

L'ENSEIGNEMENT DE STATISTIQUE ET PROBABILITES AU CANADA ET EN ITALIE

Linda GATTUSO¹ et Sylvain VERMETTE²

Avec la collaboration de
Viktor FREIMAN³, Elizabeth MOWAT⁴, Florence GLANFIELD⁵, Maria Pia PERELLI⁶

TITLE

The teaching of probability and statistics in Canada and in Italy

RÉSUMÉ

Dans le présent article, nous présentons les programmes scolaires canadiens et italiens pour la statistique et la probabilité. Au Canada, le système d'éducation est de juridiction provinciale, nous avons donc cru bon de donner une idée de cette diversité en présentant les programmes scolaires du Québec, du Nouveau-Brunswick et de l'Alberta. Nous terminerons en comparant ces curriculums canadiens à celui de l'Italie.

Mots-clés : enseignement, statistique, probabilité, Canada, Italie.

ABSTRACT

In the present article, we will present the Canadian and Italian curricula for statistics and probability. In Canada, the schooling system is a provincial jurisdiction; so to give an idea of this diversity, we will present the curriculum of Quebec, New Brunswick and Alberta. We will conclude by comparing Canadian and Italian curricula.

Keywords : teaching, statistic, probability, Canada, Italy.

1 Introduction

1.1 Un bref historique

Dans le monde anglo-saxon, un intérêt grandissant s'est manifesté pour une réforme du curriculum scolaire en mathématiques vers les années 1960 (Cambridge Conference on School Mathematics, 1963). C'est dans ce courant de changements que l'enseignement de la statistique et de la probabilité fit son apparition. Toutefois, cet enseignement était essentiellement dispensé dans les universités bien que déjà, il y avait des pressions pour

¹ UQAM, 3902 Drolet, Montréal, Canada, H2W2L2, gattuso.linda@gmail.com

² UQTR, 3351 blv Des Forges, C.P. 500, Trois-Rivières, Canada, G9A 5H7, sylvain.vermette@uqtr.ca

³ Université de Moncton, Département d'enseignement au primaire et de psychopédagogie, Campus de Moncton, Université de Moncton, viktor.freiman@umoncton.ca

⁴ University of Alberta, Department of Secondary Education, 347 Education South, University of Alberta, Edmonton AB T6G 2G5, florence.glanfield@ualberta.ca

⁵ University of Alberta, Department of Secondary Education, 347 Education South, University of Alberta, Edmonton AB T6G 2G5, emowat@shaw.ca

⁶ Università di Trieste, via Manzoni 7 Dosson (Tv) Italie, carlodar@alice.it

étendre l'enseignement de la statistique aux élèves de l'élémentaire et du secondaire (National Council of Teachers of Mathematics, NCTM, 1970). En effet, en 1963 le rapport sur la conférence de Cambridge (USA) rappelait l'importance d'enseigner la statistique et la probabilité aux élèves du « pre-college », soit de l'élémentaire jusqu'à la 12^e année (Cambridge Conference on School Mathematics, 1963).

Malgré tout, c'est seulement vers la fin des années 80 que l'enseignement de la statistique fut considéré indispensable pour l'éducation des élèves, celui-ci ayant été jusque-là négligé et considéré comme thème secondaire. Aux États-Unis par exemple, les appels pour inclure l'enseignement de la statistique et de la probabilité dans le curriculum scolaire n'étaient pas entendus jusque-là. En 1975, le rapport NACOME notait que la statistique et la probabilité étaient quasi absentes du curriculum (dans Gawronski et McLeod, 1980). En 1980, le NCTM demandait que l'on augmente l'enseignement de la statistique et de la probabilité aux États-Unis. Toutefois, ce n'est qu'en 1989 que ce vœu se réalise et ce, tout au long du parcours académique et pour l'ensemble des élèves et non seulement pour ceux allant à l'université (Canada, 2004).

Cet intérêt grandissant pour l'introduction de la statistique et de la probabilité dans le curriculum du secondaire et de l'élémentaire depuis la fin des années 80 n'était pas restreint aux États-Unis. Certains auteurs affirment même qu'il s'agissait d'une tendance internationale en citant comme exemple certains pays dont l'Australie, l'Angleterre et la Nouvelle-Zélande (Mellissinos, Ford et McLeod, 1997 ; Shaughnessy, 1996 ; Wat *et al.*son et Moritz, 2000).

À leur introduction dans les curriculums scolaires, les cours de statistique mettaient généralement l'accent sur le calcul, négligeant le développement d'une pensée statistique (Ben-Zvi et Friedlander, 1997 ; Utts, 2002). Toutefois, avec l'apport de la technologie, un esprit de changements est survenu. L'apport des calculatrices à affichage graphique vers la fin des années 90 a permis aux élèves d'avoir les calculs de base en statistique au bout de leurs doigts, donnant ainsi plus de possibilités pour l'analyse de données en classe (Burrill, 1996 ; Moore, 1997). Dès lors, le but n'était plus de développer la performance quant aux calculs statistiques à effectuer, mais plutôt de développer la pensée statistique des élèves (Ben-Zvi et Garfield, 2004 ; Makar et Confrey, 2005).

Le NCTM (2000) produisait les recommandations suivantes concernant l'analyse de données et la probabilité :

« Les programmes d'enseignement de la pré-maternelle jusqu'à la 12^e année devraient permettre à tous les élèves de :

- formuler des questions auxquelles il est possible de répondre par la collecte, l'organisation et la représentation de données ;
- sélectionner et utiliser des méthodes statistiques appropriées pour l'analyse de données ;
- développer et évaluer des inférences statistiques et des prédictions faites à partir de données ;
- comprendre et appliquer les concepts de base en probabilités » (p.48)⁷.

Cet article présentera plus particulièrement comment s'est actualisée cette situation au Canada, en commençant par le Québec, suivi du Nouveau-Brunswick et de l'Alberta, et finalement, en Italie. Bien que l'accent sera mis sur le niveau secondaire (11 à 18 ans), il sera aussi question du niveau primaire (6-11 ans). Nous tenterons en dernière partie de souligner

⁷ Traduction de l'auteur.

les similitudes et les différences entre ces divers programmes pour l'enseignement de la statistique et de la probabilité, car ces deux sujets sont très souvent reliés.

2 Le Canada

Au Canada, l'Éducation est de juridiction provinciale ; par conséquent, chaque province gère son propre système. Il s'en suit que le système scolaire et les programmes d'études ne sont pas les mêmes d'une province à l'autre bien qu'il y ait beaucoup de ressemblances entre les provinces majoritairement anglophones où l'influence américaine se fait plus sentir. Depuis longtemps, le NCTM a un chapitre canadien ce qui explique l'influence exercée sur l'introduction de la statistique dans les programmes scolaires canadiens.

2.1 L'enseignement de la statistique et de la probabilité au Québec

Cette influence du NCTM a eu des répercussions importantes également dans le curriculum scolaire québécois qui diffère substantiellement de celui des autres provinces depuis l'instauration du rapport Parent (1964-1965) qui a mené, entre autres, à la création des cégeps (Collège d'Enseignement Général et Professionnel) qui prolongent le système d'éducation publique gratuit jusqu'à l'université.

2.1.1 Le système d'éducation québécois

Le système d'éducation québécois est unique. Après une pré-maternelle (facultative à 4 ans) et une maternelle (5 ans), les élèves font six ans de cours primaire (6-11 ans). Le secondaire (12-16 ans) comporte cinq années. L'école obligatoire se termine avec le secondaire 5, mais l'élève peut ensuite poursuivre ses études dans un cégep. Le cégep offre de nombreux programmes de formation générale de deux ans (17-18 ans) menant à des études universitaires ou encore des programmes de trois ans (17-19 ans) de formation professionnelle menant au marché du travail.

Au Québec, avant la création des cégeps à la fin des années 60, l'enseignement de la statistique et de la probabilité était limité au niveau universitaire. Avec l'avènement de ce nouvel ordre d'enseignement, l'enseignement de la statistique et de la probabilité prit de l'expansion intégrant certains programmes du cégep, mais aussi peu de temps après, les programmes du secondaire et de l'élémentaire.

2.1.2 Le primaire au Québec (6-11 ans)

Au primaire, le parcours de l'élève se divise en trois cycles (1, 2, 3) comprenant chacun deux années. La statistique et la probabilité y sont abordées depuis 1976. À l'origine, leur étude commençait au cours des deux dernières années du primaire (Gouvernement du Québec, 1976a), l'étude de la statistique devait se faire à partir de différentes activités nécessitant la représentation et l'interprétation de données. En 1980, l'étude de la moyenne arithmétique fut introduite (Gouvernement du Québec, 1980). L'étude de la probabilité se résumait alors à l'estimation et à la vérification expérimentale de certains cas de probabilités dans des contextes familiers pour les élèves, comme le lancer d'une pièce de monnaie ou d'un dé. Aujourd'hui, la statistique et la probabilité se retrouvent dans le programme de tous les niveaux du primaire.

