

DIFFICULTÉS DE L'ENSEIGNEMENT ET DE L'APPRENTISSAGE DES PROBABILITÉS DANS LE SECONDAIRE

Khadidiatou GUEYE*

Résumé – Au Sénégal, l'enseignement des probabilités pose problème à beaucoup de professeurs et les élèves se confrontent à de nombreuses difficultés dans l'apprentissage de cette partie des programmes. Pour déterminer ces difficultés et mieux comprendre leurs origines, nous avons mené une investigation auprès des professeurs de mathématiques ayant en charge des classes de Terminale S. Ce texte présente les résultats obtenus suite à notre investigation et les solutions proposées pour surmonter ces difficultés.

Mots-clefs : enseignement et apprentissage des probabilités, formation des enseignants, difficultés d'apprentissage, problème d'enseignement

Abstract – In Senegal, the teaching of the probability raises problem to many professors and the pupils confront with numerous difficulties in the learning of this part of the programs. To determine these difficulties and better understand their origins, we made an investigation with the professors of final year of high school. This text presents the results obtained as a result of our investigation and the solutions proposed to overcome these difficulties.

Keywords: teaching and learning of probabilities, teachers' training, learning difficulties, teaching problem

I. INTRODUCTION

Le mot probabilité peut être défini de plusieurs manières. En effet, dans le dictionnaire *Le nouveau Petit Robert de la langue française 2008*, il est donné trois définitions de ce mot : d'abord, c'est le caractère de ce qui est probable ; ensuite, c'est une grandeur par laquelle on mesure le caractère aléatoire (possible et non certain) d'un événement, d'un phénomène par l'évaluation du nombre de chances d'en obtenir la réalisation ; enfin, c'est une apparence, un indice qui laisse à penser qu'une chose est probable. Toutefois, en mathématiques, la notion de probabilité correspond à la quantification des « chances » qu'un événement a de se réaliser lors d'une expérience aléatoire. Une expérience étant une action qui produit un résultat, les noms « expérience aléatoire » et « événement » désignent respectivement une expérience dont l'issue ne peut être prédite avec certitude et le résultat d'une expérience aléatoire. Dans la dernière définition de la notion de probabilité (en mathématiques), interviennent deux mots qui font souvent penser au hasard à savoir : chance et aléatoire. Par conséquent, nous pouvons dire que les probabilités sont l'application des mathématiques aux phénomènes caractérisés par le hasard et l'incertitude.

Elles (les probabilités) sont aujourd'hui considérées comme l'un des domaines les plus importants des mathématiques et sont en général très utilisées pour résoudre certains problèmes de la vie courante. Elles sont également utilisées dans la théorie des jeux et dans des domaines scientifiques tels que l'astronomie, la météorologie, la médecine, la biologie, la biométrie, l'hérédité, l'économie, les mathématiques financières, la mécanique statistique, la cinétique des matières, la mécanique quantique... Par exemple, dans la théorie des jeux, c'est grâce au calcul des probabilités qu'un joueur peut déterminer ses chances de gagner ou de perdre une partie (de jeu). En météorologie, en économie ou en astronomie, les ingénieurs effectuent souvent des calculs de probabilité pour prévoir l'éventualité qu'un fait précis puisse se produire...

* Faculté des Sciences et Technologies de l'Education et de la Formation. UCAD. Dakar – Sénégal – khady84@hotmail.com

Ainsi, l'enseignement des probabilités semble essentiel pour la formation de l'élève dans la mesure où il lui permet d'avoir des outils nécessaires pour décrire certaines expériences aléatoires, mais aussi d'avoir un regard critique et de pouvoir prendre des décisions face à des situations sociales qui se présenteront à lui. Cependant, cet enseignement introduit récemment au Sénégal en classe de Terminale (dernière classe du secondaire : élèves de 18 ans) pose d'énormes problèmes aux professeurs et les élèves aussi, rencontrent généralement des difficultés dans l'apprentissage des probabilités et dans la résolution d'exercices de probabilité.

