Quelle définition pour la probabilité au collège ?

Jean Claude Girard

IREM de Lyon & Commission Inter IREM « Probabilité et Statistique »

jcg.girard@laposte.net

Introduction

POINCARE affirmait dans l'introduction de l'un de ses ouvrages : *« On ne peut guère donner une définition satisfaisante de la Probabilité*[1] *»*. Essayer de le faire a pu conduire certains auteurs de manuels de Troisième à des extravagances du type suivant : *La probabilité d'un événement A est la proportion probable, parmi tous les cas possibles, des cas où A sera réalisé si on répète un grand nombre de fois l'expérience*[2]. Cette tentative me semble désespérée pour au-moins deux raisons.

L'objectif du programme de Troisième est de mettre les élèves en face d'une « notion » et non de définir un « concept ». Une telle définition est prématurée au collège d'autant que, même si on peut le regretter, c'est la première rencontre des élèves avec le sujet, au moins dans le cadre scolaire. Il convient donc qu'avant de définir (puis calculer, mesurer, évaluer, approximer…) la probabilité d'un événement, on explicite d'abord de quoi l'on parle, de la même façon que l'on travaille sur les grandeurs à l'école élémentaire (et même maternelle) avant de passer à leur mesure. Définir la probabilité d'un événement avant tout travail sur les événements eux-mêmes, les expériences aléatoires ou le hasard relève de la même tentative, aussi vaine qu'inutile, de définir le point avant tout travail de géométrie. Et, ne pas pouvoir définir rigoureusement un point n'a jamais empêché les élèves de faire de la géométrie. Les difficultés viennent d'ailleurs… et elles ne manquent pas.

D'autre part, puisqu'il est vain d'espérer donner une définition axiomatique rigoureuse à ce niveau, et même avant longtemps, autant essayer de donner une idée naïve de la notion que l'on manipule. On peut trouver maints exemples où l'on attribue des probabilités à certains événements et ceci de manière très empirique ou subjective. Un des rôles de l'enseignement des probabilités est de montrer la limite de cette pratique mais il est illusoire de nier qu'elle existe. De la même manière, ne pas disposer d'une définition rigoureuse d'un nombre entier (ou de l'ensemble $\mathbb{N}$) n'a jamais empêché les enfants de compter, ni d'apprendre les tables d'addition ou de multiplication. La tentative d'une définition plus rigoureuse, comme à l'époque dite des *mathématiques modernes* a conduit aux catastrophes pédagogiques que l'on connaît. Evitons de retomber dans les mêmes errements dans le domaine des probabilités.

La probabilité comme mesure d'une grandeur

Mathématiquement parlant, la définition axiomatique de la Probabilité par Kolmogorov[3] se place dans le cadre de la théorie de la mesure. À un niveau plus élémentaire, il s'agit comme pour la longueur, de mesurer une certaine « grandeur » par un nombre.

Les probabilités doivent être regardées comme analogues à la mesure des grandeurs physiques, c'est-à-dire qu'elles ne peuvent jamais être connues exactement mais seulement avec une certaine approximation[4].

---

[1] Henri POINCARE*, Calcul des Probabilités*, Gauthier-Villars, Paris, 1908

[2] Collection Dimathème, Ed. Didier, 2008

[3] Andreï Nikolaïevitch KOLMOGOROV, *Grundbegriffe der wahrscheinlichkeitsrechnung* 1933, Traduction anglaise *Foundations of the Theory of Probability,* New York, Chelsea Publishing Company, 1950

[4] Émile BOREL, *Probabilités et certitude*, Editions PUF, Paris, 1950

Quelle approche didactique les programmes de l'école primaire proposent-ils pour la mesure de certaines grandeurs physiques comme la longueur, l'aire ou le volume ?

Les premières activités visent à construire chez les élèves le sens de la grandeur, indépendamment de la mesure et avant que celle-ci n'intervienne[5]*…Dans un second temps, les comparaisons amènent à pointer des rapports de grandeur : il faut savoir que les élèves ont accès à la compréhension des relations entre grandeurs (égalités, inégalités, rapports simples) avant d'être capables de mesurer ces grandeurs*[6].