En statistique, le programme de 2008 utilisé actuellement (Gouvernement du Québec, 2008) comprend l'étude des statistiques descriptives faite par le biais d'enquêtes et de tout ce qui en découle : formulation de questions, collecte de données, organisation des données au moyen de tableaux (1, 2, 3), interprétation et représentation des données à l'aide de diagrammes à bandes, à pictogrammes (1, 2, 3) et à ligne brisée (2, 3), lecture et interprétation de diagrammes circulaires (3) et début de l'apprentissage du concept de la moyenne arithmétique notamment par son calcul (3).

En probabilité, le programme propose l'observation et la réalisation d'expériences liées au concept de hasard. L'élève devrait avoir l'occasion de s'exercer à prédire qualitativement des résultats en se familiarisant avec les concepts de résultat certain, de résultat possible, de résultat impossible (1, 2, 3). Il dénombre les résultats possibles d'une expérience aléatoire simple (1). Il s'exerce également à comparer des expériences pour dégager des événements plus probables, également probables et moins probables. Il dénombre les résultats d'une expérience aléatoire à l'aide de tableaux et de diagrammes en arbre (2, 3) et compare quantitativement des résultats fréquents obtenus avec des résultats théoriques connus (3). Aux deux derniers cycles, l'élève pourra élaborer des simulations avec ou sans l'ordinateur. Dans tout le programme de mathématique, l'utilisation de l'ordinateur et de la calculatrice est suggérée pour des activités d'apprentissage (recherche d'information, de communication, de représentation et de calculs).

2.1.3 Le secondaire au Québec (12-16 ans)

Pour ce qui est du secondaire, le parcours des élèves s'effectue sur deux cycles. Le 1^{er} cycle comprend les deux premières années et le 2^e cycle, les trois années subséquentes. C'est en 1972 que la statistique et la probabilité ont été introduites au programme de la cinquième secondaire (Gouvernement du Québec, 1972). L'apprentissage des statistiques comprenait notamment le calcul des différentes mesures de tendance centrale ainsi que la construction et l'interprétation de divers diagrammes tels l'histogramme, le diagramme circulaire et le diagramme à bandes. Quant à l'étude de la probabilité, selon le programme, elle était principalement faite à partir de problèmes de dénombrement, de permutations et de combinaisons. En 1976, l'étude de la statistique et de la probabilité s'est étendue aux autres niveaux du secondaire (Gouvernement du Québec, 1976b).

Aujourd'hui, la statistique et la probabilité ont pris encore plus d'importance (Gouvernement du Québec, 2008). Pour ce qui est de la statistique, au premier cycle, l'élève se familiarisera avec les concepts de population et d'échantillon, de sondage et recensement. Il devra savoir ce qu'est un échantillon représentatif, connaître les méthodes d'échantillonnage, aléatoire simple et systématique, et cerner les sources de biais. Il distinguera les données à caractère qualitatif, quantitatif discret ou continu. Il pourra construire des tableaux d'effectifs et de fréquences. Il pourra déchiffrer diverses représentations graphiques telles le diagramme à bandes, à ligne brisée et circulaire déjà vues au primaire. En plus de la moyenne arithmétique, il apprendra ce qu'est l'étendue. Ces apprentissages se feront en réalisant un sondage ou un recensement. L'élève concevra un questionnaire et choisira un échantillon représentatif de la population étudiée. Il recueillera les données, les organisera à l'aide d'un tableau, les représentera sous forme de diagrammes appropriés et en dégagera les informations nécessaires pour interpréter et analyser les résultats obtenus (le minimum, le maximum, l'étendue et la moyenne). Il pourra également comparer des distributions le cas échéant.

Pour la probabilité, selon le programme (*Id.*), au 1^{er} cycle l'élève passe d'un raisonnement arbitraire à un raisonnement basé sur différents calculs. À l'aide de diverses expérimentations et simulations, l'élève abordera les concepts d'expériences aléatoires à une ou plusieurs étapes, avec ou sans remises, avec ou sans ordre, ce qui mène à l'étude des concepts de permutations, d'arrangements et de combinaisons. Il dénumbrera les résultats avec plusieurs représentations, arbre, réseau, grille, etc. Il pourra calculer la probabilité d'un événement et distinguer s'il est certain, probable, impossible et élémentaire. Il devra reconnaître les événements complémentaires, compatibles et incompatibles, dépendants et indépendants. Il compare aussi des probabilités fréquentielles et théoriques. L'initiation au langage ensembliste complétera la construction de la pensée probabiliste de l'élève. Avec ce bagage, il est en mesure de faire des prédictions et de prendre des décisions éclairées dans divers types de situations.

Au 2^e cycle du secondaire, il est important de souligner qu'au cours de la première année, un élève terminant sa formation de base doit choisir l'une des trois séquences suivantes en mathématiques : CST (culture, société et technique), TS (technico-sciences) et SN (sciences naturelles). Ce choix doit correspondre dans la mesure du possible à ses aspirations, ses champs d'intérêt et ses aptitudes. Chacune des trois séquences fait appel à un contenu mathématique différent et l'enseignement de la statistique et de la probabilité n'y fait pas exception. Au même niveau, certains élèves choisiront un cheminement menant à un métier.

La première année du deuxième cycle est commune aux trois séquences. En plus d'approfondir les notions déjà acquises au premier cycle en statistique, on ajoutera pour une distribution à un caractère, les méthodes d'échantillonnage stratifié et par grappes, les représentations graphiques, histogramme et diagramme de quartiles, et les mesures de tendance centrale, mode, médiane et moyenne pondérée, et de dispersion, étendue interquartile. L'acquisition de ces concepts se fera en demandant à l'élève d'analyser à l'aide d'outils appropriés des situations qui comportent une distribution à un caractère et de prendre des décisions relatives à celles-ci. Il devra organiser et choisir les outils permettant de recueillir et interpréter des données ou d'en rendre compte. Il construira des tableaux de distribution de données condensées ou groupées en classes et des représentations graphiques adéquates. Il choisira les mesures de tendance centrale et de dispersion appropriées. Ceci sera suivi d'une critique de chacune de ces tâches.

En probabilité, on distinguera les variables aléatoires discrètes et continues. Dénombrement et calcul de probabilités seront étudiés dans divers contextes et complétés par des représentations à l'aide de tableaux, d'arbres, de diagrammes ou de figures géométriques.

En deuxième et troisième années, rappelons que l'étude de la statistique et de la probabilité diffère selon les séquences. Pour la séquence *Culture, société et technique (CST)* qui prépare plus particulièrement à poursuivre des études dans le domaine des arts, de la communication ou des sciences humaines et sociales, on ajoute en deuxième année de ce cycle, le rang centile et l'écart moyen. On reprend les processus d'analyse, d'organisation, de choix d'outils et de calculs de mesures travaillés l'année précédente. On amorce aussi l'étude de distributions à deux caractères avec la corrélation linéaire. On ajoute la construction de tableaux à deux caractères, de représentations de nuages de points et de diagrammes à tige et feuilles. Le coefficient de corrélation est approximé au moyen d'une méthode graphique ou si nécessaire calculé en utilisant un outil technologique. On insiste sur le fait que la compréhension, l'analyse et la communication doivent primer et non les calculs.

Pour la probabilité, l'analyse et la prise de décision concernant des données probabilistes se feront en distinguant probabilité et chance⁸, ainsi que les probabilités théorique, fréquentielle et subjective. On calculera et interprétera l'espérance mathématique. En troisième année, on ajoute la probabilité conditionnelle. Ceci demande la distinction entre événements mutuellement exclusifs ou non, indépendants et dépendants. La représentation se fera également par diagramme de Venn. On dénumbrera et énumérera les situations faisant appel aux arrangements et aux combinaisons, mais sans l'étude des formules.

Pour la séquence *Technico-sciences (TS)* qui prépare l'élève pour des domaines techniques liés à l'alimentation, la biologie, la physique, l'administration, les arts et la communication graphique, la statistique et la probabilité ne sont étudiées qu'en deuxième année. En statistique, on ajoute l'écart type comme mesure de dispersion, son calcul mais aussi son sens et son interprétation. Pour la corrélation, le coefficient de corrélation est estimé graphiquement (méthode du rectangle) ou calculé à l'aide de moyens techniques. On insiste sur l'interprétation, l'interpolation et l'extrapolation ainsi que sur l'appréciation qualitative de la corrélation et quantitative dans le cas de la corrélation linéaire. On touchera à la droite de régression et aux courbes suivant les modèles fonctionnels étudiés en mathématique. On insiste sur la critique, l'interprétation de tendances et l'anticipation. On demandera aussi à l'élève de comparer des distributions et de critiquer une étude statistique.

Pour la probabilité, en plus de ce qui est vu dans la séquence CST, on approfondit les divers concepts, particulièrement celui d'espérance mathématique. On demandera à l'élève de modifier les paramètres d'une situation pour optimiser un gain ou rendre plus équitable la situation.