C'est dans ce cadre que j'ai réalisé, pour mon dossier pédagogique de fin de formation comme élève-professeur à la FASTEF¹, une étude portant sur un sujet particulier touchant l'enseignement et l'apprentissage des probabilités. Il s'agit de faire un état des lieux des difficultés de l'enseignement et de l'apprentissage des probabilités dans le secondaire. J'ai été motivée à travailler sur ce sujet suite à deux constats que j'ai faits dans les lycées sénégalais. En premier lieu, les professeurs rencontrent d'énormes difficultés dans l'enseignement des Probabilités. En deuxième lieu, les élèves sont également déroutés par cette partie des programmes. De plus, étant élève, je me suis moi-même toujours interrogée sur l'origine de ces difficultés.

Le travail commence par une présentation de la problématique du sujet : il s'agira de poser le problème que nous allons étudier, de décrire le contexte du problème et de le justifier, de faire une revue de littérature, de poser les questions de la recherche et de faire des hypothèses.

Ensuite nous allons élaborer notre méthodologie de recherche en deux parties :

- Une étude expérimentale : il s'agira de définir une population de professeurs sur laquelle un échantillon sera minutieusement choisi. Sur cet échantillon, des éléments d'investigation (questionnaires) seront administrés pour avoir des éléments de réponses en rapport avec les hypothèses émises au niveau de la problématique.
- Une présentation et une analyse des résultats obtenus suite à nos investigations sur les difficultés que rencontrent les professeurs dans l'enseignement des probabilités, et les problèmes auxquels les élèves sont confrontés dans l'apprentissage de cette discipline.

À la suite de l'exploitation de nos résultats, nous ferons une synthèse de notre travail en guise de conclusion avant de présenter des propositions de solutions en rapport avec les difficultés décelées par cette recherche.

II. PROBLÉMATIQUE

1. Position du problème, contexte et justification

Les probabilités sont présentes dans les programmes de l'enseignement secondaire au Sénégal spécifiquement dans les classes de terminales S et L (sections scientifique et littéraire). Elles occupent une place assez importante dans les sujets d'examen au baccalauréat (examen de la fin des études secondaires), surtout pour les Terminales S2 (classe scientifique avec un programme renforcé de mathématiques). Cependant leur enseignement pose beaucoup de difficultés aux professeurs et leur apprentissage est source de plusieurs obstacles au niveau des élèves.

¹ Faculté des Sciences et Technologies de l'Education et de la Formation.

Au Sénégal, depuis le départ des professeurs français qui enseignaient dans les lycées et collèges, en appui au corps professoral local, l'enseignement des mathématiques est devenu une préoccupation majeure au niveau de l'Éducation Nationale.

En outre, il y a un fort déficit de professeurs de mathématiques dans l'enseignement secondaire. De 2000 à 2010, environ 173 lycées ont été créés et seuls 73 professeurs de mathématiques de l'enseignement secondaire ont été formés. Dans le but de résorber ce déficit, l'État sénégalais recrute chaque année (s'il en trouve) des professeurs (appelés vacataires), titulaires d'une licence ou d'une maîtrise de mathématiques mais n'ayant pas bénéficié d'une formation professionnelle pour enseigner dans les lycées. Mais les titulaires de licence et de maîtrise de mathématiques se détournent souvent de l'enseignement et s'orientent la plupart du temps vers d'autres secteurs plus attractifs tels que les banques et les Organisations Non Gouvernementales (ONG).

D'ailleurs dans certaines régions du pays, faute de trouver des professeurs vacataires, ce sont des professeurs de collège qui sont appelés pour enseigner dans le secondaire, sans y être préparés.

A cela, s'ajoute le fait que même les professeurs titulaires, c'est-à-dire ayant subi une formation professionnelle, sont souvent « déconcertés par cette partie du programme dans laquelle ils ne sont pas bien à l'aise ». Certains vont jusqu'à la rejeter en fin de programme ou lui consacrer moins de temps, voire la bâcler ou ne pas la traiter tout simplement.

Par ailleurs, les élèves, de leur côté, sont déroutés par les types de raisonnement qu'ils rencontrent en probabilité, qui leur apparaissent très différents de ceux utilisés en algèbre, en analyse ou en géométrie. D'ailleurs le fait de ne pas pouvoir classer les probabilités dans l'un de ces trois domaines pose de réelles difficultés aux élèves.

