avons retenu que les difficultés méthodologiques relevées dans les études analysées empêchent de conclure quant à l'intérêt didactique de l'utilisation d'un contexte socio-historique et culturel élargi pour enseigner les mathématiques. Aussi, présenterons-nous trois points de vue mentionnés par Guillemette (2011) : ceux de Siu, Jankvist et Fried. En parallèle de ces discussions scientifiques, nous présenterons les choix faits dans les programmes d'encourager l'utilisation de l'histoire des mathématiques par les enseignants dans plusieurs pays. Enfin, nous nous concentrerons sur quatre articles scientifiques qui concernent spécifiquement l'utilisation de l'histoire dans l'enseignement des probabilités et des statistiques : ceux de Desrosière (2010), de Vere-Jones (2004), de Boyé et Comairas (2002) et de Chorlay (2018) avant de présenter notre problématique de recherche.

1.1. Utilité de l'intégration de l'histoire des mathématiques

Commençons par observer que, malgré l'absence de consensus scientifique, nous trouvons des références et des encouragements à l'utilisation de l'histoire des mathématiques dans les programmes officiels de plusieurs pays comme le notent Halbout et Verplaencken dans leur mémoire de l'ESPE 2016/2017. C'est le cas de l'Italie depuis longtemps, mais aussi de l'Autriche, de l'Argentine, du Brésil, du Danemark, de la Grèce, des Pays-Bas, du Québec et de la Pologne. La mention du recours à l'épistémologie est souvent suffisamment vague pour laisser à l'enseignant la liberté de choix, ainsi le BO en France indique qu'au cours du cycle 4 : « les élèves doivent aussi percevoir que les mathématiques ne sont pas figées, qu'elles se développent et affrontent des crises. Elles sont le produit de la pensée humaine,

peuvent être objets de créativité, et sont constitutives de la culture de toute société ». Le BO propose aussi un exemple de thème interdisciplinaire mêlant sciences et histoire : « Les sciences à l'époque de la Révolution française » tout en mentionnant que « la pratique des mathématiques, en particulier les activités de recherche (...) est aussi l'occasion d'enrichir leur culture scientifique ». Le bulletin officiel du programme de seconde relève que « la diversité des activités mathématiques proposées (...) doit permettre de prendre conscience de la richesse et de la variété de la démarche mathématique et de la situer au sein de l'activité scientifique. ». Au Québec, par contre, l'apprentissage de notions d'épistémologie visant à intégrer l'évolution de la science mathématique dans un cadre plus large mêlant évolution culturelle, scientifique et sociale fait partie des objectifs affichés par le programme.

Comme le mentionnait Siu (1997) dans son article : « The ABCD of using history of mathematics in the (undergraduate) classroom », même si l'utilisation de l'histoire des mathématiques **ne se traduit pas nécessairement par de meilleures notes**, cela permet de transformer l'apprentissage de la matière en une expérience qui prend plus de sens et est plus vivante et par là permet peut-être une assimilation plus facile et plus en profondeur. Cette volonté d'élargir l'horizon de pensée des élèves en cours de mathématiques rejoint les recommandations faites par Bourdieu (1985) au collège de France: « Pour compenser les effets de la spécialisation croissante, qui voue la plupart des individus à des savoirs parcellaires, et notamment la scission, de plus en plus marquée, entre les "littéraires" et les "scientifiques", il faut lutter contre l'insularisation des savoirs liée à la division en disciplines juxtaposées ; il s'agit pour cela d'élaborer et de diffuser, tout au long de l'enseignement secondaire, une culture intégrant la culture scientifique et la culture historique, c'est-à-dire non seulement l'histoire de la littérature ou même des arts et de la philosophie, mais aussi l'histoire des sciences et des techniques. »

Une fois cette volonté affichée, reprenons les positions scientifiques relevées par Guillemette (2011). Son analyse critique des méthodologies employées dans sept études met en avant le travail de Jankvist de 2009, construit sur le recensement de 81 études empiriques publiées entre 1998 et 2009 sur l'utilisation de l'histoire des mathématiques dans l'enseignement de cette discipline. Ce dernier a tenté de catégoriser ces études selon les méthodes employées et les motivations évoquées. Ainsi, distingue-t-il trois modalités/degrés

d'introduction de l'histoire des mathématiques que l'on trouve actuellement dans l'enseignement :

- Le recours à des anecdotes visant à introduire des mathématiciens et à présenter l'évolution de notions. C'est l'approche la plus répandue dans les manuels.

- L'approche par module d'apprentissage qui propose des situations problèmes et/ou des séquences basées sur des sujets spécifiques.

- Une approche totalement intégrée où une séquence entière d'enseignement est développée à partir de l'histoire d'un objet mathématique.

Ces trois méthodes peuvent être déployées pour répondre à deux objectifs pédagogiques, selon Jankvist :

- Une raison plutôt motivationnelle ou cognitive, qui vise à aider les élèves dans leur apprentissage des mathématiques,

- Une intention plus mathématique qui considère que comprendre l'évolution historique des outils mathématiques permet d'approfondir la compréhension mathématique de ces derniers.

1.2. Limites et critiques

Guillemette (2011) classe les enseignants qui sont réticents à l'utilisation de l'histoire des mathématiques dans leur enseignement en deux grandes catégories, qui sont étudiées en détail par Fried. La première catégorie regroupe ceux qui ne voient apparemment pas l'intérêt d'intégrer l'histoire en classe, la seconde ceux qui sont intéressés mais redoutent les difficultés résultant de cette pratique.

Guillemette souligne aussi l'exhaustivité du travail de Siu de l'université de Hong-Kong dans le recensement des critiques liées à l'utilisation de l'histoire des mathématiques en classe. En 2007, ce dernier liste 16 questions ou exclamations récurrentes de la part du personnel enseignant réticent à l'intégration de l'histoire des mathématiques. Ces critiques sont classées dans l'article de Clark et al. (2016) ainsi :

- Objections de nature méthodologique et épistémologique : sur la nature des mathématiques, par exemple « This is not mathematics ! Teach the subject first ; then its

history », ou sur les difficultés inhérentes à une approche épistémologique, par exemple « Students may have an erratic historical sense of the past that makes historical contextualization of mathematics impossible without having a broader education in general history. »

- Objections de nature pratique et didactique : sur l'attitude et la formation des enseignants, par exemple « Lack of didactical time: no time for it in class! », sur l'attitude et les connaissances des élèves, par exemple « They regard it as history and they dislike history class! », sur les problèmes d'évaluation des connaissances, par exemple : « Is there any empirical evidence that students learn better when history of mathematics is made use of in the classroom ». Le sens de l'expression « learn better » est à définir et nous considérerons qu'un apprentissage est meilleur si les élèves retiennent plus facilement et plus longtemps ce qu'on leur enseigne.

Cette dernière question nous est apparue comme au centre des discussions scientifiques et par là-même comme devant être au centre de notre étude. En effet, les 15 autres critiques sont pertinentes mais peuvent, dans une certaine mesure, être atténuées dans notre contexte, par exemple en choisissant des notions du programme en lien avec des scientifiques connus d'un très large public (Galilée, Pascal, Newton). De plus, si la réponse à cette dernière question était affirmative alors les autres questions seraient balayées puisqu'il ne s'agirait plus de savoir s'il est difficile d'utiliser l'histoire des mathématiques en classe mais plutôt comment l'utiliser.

Cette étude préliminaire des avis scientifiques sur ce sujet nous a conduits à délimiter notre sujet de mémoire de la sorte :

- La question, soulevée par Siu, d'une preuve empirique de la pertinence de l'utilisation de l'histoire des mathématiques nous a semblé centrale, nous allons donc tenter d'y apporter une modeste contribution dans le cas de nos classes de seconde et de première ES.

- Notre expérimentation est motivée par un objectif motivationnel pour nos élèves, première catégorie de « pourquoi » proposé par Jankvist.

- Notre expérimentation se fera à travers les deux premières méthodes énoncées par Jankvist : le recours aux anecdotes visant à introduire des mathématiciens mais aussi l'approche par module d'apprentissage qui propose des situations problèmes et/ou des séquences basées sur des sujets spécifiques.

- L'un des critères pour le choix des exercices et des anecdotes sera la référence à des savants connus au-delà des mathématiques, afin de limiter les critiques soulevés par Siu et de susciter plus facilement l'intérêt des élèves.

1.3. Utilité de l'intégration de l'histoire des statistiques et des probabilités

Notre étude ayant été préalablement circonscrite, nous nous sommes alors concentrés sur la littérature concernant spécifiquement l'utilisation de l'histoire dans l'enseignement des statistiques et des probabilités. Cette dernière étant beaucoup plus rare que celle concernant l'histoire des mathématiques pour l'enseignement de cette discipline, nous reviendrons en particulier sur quatre articles.

Au sujet de l'enseignement de la statistique, l'article de Desrosières (2010) explique l'objectif de son cours : montrer aux élèves, à quel point les statistiques sont « un outil de gouvernement, comme le soulignent de plus en plus les sciences politiques et la sociologie des organisations. » Il justifie l'importance de cet aspect par le fait que « pour la majorité des personnes (...) le calcul des probabilités est une branche des mathématiques qui (...) se résume le plus souvent à des exercices d'arithmétique combinatoire dans une perspective fréquentiste, ou (...) conduit à des développements importants de la théorie de la mesure et de l'intégration (...). Ainsi mettre en parallèle les notions mathématiques que ces élèves connaissent avec l'histoire de leurs créations et les contextes historiques et questions cruciales ayant amené à leur développement permet de donner une « irremplaçable profondeur » à la réflexion sur la relation entre les deux faces du travail du statisticien : la statistique et l'administration économique. ».