Le programme de la séquence *Sciences naturelles (SN)* qui prépare à des études de sciences de la nature et éventuellement à la recherche ne comporte que peu de choses. En fait rien en probabilité. En statistique, en deuxième année du cycle, l'élève étudie le coefficient de corrélation et la droite de régression. En plus de la représentation d'un nuage de points, il fera une appréciation qualitative de la corrélation et quantitative pour la corrélation linéaire. Il déterminera la droite de régression et son équation, avec et sans outils technologiques, et distinguera lien de corrélation et lien de causalité.

En bref, pour le deuxième cycle du secondaire, les situations amènent les élèves à recueillir des données, à les organiser et à les représenter en choisissant le diagramme le plus approprié. Trois représentations s'ajoutent à celles précédemment vues soit l'histogramme et le diagramme de quartiles en 3^e secondaire (14 ans) et le diagramme à tige et feuilles pour les élèves qui choisiront la séquence CST en 4^e secondaire (15 ans). Toutefois, c'est à l'étape de l'analyse et de l'interprétation des données que les élèves ont le plus d'apprentissages à réaliser. Ils découvrent différentes mesures statistiques rehaussant du même coup leurs possibilités d'analyse : en 3^e secondaire, le mode, la médiane, la moyenne, les quartiles et l'étendue interquartile, et en 4^e secondaire, le rang centile (séquence CST), l'écart moyen (séquence CST et TS) et l'écart type (séquence TS).

⁸ Dans les programmes scolaires québécois on distingue les concepts de « probabilité » et « chance » selon ces définitions :

« Chance pour » = nombre de résultats favorables / nombre de résultats défavorables

« Chance contre » = nombre de résultats défavorables / nombre de résultats favorables

« Probabilité » = nombre de résultats favorables / nombre de résultats possibles

Avec : nombre de résultats possibles = nombre de résultats favorables + nombre de résultats défavorables.

Les élèves interprètent des données, en observant leur distribution (forme, étendue, centre, regroupements), et constatent si la distribution contient des données aberrantes susceptibles d'influencer certaines mesures et conclusions. Ils comparent des distributions et utilisent à cette fin les mesures de tendance centrale et de dispersion appropriées. Enfin, ils apprennent à interpréter qualitativement une corrélation avant de l'interpréter quantitativement lorsqu'elle est linéaire à l'aide du coefficient de corrélation qu'ils évaluent de façon approximative ou en recourant, au besoin, à des outils technologiques.

Pour ce qui est de la probabilité, au 2^e cycle, les élèves réinvestissent le travail amorcé au cycle précédent. Ils ajoutent principalement à leur répertoire le calcul de probabilités géométriques en 3^e secondaire dans des contextes de mesure de longueur, d'aire et de volume, et le calcul de l'espérance mathématique en 4^e secondaire (séquence CST et TS) pour déterminer l'équité d'un jeu ou pour juger de l'éventualité d'un gain ou d'une perte.

L'accent devrait être mis sur la compréhension, le sens des concepts plutôt que sur le calcul. On insiste aussi sur les processus d'analyse, de critique et de communication dans des situations qui font appel à des données statistiques et à des contextes probabilistes. Au Québec, le secondaire clôt la période de scolarisation obligatoire. Après, le cégep poursuit la formation des élèves jusqu'à 18 ans, pour ceux qui se dirigent vers l'université, ou 19 ans, pour ceux qui choisissent une formation professionnelle. Le cégep a une structure qui ressemble à celle d'une université. L'étudiant choisit un programme et suit les cours de ce programme. Il n'est pas nécessairement dans le même groupe classe pour tous ses cours. Certains, selon le choix de programme, suivront un cours de statistique.

2.1.4 Le cégep au Québec (17-18 ans)⁹

À la création des cégeps à la fin des années 60, on retrouvait deux cours traitant de statistiques. Il s'agit des cours *Probabilités et Statistiques-307* ainsi que *Méthodes Statistiques-317* (Gouvernement du Québec, 2009). Puis, au fil des ans, différents changements sont survenus et une panoplie de cours de statistique a été créée. Par exemple, le cours *Analyse Statistique-437* fit son apparition en 1971, les cours *Éléments de statistique-117* et *Statistique industrielle-127* entre les années 1972 et 1976. En 1978, le cours *Statistique et Contrôle-227* qui traite des statistiques industrielles et du contrôle statistique de l'efficacité d'un procédé de fabrication a été ajouté. En 1980, il en fut de même pour les cours *Statistique-905*, qui a comme objectif d'inculquer à l'étudiant en technologie agricole la notion de probabilités et le raisonnement statistique pour le rendre capable d'interpréter scientifiquement des résultats d'enquête ou d'expérimentation, et *Statistique-915*, qui familiarise l'étudiant en technique agricole à des applications concrètes de la statistique et à l'interprétation de données.

Au cours des années 80, on a vu apparaître *Statistique et Sondage-907* axé sur l'organisation et l'analyse de sondages, *Éléments de Statistique-190* couvrant les applications de la statistique et de la probabilité en foresterie, *Introduction aux Méthodes statistiques -107* dont l'objectif général est d'amener l'élève à acquérir et à appliquer des connaissances élémentaires en statistiques descriptives et inférentielles, ainsi que *Statistique-237* qui traite des statistiques descriptives et *Statistique -257* qui traite des notions les plus utilitaires en statistique dans le but de développer un esprit critique dans l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus. À ces nombreux cours viendront s'ajouter dans les années 90 les cours

⁹ Merci à Julie Plante, Cégep Vanier, Michèle Roy et Jean-Benoît Lévesque, Cégep du Vieux-Montréal.

Utiliser des outils statistiques pour le contrôle de la qualité-354, Statistique et logistique du transport-247 et Méthodes quantitatives qui s'adressent principalement aux étudiants inscrits en sciences humaines. Bref, l'enseignement de la statistique et de la probabilité a pris de l'expansion au niveau collégial au cours des années quant au nombre de cours intégrant l'enseignement de l'une ou l'autre de ces disciplines et à la diversité des populations d'étudiants ciblées par ces cours. Ces cours sont toujours de la responsabilité du département de mathématique sauf pour le premier cours de *Méthodes Quantitatives* qui est souvent donné par un professeur du département de Sciences Humaines, soit psychologue, sociologue ou autre.

C'est vers 1992 que ce cours de *Méthodes Quantitatives*¹⁰ a été créé. Il est commun à tous les élèves de Sciences Humaines, qui composent la majorité des élèves inscrits dans un programme de formation générale au cégep et qui pour la plupart, ne suivront aucun cours de mathématique pendant leur formation collégiale. Ce cours reprend les bases déjà présentées au secondaire et y ajoute en particulier les notions d'hypothèses, leur rôle, leur validation, les indices et divers taux ainsi que leur interprétation.

Certains programmes universitaires, comme la psychologie, exigent un cours complémentaire qui va des probabilités aux tests d'indépendance et tests d'hypothèses en passant par les lois de probabilités, l'inférence, l'échantillonnage et la distribution échantillonnale, les estimations et les intervalles de confiance.

Dans le programme des Sciences de la nature, le cours *Probabilités et statistiques* actuel ajoute la corrélation et la régression linéaire, la méthode des moindres carrés et les notions d'erreurs de première et seconde espèce ainsi que la puissance d'un test. Aujourd'hui, il existe toujours une variété de cours selon les programmes choisis. Par exemple, certains cours seront axés vers la biométrie ou encore vers le contrôle de qualité. On peut y trouver l'analyse de variance ou encore, le test de Kolmogorov sur la normalité. Mais ces cours s'adressent à des programmes professionnels bien précis. Les programmes sont maintenant décrits par compétence et chaque cégep a une indépendance relative quant aux choix des cours obligatoires pour chaque programme. Ce choix doit cependant composer avec les demandes des facultés universitaires et des exigences des diverses professions pour ce qui est de la formation technique. Par conséquent, on constate par exemple que, pour le programme Sciences de la Nature, le cours *Probabilités et statistiques* n'est pas obligatoire dans tous les cégeps même s'il reste disponible au choix de l'élève.

En fait, le seul cours obligatoire est celui de *Méthodes Quantitatives* et ce, seulement pour les étudiants de Sciences Humaines. Ce cours est d'ailleurs le même dans tous les cégeps. Pour les autres cours de statistique, chaque cégep doit répondre aux compétences décrites dans les documents officiels qui ne comprennent plus de description de cours. Ces cours sont toutefois donnés par les professeurs des départements de mathématique qui ont pour la plupart conservé les anciens syllabus tout en les reliant aux compétences des nouveaux programmes. Selon les disponibilités, on intègre les outils technologiques, soit l'ordinateur, surtout avec Excel, soit la calculatrice scientifique. Ajoutons un dernier mot, les cours se concentrent sur la statistique et ne font pas d'étude *per se* de la probabilité.

¹⁰ Remarquons que le titre évacue le mot « statistique ».

2.1.5 Les influences et les ressources

Les programmes scolaires québécois sont définis par le Ministère de l'Éducation. En plus du personnel attiré de ce ministère, on fait appel à des personnes impliquées dans le milieu scolaire à différents niveaux selon la discipline. Dans le cas de la mathématique où sont incluses la statistique et la probabilité, on consultera soit des conseillers pédagogiques et des personnes impliquées dans les associations mathématiques ou encore, des universitaires, mathématiciens ou statisticiens, mais surtout didacticiens. Des réunions de consultations dans diverses régions sont organisées à cette fin.