De plus, le passage de la réalité à la modélisation, constituant l'essentiel des stratégies pour résoudre un exercice de probabilité, embrouille souvent les élèves car ces derniers, avant de connaître les outils mathématiques qui doivent intervenir, ont déjà des problèmes de maîtrise de la langue pour bien comprendre les énoncés. La présence de termes, tels que « au plus », « au moins », « ou », « ou bien », en est une parfaite illustration.

Il faut ajouter à cela le lien fort que les élèves font souvent entre le dénombrement et les probabilités, en cherchant à tout prix le rapport de cardinaux d'ensembles pour calculer la probabilité d'un événement donné et le fait que les élèves n'ont pas souvent le temps de bien assimiler cette partie du programme qui est faite parfois en fin d'année au moment où ils se préparent pour un examen capital pour la suite de leurs études c'est-à-dire le baccalauréat.

2. *Revue de littérature*

Les difficultés de l'enseignement et de l'apprentissage des probabilités ne sont pas un problème spécifique au Sénégal. En effet, ce sujet a fait l'objet de quelques études didactiques dans certains pays (nous en avons trouvé en France, au Canada et en Tunisie), où plusieurs difficultés sont relevées aussi bien du côté de l'enseignement que de l'apprentissage des probabilités.

Les enseignants semblent souvent faire la confusion entre la définition « mathématique » et celle « courante » de la notion de probabilité. Ainsi, selon Henry (1994), l'introduction de cette notion se heurte à des conceptions erronées, contradictoires ou préconstruites. Ces difficultés conceptuelles sont également soulevées par Dheib (2009) ou Girard (2001).

Le hasard existe-t-il ? Si on suppose qu'il existe, peut-on lui appliquer les méthodes mathématiques ? Ces questions liées à la complexité de la définition du hasard et à la dualité

de la notion de probabilité engendrent des difficultés épistémologiques mises en exergue dans les travaux de Coutinho (2001), Girard (2001), Dheib (2009), Larose (2011), etc. Il existe également des difficultés d'ordre didactiques soulevées par Girard (2001), Coutinho (2001) et Dheib (2009). Ces difficultés sont en partie liées à l'introduction de la notion de probabilité par l'approche fréquentiste. En effet, Henry(1999) pense que les enseignants ont beaucoup de difficultés à intégrer cette approche dans les situations didactiques qu'ils proposent à leurs élèves.

Du côté de l'apprentissage des probabilités, les difficultés sont liées, en partie, aux conceptions erronées que les élèves ont par rapport aux probabilités (Martin et Theis 2011, Girard 2001). En effet, avant même d'entamer l'étude de ce chapitre, les élèves se font déjà une idée sur les notions de probabilité, de chance, de rapport à l'aléatoire et ces idées entrent en conflit avec la notion de probabilité enseignée en classe (Martin et Theis, 2011). Ce qui peut constituer un obstacle à leur compréhension de la notion de probabilité (en mathématiques).

Certains travaux montrent que les élèves rencontrent également des obstacles dans la résolution d'exercices de probabilités. Ces obstacles sont liés, d'une part, au fait que les élèves ne maîtrisent pas le vocabulaire ensembliste (Girard 2001, Henry 1999), la logique et le langage mathématiques (Dheib 2009, Henry 1999, Girard 2001), et d'autre part, à la difficulté de construire un modèle adéquat à partir de données réelles et de distinguer la réalité du modèle choisi pour la représenter (Girard 2001, Henry 1999, Coutinho 2001). Ces difficultés liées à la modélisation concernent autant les élèves que les professeurs. En plus des difficultés que nous venons d'évoquer, Coutinho (2001) et Girard (2001) soutiennent qu'il existe aussi des difficultés d'ordre psychologique et Henry (1999) précise que la prégnance des situations de dénombrement est une source d'échecs dans l'apprentissage des probabilités.

Plusieurs anciens élèves-professeurs à la FASTEF, dans le cadre de la présentation d'un dossier pédagogique pour l'obtention du CAES (Certificat d'Aptitude à l'Enseignement Secondaire), ont aussi travaillé sur ce sujet. Cependant, ces travaux plutôt que d'étudier les difficultés de l'enseignement et de l'apprentissage des probabilités, se sont plutôt attachés à présenter une fiche pédagogique portant sur les probabilités.

