



## **Le développement d'une pensée statistique : une comparaison Maroc-Québec**

Sylvain Vermette, *Université de Sherbrooke et École secondaire Félix Leclerc, Canada*

Linda Gattuso, *Université du Québec à Montréal, Canada*

Marc Bourdeau, *Université de Montréal, Canada*

Omar Rouan, *École normale supérieure de Marrakech, Maroc*

### **Résumé**

*La statistique étant une discipline à laquelle on accorde de plus en plus d'importance, nous avons voulu voir si l'école prépare bien le futur citoyen à comprendre et à interpréter adéquatement une communication statistique. Pour cela, nous avons exploré le développement de la pensée statistique chez les élèves dans deux pays, soit le Canada et le Maroc, un de nos objectifs étant de voir l'impact de l'enseignement sur la pensée statistique des élèves. De plus, nous avons examiné l'influence du mode de représentation et du contexte sur le niveau des justifications apportées par les élèves. Dans les deux pays, cinq groupes d'élèves provenant de cinq établissements différents ont répondu au questionnaire comprenant 7 questions sur l'analyse et l'interprétation de distributions statistiques. Pour cinq des questions, trois modes de représentation de la distribution ont été utilisés, soit la liste de données, le graphique, les mesures caractéristiques. Les questions étaient situées dans différents contextes allant du plus familier au moins familier. Les raisonnements utilisés dans les justifications apportées par les élèves marocains et québécois ont révélé certaines différences tout en montrant aussi des tendances semblables sur plusieurs points comme l'utilisation du contexte. Toutefois, considérant le niveau de raisonnement statistique évalué, les élèves québécois ont surpassé leurs confrères marocains.*

### **Introduction**

La statistique fait partie intégrante de plusieurs domaines de sorte que tout citoyen est confronté à interpréter et à analyser des données statistiques par le biais de différents médias. Il est donc nécessaire d'être apte à comprendre et à interpréter une communication statistique puisque nous sommes continuellement appelés à donner un sens à des données et à des graphiques statistiques et à juger de la validité des résultats. En fait, sans ces savoirs, il s'avère difficile de nos jours de participer aux différents débats actuels concernant l'éducation, la santé, l'environnement, etc. (Konold et Higgins, 2003).

Une question se doit donc d'être soulevée : à la fin de leurs études secondaires, les élèves ont-ils développé une pensée statistique adéquate? Ceux-ci sont confrontés aux statistiques dans plusieurs domaines tels la géographie et l'économie et l'enseignement proprement dit de la statistique est partie intégrante des programmes de mathématiques du secondaire. Bien que les savoirs relatifs à ce champ d'étude soient présents au sein des programmes, l'emphase est plutôt mis sur le calcul des différentes mesures au détriment du raisonnement statistique nécessaire à la communication et à la compréhension des différentes données statistiques.

L'absence de l'inférence statistique au niveau secondaire ne devrait pas empêcher le développement de l'idée de base de l'analyse des données, soit lire et communiquer des résultats. Pendant leur scolarité, les élèves ont pu acquérir tous les éléments nécessaires à l'analyse exploratoire de données statistiques telle que proposée par Tukey (1977) qui favorise l'étude des données statistiques sans prévoir les résultats au-delà des limites analytiques. Cependant, selon notre expérience et compte tenu de leur bagage scolaire, les élèves tendent à accorder une trop grande importance aux nombres omettant ainsi de créer des liens entre eux et de les contextualiser. Par exemple, dans bien des cas, une comparaison de deux distributions se limite au calcul de leur moyenne respective.

Lors d'une étude précédente réalisée au Québec (Vermette, Gattuso et Bourdeau, 2005), nous avons questionné les élèves qui terminaient leurs études secondaires afin de savoir si ces derniers avaient développé une pensée statistique adéquate au cours de leur formation et avaient acquis un raisonnement multiplicatif<sup>1</sup> relié au contexte de la distribution (Cobb, 1999). Au Québec, l'enseignement des différentes notions statistiques étant morcelé d'année en année, il est possible que le fait de promouvoir une telle approche en statistique n'incite pas nécessairement à une analyse globale et au développement de la pensée statistique. Nous avons donc tenté de vérifier le niveau de raisonnement statistique à partir des justifications données en réponse aux questions et de voir si leurs justifications tenaient compte du contexte de la situation et si le mode de représentation de la distribution influençait leurs réponses.

Nous avons découvert que malgré le fait que la statistique, dans les écoles du Québec, soit présentée de façon morcelée, plusieurs élèves ont pu développer une pensée statistique adéquate en interprétant les données et en leur donnant du sens. De plus, le mode de représentation de la distribution ainsi que le niveau de difficulté des différentes situations ont influencé de façon significative le niveau de justifications des élèves. Par ailleurs, les justifications apportées tenaient généralement tenu compte du contexte. Nous avons pensé que l'importance que les élèves accordaient au contexte pouvait être la conséquence de l'intérêt accordé à la résolution de problème dans les écoles québécoises depuis les récentes réformes.

Dans la présente étude, nous avons cherché à voir jusqu'à quel point les résultats obtenus étaient dépendants du type d'enseignement reçu. La même étude a donc été reprise au Maroc où l'environnement scolaire et, en particulier, l'enseignement des statistiques est significativement différent. Nous présenterons donc ici ces résultats.