De plus, à chaque changement de programme, les maisons d'édition spécialisées dans la publication de manuels scolaires sont invitées à produire de nouveaux manuels. Les éditeurs font appel la plupart du temps à des enseignants ayant une formation et une expérience dans le domaine. Le Ministère contrôle et approuve par la suite les collections avant leur diffusion.

En général, les manuels produits pour le niveau secondaire reflètent bien le programme scolaire. Pour la statistique et la probabilité, les situations choisies sont intéressantes et aussi, la plupart du temps, réalistes. L'utilisation de données réelles provenant de diverses sources officielles est très répandue et les sujets de ces données sont aussi variés. Les enseignants peuvent donc y trouver les bases pour leurs leçons. Il faut dire que ceci peut servir à atteindre les compétences transversales qui sont une des bases des nouveaux programmes, car les situations touchent plusieurs domaines.

Pour la statistique, on retrouve des activités qui demandent l'élaboration d'études ou d'enquêtes, des questions sur le sens des mesures, des comparaisons entre les distributions, ceci avec plus ou moins d'importance selon les collections. Il reste que de nombreux exercices sont souvent des applications de calculs qui malgré tout ont leur utilité. La diversité des situations se retrouve aussi dans les chapitres consacrés à la probabilité. Les approches sont plutôt « constructivistes » et tendent à amener l'élève à se faire une idée des concepts avant de présenter des définitions. Les notes historiques présentant des statisticiens ou des situations connus, comme Tukey ou le premier sondage de Gallup, sont particulièrement intéressantes. Concluons en disant que la proportion occupée dans les manuels par la statistique et la probabilité est notable et aussi, que ces pages ne se retrouvent pas nécessairement en fin de volume.

Soulignons également que les manuels font aussi une bonne place à l'utilisation de calculatrices graphiques et y réservent certaines sections particulièrement pour les représentations graphiques ou encore pour les mesures dont le calcul est plus complexe comme l'indice de corrélation. Dans ce cas, entre autres, on insiste plus sur la compréhension de cette mesure que sur son calcul.

Pour les cégeps, la situation est différente puisque ce niveau d'enseignement suit un modèle qui ressemble à celui des universités. Les enseignants sont responsables de leur enseignement et de l'évaluation. Les manuels adéquats sont très nombreux et plus formels mais aussi pourvu d'explications simples et d'exemples qui varient selon les intérêts des étudiants auxquels ils s'adressent.

Afin de donner une idée de la diversité canadienne, nous présentons brièvement la situation dans une province de l'Est, le Nouveau-Brunswick, et celle d'une province de l'Ouest, l'Alberta.

2.2 L'enseignement de la statistique et de la probabilité au Nouveau-Brunswick

Le curriculum scolaire au Nouveau-Brunswick (francophone) a subi plusieurs changements depuis les années 90 et ce, dans toutes les matières, à commencer avec un cadre théorique commun de la maternelle (5 ans) à la 12^e année (17 ans, fin d'études secondaires, passage direct à l'Université ou au Collège communautaire). Ce cadre théorique introduit une mission de l'école, soit de développer chez chaque citoyenne et citoyen les habiletés à « apprendre à apprendre afin de se réaliser pleinement et de contribuer à une société changeante, productive et démocratique ».

Le système scolaire au Nouveau-Brunswick compte deux types d'écoles, le primaire (M-8 de 5 à 13 ans) où un enseignant généraliste dispense toutes les matières et le secondaire (9^e - 12^e, de 14 à 17 ans) où les enseignants sont des spécialistes normalement formés dans deux disciplines (majeure et mineure). Dans les programmes actuels, on trouve la partie reliée à la statistique sous l'appellation « traitement de données et probabilités » qui réunit l'enseignement de la statistique et de la probabilité en un seul résultat d'apprentissage. Dans le nom du domaine, le mot « statistique » est remplacé par « traitement de données ».

2.2.1 Le primaire au Nouveau-Brunswick (5 – 13 ans)

Au Nouveau-Brunswick, le programme de l'enseignement de la statistique et de la probabilité (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2007-2012) commence dès la maternelle (5 ans) et a comme objectif d'apprentissage *Recueillir et traiter des données statistiques ou probabilistes pour faire des prédictions et prendre des décisions éclairées*. Ce programme se divise en quatre groupes. Les trois premiers touchent différents aspects de la démarche statistique construite autour d'un sondage. Le premier groupe vise l'habileté d'analyser une situation qui nécessite un sondage, ce qui amène l'élève à formuler des questions et prévoir une stratégie de collecte des données. Le deuxième groupe lui apprend à recueillir, organiser et représenter les données à l'aide de tableaux, de diagrammes et de graphiques. Le troisième groupe pour sa part vise l'analyse des données, ce qui englobe leur lecture et interprétation, comparaison et inférences, ainsi que la capacité d'en tirer des conclusions. Le quatrième groupe qui s'ajoute à partir de la 3^e année (8 ans) prévoit l'introduction d'une démarche probabiliste à l'aide d'expériences simples et d'une échelle de probabilité d'un événement (impossible – certain).

Les programmes pour le primaire indiquent explicitement les directives pédagogiques et stratégies d'enseignement. Dès la maternelle, on suggère une approche exploratoire basée sur des situations authentiques vécues en salle de classe pour construire un sondage conçu et effectué par toute la classe, à l'aide de l'enseignant, en utilisant des objets représentant le choix de la réponse à des questions simples de type 'oui – non'. En première, on poursuit en demandant un choix limité de réponses et en prévoyant une stratégie de collecte de données afin d'y répondre. L'élève devra en plus analyser une situation nécessitant un sondage (2^e). En troisième et quatrième, les données seront qualitatives et quantitatives. L'élève devra recueillir, organiser et représenter les données pour répondre à la question avec des objets et des diagrammes concrets, les classer par catégories et les représenter par pictogrammes.

Ainsi, les enfants construisent et analysent leurs premiers diagrammes en faisant des liens entre différentes composantes et en tirant des conclusions sur le nombre de personnes ayant répondu à chaque question et par le fait même sur celles qui ont suscité le plus grand nombre

de réponses. Cette démarche concrète et authentique demeure favorisée tout au long des premières années du primaire. On présente graduellement des échantillons plus élargis, des questions plus complexes et des moyens de représentations plus variés afin de permettre à l'élève une analyse plus poussée.

Pour les niveaux 5 à 8 (10 à 13 ans), le contenu demeure essentiellement le même, avec les formes de représentation et outils d'analyse un peu plus variés et complexes. En cinquième, on introduit l'expérience qui évolue dans le temps, le diagramme à ligne brisée et la formulation de conclusions. Le programme suggère aussi d'autres façons de recueillir les données que le sondage, ainsi des liens peuvent se faire avec les sciences (expériences et observations). En sixième, on ajoute la formulation d'hypothèses, le diagramme tige et feuilles, le mode, la médiane ainsi que la moyenne.

Pour la 7^e et 8^e, correspondant aux deux premières années du secondaire québécois, (12-13 ans), on ajoute en 7^e la comparaison de population, le tableau de corrélation, le diagramme à bandes et en 8^e, la notion d'échantillon et de biais associé à l'échantillonnage, les tableaux d'effectifs et de corrélation ainsi que le diagramme circulaire.

Vers la 8^e année, l'élève est appelé graduellement à utiliser avec une plus grande aisance des résultats d'analyses statistiques (mesures de tendance centrale) en tirant des conclusions à partir de l'information qui n'est pas explicitement présentée dans les représentations graphiques. L'élève est appelé à comparer les données et à faire des généralisations et des justifications par rapport aux tendances qui se dégagent.

Quant au volet qui traite de la probabilité, les premiers apprentissages se font dès la 3^e année du primaire (8 ans). L'élève explore alors les résultats d'expériences probabilistes à partir de jeux de hasard, en utilisant le matériel approprié (jeu de cartes, pièces de monnaie, cubes, roulettes, etc.). Pour analyser les résultats de ses expériences, l'élève construit l'échelle des probabilités (impossible à certain).

À partir de la cinquième, ce volet s'étend et s'approfondit de façon considérable. On commence par le dénombrement d'essais fructueux par rapport aux essais effectués dans une expérience et on situe la probabilité de impossible à certaine en passant par peu probable, probable et très probable. En 6^e on établit un rapport entre nombre d'essais fructueux sur nombre d'essais effectués, en fraction, pourcentage ou décimale.

En 7^e année (12 ans), la probabilité devient plus théorique, à partir de diagrammes en arbre ou tableaux et on fait le lien entre la probabilité expérimentale et théorique en lui faisant comprendre l'importance d'un grand nombre d'essais. Vers la 8^e année, l'élève devrait être plus habile à résoudre des problèmes complexes en variant ses stratégies selon le cas : utiliser les arbres, les tableaux, les expériences ou autres.