Ainsi Diouf(1991), dans son dossier pédagogique intitulé « Dénombrement et Probabilités : difficultés et stratégies », a eu à présenter un cours sur le dénombrement et la théorie des probabilités et à faire des commentaires sur les parties qui sont susceptibles d'engendrer des difficultés dans l'apprentissage et la résolution d'exercices de probabilités. Il estime que la compréhension de l'analyse combinatoire (le dénombrement) est nécessaire pour aborder les probabilités avec aisance, or, les élèves ne maîtrisent pas cette partie du programme. Il précise également que ces difficultés sont dues au fait que les élèves ne maîtrisent pas, non plus, la théorie des ensembles et qu'ils ont des problèmes à traduire le langage courant d'un exercice de probabilités en langage mathématique.

Sambe(1993) a réalisé un dossier pédagogique, intitulé « La problématique du calcul des probabilités dans le secondaire », dans lequel il propose une fiche de leçon sur la théorie des probabilités.

Dans son dossier pédagogique intitulé « L'enseignement des probabilités dans le secondaire », Ly(1994) a d'abord relaté quelques éléments d'histoire des probabilités, ensuite rappelé les principaux résultats de l'analyse combinatoire et enfin présenté une fiche de leçon sur les probabilités.

Dans son dossier pédagogique intitulé « Réflexions sur l'enseignement du calcul des probabilités en classe de Terminale », Mbaye(1998) a également présenté une fiche de leçon sur les probabilités.

3. *Objectifs de la recherche*

Pour ce qui concerne les travaux réalisés sur le plan local, la plupart des auteurs se sont limités dans une grande mesure à présenter des fiches pédagogiques sans pour autant étudier les difficultés de l'enseignement et de l'apprentissage des probabilités. C'est pourquoi, dans nous nous sommes fixé comme objectif principal de donner des éléments plus précis sur ces difficultés tant du point de vue des élèves que des enseignants, afin d'apporter une contribution originale à l'amélioration de la qualité de l'enseignement et de l'apprentissage des probabilités.

Les objectifs spécifiques de notre recherche sont de :

- déceler les difficultés de l'enseignement et de l'apprentissage des probabilités ;
- déceler les causes de ces difficultés ;
- proposer des solutions pour pallier ces difficultés.

4. *Questions de la recherche*

La recherche que nous sommes en train de mener soulève les questions globales suivantes :

- quelles sont les difficultés rencontrées dans l'enseignement et l'apprentissage des probabilités ?
- A quoi sont liées ces difficultés ?
- Quelles sont les causes de ces difficultés ?

Certes, des difficultés sont énumérées au niveau de la revue de littérature mais les recherches qui les ont fait sortir n'ont pas été faites au Sénégal. C'est pourquoi nous avons décidé de faire une étude d'investigation locale.

5. *Hypothèses de la recherche*

Nous sommes partie des hypothèses suivantes : il semble qu'il existe bien des difficultés au niveau de l'enseignement et de l'apprentissage des probabilités ; ces difficultés peuvent être de plusieurs ordres : pédagogiques, mathématiques, didactiques, socio-économiques, épistémologiques, conceptuels. Il nous a toutefois semblé que la spécificité du champ fait que d'une part, les difficultés de l'enseignement des probabilités sont essentiellement des difficultés d'ordre didactique liées au manque de formation des enseignants ; d'autre part, celles de leur apprentissage sont essentiellement dues à l'incompréhension du dénombrement et aux problèmes de langage.

6. *Délimitation du champ de l'étude*

Nous avons décidé de circonscrire notre étude et de la limiter dans la première circonscription urbaine du département de Dakar, mais pour des contraintes d'ordre temporel, nous avons finalement effectué notre recherche dans trois établissements d'enseignement secondaire de cette circonscription. Il faut également préciser que nous nous intéressons particulièrement aux Terminales scientifiques et par conséquent, aux professeurs ayant en charge ces classes. Nous avons fait ce choix car les programmes de probabilités de ces classes de Terminales (voir annexes 1et 2) sont plus complets que ceux des autres spécialités.