Dans tous les cas, la première rencontre des élèves se situe au niveau de la grandeur elle-même. Pour la longueur, par exemple, le travail porte dans un premier temps sur le classement, la comparaison ou le rangement d'objets avec utilisation éventuelle d'un intermédiaire dans le cas d'objets non déplaçables ou non comparables directement. Ce n'est que plus tard qu'est définie la mesure de la longueur à partir du report d'une longueur étalon et ensuite qu'elle peut être obtenue par l'utilisation d'un instrument de mesure ou par un calcul (périmètre d'une figure, par exemple). Le programme insiste : *Il est souhaitable que les élèves apprennent à estimer la mesure avant de procéder au mesurage, soit à l'œil … soit à partir de longueurs connues*[7].

Pour l'exemple de la longueur, qui semble être le cas le plus simple, on voit que la route devrait être longue avant d'obtenir un nombre pour résultat de la mesure d'un segment. Aller trop vite pour les aires et les volumes peut conduire à la confusion bien connue entre *aire* et *périmètre* ou à des questions du genre : « Qu'est-ce qui est le plus grand : 1 m^2 ou 1 m^3 ? »

Pourquoi en serait-il autrement pour la probabilité ? Pourquoi ce qui se fait sur plusieurs années pour la longueur (du cycle 2 au début de collège) devrait se faire en un an (voire en deux semaines, la durée moyenne d'un chapitre) ? En attendant que le travail indispensable soit fait bien plus tôt comme c'est le cas dans de nombreux pays, il conviendrait de prendre un peu de temps en Troisième pour expliciter de quoi on parle, avant de penser à donner un nombre pour le mesurer[8].

En supposant fait ce travail sur la nature et l'existence de la probabilité d'un événement qui seul peut donner du sens à la suite, et puisque l'approche axiomatique ne saurait être retenue, quelle idée de la probabilité veut-on construire chez les élèves de collège ?

Quelle définition pour la probabilité ?

Les programmes et les manuels de Troisième « fluctuent » entre l'approche classique dite de Laplace ou cardinaliste (nombre de cas favorables/nombre de cas possibles) qui suppose l'hypothèse préalable d'équiprobabilité sur les issues de l'expérience aléatoire considérée et l'approche fréquentiste qui assimile une fréquence observée à la « probabilité théorique » sans que l'on sache la précision de cette approximation. Dans les deux cas, on ne se soucie pas réellement de l'existence de la probabilité ni du sens à donner à ce terme. Par ailleurs, aucune des deux « définitions » ne semble suffisante pour un élève, ni même la combinaison des deux. La première est circulaire et la deuxième ne donne pas la précision de la mesure obtenue. Alors, faut-il désespérer ?

Bruno de Finetti n'écrivait-il d'ailleurs pas « LA PROBABILITÉ N'EXISTE PAS »[9]. Dans son esprit, il s'agissait de dire que la probabilité n'existe pas dans l'absolu, que les valeurs que l'on peut lui attribuer ne sont pas indépendantes de l'observateur et de ses connaissances. Autrement dit, toute probabilité est subjective.

---

[5] « Grandeurs et mesure à l'école primaire » in *Documents d'accompagnement des programmes de Mathématique*, CNDP, 2005.
[6] ibid.
[7] ibid
[8] On trouvera des propositions d'activités dans le dernier paragraphe de cet article.
[9] Bruno de FINETTI, *Theory of Probability*, Wiley, New York, 1974

De même, Keynes ne pouvait envisager de probabilité d'une proposition ou d'un jugement que par rapport à un champ de connaissances. La valeur de la probabilité peut alors être différente d'un observateur à un autre ou évoluer dans le temps pour un même observateur. *En ce sens*, ajoutait-il, *la Probabilité peut être qualifiée de « subjective »*[10] ce qui n'autorise toutefois pas à dire n'importe quoi car *au sens de la logique, la probabilité n'est pas subjective c'est-à-dire qu'elle n'est pas sujette aux caprices humains*[11].

Sans aller jusqu'à proposer une introduction précoce des probabilités conditionnelles ou du théorème de Bayes comme on a pu le suggérer[12], on ne saurait ignorer cette conception subjective ou personnelle de la probabilité qui, d'un certain point de vue, englobe les deux autres approches. En effet, ce n'est que par ce que je sais du protocole mis en place dans la conduite d'une expérience aléatoire, par ma connaissance sur l'équiprobabilité éventuelle des issues ou par l'observation que j'ai pu faire de la fréquence de réalisation d'un évènement dans la répétition de l'expérience, que je suis capable d'attribuer à cet évènement une probabilité qui m'apparaisse comme réaliste, mais qui peut se révéler comme n'étant pas adaptée.