2.2.2 Le secondaire au Nouveau-Brunswick (14 à 17 ans)

Au secondaire, l'étude de la statistique se poursuit. En 9^e année, en plus de la révision et de l'approfondissement des concepts statistiques vus au primaire, on introduit l'identification de sources de biais d'une étude statistique, les types de données, ainsi que de nouveaux éléments de présentation de distributions de données : tableaux avec données groupées par classes, histogrammes, diagrammes interquartiles et nouvelles mesures de tendance centrale et de position, telles que la moyenne pondérée, la classe modale, la médiane et les quartiles.

Au début du secondaire, l'approche holistique est préconisée, c'est-à-dire qu'il faut éviter de mettre trop l'accent sur le vocabulaire, mais plutôt de développer une habileté chez l'élève à porter un jugement critique sur les données statistiques présentes dans les médias. Voici les principales consignes données aux enseignants dans le programme de mathématique :

« L'élève fait une recherche de sondages et de résultats d'études provenant des médias. Il en fait une lecture critique. Il répond à des questions comme : « Comment les données ont-elles été sélectionnées ? L'échantillon est-il représentatif de la population visée ? Les méthodes de collecte de données étaient-elles appropriées ? Les résultats sont-ils présentés clairement et honnêtement ? Les conclusions découlent-elles logiquement des données ? Quelles sont les questions laissées sans réponse ? Est-ce intentionnel ?

Pour le calcul de moyenne pondérée ou de moyenne de données groupées, l'enseignant peut trouver des situations dans Internet significatives pour les élèves. Par exemple, des sites contenant des critiques de films ou de destinations vacances, des sites d'équipes de sports professionnels, etc. » (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2011, p. 53).

L'élève est amené à vivre une multitude d'expériences liées à l'actualité (journaux, revues, Internet, etc.) et aux intérêts de l'élève (santé, élections, environnement, etc.) qui peuvent être source de thèmes de sondages. On favorise une pédagogie par projet intégrateur afin que l'élève puisse y insérer tout son bagage statistique pour la collecte, la représentation et l'analyse des données.

En 10^e année, à 15 ans, le programme prévoit le début de parcours différents, au choix de l'élève. Dans le parcours A, destiné aux élèves qui désirent poursuivre des études postsecondaires ou accéder au marché du travail dans des domaines nécessitant une connaissance plus générale des mathématiques, on trouve parmi les principaux thèmes les études statistiques, le traitement et l'analyse de données et la probabilité d'événements dépendants et indépendants. On ajoute à ce qui a été vu précédemment, les notions de population et d'individus, les types de variables, les méthodes d'enquête, recensement et sondage, les méthodes d'échantillonnage, simple, en grappes, stratifié et systématique, les types de questions, ouvertes, fermées, à choix multiple et avec échelle, ainsi que les sources de biais. Pour les présentations, on aborde les diagrammes à ligne brisée et les diagrammes circulaires. Les probabilités sont étudiées à partir de situations ludiques (jeux de hasard).

Pour les parcours B et C, destinés aux élèves qui désirent poursuivre des études postsecondaires où une connaissance plus technique (B) ou approfondie (C) des mathématiques théoriques est requise, le cours de 10^e année met l'accent sur le calcul des probabilités d'un événement (dépendant et indépendant) en choisissant diverses stratégies « imagées » (tableaux, arbres, dénombrement, etc.). Lors de l'introduction de l'espérance mathématique, il est suggéré de faire des liens avec le concept de moyenne pondérée vue en 9^e année en statistique.

En 11^e année, la statistique et la probabilité n'est pas au programme. En 12^e année, terminale pour l'école secondaire, l'un des trois cours optionnels porte sur la statistique (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2005). La statistique descriptive est vue avec plus de détails. Les différentes étapes du travail statistique sont étudiées, objectifs de l'étude, méthodes de collecte des données et d'échantillonnage, marge d'erreurs, sources de biais, questionnaire, etc. Ensuite, viennent la présentation des données, les mesures où l'on ajoute entre autres, l'écart type et l'intervalle interquartile. L'élève doit aussi utiliser des échelles standardisées, la cote Z, les centiles, quintiles et quartiles et reconnaître la courbe normale.

À cela s'ajoute l'étude de la corrélation, la représentation du diagramme de dispersion, l'association entre deux variables, l'esquisse d'une droite de corrélation et d'une courbe d'association non linéaire, le calcul du coefficient de corrélation linéaire et de l'équation de la droite de régression et sa représentation. Ceci se fait dans le but d'analyser les données et de prendre des décisions justifiées.

2.2.3 Les ressources

Au niveau des ressources, au primaire, aucun manuel n'est suggéré explicitement, laissant ainsi tout le choix à l'enseignant. Au secondaire, les manuels suggérés sont québécois. Dès la 4^e année, en statistique, on suggère l'utilisation de ressources technologiques (ex. : Excel). En probabilité, les simulateurs virtuels (de jeux de hasard) peuvent être utilisés (ex. : Fête de Foraine, créée par Netmath). Le site CAMI (ressource maison, développée au N.-B., www.umoncton.ca/cami) contient aussi des exemples de problèmes (entre autres, en partenariat avec Statistique Canada). En 9^e année, on insiste beaucoup sur l'utilisation de nombreuses ressources de Statistique Canada.

2.3 L'enseignement de la statistique et de la probabilité en Alberta

En Alberta, les programmes incluent la statistique dès 1970. On y retrouve les techniques de gestion des données et l'étude des lois binomiale et normale. Ici aussi, le texte du NCTM (1989), *Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics*, a eu une influence importante sur l'insertion de la statistique dans les programmes. De plus, en 1996, les gouvernements des provinces et territoires de l'ouest canadien¹¹ produisaient un document pour l'implantation d'un programme cadre commun à tous, *The Common Curriculum Framework for K-12 Mathematics* (1996), en réaction particulièrement aux résultats de l'étude TIMMS (Trends in International Mathematics and Science Study). En 2004, ce regroupement a décidé de faire une vaste enquête auprès des universités, des organismes professionnels et de divers milieux du travail pour mieux connaître les besoins de formation des élèves. Les résultats de cette consultation ont conduit à mettre en place quatre voies pour les dernières années du secondaire. Le principal impact pour l'enseignement de la statistique est que cette discipline a été réservée seulement aux élèves suivant un parcours non scientifique.

Le système scolaire pré-universitaire de l'ouest canadien comprend 12 années en plus de la maternelle, comme celui du Nouveau-Brunswick, mais avec des niveaux qui se regroupent différemment. La maternelle qui commence à cinq ans est suivie de 6 années d'école primaire. Le secondaire est composé de deux cycles, le premier comprend la 7^e à la 9^e année (12 à 14 ans) et le deuxième, la 10^e à la 12^e année (15 à 17 ans). Au deuxième cycle, le programme de mathématique comporte quatre voies, soit *Mathématiques Pures*, *Mathématiques appliquées*, *Professionnelle*, *Employabilité*.

2.3.1 Le primaire en Alberta (6 – 11 ans)

L'enseignement de la statistique commence à la deuxième année du primaire. Les élèves doivent recueillir, présenter et analyser des données afin de résoudre des problèmes. Cet objectif est repris à tous les niveaux à des degrés de complexité croissante. En deuxième, on recueille et note des données à propos de soi-même et des autres afin de répondre à des

¹¹ Manitoba, Alberta, Colombie Britannique, Yukon et territoires du Nord-Ouest

questions et on les présente sous forme de pictogrammes. En 3^e, on recueille des données, on les organise et on construit et interprète les diagrammes à bandes. En 4^e, on passe à des données groupées. En 5^e, on construit des diagrammes à barres doubles. En 6^e, on construit et interprète des diagrammes à ligne brisée. De plus, les élèves doivent être à même de choisir, justifier et utiliser une méthode appropriée de collecte de données que l'on représente et analyse.

C'est en cinquième (10 ans) que l'on amorce l'étude de la probabilité. Au début, on se limite à qualifier un résultat de possible, impossible et certain et on compare la probabilité de deux résultats probables en les qualifiant de moins, plus ou équiprobables. En 6^e, on demande à l'élève d'identifier tous les résultats possibles d'une expérience, de distinguer la probabilité théorique de la probabilité expérimentale et de les évaluer.

2.3.2 Le secondaire de l'Alberta

Premier cycle du secondaire (12 – 14 ans)

En septième, première année du premier cycle du secondaire, on introduit les mesures de tendance centrale et l'étendue. L'élève doit comprendre ces mesures et l'influence par exemple de données aberrantes. L'élève doit pouvoir construire et interpréter un diagramme circulaire. En 8^e année, l'élève doit en plus être à même de critiquer les façons dont les données sont présentées dans les diagrammes circulaires, les diagrammes à ligne brisée, les diagrammes à bandes et dans des pictogrammes. En 9^e, on demande en plus aux élèves de décrire les effets sur la collecte des données des biais causés par différents facteurs. Ils doivent distinguer population et échantillon et être capables de développer et réaliser la planification d'une enquête, c'est-à-dire, formuler une question, choisir une méthode de collecte de données appropriée, sélectionner une population ou un échantillon, recueillir les données, les représenter et en tirer des conclusions.