	Q10			Q11			Q12		
Réponses	Oui	Non	SR	Oui	Non	SR	Oui	Non	SR
Nombre de professeurs	9	1	0	9	1	0	6	1	3
Fréquence en %	90	10	0	90	10	0	60	10	30

	Q13			Q14			Q15		
Réponses	Oui	Non	SR	Oui	Non	SR	Oui	Non	SR
Nombre de professeurs	8	1	1	5	4	1	10	0	0
Fréquence en %	80	10	10	50	40	10	100	0	0

3. Analyse et exploitation des résultats

L'enquête révèle qu'il existe bien des difficultés dans l'enseignement des probabilités. En effet, tous les professeurs interrogés ont répondu positivement à la question Q1.

Ces difficultés de l'enseignement des probabilités sont liées à plusieurs facteurs.

Parmi ces derniers il y a d'abord un problème lié à la formation des professeurs de mathématiques soulevé par 90% de notre échantillon.

Ensuite, il y a autant de professeurs qui pensent que ces difficultés sont liées au manque de manuels que de professeurs qui pensent le contraire. Ceux qui pensent que le manque de manuels est un obstacle précisent qu'il s'agit d'un manque de manuels adaptés aux programmes sénégalais car la plupart des manuels disponibles sont des manuels français et ils ne prennent pas en charge certaines notions contenues dans le programme sénégalais.

Les autres pensent qu'il y a assez de manuels qui traitent des probabilités et que des efforts sont faits avec l'édition de manuels de mathématiques, dans le cadre de la Collection Inter Africaine de Mathématiques (CIAM), conforme aux programmes de mathématiques des États de l'Afrique de l'Ouest en général et du Sénégal en particulier.

Il y a aussi une difficulté liée à l'insuffisance du volume horaire : 40% des professeurs pensent que le volume horaire est suffisant tandis que les 60% restant soutiennent le contraire car : d'une part le dénombrement qui fait partie du programme de Première n'est généralement abordé qu'en classe de Terminale, juste avant l'étude du calcul des probabilités ; d'autre part, ces deux chapitres sont généralement étudiés en fin d'année. En Terminale S2, par exemple, avec le volume horaire qui est passé de six heures à cinq heures par semaine, il devient pratiquement impossible de consacrer à l'étude du calcul des probabilités le temps qui lui est nécessaire.

Parmi les difficultés de l'enseignement des probabilités, il y a celle qui est liée à la modélisation de la réalité. Cette idée est soutenue par 80% des professeurs interrogés. Ils disent qu'ils sont souvent confrontés à des réalités complexes dont l'explicitation à travers des modèles n'est pas toujours facile à faire. L'application des principes fondamentaux (addition, multiplication, ...) n'est pas toujours aisée et le véritable problème c'est d'amener l'apprenant à comprendre cette nouvelle démarche qu'il rencontre en probabilités.

Parmi les professeurs interrogés, 80% disent introduire les probabilités par l'approche fréquentiste et pensent que c'est la meilleure approche d'une part, pour enseigner les

probabilités sans passer par le dénombrement et d'autre part, pour faciliter aux élèves la compréhension de la notion de probabilité. Selon eux, cette approche n'est nullement à l'origine des difficultés rencontrées dans l'enseignement des probabilités. Cependant, les 20% ne connaissent même pas cette approche.

Enfin, les professeurs ont également soulevé d'autres facteurs auxquelles sont liées les difficultés rencontrées dans l'enseignement des probabilités : la suppression de la logique dans le programme de seconde, la liaison faite entre les probabilités et le dénombrement, le non suivi des professeurs vacataires et contractuels sur le terrain par l'organisation de séminaires et d'ateliers leur permettant de se recycler, le niveau faible en français de certains professeurs de mathématiques.

Toutes ces difficultés liées à l'enseignement des probabilités ont bien sûr des répercussions sur leur apprentissage.

Toutefois, il y a aussi des difficultés liées à la langue française et à la terminologie utilisée en probabilités. Le langage des probabilités étant assez particulier et très subtil, il faut un niveau acceptable en français pour pouvoir suivre. Or, la majeure partie des élèves ont un niveau faible en français, ils ne maîtrisent par exemple pas les connecteurs logiques. De ce fait, ils ont du mal à comprendre les textes qu'on leur présente et à les traduire correctement en langage probabiliste.