### **Cadre de l'étude**

Un groupe de chercheurs (McCLain, 1999; McGatha, Cobb et McClain, 1999; Cobb, 1999) ont développé une expérimentation en classe qui mettaient l'emphase sur la notion de distribution à partir de différentes représentations graphiques. Les activités expérimentées avaient comme objectif d'introduire le concept de dispersion et de mesures de tendance centrale. Les résultats de l'ex-

---

1 Nous utilisons «raisonnement multiplicatif» et «raisonnement additif» comme dans Harel, G. et Confrey, J. (1994) et dans McLain, 1999; McGatha, Cobb et McClain, 1999; Cobb, 1999. Un raisonnement multiplicatif utilise une proportion pour qualifier une partie d'un tout comme «la plupart des températures sont au-dessus...» ou «90% des pains...». Un raisonnement additif fait référence aux quantités et non aux proportions comme «il y a au moins 6 piles...»

périmentation ont démontré notamment que les élèves avaient plusieurs types de raisonnements et pouvaient décrire globalement les différences entre deux distributions par des raisonnements qualitatifs. Ces élèves se trouvaient dans une classe de 7<sup>e</sup> année.

Nous en sommes venus à construire un questionnaire écrit composé de sept situations demandant aux élèves de comparer deux ou trois distributions dans le but de prendre une décision. Le contexte de six questions fut emprunté à l'étude de Cobb *et al.* (1999).

### **Description du questionnaire**

La première situation, Piles (McClain, 1999), présente des données sur la durée de vie de deux modèles de piles et demande aux élèves d'opter pour un des deux modèle. Il s'agit d'un contexte familier pour les élèves habitués à l'utilisation de petits appareils à piles. Aussi, le nombre de données pour chaque échantillon est 10, un nombre qui peut aisément mener vers une conversion en pourcentage. La deuxième situation, Basketball (McGatha, Cobb et McClain, 1999), présente le nombre de points obtenus par deux joueurs de basket-ball lors des huit dernières parties. Les élèves devaient choisir l'un de ces deux joueurs pour une partie d'étoiles. Le nombre de données de l'échantillon, soit huit, peut interférer dans l'utilisation d'un raisonnement multiplicatif, 1 sur 8 peut se révéler plus difficile à convertir en pourcentage. La troisième situation, Voyage (*Ibid.*), présente les températures de la ville de Boston pour une semaine au mois de septembre et une semaine au mois d'avril, et ce, au cours des années 1994, 1995 et 1996. Les élèves devaient adopter un mois pour préparer un voyage scolaire. La quatrième situation, Pains, fut emprunté à Raymondaud (1997). Cette situation est l'une des plus complexes, car elle comporte trois distributions de taille différente portant sur le volume des pains produits selon trois méthodes différentes. La difficulté de choisir une méthode de production du pain afin de maximiser le volume est augmentée par le fait que les trois distributions ont sensiblement la même moyenne et le même écart-type, incitant ainsi les élèves à opter pour d'autres arguments comme base de leurs justifications comme les mesures de position par exemple. La cinquième situation, Radar (Cobb, 1999), porte sur l'introduction d'un radar en vue de changer la conduite de 60 automobilistes, en les incitant à ralentir. Pour ce qui est de la sixième situation, «cholestérol» (*Ibid.*), celle-ci est reliée à un programme de diète où l'emphase est mise sur la réduction du taux de cholestérol. Deux distributions concernant le taux de cholestérol avant et après le programme de diète de 60 personnes sont présentées et les élèves doivent se prononcer sur l'efficacité de ce programme de diète. Finalement, la dernière situation, Traitement (*Ibid.*), présente deux traitements pour des personnes atteintes du VIH. Dans le cadre d'une étude, 46 personnes ont eu l'occasion de suivre un programme expérimental et 186 personnes ont suivi le traitement standard. Dans chacun des cas, on examine le nombre de T-cell, une catégorie de globules blancs présents dans le sang qui améliore le système immunitaire. Les élèves doivent se prononcer sur l'efficacité du traitement expérimental en comparaison avec le traitement standard. À l'exception de la quatrième situation, les questions furent présentées par ordre croissant de difficultés.

De plus, pour cinq situations, trois modes de représentation de la distribution ont été utilisés, soit la liste de données, le graphique, les mesures caractéristiques. Bref, nous avons trois versions de notre questionnaire où chacune des situations étaient présentées selon les trois modes de représentation. Ceci a permis, en plus d'examiner le niveau de développement de la pensée statistique en

relation avec le contexte, de voir l'influence du mode de représentation sur le niveau des justifications apportées par les élèves. Cependant, les situations 5 : Radar et 7 : Traitement furent représentées seulement graphiquement pour les trois versions du questionnaire.

## **L'enseignement des statistiques**

Pour cette étude, nous avons choisi deux pays où l'enseignement de la statistique est relativement différent.