Un autre intérêt d'un enseignement historique des sciences que propose Desrosières (2010) « est de montrer les hésitations et les controverses qui précèdent la stabilisation de formulations devenues ensuite évidentes et incontournables. » Cette idée est également défendue par Boyé et Comairas (2002) de l'IREM des Pays de la Loire dans leur article « Moyenne-médiane-écart Type. Quelques regards sur l'histoire pour éclairer l'enseignement des mathématiques » dans lequel elles montrent une manière d'aborder ces notions via

l'histoire de la précision des mesures astronomiques et qui fait intervenir de nombreux mathématiciens dont Laplace et Gauss.

Au sujet de l'utilisation de l'histoire dans l'enseignement des probabilités, l'article de Vere-Jones (2004) nous a semblé le plus pertinent dans la construction de notre réflexion. L'expérience a eu lieu en Nouvelle Zélande auprès d'étudiants en L3 à la fin des années 1970. Vere-Jones explique ses motivations, les résultats observés et dresse un bilan de ses 3 années d'expérimentations au cours desquelles il a décomposé radicalement le matériel d'enseignement pour produire une nouvelle UE dont la colonne vertébrale était l'histoire des probabilités. Ses motivations initiales étaient diverses :

- le fait qu'il était souvent plus facile de comprendre des concepts mathématiques en les abordant de la manière dont ceux-ci sont apparus dans l'histoire.
- De faire découvrir l'élégance de certains textes historiques authentiques (Hardy et d'autres) et des aspects biographiques.
- Œuvrer à faire mentir la critique des mathématiciens quant à la pauvreté de leur faculté à s'exprimer en obligeant les élèves à produire des essais.
- Essayer une nouvelle approche.

Les résultats qu'il met en évidence sont :

- Une exigence de travail beaucoup plus importante qu'anticipée pour l'enseignant dans le remodelage du matériel d'enseignement.
- De grandes difficultés au début, atténuées par la suite, à tenir les délais impartis par le programme.
- Un intérêt plutôt occasionnel des étudiants et plus important chez les plus âgés.
- L'approche demandait beaucoup plus d'attention de la part des étudiants et particulièrement pour les plus en difficulté.

Ainsi, ses conclusions sont relativement mitigées : « In the end, however, it leaves me with no clear moral to offer, no strong convictions about the role of history in teaching probability and statistics, more questions than solutions. ». Et l'intérêt principal qu'il estime en retirer réside dans l'acquisition personnelle de savoirs au travers de ses recherches préliminaires et dont il pourra faire bénéficier ses élèves par la suite. Il estime par ailleurs qu'une des principales raisons de sa décision d'arrêter une telle approche réside dans le fait de

ne pas se sentir à l'aise à proposer une approche aussi anticonformiste tout en restant convaincu qu'un dépassement du seul contenu mathématique est nécessaire : « My own belief, however, is that the goals should be broader, and that giving students some feeling for the subject's interior culture and values can be just as important to their overall grasp of the subject as the mastery of any particular technique. If this view is accepted, then it is surely worth expending some teaching time on historical aspects, and addressing more detailed issues such as how best to introduce historical aspects within a department's overall offering. ». Cela rejoint ainsi certaines des remarques soulevées par Siu.

Ces deux articles sont construits sur la base d'expériences menées avec des étudiants et même si l'aspect culturel au sens large reste vrai pour des lycéens, certaines limites identifiées par Vere-Jones (2004) peuvent être remises en cause dans notre étude :

- Le nombre de concepts à enseigner en probabilités au lycée étant assez réduit, le travail pour réaménager les chapitres sur la base d'une approche historique n'est pas si conséquent.

- Les élèves les plus faibles sont souvent ceux qui sont le moins intéressés par les mathématiques et donc potentiellement les plus susceptibles d'être attirés par une approche différente.

Enfin, le seul article que nous ayons pu trouver sur l'usage de textes historiques dans l'enseignement des probabilités et des statistiques au niveau secondaire est le chapitre 9 du livre : « Let History Into the Mathematics Classroom ». Il s'agit d'un retour d'expérience de Chorlay (2018) sur l'introduction des probabilités dans une classe de terminale au travers d'un texte de Leibniz sur un jeu de dés, texte qui comporte une erreur que les élèves seront amenés à relever grâce à l'utilisation des statistiques. L'une des motivations de l'auteur, quant au choix de Leibniz, était qu'il faisait écho aux programmes de français des élèves qui avaient souvent étudié *Candide* de Voltaire en classe de première. Une étude a posteriori au niveau des élèves a permis de donner les résultats suivants: « In reply to the question "Did this work on historic texts interest you personally?" I got "no interest" 1, "of little interest" 0, "no opinion" 1, "quite interesting" 18, "very interesting" 0. In reply to the closed question "Would you like to study other historic texts connected to other chapters this year? (Yes/No)," 18 responded Yes and 1 No. » Quant aux commentaires plus ouverts laissés par certains des élèves, ces derniers rejoignent les objectifs pédagogiques mis en évidence par Jankvist :

- « It allowed us to understand where all those theorems we have been made to swallow in class came from. » : la compréhension de l'évolution historique des notions approfondit leur apprentissage, ce qui a été mentionné par Desrosières (2010) et Jankvist.

- « I found these sessions better than the others as we have left aside the lesson a little and we only did exercises. I find that it is easier to understand the lesson with the help of an example or a practical exercise, that is, one with real value. » montre que l'objectif motivationnel, qui vise à aider les élèves dans leur apprentissage des mathématiques a été atteint.

1.4. Motivation et problématique

Le choix de travailler ensemble sur la thématique de l'histoire des probabilités et des statistiques nous est apparu comme une opportunité non négligeable d'enrichir notre culture mathématique et notre connaissance de ces deux matières qui n'étaient pas aussi importantes dans les programmes durant notre scolarité.

Leur apparition tardive dans l'histoire rend plus difficile la recherche de textes historiques pertinents dans la mesure où il existe peu de manuels ou de recueils d'exercices par rapport aux autres domaines des mathématiques tels que la géométrie ou l'arithmétique. Ce constat est encore plus prégnant pour les statistiques, cette science étant plus récente. Aussi, avons-nous décidé d'avoir une approche différente entre les statistiques et les probabilités.

La naissance de la théorie des probabilités remonte à Galilée, Fermat et Pascal, on dispose de nombreuses sources quant à leur genèse, il est donc plus facile d'enseigner à des élèves les processus de réflexions ayant abouti au développement de la théorie. Les statistiques quant à elles n'émergent qu'à l'époque napoléonienne de la volonté d'une prise en main politique. La période coïncide aussi avec le moment où la mort cesse d'être une fatalité pour devenir un scandale en Europe. Ainsi, les exemples de l'utilisation des statistiques à la résolution de problèmes concrets et aux impacts significatifs foisonnent :

- Florence Nightingale et sa participation à l'amélioration des conditions sanitaires sur les champs de bataille et dans les hôpitaux,

- John Snow et l'identification du vecteur du cholera,
- d'Angeville et le lien entre faible taux de goître et départements côtiers, etc.

En outre, il nous semble que le rôle principal d'un enseignant est de transmettre aux élèves un esprit critique comme le souligne Bourdieu (1985) au collège de France. : « Parmi les fonctions imparties à la culture, l'une des plus importantes est sans doute le rôle de technique de défense contre toutes les formes de pression idéologique, politique ou religieuse : cet instrument de pensée libre, (...) peut permettre au citoyen d'aujourd'hui de se protéger contre les abus de pouvoir symbolique dont il est l'objet, ceux de la publicité, ceux de la propagande et du fanatisme politique ou religieux. ». Ce regard critique a été porté très tôt sur les statistiques puisque Lamartine déclarait à la tribune de l'Assemblée Nationale : « Les prestidigitateurs font leurs tours avec des gobelets, les économistes font leurs théories avec des statistiques », et il nous semble important d'aiguiser le regard de nos élèves dans nos sociétés modernes où les chiffres foisonnent, non pas pour tout rejeter en bloc mais pour prendre de la distance, réfléchir sur les informations.

Cette attitude de doute raisonnable est défendue aussi par Laplace (1814) en introduction de son « Essai Philosophique sur les Probabilités » : « On peut même dire, à parler en rigueur, que presque toutes nos connaissances ne sont que probables ; et dans le petit nombre des choses que nous pouvons savoir avec certitude, dans les sciences mathématiques elles-mêmes, les principaux moyens de parvenir à la vérité, l'induction et l'analogie se fondent sur les probabilités ; en sorte que le système entier des connaissances humaines, se rattache à la théorie exposée dans cet essai. »

Ainsi, ce mémoire nous a semblé être l'opportunité d'expérimenter des approches différentes d'enseignement des probabilités et des statistiques pour développer l'esprit critique de nos élèves et fournir à nos collègues des activités réutilisables dans leurs classes. C'est la raison pour laquelle nous avons essayé de répondre dans cette étude à la problématique suivante :

L'enseignement des probabilités et des statistiques, en classe de seconde et de première ES, à l'aide de problèmes et de données historiques qui sont à l'origine de ces théories facilite-t-il l'apprentissage des élèves ? Faciliter s'entend ici comme intéresser les élèves et leur permettre de mieux réinvestir leur savoir dans une situation contemporaine.

2. Expérimentation en probabilité

2.1. Contexte et réflexions

Notre première intention pour l'expérimentation de l'utilisation de l'histoire des probabilités pour son enseignement en classe était de sélectionner et de tester des exercices historiques. Des choix opérés pour ces exercices aurait découlé une méthodologie de sélection d'exercices réutilisable par nos collègues enseignants. Ainsi, nous avons lu les références historiques suivantes pour identifier des ressources pertinentes pour nos classes :

- L'Art de Conjecturer de Bernoulli (1713), qui reprend un traité de Huygens,
- Essay d'Analyse sur les Jeux de Hazard de Montmort (1713),
- Théorie des probabilités de Quételet (1853),

Nous avons trouvé la plupart de ces ressources sur le site : <https://hist-math.u-ga.fr/> construit par B. Ycart et nous nous sommes appuyés dans nos recherches sur les histoires qu'il y propose, notamment :

- L'aiguille de Buffon,
- La puissance du binôme,
- Le paradoxe de Saint Pétersbourg.