Par exemple, dans le dénombrement des issues lors du lancer de deux dés, faut-il considérer (1;3) et (3;1) comme un seul résultat ou comme deux résultats différents ? Quelle distribution de probabilités choisir dans chacun des deux cas ? Dans la situation des urnes de Pólya (voir plus loin), poursuivre l'expérience 10 000 fois fera apparaître une fréquence limite mais celle-ci ne nous renseignera en rien sur la probabilité du même événement dans la répétition de l'expérience, pourquoi ? Quel statut scientifique peut-on donner à des résultats qui dépendent de jugements qui peuvent varier suivant l'observateur[13] ? Chacune des trois méthodes peut ainsi conduire à des résultats erronés ou contestables.

D'autre part, il ne faut pas confondre la dimension opératoire qui donne un moyen d'attribuer une valeur à une probabilité et l'aspect sémantique qui donne un sens à cette valeur[14]. La « définition » classique (quotient du nombre de cas favorables sur nombre de cas possibles) est une définition opératoire parce qu'elle donne un algorithme pour obtenir une valeur de la probabilité mais en aucun cas une définition sémantique. A l'opposé, la définition fréquentiste et la définition subjective (bayésienne) vont dans la direction d'une définition sémantique car dans ces deux définitions se précise le signifié du terme « probabilité ».

Alors, comment définir la probabilité d'un événement ? Tout n'est pas si simple, chacune des méthodes peut être utile et on peut faire l'hypothèse que le concept de probabilité se construit chez l'élève comme synthèse des ces différents aspects. Sans aller plus loin au collège, on peut se souvenir d'une remarque de Leonard Savage : *Il doit bien y avoir une douzaine d'interprétations de la Probabilité… et des personnes faisant autorité en la matière soutiennent que différentes interprétations peuvent être utiles c'est-à-dire que le concept de probabilité peut avoir des sens différents dans des contextes différents*[15].

Pour finir, il ne faut par ailleurs pas oublier que : *Le but principal du calcul des probabilités est de calculer les probabilités d'événements complexes en fonction des supposées connues, de phénomènes plus simples*[16]. Bien entendu, il convient que les probabilités de ces derniers soient obtenues de manière pertinente.

---

[10] John Maynard KEYNES, *A Treatise on Probability*, Macmillan, Londres, 1921 http://www.archive.org/details/treatiseonprobab007528mbp

[11] ibid.

[12] Jim ALBERT, "Interpreting Probabilities and Teaching the Subjective Viewpoint" in *Thinking and Reasoning with Data and Chance*, 68th Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics, Reston, VA, 2006

[13] C. BATANERO, M. HENRY, B. PARZYSZ, The nature of chance and probability *Exploring probability in school: Challenges for teaching and learning*, Graham A. Jones (ed.), 20-42, Springer, New York, 2005.

[14] Pablo CARRANZA, *La dualité de la probabilité dans l'enseignement de la statistique. Une expérience en classe de BTS*. Thèse en didactique des mathématiques, Université de Paris 7, juin 2009

[15] Leonard J. SAVAGE, *The Foundations of Statistics*, Dover publications Inc., New York, 1954

[16] Émile BOREL¸ *Probabilités et certitude*, Editions PUF, Paris, 1950

Confusion Modèle-Réalité

Une des difficultés spécifiques de l'enseignement des probabilités[17] réside dans le fait que c'est la seule partie des mathématiques où l'on s'intéresse à la réalité (du moins dans la phase d'apprentissage). Un des dangers qui en résultent est la confusion entre modèle et réalité[18].