Au Québec, le système pré-universitaire comporte 13 années d'étude au Québec, soit 6 années au primaire, 5 années au secondaire et 2 années au collégial dans le cadre d'une formation générale. À la fin de ses études primaires, l'élève doit être en mesure de lire, d'interpréter et de construire différentes représentations graphiques et de calculer la moyenne arithmétique. Une analyse du curriculum du secondaire de la province de Québec révèle que les notions statistiques sont présentées de façon morcelée (Gattuso, 2001). En première secondaire, on demande aux élèves de tirer des informations de tableaux et de diagrammes et de percevoir des tendances. Les questions proposées aux élèves, pour la plupart, se résument en un exercice de lecture des différentes représentations graphiques et des tableaux, ne nécessitant aucune interprétation de leur part. Les élèves doivent également construire des tableaux et des diagrammes : diagrammes à bandes, diagrammes circulaires, diagrammes à ligne brisée et pictogrammes. En deuxième secondaire, on parle davantage des phénomènes où intervient le hasard. Ici, l'étude des statistiques descriptives est quelque peu délaissée. Par contre, en troisième secondaire on y revient avec les mesures de tendance centrale : moyenne, médiane et mode. De plus, les données continues regroupées en classes sont introduites, ce qui les mène les élèves à apprendre une autre représentation graphique soit l'histogramme. En quatrième secondaire, on enseigne aux élèves de nouveaux concepts. Ainsi, on ajoute les mesures de position et le diagramme de quartiles afin de les préparer à l'étude du concept de dispersion. On parlera de quartiles, de centiles et de rang cinquième. Le programme insiste également sur le fait que les élèves doivent développer leur aptitude à interpréter et à faire des liens entre les diverses représentations graphiques. Finalement, en cinquième secondaire, on ajoute aux mesures de dispersion déjà connues, l'intervalle semi interquartile, l'écart moyen et l'écart type. Les élèves ont aussi l'occasion d'étudier la cote standard, plus communément appelée cote Z. Certaines classes font également l'étude de la corrélation, graphiquement, en y ajoutant une estimation de la droite de régression. Nous constatons qu'en aucun temps on intègre l'ensemble des notions apprises afin d'en arriver à une analyse complète et ce, malgré le fait que les programmes insistent beaucoup sur les capacités d'analyse et d'interprétation des élèves.

Au Maroc, le système éducatif pré-universitaire au Maroc comporte 12 années de scolarité soit 6 années au primaire, 3 années au collège et 3 années au lycée. À la fin du collège les élèves sont orientés vers les sciences, la littérature, les techniques industrielles ou économiques, etc. Les statistiques sont enseignées pendant les trois années du collège et pour la section science, son enseignement s'arrête à la fin de la première année du lycée. En première année du collège, les élèves ont l'occasion de lire et d'interpréter différents tableaux et diagrammes statistiques : diagramme à barres, diagramme en bâtons et diagramme circulaire. Aussi, afin de pouvoir présenter une distribution statistique, ils doivent regrouper des données statistiques à l'intérieur d'un tableau ou d'un diagramme. En deuxième année du collège, les élèves ont l'opportunité de construire quelques gra-

phiques statistiques, de faire le calcul des fréquences et des effectifs cumulés et d'entamer le calcul de la moyenne arithmétique. Cependant, les mesures de tendance centrale (moyenne, médiane et mode) sont approfondies dans la troisième année du collège. Aussi, le concept de dispersion est introduit à ce niveau sans toutefois mener à une étude des différentes mesures. Celles-ci (écart moyen variance et écart type) sont abordées en première année du lycée, pour le tronc commun en science. Au cours de cette année, on demande également aux élèves d'organiser des données statistiques, de lire et d'interpréter des graphiques statistiques, de distinguer et d'interpréter les différentes mesures de position et de dispersion. Aussi, une nouvelle représentation graphique fait son apparition soit l'histogramme.

Le portrait que nous venons de tracer est celui qui est décrit dans les programmes, toutefois, bien souvent, la réalité diffère des recommandations du programme. Le manque de formation des enseignants et le manque de temps produit souvent un enseignement dépourvu de sens et centré davantage sur le calcul que sur l'analyse.

La construction de ces programmes semble avoir des tangentes similaires. En effet, nous pouvons remarquer des ressemblances en ce qui a trait à la chronologie des notions enseignées. Tout d'abord, l'emphase est mise sur les représentations graphiques : lecture, interprétation et construction. Ensuite, les mesures de tendance centrale sont abordées pour en arriver par la suite aux mesures de dispersion. Cependant, les élèves du Québec ont l'occasion d'aborder davantage de notions, passant des mesures de position (quartiles, rang cinquième, rang centile) au calcul de la cote standard notamment. Aussi, l'importance accordée aux statistiques semble plus grande au Québec où les statistiques sont abordées dès le primaire. Ainsi, les notions enseignées s'échelonnent sur un plus grand laps de temps. Bien que la répartition des contenus notionnels diffèrent d'un pays à l'autre, à la lumière de ces deux curriculums, un élève terminant ses études secondaires au Québec ainsi qu'un élève concluant le tronc commun en science au Maroc ont eu l'opportunité d'étudier les différentes notions requises à la lecture et à l'interprétation d'une distribution statistique.

### **Les sujets de l'étude**

Dans les deux pays, cinq groupes d'élèves provenant de cinq établissements différents ont répondu au questionnaire totalisant 178 élèves de la première année du lycée de la section scientifique pour le Maroc et 141 élèves de cinquième secondaire profil 536 pour le Québec (11<sup>e</sup> année). La moyenne d'âge des élèves du Maroc et du Québec qui composaient notre échantillon était de 16 ans.