Le premier critère dans nos recherches d'exercices était l'adéquation entre les programmes de nos classes : première ES et seconde, et les notions abordées. Un second critère était la complexité de la formulation de l'exercice ou de la situation décrite (jeu par exemple). Un troisième était la difficulté de la solution et son intérêt au regard des capacités attendues de nos élèves. Le dernier critère utilisé, lorsque cela était possible, était de choisir des exercices qui permettraient soit d'introduire des personnages historiques importants pour la culture générale de nos élèves, soit de faire un lien avec une autre matière de leur cursus.

Suivant ces critères, les exercices qui ont retenu notre attention sont : le problème des partis et le paradoxe de Saint-Pétersbourg pour les premières ES et le paradoxe du Duc de

Toscane pour les secondes. Les pistes qui ont été écartées de notre sélection sont : le jeu du Pharaon, le jeu des 7 dés et le jeu des sauvages.

Nous justifions plus en détails ces choix :

- Le jeu du Pharaon (décrit par Montmort) était intéressant d'un point de vue historique dans la mesure où il est proche du Poker actuel. De plus, il avait l'avantage par rapport à d'autres jeux de l'époque de pouvoir être expliqué relativement facilement. Par contre, les exemples proposés à 4 et 6 cartes, puis dans un cas général, nous paraissaient trop ambitieux pour des élèves de première ES. Nous pensons qu'ils seraient plus adaptés à des élèves de première voire de terminale S, ces derniers ayant l'avantage de pouvoir combiner démonstration par récurrence, probabilités et suites.

- Les jeux des 7 dés et des sauvages (décrits par Montmort) n'avaient pas d'intérêt historique suffisant à notre avis, et faisaient intervenir beaucoup de combinatoire, ce qui est très à la marge du programme de première ES.

- Le paradoxe du duc de Toscane et le problème des partis nous ont semblé parfaitement adaptés à nos classes : ils sont simples à comprendre et à résoudre, ils font intervenir les notions des programmes et des scientifiques importants tels que Galilée, Fermat et Pascal.

- Le paradoxe de Saint-Pétersbourg nous paraissait un prolongement intéressant du cours pour les premières ES car ce problème est à la base de la théorie du risque en économie. Ainsi, un pont pouvait être fait avec une autre matière importante du cursus ES.

2.2. Méthodologie

Dans le cadre de la problématique introduite dans la première partie, nous avons décidé d'expérimenter l'utilisation de problèmes historiques des mathématiques au travers des deux premiers « Comment » de Jankvist, à savoir :

- le recours à des anecdotes visant à introduire des mathématiciens et de présenter l'évolution de notions : ce fut le cas pour le problème de Saint-Pétersbourg dans nos deux classes de première ES.

- L'approche par module d'apprentissage qui propose des situations problèmes et/ou des séquences basées sur des sujets spécifiques : ce fut le cas pour nos classes de secondes via

la construction d'une séquence articulée en partie autour du paradoxe du Duc de Toscane et de la classe de première ES de M. Monet via une séquence introduite par le problème des partis.

2.2.1. Méthodologie d'expérimentation sur le problème des partis

L'idée première était de comparer une classe de référence, celle de M. Bordel, qui n'avait pas vu le problème des partis en cours à une classe, celle de M. Monet, dont le problème des partis avait servi de base à la séquence du cours. La comparaison s'est faite lors du devoir surveillé de chacune des classes.

Le groupe de référence, a eu l'exercice suivant lors du devoir surveillé :

« Deux joueurs Roger et Rafael s'affrontent en finale d'un tournoi de tennis en 3 sets gagnants. Roger mène 2 sets à 1 lorsque la finale doit être arrêtée pour une raison extraordinaire. On considère dans cet exercice qu'ils ont tous les deux une chance sur deux de gagner chaque set.

- 1) Construire un arbre qui représente les situations possibles pour les prochains sets.
- 2) Déterminer les probabilités de victoire de Roger et de Rafael.

On considère que le vainqueur du tournoi remporte 10 000 €, le second 3 000 €.

- 3) On note X la variable aléatoire associée au gain de Roger et Y celle associée au gain de Rafael, calculer $E(X)$ et $E(Y)$.
- 4) Comment répartir les gains de manière équitable suite à l'interruption de la finale ? »

La classe de première ES de M. Monet ayant abordé le problème des partis depuis le début de la séquence, a eu une version revisitée de ce problème lors du devoir surveillé :

« Deux joueurs A et B s'affrontent en finale d'un tournoi de tennis en 3 sets gagnants. Le gagnant remportera 1000 EUR et le perdant 500 EUR. Lors de toutes leurs dernières confrontations A a gagné 15 sets et B 5 sets. B mène par 2 sets à un. Pour une raison extraordinaire, la finale doit être arrêtée.

- a) Quelle aurait été pour A la probabilité de gagner le prochain set ?
- b) En considérant que cette probabilité aurait été la même pour tous les sets restants à jouer, comment serait il équitable de partager les gains entre A et B ? »

2.2.2. Méthodologie d'expérimentation sur le problème du paradoxe de Saint-Pétersbourg

Un TD était organisé en classe de première avec une fiche distribuée en annexe présentant brièvement la famille Bernoulli et le fait que le problème n'avait été résolu que plus de 2 siècles plus tard. L'objectif était de revenir sur le même TD quelques mois plus tard avec l'introduction des suites pour montrer la démonstration du paradoxe. Malheureusement, étant donné le peu d'enthousiasme montré par les élèves lors de la première séance et après avoir commencé les suites avec nos classes respectives, il nous est apparu que la résolution du problème était trop ambitieuse pour des classes de première ES et semblait plus appropriée à des classes de terminale S.

2.2.3. Méthodologie de l'expérimentation du paradoxe du Duc de Toscane en classe de seconde

L'expérimentation dans la classe de seconde de M. Bordel a été faite en fin de chapitre sur les probabilités après qu'une activité d'introduction sur la somme de deux dés ait été faite en classe. Cette première activité avait été l'occasion de présenter aux élèves l'utilisation d'un tableur dans le cas de la simulation d'une expérience aléatoire.

L'activité a eu lieu sur une séance en demi-groupe, le premier groupe étant constitué de 18 élèves et le second de 17. Ces derniers étaient répartis par groupes de trois dans une salle informatique avec un poste par groupe. Les consignes écrites et orales ont été données en début d'heure et cette séance s'est déroulée sous la forme d'un problème ouvert où les élèves étaient en autonomie pendant la séance avec possibilité de lever la main pour être aidé.

Le déroulé de la séance était le suivant :

- 10' : découverte du sujet (lecture individuelle)
- 25' : travail sur tableur et sur feuille pour répondre aux questions proposées
- 20' : rédaction d'une synthèse par groupe

Les élèves avaient à leur disposition un document de consignes (Annexe I) contenant :

- Le contexte historique du problème et une explication de son influence dans la naissance de la théorie des probabilités

- Le rendu attendu : une synthèse par groupe
- Des questions de guidage pour orienter la réflexion des élèves
- Un exemple de format de tableur et un guide des formules utiles

L'expérimentation dans la classe de seconde de M. Monet a été faite en introduction de chapitre sous forme de situation-problème, un quart d'heure après avoir introduit l'expérience aléatoire sur la somme des chiffres lors du lancer de 2 dés.

L'activité a eu lieu sur une séance en classe entière, lors de la visite conseil de la tutrice ESPE et en présence également du tuteur académique de M. Monet afin de recueillir des observations extérieures.

Le déroulé de la séance était le suivant :

- 5' : Introduction historique et découverte du sujet
- 10' : Recherche de combinaisons donnant une somme de 9 ou 10 avec 3 dés
- 15' : **Institutionnalisation** du vocabulaire des probabilités (événement, univers, événements élémentaires)
- 10' : Présentation statistique des résultats sur tableur
- 15' : Recherche des manières de faire ces combinaisons avec 3 dés différents
- Conclusion à rédiger pour la séance suivante

Les élèves avaient à leur disposition un document de consignes (Annexe II) contenant :

- Une introduction historique
- Des questions de guidage pour orienter la réflexion des élèves
- Une ouverture sur un autre problème de dés (celui du chevalier de Méré) à traiter en fin de chapitre pour s'entraîner à manipuler les événements contraires.

2.3. Résultats

2.3.1. Résultats sur le problème des partis en classes de première

Résultats sur l'exercice noté sur 6 points pour 32 élèves dans la classe de M. Bordel:

Note obtenue	0 - 1,5	1,5 - 3	3 - 4,5	4,5 - 6
Nombre d'élèves	5	7	13	7

Résultats de l'exercice revisité dans la classe de M. Monet

Ont refait exactement comme dans le cours (1/4-3/4)	Ont intégré les notions de non équiprobabilité	Ont intégré le changement dans la distribution des gains	Ont réparti les gains des 2 joueurs en 1/3, 2/3	Non fait
10	0	11	3	5

Ainsi il est difficile de comparer les deux classes, d'une part faute d'avoir pu travailler sur le même exercice (mettre directement l'exercice revisité à la classe de M. Bordel aurait été une tâche trop difficile et le contraire aurait simplement constitué un exercice de cours dans la classe de M. Monet), d'autre part, les résultats étant issus de deux classes différentes avec deux enseignants différents.

Néanmoins, bien que le problème des partis n'ait été abordé qu'en DS dans la classe de M. Bordel, la correction a été l'occasion d'apporter aux élèves un éclairage historique sur ce problème et de souligner son importance dans le développement de la théorie des probabilités. L'objectif était alors plus culturel que mathématique et un concours de circonstance a renforcé cet apport : l'enseignante de Français de la classe venait de leur présenter Pascal lors d'un commentaire de texte. Après vérification auprès des élèves suite à un échange avec cette enseignante, ils avaient bien fait le lien et nous pouvons espérer que ce changement de contexte du savoir leur permettra de l'inscrire plus profondément dans leur mémoire.