La plupart des situations aléatoires rencontrées au niveau de la classe de Troisième se ramènent au modèle de dé à n faces (équiprobabilité) ou à un modèle d'urne (probabilités proportionnelles à des effectifs, des aires ou autres). Lorsqu'on énonce « on lance un dé équilibré… », cela signifie « on considère une expérience aléatoire dont les 6 résultats possibles 1, 2, 3, 4, 5 et 6 ont la même probabilité… ». Alors pourquoi ne pas le dire ? Pourquoi ne pas poser en définition : « on appelle *dé équilibré* un dé virtuel tel que, dans l'expérience aléatoire qui consiste à lancer ce dé, chacune des 6 faces a la même probabilité de sortie » ? Le fait qu'une face donnée ait une fréquence qui « tend » vers 1/6 résulte d'un théorème mathématique appelé « loi des grands nombres ». Ce n'est pas cette valeur limite qui « définit » la probabilité de sortie puisque celle-ci figurait déjà dans la définition du dé équilibré. En revanche, on peut se poser la question de savoir, pour un dé réel avec lequel je joue, si la fréquence d'apparition observée pour chaque face (ou pour une face donnée) s'approche de cette probabilité et donc tester si le dé peut être considéré comme bien équilibré ou, pour le dire autrement, si le modèle de « dé équilibré » est pertinent pour ce dé.

D'une manière identique, on peut poser comme définition : « on appelle *urne de Bernoulli*, une urne virtuelle contenant n boules dont n_1 boules d'une couleur et n_2 boules d'une autre couleur avec l'hypothèse que dans le tirage au hasard d'une boule de l'urne, chacune des n boules a la même probabilité d'être choisie ». Comme dans le cas du dé, il est intéressant d'observer dans quels cas concrets ce modèle est pertinent. Le tirage d'une boule dans une urne paraît moins sujet à des différences par rapport à un tirage idéal (c'est-à-dire respectant l'équiprobabilité). Mais, peut-on être sûr que les boules sont bien indiscernables au toucher ou que la main innocente qui procède au tirage l'est autant qu'on veut bien le dire ? Et quand bien même on disposerait d'un système sophistiqué, comme peut en avoir la Française des Jeux, pour effectuer le tirage, la machine nous assure-t-elle de l'adéquation à ce modèle ? Pour la machine, comme pour le dé, la construction est censée garantir l'équiprobabilité mais rien ne prouve que ce soit le cas en réalité. Des vérifications périodiques permettent de valider cette hypothèse et ce n'est que par comparaison avec les résultats d'un tirage virtuel que l'on pourra faire « comme si », c'est-à-dire admettre que le modèle choisi est pertinent. Il convient donc de savoir si on étudie un modèle théorique pour lui-même ou si l'objet de l'étude est une certaine réalité et, dans ce cas, on ne doit pas prendre le modèle pour la réalité.

Ce qui se pratique dans l'industrie pour contrôler une production permet d'illustrer ces va-et-vient entre Modèle et Réalité. Considérons une machine programmée pour produire des pièces d'un diamètre précis. Supposons qu'on accepte, au vu d'une production passée (réelle), l'hypothèse que le diamètre d'une pièce, assimilé à une variable aléatoire, est distribué suivant une loi normale dont les paramètres peuvent être estimés. Cette hypothèse devient en quelque sorte la définition d'une machine (virtuelle) bien réglée. On peut calculer dans ce modèle les bornes d'un intervalle qui doit contenir les diamètres des pièces à venir avec une probabilité supérieure à 99% si la machine ne se dérègle pas, c'est-à-dire si le modèle normal continue à représenter correctement la réalité. On définit ainsi ce qu'on appelle les limites de contrôle[19]. S'il survient dans la suite de la production une valeur à l'extérieur de cet intervalle, on arrête la production pour régler la machine. C'est le principe du contrôle de qualité[20].

---

[17] J. C. GIRARD « Quelques hypothèses sur les difficultés rencontrées dans l'enseignement des probabilités » in *Enseigner les probabilités au lycée*, Commission Inter-IREM Statistique-Probabilités, IREM de Reims, 1997

[18] J. C. GIRARD, B. PARZYSZ, *Les maths, c'est pas la réalité*, Bulletin APMEP n°418, Septembre-Octobre 1998

[19] En pratique, on prélève plutôt un échantillon de pièces et on calcule les limites de contrôle pour la moyenne des diamètres de l'échantillon.