### **La pensée statistique : niveaux de justifications**

À partir des différentes descriptions rapportées suite aux activités dans l'expérimentation citée plus haut (McCLain, 1999 ; McGatha, Cobb et McClain, 1999 ; Cobb, 1999), nous avons établi quatre niveaux de justification, de celle qui est déficiente à celle qui reflète une pensée statistique adéquate. Pour le niveau 0, nous avons placé toutes les justifications inadéquates ou hors champ comme : « Je choisirais la première méthode de cuisson puisqu'elle produit plus de pains ». Ici, la situation mêt en relation le volume des pains et la méthode de cuisson, alors il n'y a aucun intérêt à baser sa justification sur le nombre de pains. Donc, ce raisonnement est inadéquat. Les justifications basées sur un seul point de la distribution ainsi que les raisonnements additifs furent

regroupés dans le niveau 1. Par exemple, « la pile A est meilleure puisque la durée maximale pour une pile est plus grande que celle de la pile B » ou « le joueur B est meilleur puisqu'il a 5 parties au-dessus de 20 points ». Pour ce qui est du niveau 2, nous avons regroupé les justifications basées sur une mesure de tendance centrale ou une mesure de dispersion puisque celles-ci tiennent compte de l'ensemble de la distribution. Toutefois, l'utilisation d'une seule mesure n'est pas toujours considérée comme suffisante pour fin d'analyse. Le niveau 3 comporte les justifications qui utilisent une combinaison de mesures de tendance centrale et de mesures de dispersion ou encore les raisonnements multiplicatifs exprimés par un pourcentage ou par des arguments qualitatifs comme : « la majorité de... ». De plus, chaque justification a été codée de façon à savoir si le raisonnement de l'élève était relié ou non au contexte de la situation.

### **Administration du questionnaire**

L'administration du questionnaire s'est effectuée une fois le chapitre sur les statistiques enseigné et ce, dans les deux pays. Pour ce qui est du Maroc, parce que l'enseignement des mathématiques se fait en langue arabe, il a été indispensable de traduire le questionnaire québécois pour l'administrer dans les lycées marocains. Les textes des trois versions du questionnaire, ainsi que les contenus des tableaux ont été traduits en arabe. Par craintes de transformer les graphiques, les titres et légendes ont été conservés telles qu'elles. Lorsque nécessaire, ceux-ci furent expliqués et traduits aux élèves au moment de l'administration du questionnaire.

### **Résultats**

La comparaison entre les élèves québécois et marocains révèle certaines différences tout en montrant aussi des tendances semblables sur certains points.

#### *· Niveau de développement de la pensée statistique*

Nous avons regardé le niveau de développement de la pensée statistique telle que révélée dans les justifications apportées par les élèves en réponse aux sept items du questionnaire. Si l'on considère l'ensemble des élèves interrogés dans les deux pays, nous constatons que 33,6% des justifications se situent au niveau 2. Ces résultats sont à considérer puisque pour les questions 1 : Piles, 2 : Basketball, l'emploi d'un argument de dispersion seul (niveau 2) peut être considéré suffisant. Plusieurs élèves ont insisté dans leur justification sur la nécessité de la constance dans la durée des Piles et dans la performance du joueur de Basketball. Enfin, si l'on considère le niveau 3 comme un raisonnement qui indique le développement d'une pensée statistique, on constate que 18,6% des élèves atteignent ce haut niveau de raisonnement.

Cependant, si l'on considère les deux groupes séparément, les élèves marocains sont partout plus faibles que leur confrères québécois. En effet, 29,7% des Québécois se retrouvent au niveau 3 contre 9,8% des Marocains et alors que 40,9% des Québécois utilisent des justifications de niveau 2, ce pourcentage est de 27,8% pour les Marocains (Tableau 1).

Tableau 1

Pourcentage de réponses de chaque niveau pour l'ensemble des questions

Niveau	Maroc	Québec	Tous
0	20,8	8,0	15,1
1	35,4	20,5	28,8
2	27,8	40,9	33,6
3	9,8	29,7	18,6
SR	6,3	0,9	3,9
	100,0	100,0	100,0

Lors de la construction du questionnaire, nous avons prévu des difficultés grandissantes selon la taille des échantillons et la familiarité du contexte. Les questions ont été présentées par ordre de difficulté grandissante sauf pour la question 4 : Pains que l'on prévoyait plus difficile à cause du fait que, contrairement aux autres questions où l'élève doit choisir entre deux échantillons, il y a, dans ce cas, trois échantillons de tailles différentes et relativement grandes (833, 939, 947). Nous constatons selon le niveau moyen des réponses des élèves, les questions 4 : Pains, 7 : Traitement, 6 : Cholestérol, 5 : Radar, sont plus difficiles et 3 : Voyage, 1 : Piles, 2 : Basketball sont mieux réussies. Si on examine les deux groupes séparément, on constate que les mêmes questions ont posées plus de difficultés, c'est-à-dire les questions 4 et 7, comme prévu lors de la construction du questionnaire. Pour les autres questions, l'ordre de réussite diffère d'un pays à l'autre. Mentionnons seulement que la question 6 sur le cholestérol est la deuxième mieux réussie chez les Marocains alors que cette question était considérée comme plutôt difficile

Tableau 2

Questions de la moins réussie à la plus réussie : 1 : Piles, 2 : Basketball, 3 : Voyage, 4 : Pains, 5 : Radar, 6 : Cholestérol, 7 : Traitement