Il y a aussi des difficultés dues à l'incompréhension du vocabulaire ensembliste. Du fait que la théorie des ensembles ne figure pas dans le programme, le vocabulaire ensembliste est assez étranger aux élèves et ces derniers font souvent la confusion entre réunion et intersection, entre contraire et opposé,...

De plus, les élèves ont des difficultés pour modéliser la réalité. Ils sont habitués à la résolution d'équations ou d'inéquations, à l'application permanente de façon mécanique, des règles de calcul. Les situations concrètes leur sont rarement proposées, ce qui fait qu'ils ne parviennent pas à comprendre la réalité dont les probabilités doivent rendre compte, en plus des principes et concepts étrangers ou nouveaux. En outre, les modèles choisis par l'enseignant ne tiennent pas compte, très souvent, de l'environnement de l'élève.

Une difficulté importante est due au fait que les probabilités sont liées au dénombrement. En effet, le programme propose d'étudier les probabilités après le dénombrement qui pose déjà de réelles difficultés aux élèves. Certains enseignants considèrent alors les probabilités comme un simple prolongement du dénombrement ; ce qui est une vision très limitative.

Enfin il y a des difficultés liées au programme. Selon certains professeurs (50% des interrogés), le programme introduit tardivement l'enseignement des probabilités, est trop ambitieux et manque de cohésion tandis que d'autres (40%) pensent que les contenus des programmes sont pertinents mais que c'est leur mise en œuvre dans la pratique qui pose problème.

Ainsi les résultats de notre enquête ont largement confirmé nos hypothèses, tout en permettant de les affiner.

IV. CONCLUSION. PROPOSITIONS DE SOLUTIONS

Au terme de notre étude, nous pouvons conclure que du point de vue des enseignants, il existe effectivement des difficultés dans l'enseignement et l'apprentissage des probabilités et qu'elles sont, liées, en partie à la modélisation de la réalité. De plus, les difficultés de l'enseignement des probabilités sont liées, la plupart du temps, au manque de manuels conforme aux programmes sénégalais, au problème de formation des professeurs de

mathématiques et à l'insuffisance du volume horaire. Par ailleurs, les difficultés d'apprentissage sont liées au programme ; elles sont également dues au problème de langage mais la difficulté majeure est due à la liaison faite entre le dénombrement et les probabilités.

Pour aider à contourner ces difficultés, il nous semble que, d'abord, les concepteurs des programmes de mathématiques au Sénégal devraient réécrire le programme de probabilités et l'étaler sur les trois années du secondaire afin que les professeurs ne bâclent pas cette partie et que les élèves puissent avoir un temps suffisant d'assimilation. Ils devraient également organiser le programme de sorte que l'enseignement des probabilités ne soit plus lié au dénombrement, car ces deux parties sont effectivement indépendantes.

Par ailleurs les Inspecteurs de Spécialité mathématiques, en collaboration avec les acteurs de l'enseignement des mathématiques et les enseignants du secondaire, devraient organiser régulièrement des ateliers dans lesquels ils feraient diverses activités de modélisation en rapport avec les probabilités.

Enfin, les professeurs devraient motiver les élèves et les initier aux vocabulaires des événements et probabilistes en leur présentant des activités concrètes, tirées de l'environnement ou de leur milieu socioculturel. De plus, ils devraient varier leurs manuels de référence, s'inspirer d'eux et cesser de les copier. Mais surtout, ils doivent se recycler et mettre régulièrement à jour leurs connaissances car enseigner c'est d'abord apprendre.