[20] L'inférence statistique. Deux exemples d'applications du calcul des probabilités : estimations et tests d'hypothèse, Michel Henry et Jean Claude Girard, *Enseigner les probabilités au lycée*, 1997, IREM de Reims

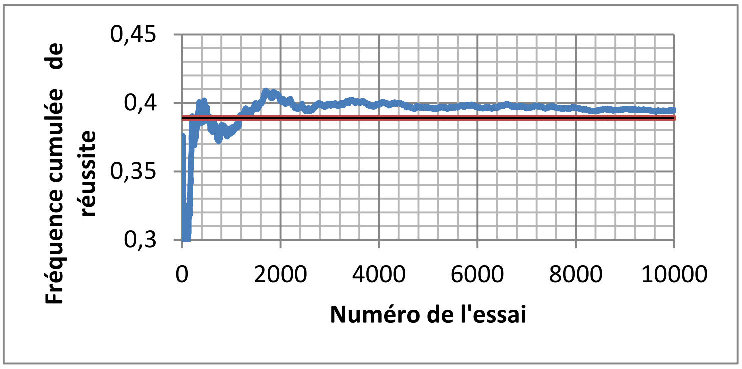
Intérêts et limites de la simulation.

Un des intérêts de la simulation est de rendre visibles les conséquences du choix d'un modèle. Si on définit un dé équilibré comme il est proposé dans le paragraphe précédent, on peut alors considérer l'instruction ALEA.ENTRE.BORNES(1;6) ou ENT(6*ALEA()+1) d'un tableur comme le lancer d'un dé équilibré et les résultats observés permettent alors de visualiser la stabilisation des fréquences et les fluctuations d'échantillonnage dans ce qui peut être considéré comme le modèle, autrement dit quand le dé est supposé équilibré. De la même façon, on peut construire une urne de Bernoulli sur un tableur ou une calculatrice. Dans ce schéma, on n'a plus besoin, comme c'était le cas dans la situation qui prévalait jusque-là en Seconde, de définir le modèle sous-jacent à une épreuve aléatoire avant de pouvoir la simuler ou de remplacer une épreuve aléatoire par une autre qui relève du même modèle mais sans pouvoir l'expliciter. Ce qui n'élimine pas tous les problèmes liés à la simulation, en particulier dans son usage pour définir ou trouver la probabilité par une approche fréquentiste.

Le recours à la simulation (informatique ou non[21]) pour faire apparaître une fréquence limite peut avoir comme conséquence de renforcer la confusion entre la réalité que l'on veut étudier et le modèle que l'on utilise souvent sans avoir conscience que ce modèle n'est pas la réalité. La simulation permet souvent au professeur de ne pas être vraiment confronté avec cette réalité et à se limiter à des activités plus classiques dans le cours de mathématique[22] comme la programmation informatique, par exemple.

Comme on l'a dit, la simulation permet d'obtenir une approximation de la probabilité d'un événement difficile à trouver autrement et la loi des grands nombres permet de le justifier. Pour cela, le modèle utilisé pour la simulation doit être pertinent mais ce n'est pas suffisant.

Par exemple, on choisit au hasard, simultanément ou l'un après l'autre sans remise, deux dominos d'un jeu de 28. Quelle est la probabilité qu'ils soient compatibles[23] c'est-à-dire qu'ils aient une moitié identique ? La simulation donne le résultat suivant alors que la probabilité calculée avec les formules de combinatoire et arrondie au millième est 0,389.



Si on répétait la simulation, on obtiendrait la même « limite » mais, en général, on ne le fait pas. Dans ce cas, la simulation a bien fonctionné et on espère que les élèves sont convaincus.

Si on prend maintenant la situation des urnes de Pólya, les résultats sont plus surprenants. Le cas le plus simple est celui d'une urne qui contient au départ une boule noire et une boule blanche. On tire au hasard une boule de l'urne. Si elle est noire, on la remet dans l'urne avec une nouvelle boule noire. Si elle est blanche, on la remet dans l'urne avec une nouvelle boule blanche. On cherche si la composition de l'urne tend à se stabiliser ou non ce qui revient à savoir si la probabilité de tirer une boule noire au bout d'un grand nombre de tirages tend à se stabiliser ou non.

[21] Comme lorsqu'on simule la naissance d'une fille ou d'un garçon en lançant une pièce !

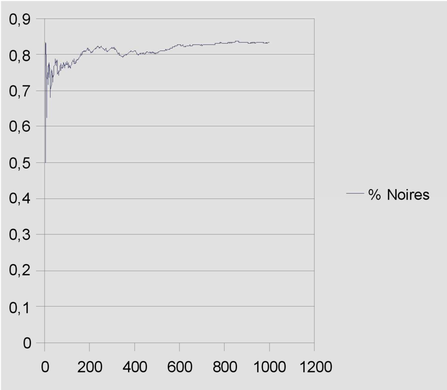
[22] F. WOZNIAK, *Conditions et contraintes de l'enseignement de la statistique en classe de seconde générale. Un repérage didactique*, Thèse de doctorat en didactique, Lyon 1, 2005.

