

Défi Scientifique Michael Smith 2019

Analyse des résultats

Shannon MacFarland, Theresa Liao, et Chris Waltham

Traduction: Nikita Bernier

UBC Department of Physics and Astronomy

Introduction

Le Défi Scientifique Michael Smith est un concours national bilingue de science pour les étudiants de 4e secondaire (10e année) ou moins. Il a été mis à l'essai dans la province de la Colombie-Britannique en avril 2002 et a lieu à l'échelle nationale à chaque année depuis. Le concours est conçu pour mettre au défi la pensée logique et créative des étudiants avec un minimum de mémorisation. Le Défi Scientifique Michael Smith est le seul concours national couvrant toutes les disciplines scientifiques enseignées en 4e secondaire (10e année).

Cette année, 117 enseignants en provenance de 8 provinces et d'un territoire se sont enregistrés au concours. Le jour du concours, de nombreuses écoles ont été fermées en raison de tempêtes de neige à travers le pays. Un total de 1266 étudiants ont participé; 53% s'identifiant comme garçons, et 47%, comme filles.

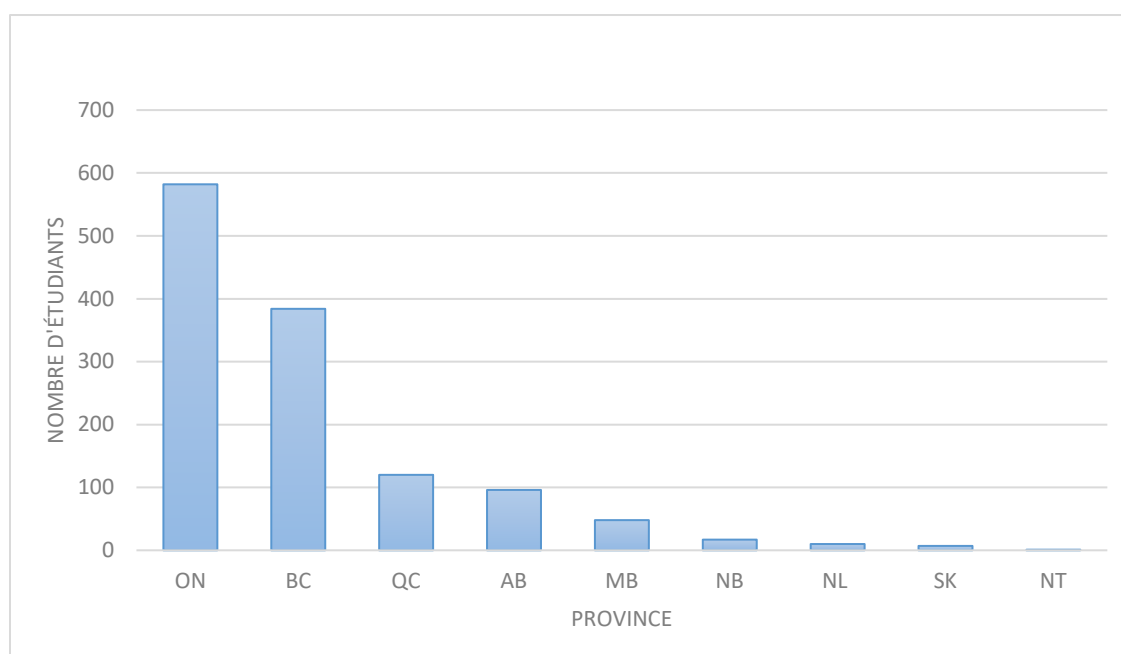


Figure 1 : Nombre d'étudiants participant par province

Buts des Questions

Question 1 : Est-ce que les étudiants peuvent lire l'information fournie sous forme graphique et l'utiliser pour résoudre un problème ?

Question 2 : Est-ce que les étudiants peuvent appliquer l'information qui est facilement accessible ou des connaissances communes (dans ce cas, fournies dans la question), ainsi que faire des calculs simples, pour prévoir les conséquences d'annonces faites dans les médias ?

Question 3 : Est-ce que les étudiants savent quelque chose au sujet des questions scientifiques très médiatisées et peuvent appliquer leurs apprentissages scolaires pour les comprendre ?

Question 4 : Est-ce que les étudiants comprennent le concept général « d'état stationnaire » ? Ce concept est central autant dans le métabolisme humain que dans des domaines tels que les températures globales et les sciences économiques (du niveau personnel au niveau national). Si vous voulez que les choses restent les mêmes, alors, à un certain niveau, ce qui entre doit sortir. Cette question nécessitait également une compréhension de base de la chimie et du métabolisme humain, c'est-à-dire que les atomes ne peuvent être ni créés, ni détruits, mais les molécules peuvent l'être dans des réactions chimiques comme la « combustion » des glucides pour alimenter notre métabolisme.