Rang	7 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	1 <sup>e</sup>
Québec	4-Pains	7-Traite- ment	6-Choles- térol	, 5-Radar	2-Basket- ball	3-Voyage	1-Piles
Maroc	7-Traite- ment	4-Pains	, 5-Radar	3-Voyage	1-Piles	6-Choles- térol	2 : Basketb
Tous	4-Pains	7-Traite- ment	, 5-Radar	6 : Choles- térol	3-Voyage	1-Piles	2 : Basket- ball

Nous avons également constaté que la difficulté du problème a un effet différent chez les deux groupes. Chez les Marocains, il y a un taux plus grand de non réponse et ceci dépend de la question (pour le Maroc :  $\chi^2 = 31,87$  et  $p = 0,0000$ ). Ce sont encore les questions 4 : Pains et 7 : Traitement qui font la différence. Bien que ceci se retrouve aussi chez les Québécois, il n'y a que 9 cas de non-réponse (sur 987 réponses) ce qui n'est pas significatif.

Tableau 3  
Nombre de réponses et sans réponse pour chaque question

	Q1		Q2		Q3		Q4		Q5		Q6		Q7	
	R	SR												
Maroc	174	4	175	3	168	10	159	19	172	6	164	14	156	22
Québec	141	0	141	0	140	0	138	3	139	2	140	1	139	2
Tous	315	4	316	3	308	10	297	22	311	8	304	15	295	24

· *Utilisation du contexte*

Dans la littérature, on considère que l'utilisation du contexte dans la réponse est un des éléments qui composent le raisonnement statistique. Nous avons donc regardé les réponses liées au contexte et trouvé qu'elles sont majoritaires dans les deux pays. En effet, les trois-quarts des répondants marocains et québécois associent le contexte à leur justification à des degrés différents selon les questions. Entre autres, on constate que c'est dans les réponses à la question 4 : Pains que le contexte est le moins apparu (M: 52,2% et Q: 57,2%); cela pourrait être expliqué par le fait que cette question était considérée a priori la plus difficile, mais, on trouve aussi une faible utilisation du contexte pour la question 1 : Piles, une des plus faciles.

Tableau 4  
Pourcentage d'utilisation du contexte par pays et par question

Question	1	2	3	4	5	6	7	Total
Maroc	65,7	71,4	79,2	46,6	86,5	70,2	70,8	70,0
Québec	66,0	84,4	93,6	56,0	88,7	65,3	59,6	73,4
Tous	65,8	77,1	85,6	50,8	87,5	68,0	65,8	71,5

Nous avons également investigué les liens entre l'utilisation du contexte et le mode de présentation. Nous avons pu constater que pour l'ensemble des questions, et ce dans les deux pays, le mode de présentation Mesures donne lieu à moins de réponses liées au contexte (56,2% au lieu de 74,5% dans l'ensemble). Il y a plus de liens avec le contexte si la présentation est Graphique (80,7%) et presque autant si elle est par Liste de données (78,9%)

· *Effets et interactions du mode de présentation, de l'utilisation du contexte et du pays sur le niveau de raisonnement*

Pour étudier les effets et interactions du mode de présentation, de l'utilisation du contexte et du pays sur le niveau de raisonnement atteint, nous avons procédé à une analyse ANOVA à trois facteurs: Mode, Contexte, Pays.

Tableau 5

Tableau d'analyse ANOVA : Variable dépendante : Niveau, Facteurs : Mode, Contexte, Pays

	SS	df	MS	F	p
Mode	39,620	2	19,810	24,355	0,000000
Contexte	31,209	1	31,209	38,370	0,000000
Pays	149,897	1	149,897	184,289	0,000000
Mode*Contexte	5,692	2	2,846	3,499	0,030404
Mode*Pays	1,543	2	0,771	0,948	0,387488
Contexte*Pays	0,026	1	0,026	0,031	0,859154
Mode*Contexte*Pays	1,720	2	0,860	1,057	0,347553
Erreur	1734,122	2132	0,813		

Les facteurs Mode, Contexte et Pays ainsi que l'interaction Mode\*Contexte ont une influence sur la valeur du Niveau (valeurs de p petites). D'abord, le facteur Pays tel que nous l'avons dit précédemment joue essentiellement sur le niveau atteint : les élèves marocains sont partout de niveau plus faibles que les élèves québécois. Cela dit il n'y a pas d'interaction entre le facteur Pays et les autres facteurs, Contexte et Mode.

Nous pouvons donc regarder ces deux facteurs sur l'ensemble des résultats. Comme nous l'avions déjà vu sur les résultats québécois, l'utilisation du contexte va de pair avec un niveau de raisonnement plus élevé, ceci en accord avec la littérature sur le développement de la pensée statistique (figure 1).