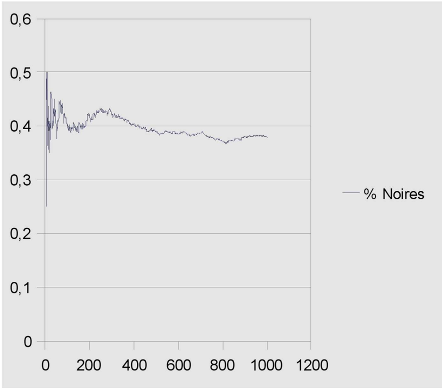
[23] J. C. GIRARD, Utilisation pédagogique d'un logiciel de statistique, Enseigner les probabilités au lycée, Commission Inter-IREM Statistique et probabilités, IREM de Reims, 1997. D'après un exercice de la brochure *Les probabilités pour le Lycée*, IREM de Rouen, 1992.

La proportion de boules noires tend effectivement à se stabiliser vers une valeur mais si on recommence l'expérience la valeur obtenue n'est pas la même.

On peut démontrer[24] que toutes les valeurs de l'intervalle [0;1] sont équiprobables. Par exemple, la limite est 0,84 pour la première expérience et elle est de 0,38 pour la deuxième.

.





Une expérimentation de cette situation a été conduite en classe de seconde[25] ; elle a fait apparaître très clairement la confusion chez les élèves entre *stabilisation de la fréquence dans une expérience* et *variation de la fréquence d'une expérience à l'autre*. Le fait d'obtenir des résultats différents d'une expérience à l'autre ne pourrait-il pas être l'illustration des « fluctuations d'échantillonnage » ? On ne voit donc pas très bien sur quoi les élèves pourraient se mettre d'accord dans ce cas.
Et, par conséquent, on peut se demander si les autres démonstrations de la « fréquence limite », comme dans l'exemple des dominos, sont plus éclairantes. Mathématiquement, le professeur sait bien, d'après la loi des grands nombres, que la fréquence de succès « tend » vers la probabilité de tirer deux dominos compatibles à chaque essai. Et si on recommence l'expérience, cela ne peut que donner la même « limite ». Pourquoi n'obtient-on pas une même limite dans le deuxième cas ? La raison est plus subtile et la situation peut donner à réfléchir.
Il en va de la simulation comme de la démonstration en géométrie, les élèves font généralement confiance à leur professeur mais ils se demandent parfois à quel jeu il joue. Sachons donc rester modestes, dans les deux cas, sur notre pouvoir de conviction !

Conclusion

Pour résumer, l'introduction des probabilités en Troisième, tant que les élèves ne seront pas mis en situation de les rencontrer avant, devrait prendre en compte les points suivants :

- Travail sur les situations aléatoires, pourquoi pas sur le hasard ou, au moins, sur les tirages au hasard.
- Exemples d'épreuves aléatoires, contre-exemples, ensemble des issues en fonction du protocole utilisé.
- Vocabulaire : certain, impossible, probable, plus ou moins probable. Liaison avec les résultats observés dans la répétition d'une épreuve aléatoire
- Travail « naïf » sur la probabilité d'un événement. Comparaison de probabilités[26] subjectives ou personnelles.

---

[24] On peut trouver la démonstration de ce résultat dans l'article *Les Urnes de Pólya*, P. GRIHON, Bulletin de l'APMEP n° 485, Paris, 2009

[25] *Les urnes de Pólya en classe de seconde*, Gilles ALDON, La feuille à problèmes n°11, IREM de Lyon, 2008 http://irem-fpb.univ-lyon1.fr/feuillesprobleme/feuille11/dansnosclasses/article.pdf

[26] On trouvera des exemples dans *A comparison of learning subjective and traditionnal probability in middle grades*, Jeanne RAST, Ph.D. Dissertation, Georgia State University, 2005 http://etd.gsu.edu/theses/available/etd-11272005-211312/unrestricted/rast_jeanne_d_200512_phd.pdf