Résultats

La distribution des notes est présentée à la Figure 2. La note la plus haute était 67/80 et la moyenne était 26/80.

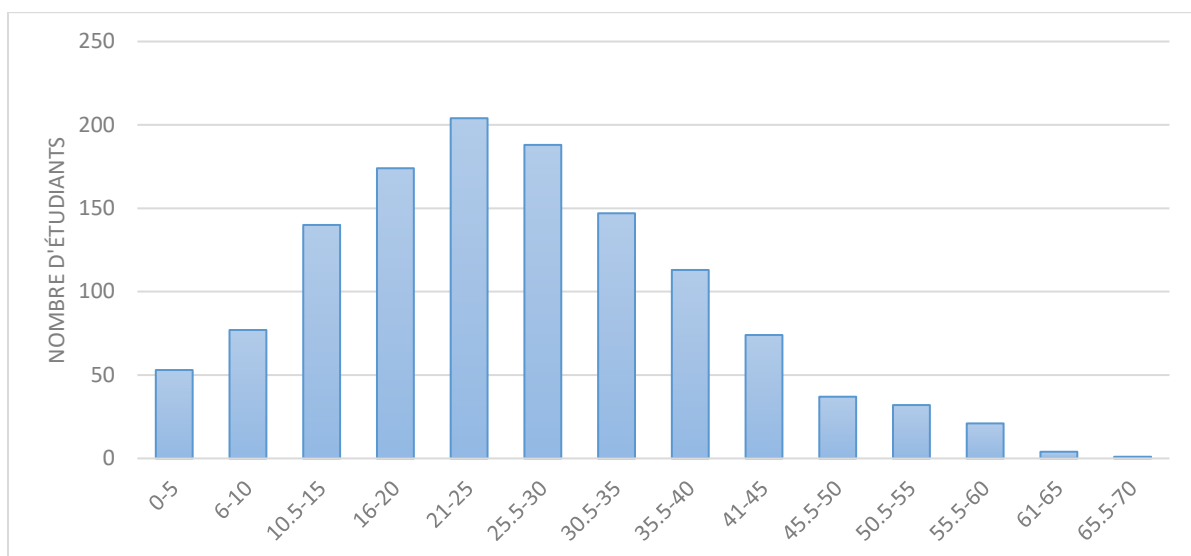
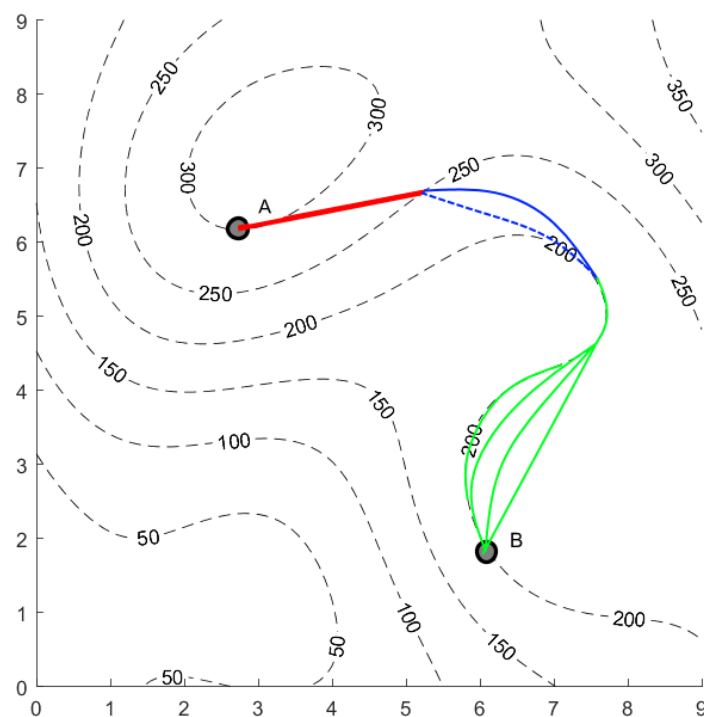


Figure 2 : Distribution des notes (sur un total de 80).

Le Concours

1. Vous concevez un système de train léger sur rail dans une nouvelle ville qui n'est pas encore construite. La ville doit être construite sur un terrain désert mais accidenté, tel qu'indiqué sur la carte topographique ci-dessous. Votre tâche consiste à concevoir la voie la plus courte entre deux banlieues planifiées, délimitée par les cercles A et B, avec une pente ne dépassant pas 2% (c'est-à-dire que l'élévation ne doit pas monter ou descendre de plus de 20 mètres par km). La piste doit être construite à la surface; vous n'êtes pas autorisé à construire des ponts ou des tunnels. Tracez une ligne pour indiquer où la voie doit être construite.