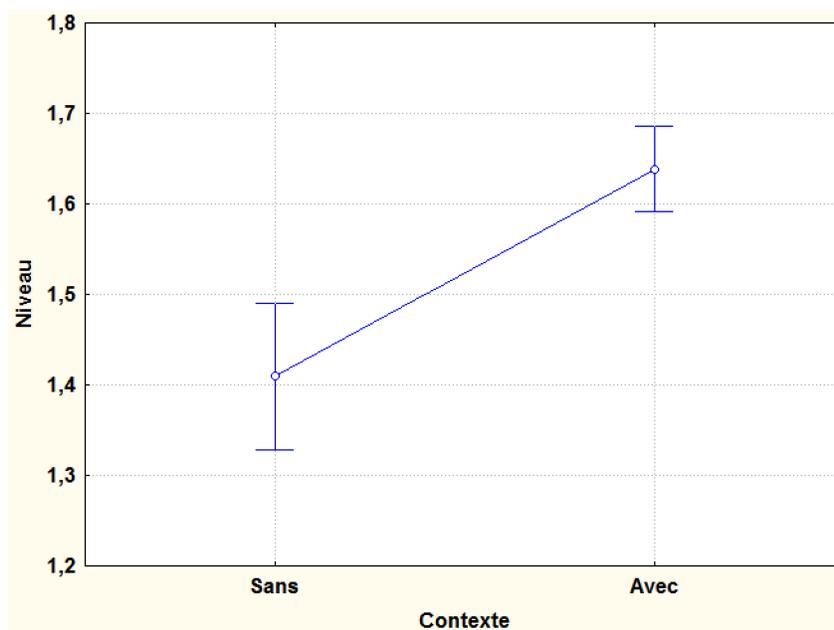


Figure 1 – Niveau versus Contexte pour tous les répondants et toutes les questions

Si l'on examine les effets du mode et de l'utilisation du contexte sur le niveau, on remarque que, ici aussi, l'utilisation du contexte va de pair avec un niveau plus élevé, cependant l'effet du mode de présentation n'est pas négligeable. La présentation Mesures donne lieu en général à un niveau de raisonnement plus élevé. Il faut également noter que le mode de présentation Graphique apporte des justifications de niveau plus faible. Ces tendances sont présentes dans les deux pays (figure 2).

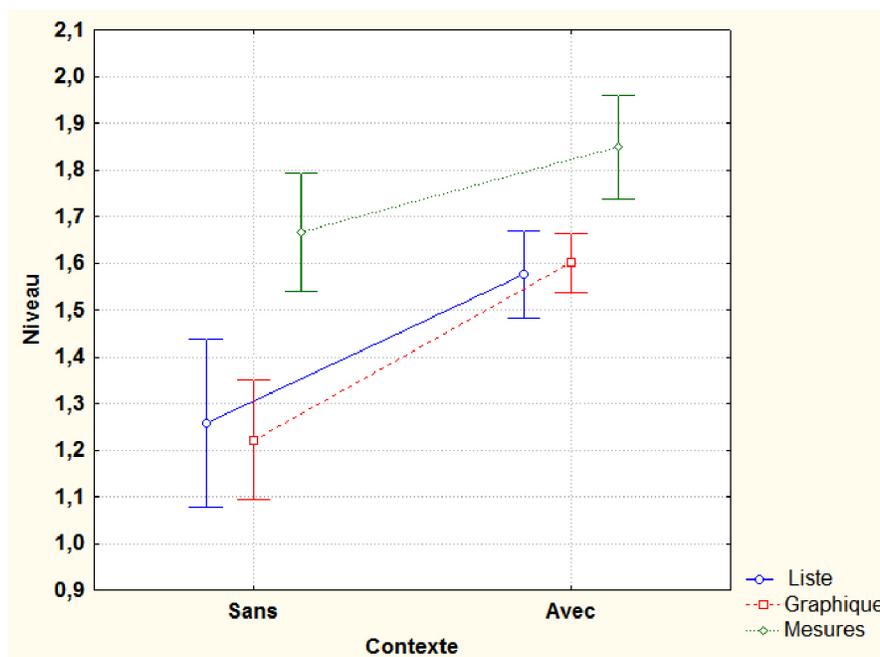


Figure 2 – Niveau versus Contexte et Mode pour tous les répondants et toutes les questions

## Conclusion

Nous avons trouvé que malgré certaines faiblesses de l'enseignement des statistiques, un bon nombre d'élèves développent un raisonnement dans une perspective statistique et sont capables de saisir le sens des données. Au Québec, près du tiers des élèves atteignent le niveau plus élevé de justification. Si les élèves marocains sont moins nombreux à arriver à ce point, cela est peut-être dû à leur moins grande familiarité avec les statistiques. En effet, le raisonnement statistique est bien différent de la pensée mathématique et, comme pour d'autres concepts étudiés à l'école, le volume par exemple, il est nécessaire de les étudier sur une période de temps très étendue pour favoriser leur évolution (Girard, 2003).

Nous avons pu constater que les élèves utilisent majoritairement le contexte dans leurs justifications. C'est un résultat rassurant puisque les résultats révèlent également que cette utilisation va de pair avec un niveau de raisonnement statistique plus élevé.

Les effets du mode de présentation montrent que les élèves sont plus familiers avec les mesures caractéristiques des distributions, conformément à la pratique courante de l'enseignement qu'ils reçoivent. Il serait cependant nécessaire de mettre plus d'emphase sur une lecture globale des données et sur l'analyse des graphiques statistiques qui posent plus de problèmes.

Cette étude a été menée dans deux pays qui ont des programmes relativement différents en ce qui concerne l'enseignement des statistiques mais malgré cela, les résultats nous indiquent des tendances semblables quand à la réponse aux divers mode de présentation, quant à l'utilisation du contexte dans les justifications, et quand à l'interaction entre le mode de présentation et contexte avec le niveau. Il reste que la différence la plus importante sur le niveau des justifications dépend du pays de provenance de l'élève.