Dans la classe de M. Monet, on peut déduire des résultats que la notion de non équiprobabilité semble plus difficilement maîtrisée et qu'il serait certainement important d'y

consacrer plus de temps, ce qui pourrait facilement être fait à travers le problème des partis en fin de séquence.

2.3.2. Résultats de l'expérimentation du paradoxe du Duc de Toscane en classe de seconde

Nous présenterons trois types de résultats sur cette expérimentation :

- L'évaluation des synthèses rendues par les élèves en fin de séance chez M. Bordel,
- Les notes obtenues sur l'exercice de probabilité du DS commun par rapport aux autres classes,
- Les observations durant ces deux séances.

Les synthèses ont été évaluées par des lettres allant de A à D sur les critères suivants :

- Compréhension du paradoxe historique,
- Démarche proposée pour contredire le Duc de Toscane,
- Les résultats trouvés (simulation et dénombrement).

Résultats obtenus :

Lettre obtenue	A	B	C
Nombre de groupes	4	6	2

Les observations pendant les séances de M. Bordel ont été plutôt positives. Pour les deux demi-groupes, l'activité a été rapidement comprise et les groupes d'élèves se sont mis au travail de manière efficace. Deux-tiers des groupes ont préféré faire tout le travail ensemble alors qu'un tiers des groupes a réparti les tâches. Cette répartition des tâches se faisait entre la recherche sur feuille du dénombrement des issues menant à une somme de 9 et à une somme de 10 avec trois dés, et la construction d'une simulation numérique de cette expérience aléatoire sur tableur. Environ un tiers des groupes a dénombré directement le nombre d'issues en prenant en compte le fait que les sommes ne sont pas équiprobables ($3+3+3$ est six fois moins probable que $1+5+3$). Aussi, pour ces derniers, la difficulté a été de comprendre où le Duc avait fait une erreur car ils ne voyaient pas de paradoxe : leur dénombrement et leur

résultat de simulation se correspondaient parfaitement. Seuls deux groupes sur 12 n'ont pas réussi à dénombrer correctement le nombre d'issues possibles pour chacune des sommes mais tous les groupes sans exception ont réussi à simuler les expériences aléatoires. 4 groupes ont même augmenté le nombre de simulations car ils ne retrouvaient pas (selon eux) l'observation du Duc de Toscane. En général, cette séance a semblé intéresser les élèves et les synthèses ont montré un véritable investissement de leur part. Deux commentaires toutefois : un groupe a cru que l'erreur avait été faite par Galilée au lieu de Duc de Toscane, ce qui souligne une lecture trop rapide du contexte. L'intérêt des élèves pour cette séance peut tout aussi bien être lié à l'utilisation du tableur, à leur autonomie pendant la séance qu'au contexte historique de l'activité.

Dans les séances de M. Monet, sur le plan du ressenti, les résultats ont paru mitigés : le premier constat fut celui évoqué dans la liste de Siu : « They regard it just as boring as mathematics itself ». Néanmoins, cette remarque est à nuancer dans la mesure où les deux observateurs, M. Blache, tuteur académique et Mme. Dubouloz, tutrice ESPE ont tous deux remarqué un regain d'attention notable de la part des élèves au cours de l'introduction historique. Sur le plan des résultats des élèves, M. Monet a été relativement surpris du fait que plusieurs élèves ont identifié rapidement et correctement les différentes combinaisons possibles jusqu'à finalement aboutir à des réponses correctes en termes de probabilités.

Sur le plan des notes que nous avons collectées à la suite du DS commun, les moyennes générales et les moyennes obtenues pour les exercices de probabilités donnent les résultats suivants :

	Seconde de M. Bordel	Seconde de M. Monet	Autre seconde 1	Autre seconde2
Moyenne (/40)	24,41	18,17	17,84	19,08
Moyenne en probabilité (/6)	3,13	1,98	1,94	2,68

Ainsi, ces résultats ne permettent pas de conclure quant à un bénéfice effectif de l'utilisation de l'histoire des probabilités sur les résultats des élèves à court-terme.

2.4. Difficultés lors de l'expérimentation

2.4.1. Difficultés lors de l'expérimentation du paradoxe du Duc de Toscane en classe de seconde

L'activité sur tableur et le dénombrement sur feuille n'ont pas posé de difficultés aux élèves. Peut-être ce constat est-il lié au fait qu'une activité d'introduction avait été réalisée en classe précédemment sur le lancer de deux dés ? Il est intéressant de comparer l'activité faite dans la classe de M. Bordel en fin de chapitre à celle menée dans la classe de M. Monet en introduction.

En effet il pouvait paraître ambitieux de commencer le chapitre de probabilités en seconde avec le paradoxe du Duc de Toscane sous forme de situation-problème. Néanmoins, après un échange avec le tuteur académique de M. Monet, nous avons tout de même décidé de tenter l'expérience lors de la visite conseil afin justement d'obtenir un avis un peu plus objectif sur la séance via les deux tuteurs. Finalement les impressions ont été plutôt positives et l'aspect historique a peut-être joué un rôle dans l'intérêt que les élèves ont porté au problème. D'ailleurs, deux élèves peu attentifs habituellement ont abouti en fin de séance aux bons résultats en termes de probabilités.

2.4.2. Difficultés lors de l'expérimentation du paradoxe de Saint-Pétersbourg en classe de première ES

La seule remarque que nous pouvons faire est qu'à notre grande surprise, le TD du paradoxe de Saint-Pétersbourg n'a pas du tout intéressé les élèves de première ES. Dans la classe de M. Monet, le TD a été organisé un vendredi après midi où la classe était particulièrement dissipée. Il s'est avéré qu'une partie des élèves cherchait à suivre sur leurs portables les résultats de la finale des championnats de France de Handball à laquelle participaient quatre élèves de la classe ! Nous pensions qu'en introduisant un problème lié à l'économie, cela susciterait un intérêt un peu plus important chez nos élèves. Le constat est différent : deux mois plus tard, lors de l'introduction de la loi binomiale, un élève a demandé à M. Monet l'origine du concept d' « épreuve de Bernoulli ».

3. Expérimentation en statistique

3.1. Contexte et réflexions

Comme mentionné en fin de l'état de l'art, l'approche choisie pour l'identification de textes historiques pertinents en statistiques a été complètement différente de celle suivie pour les probabilités. En effet, alors qu'il existe des textes relativement anciens d'enseignement des probabilités contenant des exercices, les statistiques sont quant à elles nées d'une volonté de prise en main politique sous Napoléon. Aussi, avons-nous plutôt recherché des données historiques intéressantes pour nos élèves sur lesquelles bâtir un ou des exercices. De plus, l'année scolaire étant bien avancée lorsque nous avons choisi notre sujet de mémoire, les chapitres de statistiques avaient déjà été traités avec nos classes. Nous avons donc cherché des données qui permettent à nos classes de secondes de réinvestir leurs connaissances en statistiques.

Pour ce faire, nous avons lu :

- Aperçu statistique sur la durée de la vie de Bigeon (1829),
- Recherche sur la Loi de la Croissance de l'Homme et Recherches sur le Penchant au Crime aux Différents Ages de Quételet (1833 et 1831),

De même que pour les probabilités, nous avons trouvé la plupart de ces ressources sur le site : <https://hist-math.u-ga.fr/> et nous nous sommes appuyés dans nos recherches sur les histoires que B. Ycart propose sur ce site, en particulier:

- The lady with a Lamp,
- Dr Jekyll and Mr. Hyde,
- Tables de mortalité,
- Des amateurs scrupuleux.

Les critères que nous avons retenus pour le choix des données sont les suivants :

- Les données devaient être compréhensibles par les élèves,

- Les données devaient respecter une certaine « bienséance » contemporaine (nous avons donc évité les sujets concernant la mortalité infantile ou les propagations de maladies),
- L'approche historique sur ces données devait pouvoir être réinvestie par les élèves,
- Le contexte historique devait autant que possible pouvoir intéresser les élèves ou au moins les marquer.

Nous avons donc choisi d'utiliser les données sur la population française réunies par d'Angeville. En particulier, nous avons retenu le lien qu'il avait établi entre le nombre de portes et de fenêtres des maisons et le niveau d'éducation dans les départements, qui avait tant fait rire l'Académie des Sciences, car il permettait de souligner une causalité commune, la richesse. De plus, le fait que la sœur de d'Angeville ait été la première femme à avoir gravi par elle-même le Mont-Blanc nous donnait une anecdote propice à être mémorisée par les élèves. Nous voulions enfin mentionner lors de l'expérimentation les progrès faits en médecine grâce aux statistiques afin de montrer aux élèves à la fois les limites des raisonnements simplistes sur la base de statistiques (corrélation ne veut pas dire causalité) mais aussi leur intérêt quand elles sont utilisées de manière rigoureuse.

3.2. Méthodologie

Les objectifs de notre expérimentation étaient les suivants :

- Réinvestir les connaissances de statistiques de nos élèves de seconde sur la base de données historiques,
- Les faire manipuler un grand nombre de données à l'aide d'un tableur,
- Les faire réfléchir à l'interprétation possible de données statistiques en grand nombre en se mettant à la place de d'Angeville en 1836,
- Les faire réfléchir à la différence entre corrélation et causalité sur la base de données historiques et de données récentes.

L'expérimentation a eu lieu lors d'une phase de révision en amont du DS commun de toutes les classes de seconde de notre établissement. L'activité a eu lieu sur une séance en

demi-groupe dans une salle informatique pour chacune des deux secondes de M. Bordel et M. Monet. Les élèves étaient installés par binôme de leur choix sur les postes informatiques.