L'étude de la probabilité se poursuit en 7^e. Les probabilités sont exprimées sous forme de rapports, fractions ou pourcentages. On identifie l'univers associé à deux événements indépendants et on compare expérimentalement leur probabilité théorique (établie par diagramme ou tableau) et expérimentale. L'année suivante on résout des problèmes reliés à des événements indépendants et à la dernière année du cycle, on étudie l'utilisation de la probabilité dans la société.

Deuxième cycle du secondaire (15 – 17 ans)

C'est au deuxième cycle que les chemins se diversifient. Cependant en 10^e, les voies *Mathématiques Pures*, *Mathématiques appliquées* et *Professionnelle* n'ont pas de statistique au programme. Seuls les élèves de l'option *Employabilité* font de la statistique. Ils doivent comprendre l'utilisation des données et de leur représentation dans des contextes reliés au milieu du travail. Ils devraient pouvoir interpréter, prédire, faire des comparaisons et communiquer des informations à partir de graphes, tableaux et autres représentations. Ils utilisent les outils informatiques pour organiser et enregistrer les données. Ils planifieront la collecte des données et la diffusion d'informations avec des modes appropriés.

En 11^e année, les élèves de l'option *Mathématiques appliquées* doivent montrer une compréhension de la distribution normale, de l'écart type et de la cote Z. Ils interpréteront des intervalles de confiance, le niveau de confiance et la marge d'erreur. Les élèves de l'option *Professionnelle* devront construire et interpréter différentes représentations graphiques : les diagrammes à barres, les histogrammes, les diagrammes à ligne brisée et les diagrammes

circulaires. Les élèves de l'option *Employabilité* poursuivent l'étude de la statistique. Ils utiliseront l'information et les données extraites de sources diverses pour faire des comparaisons, des prédictions, des inférences, des conclusions et des prises de décisions reliées à des situations du quotidien.

Seule l'option *Professionnelle* a de la statistique au programme de la douzième année. On introduit les mesures de tendance centrale, moyenne, médiane, moyenne pondérée. On demande en plus de pouvoir analyser et décrire les percentiles.

Pour ce qui est de la probabilité, le programme en propose dans les options *Mathématiques appliquées* et *Professionnelle* en 12^e. Pour la première option, on demande de résoudre des problèmes de probabilité d'événements mutuellement exclusifs ou non, de deux événements, avec permutations et combinaisons. Dans l'option *Professionnelle*, on demande à l'élève d'analyser et d'interpréter des problèmes de probabilité. Ici, comme dans les autres provinces canadiennes, les enseignants peuvent avoir recours à des ressources de Statistique Canada.

Quant aux ressources pour les enseignants, alors que précédemment, le programme recommandait l'utilisation de manuels en provenance de l'Ontario et des États-Unis, aujourd'hui, les manuels conseillés sont spécifiques aux provinces de l'Ouest.

2.3.3 Les ressources

Au niveau national, Statistique Canada a été une source importante pour l'enseignement de la statistique. Son site comprenait un volet éducation (*E-STAT*) et les ressources en ligne de Statistique Canada où l'on retrouvait, entre autres, le projet *Recensement à l'école*. Malheureusement, le gouvernement fédéral a diminué le budget accordé à cet organisme et par conséquent, le dernier numéro du bulletin d'information des ressources éducatives de juin 2012 annonçait la fin du programme de soutien à l'éducation. Cependant, même si les relations entre les enseignants et Statistique Canada n'existent plus, plusieurs ressources ayant été développées pour ce programme continueront d'être offertes en ligne sur le site (<http://www.statcan.gc.ca/edu/index-fra.htm>). Le projet *Recensement à l'école* sera géré conjointement par la Société statistique du Canada (SSC) et la Société mathématique du Canada (SMC) (<http://www.censusatschool.ca/fr/>) et on pourra continuer à y accéder. *Les statistiques : le pouvoir des données !* et la *Collection historique de l'Annuaire du Canada*, deux autres outils pour les écoles, devraient être disponibles et seraient gérés par ces deux organismes.

3 L'Italie

L'Italie a un système qui lui est particulier. Le premier cycle d'instruction comprend cinq années de primaire, de 6 à 10 ans, et trois de secondaire, de 11 à 13 ans. Ce premier cycle est suivi de cinq ans de lycée (14 - 18 ans) avec diverses voies : artistique, classique, musical, scientifique, sciences humaines. Un élève peut aussi choisir une voie technique ou professionnelle de 5 ans. Il existe aussi des centres de formation professionnelle. On fait de la statistique à tous les niveaux, depuis 1977 au secondaire, depuis 1985 au primaire et depuis 2010 dans tous les lycées (avant seulement dans certains). Dans tous les programmes, ce qui est relatif à la probabilité et à la statistique s'appelle « Données et prévisions ».

Les programmes sont produits par le ministère de l'éducation, MIUR, *Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca*, et suit des consultations faites auprès de différentes associations et de personnes impliquées dans le domaine de l'enseignement de la statistique. Nous avons pu constater que ces personnes ressources ont une réelle influence sur les contenus des programmes italiens.

Notons avant de poursuivre qu'en général les programmes sont définis pour les regroupements de niveaux, premier cycle du primaire, deuxième cycle, etc., et non pour chaque année d'étude.

3.1 Le premier cycle d'instruction

3.1.1 Le primaire en Italie (6 – 10 ans)

Dans les trois premières classes du primaire (6-8 ans), le programme parle d'initiation à des habiletés de base telles que la classification des nombres, des figures et des objets selon une ou plusieurs propriétés utilisant les représentations adéquates selon le contexte ou l'objectif, l'argumentation sur les critères utilisés pour classer, la lecture et la représentation des données avec des diagrammes et des tableaux (Gouvernement italien, 2012).

Dans les deux années qui terminent le primaire (9-10 ans), on travaille sur la représentation des données dans des situations significatives, l'utilisation des représentations pour en tirer des informations, la formulation de jugements et la prise de décisions. Pour ce faire, on utilise les notions de fréquences, de mode et de moyenne arithmétique dépendant des données. Pour ce qui est de la probabilité, on représente les situations avec des tableaux et des graphiques. On commence à argumenter à savoir laquelle de deux situations est la plus probable en quantifiant les plus simples et en reconnaissant des situations équiprobables.

3.1.2 Le secondaire en Italie (11 – 13 ans)

À la fin de la 3^e année du secondaire, l'élève devrait savoir présenter un ensemble de données, aussi avec un fichier électronique. Dans des situations significatives, il peut comparer des données pour prendre une décision. Pour cela, il utilise les distributions de fréquences et de fréquences relatives, il choisit la mesure de tendance centrale (mode, médiane, moyenne arithmétique) adaptée à la typologie et aux caractéristiques des données. Il évalue la variabilité d'un ensemble de données en déterminant l'étendue.

Pour ce qui est de la probabilité, il peut déterminer, dans des situations aléatoires simples, les événements élémentaires, leur attribuer une probabilité, calculer la probabilité d'événements en les décomposant en événements élémentaires disjoints et aussi, reconnaître les événements complémentaires, incompatibles et indépendants.

3.1.3 Le lycée en Italie (14 – 18 ans)

En Italie, au lycée, plusieurs voies sont proposées aux élèves. Le lycée est d'une durée de 5 ans et les programmes sont présentés en trois paliers, un premier cycle de deux ans (14-15 ans), un deuxième cycle de deux ans (16-17 ans) et une cinquième année (18 ans) qui termine les études pré-universitaires (Gouvernement italien, 2010). Nous présenterons le programme de statistique et de probabilité pour les principales options offertes sans toutefois toucher aux programmes des écoles professionnelles et techniques.

Lycée artistique

Au premier cycle du lycée artistique, en plus de représenter adéquatement et analyser un ensemble de données, utilisant aussi divers outils de calcul, l'élève devra connaître les types de caractères, qualitatifs, quantitatifs discrets et continus. Il étudiera les définitions et les propriétés des diverses mesures de tendance centrale et de dispersion pour analyser des données qu'il aura lui-même recueillies. La probabilité sera étudiée à partir d'exemples tirés de contextes classiques et en lien avec les notions de statistique.

Au deuxième cycle, on ajoute les distributions à deux variables, conditionnelles et marginales, les notions d'écart type, de dépendance, de corrélation et régression et d'échantillon. Ce qui termine la formation statistique pour cette voie d'étude.

Lycées classique, linguistique, de musique et de sciences humaines

Dans ces différentes voies, le programme du premier cycle est le même que pour le lycée artistique. Au deuxième cycle, les notions touchées sont aussi les mêmes, mais on précise que ce sera dans des environnements plus complexes. On ajoute cependant les notions de probabilités conditionnelles, la formule de Bayes et ses applications ainsi que des éléments de base de calcul combinatoire. En cinquième, on verra les caractéristiques de diverses distributions de probabilité discrètes et continues.

Lycée scientifique

Pour le lycée scientifique, le programme apporte un seul ajout notable par rapport aux voies précédentes. On demande à l'élève de pouvoir tirer des éléments d'inférences à partir des diagrammes statistiques.