REFERENCES

- Coutinho C. (2001) *Introduction aux situations aléatoires dès le collège : de la modélisation à la simulation d'expériences de Bernoulli dans l'environnement informatique Cabri-géomètre II*. Thèse de l'université Joseph Fourier. Grenoble1.
- Dheib M. (2009) *Contribution à l'introduction des probabilités au collège : rapports d'élèves à quelques notions probabilistes*. Thèse de l'université de Tunis, et de l'université Paris Descartes.
- Diouf S.F. (1991) *Dénombrement et Probabilités: difficultés et stratégies*. Dossier pédagogique FASTEUF, Dakar.
- Girard J-C. (2001) Quelques hypothèses sur les difficultés rencontrées dans l'enseignement des probabilités. In Henry M. (Ed.) (pp. 189-200) *Autour de la modélisation en probabilités*. Commission inter-IREM, Collection « Didactiques ». Besançon : Presses Universitaires de Franche-Comté. http://pufc.univ-fcomte.fr/fiche_ouvrage.php?isbn=978-2-84627-018-2&id_titre=404965399
- Henry M. (1994) L'enseignement du calcul des probabilités dans le second degré : perspectives historiques, épistémologiques et didactiques. *Repères IREM* 14, 69-104. http://www.univ-irem.fr/spip.php?article=71&id_numero=14&id_article_reperes=96
- Henry M. (1999) L'introduction des probabilités au lycée : un processus de modélisation comparable à celui de la géométrie. *Repères IREM* 36, 15-34. http://www.univ-irem.fr/spip.php?article=71&id_numero=36&id_article_reperes=245
- Larose F. (2011) *L'apprentissage des probabilités en contexte ludique : transfert de compétences sur la pratique des jeux de hasard et d'argent chez des élèves à risque du premier cycle secondaire*. Rapport de la recherche FQRSC #2008-JA-124845, Université de Sherbrooke. http://www.crie.ca/Recherches/Documents/Rapport_final_r%C3%A9vis%C3%A9_09-2011_AC-2008_124845_Larose_et_Al.pdf

- Ly M. M. (1994) *L'enseignement des probabilités dans le secondaire*. Dossier pédagogique FASTEF, Dakar.
- Martin V., Theis L. (2011) La résolution d'une situation-problème probabiliste en équipe hétérogène : le cas d'une élève à risque du primaire. *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*. 14(1), 49-70.
- Mbaye B.B. (1998) *Réflexions sur l'enseignement du calcul des probabilités en classe de Terminale*. Dossier pédagogique FASTEF, Dakar.
- Sambe A. (1993) *La problématique du calcul des probabilités dans le secondaire*. Dossier pédagogique FASTEF, Dakar.

ANNEXE 1 : PROGRAMME DE PROBABILITÉS DES TERMINALES S1 ET S3

Pour introduire la notion de probabilité, on s'appuiera essentiellement sur l'observation statistique dans des cas simples et les stabilités de fréquence qui s'en dégagent. À travers quelques expériences aléatoires simples, on introduira la notion d'espace probabilisé en donnant la définition axiomatique de la probabilité. On s'attachera en introduction à faire l'historique de la naissance des probabilités et à montrer leur importance actuelle dans pratiquement tous les secteurs de la vie moderne.

Contenus	Commentaires	Compétences exigibles
événements, événements élémentaires, événements incompatibles, événements contraires, réunion et intersection de deux événements, probabilité d'un événement, cas d'équiprobabilité, probabilité conditionnelle d'un événement par rapport à un événement de probabilité non nulle, indépendance de deux événements, formule des probabilités totales, probabilité produit, variables aléatoires, loi de probabilité, espérance mathématique, variance, écart-type, fonction de répartition, expériences successives : épreuve de Bernoulli, distribution binomiale.	On définira la probabilité d'un événement comme étant un réel de l'intervalle $[0, 1]$ tel que : <ul style="list-style-type: none"> la probabilité de l'événement certain Ω est 1, celle de l'événement impossible \emptyset est 0. Si A_1, A_2, \dots, A_n sont des événements deux à deux disjoints, la probabilité de l'événement $A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_n$ est la somme des probabilités de chacun des événements A_1, A_2, \dots, A_n. En particulier : la probabilité d'un événement est la somme des probabilités des événements élémentaires qui le composent. Formule des probabilités totales : étant donné des événements B_1, B_2, \dots, B_n constituant une partition de Ω , pour tout événement A , $p(A) = \sum_{i=1}^n p(A \cap B_i)$	Utiliser dans la résolution des problèmes : <ul style="list-style-type: none"> la probabilité d'un événement ou d'une réunion d'événements. La probabilité conditionnelle d'un événement par rapport à un événement de probabilité non nulle. La formule des probabilités totales. L'indépendance de deux événements. Déterminer la loi de probabilité d'une variable aléatoire. Calculer l'espérance, la variance et l'écart type d'une variable aléatoire. Déterminer et représenter la fonction de répartition d'une variable aléatoire. Connaitre et utiliser la loi binomiale.