L'enseignant avait à sa disposition une synthèse de notes historiques sur la naissance des statistiques contenant en particulier :

- La citation de Lamartine (1790-1869) à la tribune de l'assemblée : « Les prestidigitateurs font leur tour avec des gobelets, les économistes font leurs théories avec des statistiques » qui donne une impression de la perception des statistiques au XIXème siècle.
- Des contributions des statistiques aux progrès de la médecine à travers deux personnages historiques : Florence Nightingale (1820-1910, infirmière britannique) dont les observations statistiques durant la guerre de Crimée de 1853 lui a permis d'améliorer les conditions sanitaires de nombreux hôpitaux, limitant ainsi de certaines maladie par l'air et l'eau. John Snow (médecin britannique, 1813- 1858) qui, à partir d'études statistiques, a identifié le vecteur du choléra comme étant une eau contaminée.
- Quelques informations sur Adolphe d'Angeville (1796-1856, député de l'Ain de 1834 à 1848), frère de Henriette d'Angeville (deuxième femme à avoir atteint le sommet du Mont Blanc, mais la première à l'avoir atteint sur ses deux jambes), qui fut l'un des premiers à mener une étude statistique précise sur les départements français en 1836 et dont les données seront la base de l'activité réalisée par les élèves.

Les élèves avaient à leur disposition :

- Un document de consigne contenant des extraits du texte historique de d'Angeville, cf. Annexe III
- Un fichier tableur contenant une sélection des données de d'Angeville :

	A	B	C	D	E	F	G
1	Remplir les cases en bas de tableau					Formulations de Dangeville	
2	Departement	Departement	Nombres d'ignorants pour 1000 recrues	Nombre de portes et fenetres pour 100 habitations	Nombre de personnes exemptees pour petite taille		
3	1	Ain	426	104	167		
4	2	Aisne	387	155	195		
5	3	Allier	785	84	543		
6	4	Basses Alpes	458	94	270		
7	5	Hautes Alpes	211	99	471		
8	6	Ardeche	660	68	391		

88								
89	Effectif total							
90	Moyenne							
91	Mediane							
92	Etendue							
93	Quintile 1							
94	Quintile 5							
95								
96	Fonctions à utiliser	SOMME :	=SOMME(plage de valeurs à sommer : Cellule de depart:Cellule finale)					
97	Tri		Utiliser les flèches dans les colonnes pour trier les valeurs					
98	Opérations usuelles	*+/-	A utiliser apres un =					
99								

La séance se déroulait ainsi :

- 5' : introduction orale de la séance par l'enseignant puis distribution des sujets
- 5' : lecture du document de consigne par les élèves et découverte du fichier tableur
- 15' : détermination des indicateurs statistiques et proposition d'une définition de « quintile »
- 10' : détermination des groupes de 17 départements les « plus ignorants », les « moins ignorants », ayant le plus de portes et de fenêtres, le moins de portes et de fenêtres
- 10' : Mise en commun et recherche de lien entre ces groupes de départements
- 10' : Discussion et conclusion sur la base du second extrait de texte de d'Angeville et des graphiques proposés.

3.3. Résultats

Nous présenterons quatre types de résultats sur cette expérimentation :

- Les notes obtenues sur l'exercice de statistiques du DS commun par rapport aux autres classes,
- Le retour d'un sondage effectué en classe sur ce type d'activité historique,
- Les observations durant ces deux séances,
- Les comptes rendus des élèves ramassés lors de la séance suivante chez M. Monet.

Les observations qualitatives pendant ces séances en demi-groupe seront données sous forme de compte-rendu. Lors de la première séance de demi-groupe dans la classe de M. Bordel, des difficultés logistiques inattendues ont retardé le début de la séance, ce qui n'a pas laissé suffisamment de temps aux élèves pour prendre le recul nécessaire sur l'activité. Toutefois, les élèves ont réussi à calculer les indicateurs statistiques demandés des séries de

données et l'enseignant a pu lister sous leur dictée les départements des catégories demandées : les élèves ont ainsi pu remarquer qu'on retrouvait la plupart des départements de la catégorie des « plus ignorants » dans la catégorie des départements où les maisons avaient le moins de portes et de fenêtres. Un élève a précisé que cela venait sans doute de la pauvreté de ces départements, ce qui était bien la réponse attendue. La séance a dû en rester là par manque de temps.

Lors de la seconde séance de demi-groupe dans la classe de M. Bordel, la mise au travail a été plus rapide (séance commencée à l'heure sans difficulté de connexion). Les binômes étaient plus à l'aise avec le tableur et ont pris plus d'initiatives, par exemple certains ont cherché des fonctions du tableur qui ne leur étaient pas demandées. Le groupe est arrivé plus vite au constat qu'il semble y avoir un lien entre « nombre d'ignorants » et « nombre de portes et de fenêtres » mais n'a pas proposé d'interprétation liée à la richesse comme cause commune possible. A la lecture du second extrait du texte de d'Angeville qui fait un lien entre la quantité de châtaignes consommées dans les départements et la taille des personnes, un élève a proposé la justification suivante : « les personnes sont plus petites car elles se baissent pour ramasser les châtaignes ». L'enseignant a répondu qu'il n'y avait pas forcément de causalité entre ces deux variables et que d'autres facteurs avaient pu être oubliés. Ce même élève dira (cette fois en plaisantant) : « tout est lié » quand nous regarderons les graphiques montrant des corrélations entre des variables sans lien causal (par exemple nombre de doctorats en sociologie et nombre de vols spatiaux non commerciaux aux Etats Unis). L'approche historique a semblé mieux comprise par ce groupe notamment grâce à la recherche de corrélation entre des variables puis de causes communes éventuelles. Un commentaire a été fait en fin de séance sur le fait que les biais statistiques étaient éliminés des études scientifiques.

Globalement, l'expérimentation était plutôt positive du point de vue des capacités des élèves : malgré le nombre de données proposées (3 variables étudiées sur 85 départements), les élèves se repèrent vite dans les données et utilisent des formules du tableur ainsi que les fonctions de tri sans trop de difficultés. Il paraît plus délicat de conclure sur la portée de l'approche historique, la démarche semble toutefois avoir été mieux comprise par le second groupe.

Dans la classe de M. Monet, l'expérience a été un peu plus laborieuse et étant données les difficultés que la plupart des binômes ont eu pour remplir les données dans le tableur, principalement faute de maîtrise de l'outil, très peu de groupes sont parvenus à lister les 17 départements des catégories des plus ignorants et des 17 départements ayant le moins de fenêtres. De plus, un seul des binômes du second demi-groupe a identifié avec surprise un lien entre le faible nombre de fenêtres et le nombre important d'ignorants quelques minutes avant la fin de la séance. Ainsi, afin de permettre aux élèves de réfléchir un peu plus longuement sur le sujet il leur a été demandé de finir le travail chez eux et de le rendre à la séance suivante. Dans les comptes-rendus ramassés, seuls deux groupes sur 15 remettent en question le lien entre consommation de châtaignes et taille. De même, seul un groupe remet en question la corrélation entre les données récentes. Ceci conforte l'idée qu'il est important d'entraîner les élèves à la prise de recul sur les données lues. Une correction en classe du TP a permis de faire comprendre aux élèves la nécessité de questionner et d'être critique sur des données graphiques.

L'expérimentation était plutôt positive. Elle a permis aux élèves de réactiver leurs connaissances en statistiques qui avaient été abordées plusieurs mois auparavant tout en leur donnant la possibilité de travailler sur tableur. Elle a permis de mettre en évidence des incompréhensions des notions d'effectif, de quartiles et finalement de clarifier certains points pour beaucoup d'entre eux. Il paraît délicat de conclure sur la portée de l'approche historique, le bénéfice de la séance nous paraît plutôt venir du fait d'avoir travaillé sur des données qui sont beaucoup plus nombreuses que celles que l'on trouve habituellement dans les exercices et qui justifient pleinement l'utilisation des indicateurs statistiques vus en classe.

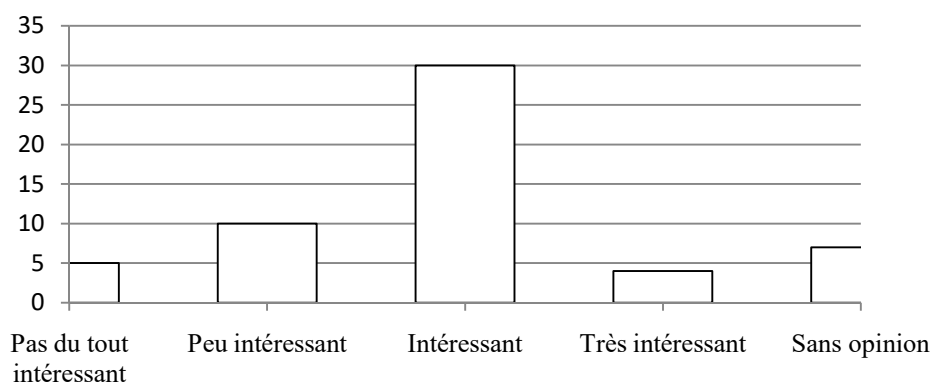
Sur le plan des notes que nous avons collectées à la suite du DS commun, les moyennes générales et les moyennes obtenues pour les exercices de statistiques donnent les résultats suivants :

	Seconde de M. Bordel	Seconde de M. Monet	Autre seconde 1	Autre seconde2
Moyenne (/40)	24,41	18,17	17,84	19,08
Moyenne en Statistique (/5,5)	4,31	3,24	3,22	3,19

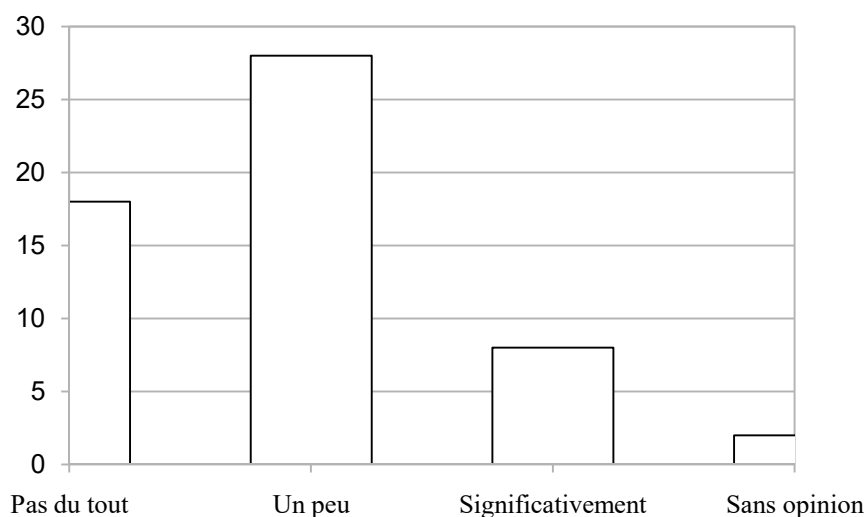
Il pourrait sembler ici que les notes soient un peu meilleures dans nos deux classes mais cela est probablement lié à la réactivation des notions lors d'un TD 2 jours avant le DS commun plutôt qu'au recours à l'épistémologie en classe.