Précisons cependant que le programme spécifie partout que l'étude de la statistique doit se faire en lien avec celle de la mathématique et des autres disciplines. De plus, bien que les contenus soient fortement semblables pour les diverses options, chaque programme stipule que l'étude des divers concepts doit être faite dans des contextes adaptés, comme des contextes d'ingénierie pour l'option lycée scientifique option sciences appliquées, ou encore contextes de microéconomie pour l'option économie des Sciences humaines.

4 Comparaison

Vue la diversité de structure dans les programmes scolaires présentés ici, il n'est pas aisé de les comparer entre eux. Par conséquent, nous tenterons de les mettre en parallèle selon l'âge des élèves proposé pour le niveau scolaire décrit plutôt que par la dénomination du niveau. Nous nous concentrerons sur le niveau secondaire, c'est-à-dire, les 11-18 ans.

Commençons toutefois par les plus jeunes, les 5-11 ans. C'est au Nouveau-Brunswick que l'enseignement de la statistique débute le plus tôt, c'est-à-dire à la maternelle à 5 ans. En Alberta, on n'y touche pas avant la deuxième année à 7 ans. Au Québec, les enfants sont initiés par des activités liées au hasard dès le début du cours primaire comme en Italie.

L'enseignement de statistique et probabilités au Canada et en Italie

TABLEAU 1 – Tableau comparatif des systèmes scolaires de la France, du Québec, du Nouveau-Brunswick, de l'Alberta et de l'Italie

TABLEAU COMPARATIF DES SYSTÈMES SCOLAIRES											
Âge	France		Québec		Nouveau-Brunswick		Alberta		Italie		
3 ans	Pré-élémentaire	Petite section									
4 ans		Moyenne section	Pré-Maternelle								
5 ans		Grande section	Maternelle		Maternelle		Maternelle		Maternelle		
6 ans	Élémentaire	Cours préparatoire	Primaire 1 ^{er} cycle	1 ^{ère}	Primaire	1 ^{ère}	Primaire	1 ^{ère}	Primaire	1 ^{ère}	
7 ans		Cours élémentaire 1		2 ^e		2 ^e		2 ^e			
8 ans		Cours élémentaire 2	Primaire 2 ^e cycle	3 ^e		3 ^e		3 ^e			
9 ans		Cours moyen 1		4 ^e		4 ^e		4 ^e			
10 ans		Cours moyen 2		5 ^e		5 ^e		5 ^e			
11 ans	Secondaire 1 ^{er} cycle	6 ^e	Primaire 3 ^e cycle	6 ^e	Primaire	6 ^e	Secondaire 1 ^{er} cycle	6 ^e	Secondaire	1 ^e	
12 ans		5 ^e		Secondaire		1 ^{er} S		7 ^e		7 ^e	2 ^e
13 ans		4 ^e				2 ^{er} S		8 ^e		8 ^e	3 ^e
14 ans	3 ^e	Secondaire 2 ^e cycle	Secondaire	3 ^{er} S	Secondaire	9 ^e	Secondaire 2 ^e cycle	9 ^e	Lycée	1 ^{er} cycle	
15 ans	Seconde			4 ^{er} S		10 ^e		10 ^e		2 ^e	
16 ans	1 ^{ère}			5 ^{er} S		11 ^e		11 ^e		3 ^e	
17 ans	Terminale	CÉGEP	CÉGEP	1 ^{ère}	CÉGEP	12 ^e	CÉGEP	12 ^e	CÉGEP	4 ^e	
18 ans				2 ^e (Général)						5 ^e	5 ^e
19 ans				3 ^e (Professionnel)							

La fin des études secondaires varie aussi selon le lieu, ce qui rend relativement partial un jugement sur le niveau de statistique et de probabilité atteint à ce moment-là. De plus, l'âge de la scolarité obligatoire n'est pas nécessairement de 18 ans, par exemple, 16 ans au Québec et 15 ans en Italie actuellement. En Alberta et au Nouveau-Brunswick, le secondaire se termine à 17 ans, on peut présumer que dans la première année universitaire, les étudiants, selon leur choix d'études, pourront encore suivre des cours de statistique.

Ceci dit, au Québec, l'étude de la statistique et de la probabilité est bien installée dans les programmes. À la fin du secondaire (16 ans), tous auront une idée de la corrélation en plus des mesures principales de tendance centrale et de dispersion et des représentations graphiques les plus connues. Dans certains cas, on arrête à l'écart moyen, mais d'autres voient aussi l'écart type et la variance. Pour ce qui est de la corrélation, on trace la droite de régression avec la méthode de la médiane et la méthode de Mayer. Les plus avancés vont

jusqu'à trouver l'équation des droites de régression produites ainsi. L'étude de la probabilité va jusqu'à la probabilité conditionnelle en passant par le calcul combinatoire de base sans toutefois toucher à la formule de Bayes. L'utilisation des outils informatiques est fortement suggérée. L'approche suggérée dans les programmes suit les recommandations du NCTM qui sont largement acceptées par les didacticiens de la statistique.

Au niveau du cégep, 17 – 18 ans, une grande majorité des élèves suivront le cours de *Méthodes Quantitatives*. Cependant, ce cours a besoin d'être mieux arrimé avec les nouveaux programmes du secondaire, car il reprend encore beaucoup des notions de statistiques descriptives déjà vues bien qu'il ne s'y limite pas. Un élagage permettrait aux élèves d'aller plus loin. Soulignons que c'est seulement au Québec qu'un élève peut s'initier à l'inférence statistique, aux divers tests et intervalles de confiance avant la fin de ses études pré-universitaires. Toutefois, la statistique n'est pas obligatoire partout pour les élèves qui choisissent une voie scientifique d'où proviennent la plupart des futurs enseignants de mathématique au secondaire.

En comparaison, au Nouveau-Brunswick, on initie plus tôt les élèves à la statistique, mais seulement en 3^e (8 ans) à la probabilité. Au secondaire, la statistique devient optionnelle selon la voie choisie. Les élèves qui auront opté pour une voie où une connaissance plus théorique des mathématiques est requise mettront plus d'emphasis sur le calcul de la probabilité. Le cours de 12^e année (17 ans) qui est au choix de l'élève semble du même niveau que celui de la cinquième secondaire au Québec (16 ans). Nous remarquons néanmoins que l'approche préconisée dans le programme favorise une étude plus globale de la statistique en demandant à tous les niveaux d'analyser des situations qui nécessitent la réalisation d'un sondage en utilisant les outils connus.

En Alberta, le programme scolaire introduit la statistique en 2^e à 7 ans et la probabilité en 5^e alors que l'élève est âgé de 10 ans, ce qui tranche avec les autres programmes étudiés ici. Au secondaire, le cheminement *Mathématiques appliquées* va jusqu'à la compréhension de la distribution normale, de l'écart type et de la cote Z en 11^e (16 ans). Seuls les élèves de l'option *Professionnelle* feront de la statistique la dernière année à 17 ans. Ils étudieront les mesures de tendance centrale, mais pas de dispersion, ce qui est comparable à ce qui est proposé dans le programme de la 3^e secondaire au Québec (14 ans).

Si on se tourne vers l'Italie, la situation de l'enseignement de la statistique et de la probabilité dans les programmes s'apparente beaucoup à celle du Québec. Les programmes pour les lycées artistiques (17 ans) correspondent à ceux du secondaire québécois (16 ans) et ceux du lycée classique les dépassent puisqu'on y voit les caractéristiques de diverses distributions de probabilités discrètes et continues étudiées seulement au cégep. De plus, en probabilité, c'est le seul endroit dans les programmes examinés ici où l'on mentionne la formule de Bayes. Ceci dit, les programmes dans l'ensemble suggèrent de faire des expérimentations, de recueillir des données réelles, de faire des enquêtes. Le temps est révolu où selon les programmes, l'on se contentait de donner des formules et de les faire appliquer. Ceci se fait peut-être au dépend d'un certain formalisme, mais laisse place à l'éclosion de la pensée statistique si l'on sait saisir les occasions.

4.1.1 La formation des enseignants du secondaire

Disons d'abord que, comme dans plusieurs autres pays, au Québec, la formation des enseignants a donné lieu à une vaste réforme qui est appliquée depuis 1994. Auparavant, le futur enseignant entrait à l'université dans le programme de la discipline qu'il avait choisi et

terminait sa formation par une année de « pédagogie » donnée dans les facultés de Sciences de l'Éducation. Dans certains cas, il y avait un cours de didactique disciplinaire comme la didactique des mathématiques. Depuis la réforme, le baccalauréat en Enseignement Secondaire est de 4 ans contrairement à la plupart des autres formations de premier cycle universitaire qui sont de 3 ans. Ceci s'explique en partie par l'ajout de plus grandes périodes de stages dans les écoles. Le nouveau programme donne une formation mixte sous la responsabilité à la fois des départements disciplinaires, dans ce qui nous concerne, le département de Mathématiques et d'un département de Sciences de l'Éducation. Cependant, la formation diffère d'une université à l'autre. Les programmes peuvent contenir de trois jusqu'à huit cours de didactique des mathématiques. Cependant, une seule université a inscrit un cours de didactique de la statistique pour les enseignants du secondaire en mathématiques et ailleurs, quelques formateurs en insèrent quelques éléments dans leur cours de didactique.