- Classements de probabilités sur une graduation (voir annexe 1) ou sur une échelle de 0 à 1 ou de 0% à 100%
- Cas où l'on attribue culturellement une « probabilité » ou des chances de réalisation à un événement, pari sur la réalisation d'un événement, comparaison avec des données statistiques disponibles par ailleurs ou à des résultats obtenus dans la répétition d'une même expérience
- Cas où le résultat varie en fonction de l'ensemble des connaissances de chacun
- Cas où l'on peut se mettre d'accord sur « une probabilité » : situation de type « urne », approche fréquentiste, équiprobabilité des issues d'une expérience aléatoire
- Construction de situations aléatoires conduisant à des événements qui ont une probabilité donnée, par exemple inventer un jeu où la probabilité de gain est donnée[27]
- Probabilités d'événements plus « complexes »

Le travail sur les probabilités en Seconde pourrait alors proposer une définition plus formelle (distribution de probabilités sur un ensemble, définition d'un événement, propriétés élémentaires de la fonction de probabilité, probabilité d'un événement comme somme des probabilités des éventualités qui le réalisent, réunion, intersection de deux événements, etc.). Ce qui laisserait pour la classe de Première les probabilités conditionnelles et les lois discrètes (loi binomiale, par exemple). Et pour la Terminale, les lois continues (loi exponentielle, loi normale) et le test d'adéquation à une loi (équirépartie ou non).

Références

Commission Inter-IREM Statistique et Probabilités (2001), *Autour de la modélisation en probabilités.* Michel Henry, éd., Presses Universitaires de Franche-Comté, Besançon.

Commission Inter-IREM Statistique et Probabilités (2003), *Probabilités au lycée*. Brigitte Chaput et Michel Henry, éds., Brochure **143,** APMEP, Paris.

Commission Inter-IREM Statistique et Probabilités (2005), *Statistique au lycée,* vol. 1. Brigitte Chaput et Michel Henry, éds., Brochure **156**, APMEP, Paris.

Commission Inter-IREM Statistique et Probabilités (2007), *Statistique au lycée,* vol.2. Brigitte Chaput et Michel Henry, éds., Brochure **163,** APMEP, Paris.

EDUSCOL, (2008), *Ressources pour les classes de 6e, 5e, 4e, et 3e. Probabilités au collège,* en particulier, l'annexe 1 : Différentes interprétations de la probabilité et l'annexe 2 : Éléments d'histoire de la notion de probabilité

http://media.eduscol.education.fr/file/Programmes/17/6/doc_acc_clg_probabilites_109176.pdf

Henry M., (2009), *Emergence de la probabilité et enseignement : définition classique, approche fréquentiste et modélisation,* Repères-IREM n° **74**, Topiques éditions, Metz.

Henry M., (2010), Evolution de l'enseignement secondaire français en statistique et probabilités, *Statistique et Enseignement,* Vol. **1**, No 1, Société Française de Statistique.

http://www.statistique-et-enseignement.fr/ojs/index.php/StatEns/article/view/4/2

[27] On trouvera des exemples dans l'article *Le chapitre « Probabilité» en Troisième*, T. CHEVALARIAS, Repères-IREM n°78, Topiques éditions, Janvier 2010

ANNEXE 1

Extrait de *“Maths made easy, Key Stage 2, ages 9-10, Workbook 1”*, John Kennedy, Sean McArdle, DK Publishing

Probability

Mark these events on the probability line.

c b a

impossible | poor chance | even chance | good chance | certain

a) It will get dark tonight.
b) When I toss a coin it will be heads.
c) William the Conqueror will come to tea.

Mark these events on the probability line.

impossible | poor chance | even chance | good chance | certain

a) It will snow in August.
b) The sun will come up tomorrow.
c) A new baby will be a boy.
d) A dog will talk.
e) I will watch some television tonight.

Now try these.

impossible | poor chance | even chance | good chance | certain

a) I will roll a six on a dice.
b) I will not roll a six on a dice.
c) I will roll a number between one and six on a dice.
d) I will roll a seven on a dice.
e) I will either roll a one, two or three on a dice.

Mark these events on the probability line.

impossible | poor chance | even chance | good chance | certain

a) I will drink something today.
b) If I drop my book, it will fall face down.
c) The next book I read will have exactly 100 pages.
d) It will rain orange squash tomorrow.
e) I will see a white car today.