Les retours des questionnaires (cf Annexe IV) que nous avons distribués suite à ces séances en classe de seconde sont par contre plus intéressants :

Intérêt pour les séances historiques



Aide apportée par l'approche historique



Ainsi, bien que l'intérêt pédagogique ne soit pas évident pour les élèves, une forte majorité d'entre eux a trouvé le recours à l'histoire intéressant voire très intéressant. Ceci se confirme dans les questions plus ouvertes. Plus de 60 % des élèves affirment qu'ils aimeraient que ces approches différentes soient plus fréquentes alors que moins de 20 % y sont opposés.

Parmi les arguments retrouvés dans les réponses favorables à un recours plus systématique à l'histoire on trouve :

- La culture générale (30 % des réponses)
- La sortie du cadre habituel de l'enseignement (20 % des réponses)
- Le fait que cela aide à comprendre d'où viennent les théories et comment elles ont été développées (18% des réponses)
- Une aide à la compréhension des notions (15 % des réponses)

A l'opposé, l'argument le plus souvent utilisé contre le recours à l'histoire (25 % des cas) est que cela rend les notions abordées encore plus complexes et que les élèves se passeraient bien de cette difficulté supplémentaire.

3.4. Difficultés lors de l'expérimentation

Les difficultés apparues lors de l'expérimentation étaient :

- logistiques : le déplacement de la classe habituelle à la salle informatique (changement de bâtiment, environ 500 m + 2 étages) entre deux heures le jour du passage à l'heure d'été (donc avec des sonneries décalées le matin) a entraîné une perte de temps considérable augmentée du temps de connexion des élèves qui avaient été nombreux à perdre leur code. Ce retard a mis les élèves en difficulté pour conclure la séance. Une amélioration possible serait de faire l'introduction orale et la distribution des sujets pendant la séance précédente.

- liés aux connaissances statistiques des élèves: ils ont rarement su définir l'effectif de chaque série, peut-être était-ce lié au nombre de données ? Nombreux sont les élèves qui ont fait la somme de toutes les valeurs pour chaque colonne au lieu de simplement compter les départements. Une amélioration possible serait de faire cette séance à la suite du chapitre de statistiques plutôt qu'en phase de réactivation de connaissances.

- liées à l'utilisation du tableur : certains élèves n'ont pas l'habitude d'utiliser un tableur et ont eu du mal à appliquer les formules proposées (forte minorité). Plusieurs élèves au contraire ont cherché par eux-mêmes des fonctions du tableur qui n'étaient pas proposées dans le sujet (médiane, moyenne). Une amélioration possible serait de proposer cette séance une fois que les élèves ont été entraînés plusieurs fois sur tableur.

- liées au pilotage de la séance : l'introduction historique était orale et les élèves ont été déconcentrés par la présence des ordinateurs auxquels ils cherchaient à se connecter. Une amélioration possible serait d'introduire la séance en salle habituelle en ajoutant éventuellement des supports visuels lors de la séance précédente.

4. Résultats et discussions

4.1. Point positifs / négatifs

Le principal point positif de l'expérimentation d'un recours à l'histoire des mathématiques est le retour positif reçu de la part de certains élèves après les cours ainsi que le regain d'attention des élèves observé par les tuteurs académiques et ESPE de M. Monet lors de l'introduction des notions historiques dans sa classe. Ainsi l'objectif motivationnel, qui consiste à capter l'attention des élèves, semble être atteint.

Un autre point positif, qui était l'un de nos objectifs, est une meilleure maîtrise personnelle des probabilités et des statistiques ainsi qu'une plus grande connaissance des sources historiques utilisables en classe. Ainsi, même si certaines expérimentations n'ont pas pu être mises en œuvre, notamment à cause de notre progression commune d'établissement, nous conservons une liste d'idées à tester les prochaines années. C'est ainsi le cas du problème de Leibniz présenté par Chorlay (2018) mais aussi de l'introduction des notions de moyenne et de médiane préconisée dans le rapport de l'IREM (Boyé et Comairas, 2002). Ainsi comme le soulignait Vere-Jones (2004), le principal atout que nous retirons de cette expérience est une culture accrue des domaines dont nous pourrions faire bénéficier nos futurs élèves.

Sur les points négatifs nous reviendrons sur les critères de Siu qui nous semblent les plus pertinents au regard de notre expérience :

- « Lack of didactical time: no time for it in class! »: En effet, les programmes étant particulièrement chargés, il n'est pas facile, surtout en début de carrière de consacrer du temps à des problématiques transverses. Ainsi, par manque de recul et de connaissances sur les facultés et la vitesse d'apprentissage des élèves, il nous est difficile de prendre sereinement du temps pour approfondir des notions en proposant une approche historique plus détaillée et sans doute nécessaire.

- « They regard it just as boring as mathematics itself »: Même si certains cas isolés ont pu nous faire remonter un certain intérêt à aborder les sujets de manière différente et même si les observations des tuteurs laissent espérer un intérêt accru pendant les intermèdes

historiques, notre ressenti en classe est que nous ne sommes pas vraiment parvenus à intéresser les élèves autant que nous l'aurions souhaité. Cela fut particulièrement le cas avec le paradoxe du duc de Toscane et lors de l'expérimentation sur les données de d'Angeville.

- « Is there any empirical evidence that students learn better when history of mathematics is made use of in the classroom? »: Ce critère nous est apparu comme fondamental dès le début de l'étude. Cependant, comme mentionné précédemment, un meilleur apprentissage signifie pour les élèves qu'ils retiennent plus facilement et plus longtemps ce qu'on leur enseigne. Aussi, cette étude ne permet-elle pas de mettre en avant de tels résultats de par sa durée. Des tests à plus long-terme sur ce qu'ont retenu nos élèves compèteraient nos résultats en ce sens. Nous devons admettre que nous n'avons pas pu établir de preuve d'une meilleure performance des élèves suite à une introduction de points historiques dans les cours.

4.2. Critères de choix préconisés en probabilités

Le critère qui nous semble prépondérant aujourd'hui est celui du choix des personnages historiques impliqués dans l'activité choisie. Ce point nous apparaissait crucial dans nos travaux préliminaires, il l'est d'autant plus après nos expérimentations, en particulier celles du Paradoxe de Saint-Pétersbourg et de l'étude des données statistiques de d'Angeville. Les mathématiciens auxquels nous faisons référence doivent avoir une notoriété suffisante pour intéresser les élèves en réactivant par exemple des connaissances ou une certaine familiarité. Cette approche serait d'autant plus efficace pour décroïsonner le savoir et dépasser l'anecdote historique. On peut penser notamment à Leibniz et Pascal vus en Français et en philosophie, ou encore à Galilée et Newton vus en Physique.

De plus, Chorlay (2018) précise qu'il avait décidé au fil de son expérience de recourir à des textes historiques seulement en fin de séquence dans une démarche d'approfondissement et de consolidation des notions abordées. Nous partageons son point de vue car aborder une nouvelle notion avec un texte historique dans lequel le langage est trop éloigné de celui du quotidien ajoute une difficulté supplémentaire. Néanmoins, il nous semble qu'une approche pertinente serait d'introduire de l'histoire dès l'ouverture d'une nouvelle leçon et d'essayer de construire autant que possible la séquence autour d'une présentation aux élèves des démarches suivies par les mathématiciens pour aboutir à la théorie présentée, puis

de résoudre en fin de séquence l'exercice historique. L'exercice proposé par Chorlay pour une classe de seconde nous paraît pertinent dans ce sens. Ainsi, une séquence pourrait commencer sur ce problème dont le langage aurait été simplifié, puis construire le cours sur la base des connaissances rencontrées avant de conclure la séance par la résolution du paradoxe du Duc de Toscane qui fait appel aux mêmes connaissances.