ANNEXE 2 : PROGRAMME DE PROBABILITÉS DES TERMINALES S2 ET S4

Les acquis de Première sur le dénombrement seront consolidés sous forme d'exercices variés tirés de situations réelles.

Les probabilités constituent un chapitre important dont les applications sont nombreuses (en médecine, économie, pharmacie). En conséquence, on veillera à rendre ce cours attrayant par le choix judicieux d'activités préparatoires et d'exercices. On veillera à faire ressortir le lien naturel entre les statistiques et les probabilités. Seul figure au programme le cas où l'ensemble des événements élémentaires est fini.

Contenus	Commentaires	Compétences exigibles
<ul style="list-style-type: none"> • Notion de probabilité. • Probabilité d'un événement. • Probabilité de l'événement contraire. • Probabilité de la réunion de deux événements incompatibles ou non. • Cas de l'équiprobabilité. • Probabilité conditionnelle • Événements indépendants. • Formule des probabilités totales. • Notion de variable aléatoire : définition, vocabulaire, notation $P(X = x)$ • Fonction de répartition $F(x) = P(X \leq x)$ • Espérance, variance, écart type d'une variable aléatoire • Loi binomiale 	<p>Le vocabulaire probabiliste (univers, événement, événement élémentaire...) sera introduit à partir d'épreuves aléatoires simples.</p> <p>On pourra traiter des problèmes tirés de la médecine (tests médicaux).</p> <p>Les variables aléatoires seront introduites à partir d'exemples.</p> <p>Exemple de schéma de Bernoulli.</p> <p>On introduit la loi binomiale sur un exemple d'épreuves répétées indépendantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître le vocabulaire probabiliste • Calculer la probabilité d'un événement • Connaître et utiliser les formules des probabilités au programme • Calculer la probabilité conditionnelle d'un événement • Montrer que deux événements sont indépendants • Utiliser la formule des probabilités totales pour résoudre des problèmes • Déterminer la loi de probabilité d'une variable aléatoire • Calculer l'espérance, la variance et l'écart type d'une variable aléatoire • Déterminer et représenter la fonction de répartition d'une variable aléatoire • Connaître la formule de la loi binomiale et l'utiliser pour résoudre des problèmes

ANNEXE 3 : QUESTIONNAIRE²

Q1) Existe-t-il des difficultés dans l'enseignement des probabilités ?

Oui Non

Si oui, nous vous prions de bien vouloir répondre aux questions suivantes.

Q2) Ces difficultés sont-elles liées au problème de formation des professeurs de mathématiques? Pourquoi ?

Q3) Ces difficultés sont-elles liées au manque de manuels de référence? Pourquoi ?

Q4) Ces difficultés sont-elles liées à l'insuffisance du volume horaire ? Pourquoi ?

Q5) Ces difficultés sont-elles liées à la modélisation de la réalité ? Pourquoi ?

Q6) Introduisez-vous la notion de probabilité par l'approche fréquentiste ?

Oui Non

Q7) Pensez-vous que cette approche soit à l'origine des difficultés rencontrées dans l'enseignement des probabilités ? Justifiez votre réponse.

Q8) Y a-t-il d'autres facteurs qui soient à l'origine des difficultés rencontrées dans l'enseignement des probabilités ? Si oui, lesquels ?

Q9) Les élèves rencontrent-ils des difficultés dans l'apprentissage des probabilités ?

Oui Non

Si oui, nous vous prions de bien vouloir répondre aux questions suivantes.

Q10) Ces difficultés sont-elles dues au problème de langage ? Pourquoi ?

Q11) Ces difficultés sont-elles dues à l'incompréhension du vocabulaire ensembliste ? Pourquoi ?

Q12) Ces difficultés sont-elles dues au fait que les élèves ont du mal à modéliser la réalité ?

Q13) Ces difficultés sont-elles dues au fait que l'enseignement du calcul des probabilités est lié au dénombrement ? Pourquoi ?

Q14) Ces difficultés sont-elles liées au programme ? Pourquoi ?

Q15) Existe-t-il d'autres facteurs qui soient à l'origine des difficultés rencontrées dans l'apprentissage des probabilités ? Si oui, lesquels ?

² Par souci de gain de place, nous donnons ici le questionnaire sans les espaces pour répondre qui étaient inclus dans la version données aux enseignants.