## Références

- Cobb, P. (1999). «Individual and collective mathematical learning : The case of statistical data analysis». *Mathematical Thinking and Learning*, 1, p. 5-44.
- Cobb, W.G., Moore, D.S. (1997). «Mathematics, Statistics, and Teaching», *The American Mathematical Monthly*, Vol. 104, No.9, p. 801-823.
- Gattuso, L., (2001). «L'insegnamento della statistica in Québec». *Induzioni*. (2) p. 43-56.
- Girard J. C. (200?) «La liaison statistique-probabilités dans l'enseignement». *Repères-IREM n° 57*, p. ?-?, Topiques Editions.
- Harel, G. et Confrey, J. (Eds). (1994). *The development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics*. Albany : State University of New York Press.
- Konold, C. and Higgins, L.T. (2003). «Reasoning about data» In J. Kilpatrick, W.G. Martin and D. Schifter (eds). *A Research Companion to Principles and Standards for School Mathematics*, p. 192-215. Reston, VA : NCTM.
- Konold, C., Pollastsek, A., et Gagnon, A. (1996). Students' analyzing data : Research of critical barriers. Paper presented at the Roundtable in mathematics education, p. 53-74. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- McClain, K. (1999). *An analysis of the teacher's proactive role in supporting students' ability to reason statistically about data*. Paper presented at the Annual Meeting of American Education Research Association, Montreal, Canada.
- McGatha, M., Cobb, P., et McClain, K. (1998). *An analysis of students' statistical understandings*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Education Research Association. San Diego, CA.
- McGatha, M., Cobb, P., et McClain, K. (1999). *Starting points of a learning trajectory*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Education Research Association. Montreal, Canada.
- Neter, John, Kutner, Michael H., Natchsheim, Christopher J. et Wasserman, William (1996). *Applied Linear Statistical Models*, 3<sup>rd</sup> edition, Chicago ILL : Irwin.
- Raymondaud, H. (1997). «Quelques pièges de la description d'une série statistique». In *Enseigner les probabilités au lycée*, sous la dir. de la Commission inter-IREM, Paris : Édition IREM de Reims, p. 185-212.
- Russell, S.J., Schifter, D. et Bastable, V. (2002). *Developing mathematical ideas : Working with data*. Parsippany, NJ : Dale Seymour Publications.
- Tukey, J W (1977). *Exploratory Data Analysis*. Reading, MA : Addison-Wesley.

Vermette, S., Gattuso, L., Bourdeau, M. (2005). «Data Analysis or How High School Students «Read» Statistics». In *International Association for Statistics Education Proceedings of the IASE/ISI-Satellite Conference on Statistics Education and the Communication of Statistics* University of Technology, Sydney, Australia, 4-5 April, 2005. Actes sur CD.

Vermette, S., Gattuso, L. (2005). «Raisonnement statistique et formation citoyenne». In *CIEAEM 57: Changements dans la société: un défi pour l'enseignement des mathématiques. Italy*. P. 131-138.

Vermette, S. (2004). *Analyse et interprétation de distributions statistiques chez les élèves qui terminent leurs études secondaires*. Mémoire de maîtrise, Département de mathématiques, UQAM (Université du Québec à Montréal).

### **Pour joindre les auteurs**

Sylvain Vermette

Étudiant au doctorat, Université de Sherbrooke, Canada

Et École secondaire Félix Leclerc, Commission scolaire des Affluents

[Sylvain.vermette@usherbrooke.ca](mailto:Sylvain.vermette@usherbrooke.ca)

Linda Gattuso

Département de Mathématiques

Université du Québec à Montréal, Canada

[Gattuso.Linda@uqam.ca](mailto:Gattuso.Linda@uqam.ca)

Marc Bourdeau

Université de Montréal, Canada

[Marc.bourdeau@umontreal.ca](mailto:Marc.bourdeau@umontreal.ca)

Omar Rouan

École Normale Supérieure de Marrakech, Maroc

[orouan@ensma.ac.ma](mailto:orouan@ensma.ac.ma)

[omarr@lycos.com](mailto:omarr@lycos.com)

**ANNEXE\***

*Questionnaire de l'expérimentation*

\* Seulement une version de chaque question est présentée afin de ne pas alourdir inutilement le texte.

**Question 1**

Selon le tableau suivant, présentant la durée de vie (en heures) de 10 piles pour 2 modèles différents, quel modèle choisiriez-vous ? Justifiez votre réponse.

Durée de vie (en heures) de 10 piles

Modèle 1	115	103	97	107	121	103	84	104	91	101
Modèle 2	115	74	115	113	111	45	115	106	115	96

**Question 2**

Un joueur doit être choisi pour la partie étoile de basket-ball. Le tableau suivant présente les points obtenus par les deux meilleurs candidats lors des huit dernières parties. En vous basant sur ces informations, quel joueur choisiriez-vous pour participer à cette partie ? Justifiez votre choix.

Points obtenus par les 2 meilleurs candidats

	Partie 1	Partie 2	Partie 3	Partie 4	Partie 5	Partie 6	Partie 7	Partie 8
Joueur A	11	31	16	28	27	14	26	15
Joueur B	21	17	22	19	18	21	22	20

**Question 3**

Certains étudiants ont planifié d'organiser un voyage à Boston pour la prochaine année scolaire. Deux (2) choix s'offrent à eux : une semaine en septembre ou une semaine au mois d'avril. Voici les températures (en Fahrenheit) de ces semaines au cours des trois dernières années.