4.3. Approche préconisée en statistiques

L'approche que nous préconisons en statistiques est de faire comprendre aux élèves le besoin à l'origine de la création de ce domaine des mathématiques. Ainsi, comprenant le besoin dans un contexte historique réel, la question récurrente pour les élèves du sens est balayée. L'approche pourrait donc être dans un premier temps de donner un contexte, historique par exemple, aux élèves dans lequel il dispose d'un grand nombre de données. Des exemples pertinents pourraient être tirés de grandes crises sanitaires historiques, mais aussi d'études sociales : économiques, démographiques, sociologiques, etc. Face à ce grand nombre de données, l'idée serait de leur proposer une situation-problème dans laquelle ils seraient obligés de résumer ces données par des indicateurs pour pouvoir les appréhender. Un exemple de situation-problème dans le cas des données de d'Angeville utilisées avec nos classes de seconde pourrait être : **existe-t-il un lien entre niveau d'éducation et nombre d'ouvertures aux maisons dans un département ? Les** élèves seraient alors confrontés au fait de devoir organiser des données, les résumer pour essayer d'en tirer des conclusions. Sur la base de cette activité, le cours ne viendrait que formaliser le travail déjà réalisé par les élèves. Une application sur des données récentes afin de mettre en pratique le cours pourrait conclure le chapitre. Selon nous, une idée essentielle d'un cours de statistique reposant sur une approche historique est de faire comprendre aux élèves la démarche d'analyse des données et ce faisant, identifier des indicateurs à connaître. Un autre aspect important qui nous a fait choisir les données de d'Angeville est que les élèves ne doivent pas croire qu'une évolution similaire de deux variables est le signe d'une causalité. En partant sur des erreurs d'interprétation historiques, les élèves peuvent être amenés à s'interroger sur des informations qu'on leur présente dans leur vie de tous les jours, que ce soit sur les réseaux sociaux, dans les médias, etc. Armer les élèves contre tout argument d'autorité ou biais de raisonnement statistique nous semble faire partie intégrante de notre mission de formation de futurs citoyens.

4.4. Limites et perspectives

Les limites de notre étude sont nombreuses :

- Les échantillons d'élèves sur lesquels nous avons testé nos activités sont insuffisants pour en tirer la moindre information quantitative pertinente d'un point de vue statistique. Aussi, nos conclusions ne peuvent donc être basées que sur notre ressenti et celui de nos élèves.

- Pour chacune des séances proposées, il nous est impossible d'isoler les facteurs d'intérêt pour nos élèves : au-delà de tous les facteurs externes (horaire, météo, santé des élèves, etc.) sur lesquels nous n'avons évidemment aucun contrôle, nous ne pouvons savoir si une séance a intéressé les élèves par le fond plutôt que par la forme, par le fait d'être en groupe ou de porter sur des données historiques.

- Il ne nous paraît pas raisonnable de penser que nous pouvons mesurer les progrès réalisés par nos élèves grâce à une approche historique menée sur quelques séances.

- L'une des difficultés rencontrées lors des séances historiques est que les enseignants de mathématiques ne sont pas des experts en histoire et qu'il n'est pas toujours évident de répondre à une question des élèves sur une période donnée sans réaliser d'erreur.

Toutefois, nous pensons qu'une approche historique dans l'enseignement des statistiques et des probabilités peut permettre :

- D'enrichir la culture générale des élèves,
- De faciliter la compréhension et la mémorisation de certaines notions mathématiques,
- De dépasser l'enseignement simple de notions pour les amener vers une compréhension de la démarche scientifique qui a nécessité la création de ces notions, et par là-même répondre à la question du sens de notre enseignement,
- De décloisonner les savoirs en facilitant des réinvestissements interdisciplinaires,
- De dépasser une vision dichotomique des personnages littéraires et scientifiques chez les élèves (Pascal en était un bon exemple pour nos premières ES),
- De permettre une identification des élèves à ces personnages, ce qui pourrait a minima leur faire comprendre qu'on découvre souvent par l'erreur et que des scientifiques brillants ont aussi été en difficulté par le passé, au mieux leur donner l'envie de contribuer à leur tour à des avancées dans un domaine d'étude de leur choix.

Enfin, nous avons entrevu au cours de notre travail quelques pistes que nous avons dû écarter pour différentes raisons et qui nous semblent pouvoir intéresser des collègues qui souhaitent expérimenter dans leurs classes :

- L'introduction épistémologique des notions de médiane, moyenne et écart-type proposée dans le document de l'IREM (Boyé et Comairas, 2002) nous semble être un moyen original de proposer un cours de statistiques qui questionne la construction des notions,

- L'étude du texte historique de Leibniz présenté par Chorlay (2018) qui introduit une erreur et peut faire écho aux cours de Français des élèves s'ils étudient *Candide* de Voltaire,

- Le personnage de Condorcet est particulièrement intéressant pour des lycéens car ses écrits probabilistes sur les modes de scrutin au moment de la Révolution Française nous semblent pouvoir être utilisés dans le cadre d'un projet interdisciplinaire entre histoire, éducation civique et mathématiques d'autant plus que Condorcet est aussi l'auteur d'un texte magnifique et précurseur en faveur du vote des femmes.

- Le déroulé d'un chapitre de statistiques en seconde sur la base d'une situation-problème historique d'introduction nous paraîtrait intéressante à tester.

Conclusion

Conformément aux retours des élèves et des observateurs des cours, le recours à l'histoire des mathématiques permet de rendre les cours plus vivants, de rendre les théories plus concrètes et par là-même d'intéresser un peu plus certains élèves. Cela représente ainsi une option de différenciation pertinente qui ne doit pas non plus devenir systématique, au risque de décourager les élèves pour lesquels l'histoire représente une difficulté supplémentaire voire les ennueie. La pertinence de l'utilisation de l'histoire en termes de résultats scolaires des élèves est par contre difficilement mesurable à court terme comme on a pu le voir au travers de nos diverses expériences. Le recours à l'histoire n'est qu'un moyen supplémentaire de mettre les élèves en activité afin d'acquérir les notions par la pratique, ce qui reste sans aucun doute le moyen le plus efficace pour les élèves de maîtriser ces connaissances. Les évaluations à court terme ne permettent in fine que de mesurer ce qui a été appris et / ou compris par les élèves pour l'évaluation et qui peut tout à fait être oublié quelques jours plus tard. Pour mesurer la pertinence de l'utilisation de l'histoire des mathématiques en classe, il serait intéressant de mesurer les souvenirs des élèves à plus long terme.

Bibliographie

- J. Bernoulli (1713). *L'Art de Conjecturer*, trad : L.G.F. Vastel, Caen : G. Le Roy 1801
- J.M.H. Bignon (1829). *Aperçu statistique sur la durée de la vie*, Toulon : Duplessis Ollivault
- P. Bourdieu (1985). Propositions pour l'enseignement de l'avenir. *Le Monde de l'éducation*, 116, 61-68
- A. Boyé, M.C. Comairas (2002). Moyenne, médiane, écart-type. Quelques regards sur l'histoire pour éclairer l'enseignement des statistiques, *repère IREM*, 48, 27-40
- R. Chorlay (2018). When Leibniz Plays Dice, in *Barbin E. et al. Let History into the Mathematics Classroom*. New York : Springer International Publishing. 115-127
- K. Clark et al. (2016). History of Mathematics in Mathematics Education. Recent Developments. Repéré à <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01349230/document>
- M.J.A.N. Condorcet (1785). *Essai sur l'application de l'analyse à la probabilité des décisions rendues à la pluralité des voix*, Paris : Royale
- A. d'Angeville (1837). *Essai sur la statistique de la population française*. Bourg : Dufour
- A. Desrosières (2010). Un Enseignement sur l'Histoire de la Statistique et de l'Econométrie pour les Élèves de l'ENSAE. *Statistiques et Enseignements*, 1(1), 31-33
- D. Guillemette, David (2011). L'Histoire dans l'Enseignement des Mathématiques : sur la Méthodologie de Recherche, *Petit x*, 86, 5-26
- P. S. Laplace, Pierre-Simon (1814). *Essai philosophique sur les probabilités*, Paris : Coursier
- P.R. Montmort (1713). *Essay d'Analyse sur les Jeux de Hazard*, Paris : Le Conte
- A. Quetelet (1831). *Recherche sur la Loi de la Croissance de l'Homme*, Bruxelles : Hayez
- A. Quetelet (1833). *Recherches sur le Penchant au Crime aux Différents Ages*, Bruxelles : Hayez
- A. Quetelet (1853). *Théorie des probabilités*, Bruxelles : Jamar
- M-K. Siu (1997). The ABCD of using history of mathematics in the (undergraduate) classroom. *Bulletin of Hong Kong Mathematical Society*, 1, pp. 143-154
- D. Vere-Jones (2004). Teaching Probability via Its History: Reflections on a Case Study. Repéré à : https://iase-web.org/documents/papers/isi55/Vere_Jones.pdf

Annexe I – Document de consigne élève – Classe 1- Paradoxe du Duc de Toscane

Contexte historique

Galilée (1554-1642) est surtout connu pour ses travaux en astronomie, faisant suite à son invention de la lunette astronomique. Cependant, il rédigea vers 1620 un petit mémoire sur les jeux de dés pour répondre à une demande du Duc de Toscane (Galilée est alors Premier Mathématicien de l'Université de Pise et Premier Philosophe du Grand Duc à Florence). Galilée est ainsi l'un des premiers avec Cardan à avoir écrit sur le "calcul des hasards", mais leurs écrits n'ont été publiés qu'après la célèbre correspondance entre Pascal et Fermat qui marque "officiellement" le début de la théorie des probabilités. Le mémoire de Galilée qui nous intéresse n'a été édité qu'en 1718.

Le Paradoxe du Duc de Toscane :

A la cour de Florence, un jeu faisait intervenir la somme des numéros sortis lors du lancer de 3 dés. Le Duc de Toscane, qui avait sans doute observé un grand nombre de parties avait constaté que la somme 10 était obtenue légèrement plus souvent que la somme 9. Le paradoxe que le duc avait exposé à Galilée réside dans le fait qu'il y a autant de façons d'obtenir 10 que 9 en faisant la somme de 3 entiers compris entre 1 et 6.

Travail à faire en groupe :

Chaque groupe doit rendre une synthèse (maximum 1 page) qui explique :

- Sa compréhension du paradoxe historique
- Sa démarche dans la résolution des questions suivantes
- Ses résultats.