De plus, le futur enseignant de mathématiques provient du programme de Sciences de la Nature des cégeps. Or pour y être accepté, l'élève devra avoir choisi la séquence *Sciences naturelles (SN)* au secondaire et comme nous l'avons constaté, cette séquence n'est pas celle qui comporte le plus de statistique. En outre, la statistique n'est pas obligatoire dans tous les programmes de Sciences de la Nature qui varient selon les cégeps.

Il est vrai que le futur enseignant aura à suivre un cours de statistique dans sa formation universitaire. Nous avons cependant pu constater¹², dans une étude en cours, que ce n'est pas suffisant pour vraiment développer une pensée statistique qui serait nécessaire pour le préparer à l'enseignement de cette discipline.

Les autres provinces canadiennes ont conservé l'ancien modèle québécois de formation des enseignants, c'est-à-dire, une formation disciplinaire complétée par une formation pédagogique d'un an qui offre certains cours spécifiques à la discipline. Soulignons encore que là aussi, les élèves du secondaire qui ont choisi une option scientifique ont une formation en statistique moindre que les autres. Or dans les autres provinces canadiennes, le secondaire mène directement à l'université. Ce constat est aussi vrai pour l'Italie où de nouveaux programmes de formation des enseignants adoptés vers l'an 2000 ont depuis été abandonnés. Reste donc, pour les futurs enseignants du secondaire, une formation strictement disciplinaire qui dans les cas « heureux » pourrait être de statistique.

5 En conclusion

Comme on le sait, il y a souvent un pas entre le désir et la réalité et ceci est aussi vrai pour l'enseignement de la statistique et de la probabilité. Il y a un écart entre ce qui est souhaité dans les programmes et ce qui se fait actuellement dans la classe. Mais cette distance peut être éliminée. La réalité de la classe dépend beaucoup de l'enseignant, or, celui-ci a besoin d'appui afin d'être mieux équipé pour enseigner la statistique et la probabilité. Déjà un pas est fait par la production de nouvelles ressources disponibles soit dans les manuels scolaires ou encore sur internet¹³. Seulement, les enseignants ont aussi besoin de connaissances disciplinaires et didactiques pour pouvoir utiliser à bon escient les ressources qui sont disponibles. Or, nous avons constaté que trop souvent les élèves qui décident de

¹² « Le concept de variabilité chez les enseignants de mathématiques du secondaire », thèse de doctorat en cours, Sylvain Vermette.

¹³ On trouve en particulier sur YouTube, avec la requête « secondaire+statistique », des petits films de révision de notions statistiques du secondaire.

suivre une voie scientifique, le bassin principal des futurs enseignants, n'ont pas nécessairement l'occasion de faire autant de statistique que leurs collègues. Ils en referont probablement lors de leurs études universitaires, mais l'approche y sera certainement plus formelle. Développeront-ils ce que l'on convient aujourd'hui d'appeler la « pensée statistique » ? D'autre part, un survol rapide des programmes de formation des enseignants du secondaire au Québec révèle que très peu et trop peu de temps sont alloués à la didactique de la statistique et de la probabilité.

Il serait donc nécessaire de promouvoir l'enseignement de la statistique et de soutenir les enseignants, en leur offrant des formations *ad hoc* tout en continuant d'élaborer du matériel pédagogique et informatique adéquat au travail en classe et de développer la recherche dans ce domaine. Souhaitons donc, pour terminer, une collaboration ouverte entre les statisticiens, les didacticiens et les concepteurs de programmes et de manuels qui pourrait être favorable à la formation statistique du futur citoyen.

Références

- [1] Ben-Zvi, D. and A. Friedlander (1997), Statistical thinking in a technological environment. In Garfield J. and G. Burrill (dir.), *Proceedings of the 1996 IASE round table conference* (p. 54-64), Granada, 23-27 juillet. Document téléaccessible à l'adresse <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/8/4.Ben-Zvi.pdf>
- [2] Ben-Zvi, D. and J. Garfield (2004), Statistical literacy, reasoning, and thinking: Goals, definitions, and challenges. In Ben-Zvi, D. and J. Garfield (dir.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking* (p. 3-15), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- [3] Burrill, G. (1996), Graphing calculators and their potential for teaching and learning statistics. In Garfield, J. and G. Burrill (dir.), *Research on the role of technology in teaching and learning statistics* (p. 24-37), ISI, Voorburg.
- [4] Cambridge Conference on School Mathematics (1963), *Goals for School Mathematics: The Report of the Cambridge Conference on School Mathematics*, Houghton-Mifflin, Boston, MA.
- [5] Canada, D. (2004), *Elementary preservice teachers' conceptions of variation*, Thèse de doctorat en éducation, Portland State University, Portland, OR.
- [6] Commission Parent (1964-65) Rapport Parent, http://classiques.ugac.ca/contemporains/quebec_commission_parent/commission_paren.html
- [7] Gawronski, J. and D. McLeod (1980), Probability and Statistics: Today's Ciphering? In Lindquist, M. M. (Dir.), *Selected Issues in Mathematics Education* (p. 82-89), McCutchan Publishing, Richmond, CA.
- [8] Gouvernement du Québec (1972), *Mathématiques 504 et 512*, Ministère de l'Éducation, Québec.
- [9] Gouvernement du Québec (1976a), *Programme-Cadre : La mathématique à la classe maternelle et au niveau élémentaire*, Ministère de l'Éducation, Québec.

- [10] Gouvernement du Québec (1976b), *La mathématique au secondaire : cours 281-110,-210,-310,-412*, Ministère de l'Éducation, Québec.
- [11] Gouvernement du Québec (1980), *Programme d'études primaire en mathématiques*, Ministère de l'Éducation, Québec.
- [12] Gouvernement du Québec (2008), *Programme de formation de l'école québécoise*, Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport, Québec.
- [13] Gouvernement du Québec (2009), *Anciens programmes d'études et cours de l'enseignement collégial*, Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport, Québec, <http://www.mels.gouv.qc.ca/ens-sup/ens-coll/cahiers/archives.asp>.
- [14] Gouvernement du Nouveau-Brunswick (2005), *Programme d'études mathématiques, Statistique 31411*, Ministère de l'éducation et du développement de la petite enfance, <http://www.gnb.ca/0000/publications/servped/Statistique31411version2005.pdf>
- [15] Gouvernement du Nouveau-Brunswick (2007-2012), *Programme d'études mathématiques*, Ministère de l'éducation et du développement de la petite enfance, <http://www.gnb.ca/0000/francophone-f.asp>
- [16] Gouvernement du Nouveau-Brunswick (2007-2012), *Programme d'études mathématiques de 9^e année*, Ministère de l'éducation et du développement de la petite enfance, <http://www.gnb.ca/0000/publications/servped/Mathematiques9eAnnee30131.pdf>
- [17] Gouvernement italien (2010), *Indicazioni nazionali per licei*, MIUR, Ministero dell'istruzione, dell'Università e della ricerca, http://nuovilicei.indire.it/content/index.php?action=lettura&id_m=7782&id_cnt=10497
- [18] Gouvernement italien (2012), *Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione*, MIUR, Ministero dell'istruzione, dell'Università e della ricerca, http://hubmiur.pubblica.istruzione.it/web/istruzione/prot5559_12
- [19] Makar, K. and J. Confrey (2005), Variation-talk: Articulating meaning in statistics, *Statistics Education Research Journal*, 4(1), 27-54, [http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/serj/SERJ4\(1\)_Makar_Confrey.pdf](http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/serj/SERJ4(1)_Makar_Confrey.pdf)
- [20] Mellissinos, M., J. Ford, and D. McLeod (1997), Student understanding of statistics: Developing the concept of distribution. In Dossey, J. and J. Swafford (dir.), *Proceedings of the 19th Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, IL, Bloomington.
- [21] Moore, D. (1997), New pedagogy and new content: The case for statistics, *International Statistical Review*, 65, 123-165.
- [22] National Council of Teachers of Mathematics (2000), *Principles and Standards for School Mathematics*, Reston, VA.
- [23] National Council of Teachers of Mathematics (1970), *A History of Mathematics Education in the United States and Canada*, Reston, VA.
- [24] Protocole de l'Ouest et du Nord Canadiens (1996), *The Common Curriculum Framework for K-12 Mathematics*, <http://www.wncp.ca/english/subjectarea/mathematics/ccf.aspx>

L. Gattuso et S. Vermette

- [25] Shaughnessy, J. M., J. Garfield, and B. Greer (1996), Data handling. In Bishop, A. J. , K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, and C. Laborde (dir.), *International Handbook of Mathematics Education* (p. 205-237), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- [26] Utts, J. (2002), What educated citizens should know about statistics and probability. In Phillips, B. (dir.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics: Developing a statistically literate society*, International Statistical Institute, Voorburg, http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/1/1b3_utts.pdf
- [27] Watson, J. M. and J. B. Moritz (2000), Developing Concepts of Sampling, *Journal for Research in Mathematics Education*, **31**(1), 44-70.