SEPTEMBRE	Année	Température							Moyenne
	2001	77	71	80	75	73	79	77	Moyenne : 76
	2000	75	71	77	80	76	70	69	Moyenne : 74
	1999	79	71	74	79	77	73	72	Moyenne : 75

AVRIL	Année	Température							Moyenne
	2001	84	80	76	76	68	62	58	Moyenne : 72
	2000	79	83	87	90	89	86	81	Moyenne : 85
	1999	56	57	68	73	79	80	84	Moyenne : 71

#### Question 4

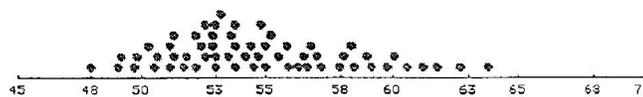
Une entreprise produisant de la pâte à pain veut expérimenter trois méthodes de fabrication de la pâte, afin d'optimiser ses coûts de production. Elle s'intéresse, dans un premier temps, au volume de pâte obtenu après une heure d'action de la levure. Pour chacune des trois méthodes, un échantillon constitué de plusieurs morceaux de pâte à pain est fabriqué et le volume de chacun des pains est mesuré. Ainsi, on obtient plusieurs données mettant en relief le nombre de pains obtenus en fonction de leur volume respectif. En vous basant sur les informations ci-dessous, quelle méthode choisiriez-vous? Justifiez votre réponse.

Mesures sur les trois distributions

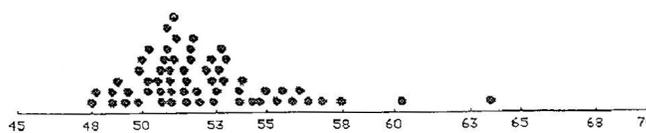
Mesures	Méthode 1	Méthode 2	Méthode 3
Moyenne	449,47	449,41	449,46
Écart type	102,40	102,43	102,47
Médiane	452	420	536
Premier quartile	375	382	361
Troisième quartile	524	492	536
Borne inférieure	125	325	225
Borne supérieure	725	1425	675

#### Question 5

L'introduction, à l'intérieur d'une zone de 50 km/h, d'un radar indiquant la vitesse des automobiles peut-il contribuer à ralentir la vitesse des automobilistes, contribuant par le fait même à réduire les risques d'accident? Les inspecteurs de police se sont interrogés sur cette question. Les graphiques ci-dessous illustrent la vitesse (en km/h) de 60 automobiles à l'intérieur d'une zone scolaire. Dans un premier temps, les inspecteurs se sont interrogés sur la vitesse des automobilistes avant l'installation du radar et, dans un deuxième temps suite à son installation. En vous basant sur ces informations, croyez-vous que l'implantation d'un radar témoigne d'une grande utilité? Justifiez votre point de vue.



Avant l'installation du radar



Après l'installation du radar

### Question 6

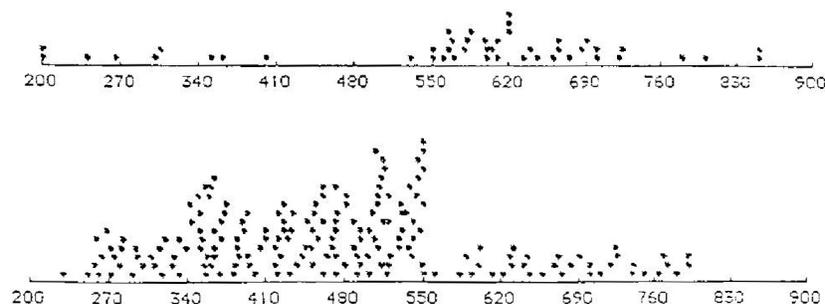
De nos jours, nous assistons à l'émergence d'une multitude de programmes de diètes. Un de ces programmes est désigné afin de réduire le taux de cholestérol pour les personnes susceptibles d'avoir des problèmes cardiaques. Le tableau suivant présente les différentes mesures relatives au taux de cholestérol pour 60 personnes ayant suivi le programme de diète. Les mesures sont réparties en deux catégories soit le taux de cholestérol avant l'application du programme et le taux de cholestérol un mois après avoir suivi le programme. En vous basant sur ces mesures, quelle est votre opinion sur l'efficacité de ce programme? Justifiez votre opinion.

Mesures sur les deux distributions

Mesures	Avant le programme	Après le programme
Moyenne	231,05	209,75
Q1	209,5	185,5
Médiane	235,5	206,5
Q3	261,5	229
Minimum	121	124
Maximum	310	310
Étendue	189	186
Écart-type	43,51	39,14

### Question 7

Plusieurs recherches expérimentales sont en vigueur afin d'en arriver à enrayer certaines maladies. Tel est le cas pour le sida. À l'intérieur de cette situation, vous aurez à comparer deux traitements pour des personnes atteintes du VIH. Dans le cadre d'une étude, 46 personnes ont eu l'occasion de suivre un programme expérimental et 186 personnes ont suivi le traitement standard. Dans chacun des cas, nous nous sommes interrogés sur le nombre de T-cell, une catégorie de globules blancs présents dans le sang qui améliore le système immunitaire. Donc, plus le nombre de T-cell est grand, meilleure est la condition de la personne. En vous basant sur les informations ci-dessous, que pensez-vous de l'efficacité du programme expérimental? Justifiez votre point de vue.



Nombre de T-cell chez certaines personnes atteintes du VIH (Cobb, 1999, p. 21)