Questions :

- 1) **Lister les sommes possibles de 3 dés qui font 9 et celles qui font 10.**
- 2) **Avec un tableur, expérimenter 1 000 lancers de 3 dés. Votre résultat semble-t-il confirmer l'observation du Duc de Toscane ?**
- 3) Proposer une explication à vos observations.

Aide pour la partie tableur : NE PAS HESITER A M'APPELER

On pourra construire un tableau sous la forme :

	A	B	C	D	E	F	G	H
2		Simulation					Résultats	
3		Dé 1	Dé 2	Dé 3	Somme des deux dés		Nombre de 9	Nombre de 10
4		6	6	2	14		99	132
5		5	6	4	15			
6		2	6	3	11			
7		4	4	2	10			
8		4	3	6	13			
9		1	6	4	11			

Formules utiles :

- Pour générer un nombre aléatoire entre 1 et 6 : =ALEA.ENTRE.BORNES(1;6)
- Pour compter des valeurs (9 ou 10) : =NB.SI(« Ensemble des cellules »;9)
- Pour copier une formule, on peut la faire glisser
- Pour actualiser des résultats, on peut utiliser « F9 »

Annexe II – Document de consigne élève – Classe 2- Paradoxe du Duc de Toscane

Probabilités : Le paradoxe du Duc de Toscane

A la cour de Florence, de nombreux jeux étaient pratiqués. Parmi ceux-ci l'un faisait intervenir la somme des numéros sortis lors du lancer de 3 dés. Le Duc de Toscane, qui avait sans doute observé un grand nombre de parties avait constaté que la somme 10 était obtenue légèrement plus souvent que la somme 9.

Partie I :

Le paradoxe que le duc avait exposé à Galilée réside dans le fait qu'il y a autant de façons d'obtenir 10 que 9 en faisant la somme de 3 entiers compris entre 1 et 6, quelles sont ces façons ?

Obtenir 9

Obtenir 10

Partie II

Supposons que les dés soient de couleurs différentes : Bleu, vert et rouge.

Écrivez en couleurs toutes les combinaisons possibles pour : 6-2-1, 4-3-3 et 3-3-3

(Les 3 dés ont des valeurs différentes, 2 ont une valeur identiques, les 3 ont la même valeur):

En déduire à partir de la partie I combien de combinaisons donnent 10.

En déduire combien de combinaisons donnent 9.

Le paradoxe du Duc de Toscane est-il un paradoxe ?

Quel est le nombre total de combinaisons possibles avec 3 dés distincts ?

Comparez vos résultats avec les résultats de l'expérience Excel et les 10,000 lancers.

Pour aller plus loin :

L'expérience a appris aux joueurs que le jeu de dés obéit à certaines régularités. Par exemple, le Chevalier de Méré avait remarqué que, à choisir entre les deux jeux :

1. obtenir au moins un six en lançant 4 fois un dé,
2. obtenir au moins un double six en lançant 24 fois une paire de dés,

Il gagnait plus souvent au premier qu'au second. Ce problème est l'un des deux problèmes dont la résolution a aboutit à un échange de lettres entre Pascal et Fermat qui constitue le fondement de la théorie des Probabilités. On verra sa résolution à la fin du chapitre.

Annexe III – Document de consigne élève - TP Statistique

Contexte historique

Adolphe d'Angeville (1796-1856) fut député de l'Ain de 1834 à 1848 et fut l'un des premiers en 1836 à mener une étude statistique exhaustive sur les départements français. Il étudia 127 variables qui permirent notamment d'observer que le nombre de goîtres, maladie de la thyroïde, était moindre au bord de la mer, avant qu'on ne connaisse le lien entre cette maladie et les carences en iode.

Première partie : En utilisant le fichier proposé et les fonctions du tableur, répondez aux questions suivantes :

- 1/ Déterminez les moyennes, médianes et étendues de chaque série.
- 2/ En fonction de la définition d'un « quartile », proposez une définition d'un « quintile ».
- 3/ Déterminez les départements du premier quintile des deux premières séries (colonnes C et D).
- 4/ Qu'en déduisez vous ?

D'Angeville faisait cette déduction qui lui a valu les risées de l'académie des sciences à l'époque :

Si l'on examine les calculs de la 72^e colonne où nous avons porté le nombre d'ouvertures imposables qui répond, dans chaque département, à 100 habitants, on voit que le rapport entre l'instruction et le nombre de ces ouvertures est parfait, c'est-à-dire que plus il y a de portes et de fenêtres, plus il y a d'instruction et réciproquement; on peut en juger par le fait suivant :

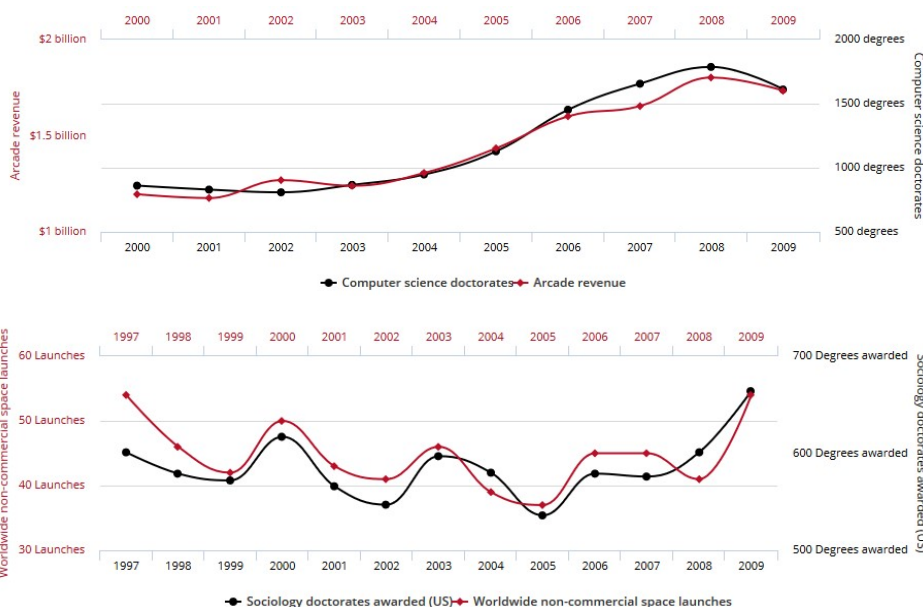
Sur les 17 départements de la série où il y a le plus d'ignorance, 12 sont aussi de celle où il y a le moins d'ouvertures imposables aux maisons.

- 5/ Que pensez-vous du raisonnement suivant ?

Les départements de la *Haute-Vienne*, de la *Corrèze*, de la *Charente*, de la *Dordogne* et du *Lot*, qui sont contigus, semblent être l'agglomération où les tailles sont le plus généralement faibles; c'est aussi la partie de la France où l'on consomme le plus de *châtagnes*: car, sur les 2,700,000 hectolitres que l'on récolte en France, ces cinq départements en consomment 1,436,000.

Deuxième partie :

Pour chacun des graphiques ci-après, dites si vous pensez que les données sont « corrélées » et pourquoi :



Annexe IV – Questionnaire donné aux élèves sur les activités historiques en seconde

Suite aux deux séances informatiques sur des sujets historiques (paradoxe du Duc de Toscane et données statistiques de d'Angeville), pourriez-vous svp répondre aux questions suivantes :

Q1- L'aspect historique de ces séances vous a-t-il paru ?

Pas du tout intéressant Peu intéressant Intéressant Très intéressant Sans opinion

Q2 - L'aspect historique vous a-t-il aidé à mieux comprendre ces chapitres ?

Pas du tout Un peu Significativement Sans opinion

Q3 - Voudriez-vous avoir plus souvent des activités historiques ? Argumentez svp.

.....
.....
.....
.....
.....



École supérieure
du professorat
et de l'éducation
Académie de Grenoble



Année universitaire 2017-2018

Diplôme universitaire *Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation*

Mention Second degré

Parcours: mathématiques

Titre de l'écrit scientifique réflexif: L'histoire des probabilités et des statistiques : un catalyseur d'attention et d'apprentissage

Auteurs : Loïc Bordel et Samuel Monet

Résumé : Suite aux travaux de Guillemette (2011) sur le recours à l'histoire des mathématiques pour son enseignement et sur la question de la pertinence de cette méthode soulevée par Siu, ce mémoire propose d'y apporter une réponse dans le cadre spécifique de l'enseignement des probabilités et des statistiques dans deux classes de seconde et deux classes de première ES. Dans la lignée des expérimentations de Vere-Jones (2004) et Desrosières (2010), le recours à des anecdotes historiques lors d'activités en classe et une séquence basée sur l'histoire des probabilités ont été proposées aux élèves. Les expérimentations ont eu lieu dans chacune des classes. Les résultats ont été mesurés quantitativement et qualitativement, par les enseignants, par les élèves mais aussi par des observateurs extérieurs. Les retours ne permettent pas de prouver la pertinence de l'utilisation de l'histoire dans l'enseignement des probabilités et des statistiques mais montrent tout de même un regain d'intérêt notable d'une majorité des élèves. L'évaluation des résultats à plus long terme sur l'apprentissage des élèves permettrait d'être plus affirmatif dans ce constat.

Mots clés : enseignement des mathématiques, histoire des probabilités, histoire des statistiques, 2^{nde}, Première ES.

Summary: Following Guillemette's (2011) study on the use of mathematics history for teaching mathematics and the question raised by Siu on the effectiveness of this approach, this study was intended to provide some answers in the case of probability and statistics teaching in two classes of seconde and première ES. In the same way as Vere-Jones (2004) and Desrosières (2010), students were exposed to stories and to a historical-based lesson. Experiences took place in both classes. Results were quantitatively and qualitatively measured by teachers, students and outside observers. The outcomes do not prove the relevance of the use of history but point out the interest rise for a majority of students during the class. An assessment of long-term results would be required to evaluate the effect on the learning.

Key words: Teaching of mathematics, history of probability, history of statistics, 2^{nde}, Première ES.