Carte topographique du site de la ville prévue.
Les axes sont marqués en km, les contours en mètres.

La pente maximale de 20 m/km équivaut à 50 m (l'espacement des contours) sur 2,5 km.

Section rouge : Cette section a une longueur de 2,5 km, le chemin le plus court jusqu'au contour de 250 m avec une pente de 2%.

Section bleue : Il est impossible d'atteindre le contour de 200 m directement en ligne droite avec une pente inférieure à 2%. Donc, cette section doit être courbée (et aussi longue que la ligne rouge), en évitant soigneusement un virage serré, ce qui serait difficile pour un véhicule sur rail. La ligne pointillée indique la limite de ce qui était acceptable pour recevoir le maximum de points.

Section verte : Cette partie a une pente mal définie, car la colline n'est pas aussi raide en haut qu'en bas. En prenant la pente du bas comme le pire des cas, la ligne droite a très probablement une pente trop forte, de haut en bas (environ 80 m sur 3,2 km). Suivre la ligne de contour est plus long mais plus sûr, car nous savons que la pente est nulle.

Erreurs fréquentes :

- Des voies qui descendaient directement au contour de 150 m et qui remontaient à B, en violation de la règle des 2%.
- Des formes générales correctes, mais avec des angles pointus. Le train léger sur rail ne pourrait pas tourner dans les virages serrés.

La note moyenne pour cette question était 5.27/20; 25 étudiants ont reçu une note parfaite pour cette question.

2. À la fin de 2018, le gouvernement de la Colombie-Britannique (C.-B.) a annoncé que toutes les voitures de la province devaient être alimentées uniquement à l'électricité d'ici 2040. Si nous voulons éviter d'alimenter ces voitures en électricité produite à partir de combustibles fossiles, il faudra de nouvelles installations hydroélectriques et des nouveaux parcs éoliens.

(a) La C.-B. compte cinq millions d'habitants et possède environ trois millions de voitures. Supposons que chaque voiture parcourt 20 000 km par an, avec une économie de carburant moyenne de 10 L / 100 km, et que le contenu énergétique de l'essence est de 36 MJ/L. Combien d'énergie supplémentaire la province devra-t-elle produire pour faire fonctionner toutes ces voitures uniquement à l'électricité ? Note: Il existe des inefficacités (pertes d'énergie) dans les moteurs à essence et dans les moteurs électriques. À fin de comparaison, supposez que ces inefficacités sont les égales. Donnez votre réponse avec les unités les plus appropriées (i.e. W, kW, MW, GW, etc.)

Trouvez la distance totale parcourue par an :

$$3 \text{ million de voitures} \times 20,000 \text{ km/an} = 6 \times 10^{10} \text{ km/an}$$

Trouvez le volume total d'essence utilisé par an :

$$6 \times 10^{10} \text{ km/an} \times 10 \text{ L/100 km} = 6 \times 10^9 \text{ L/an}$$

Trouvez l'énergie totale utilisée par an (il y a plusieurs façons d'atteindre cette étape) :

$$6 \times 10^9 \text{ L/an} \times 36 \text{ MJ/L} = 2.16 \times 10^{11} \text{ MJ/an}$$

Pour trouver la puissance moyenne en Watts, l'énergie annuelle totale doit être divisée par le nombre de secondes dans une année :

$$2.16 \times 10^{11} \text{ MJ/an} \times \frac{1 \text{ an}}{365 \text{ jours}} \times \frac{1 \text{ jour}}{24 \text{ heures}} \times \frac{1 \text{ heure}}{3600 \text{ secondes}} = 6849 \text{ MJ/s} = 6849 \text{ MW}$$

Les unités les plus appropriées pour ce nombre sont GW; la réponse finale est 6.849 GW.

Erreurs fréquentes :

- Division (au lieu de la multiplication) de la distance totale parcourue par an par le volume d'essence.
- Une majorité d'étudiants pensaient que la quantité d'énergie exprimée en joules était équivalente à celle exprimée en Watts et ne sont pas allés pas plus loin.
- Certains étudiants qui ont essayé de convertir des joules en Watts ont utilisé des taux de conversion aléatoires, par exemple : Watts = joules/60.

(b) Commentez sur la magnitude (l'ordre de grandeur) de votre réponse à (a).

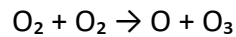
Des notes complètes ont été attribuées pour toute comparaison numérique significative au niveau de la province ou du ménage, par exemple en notant que 1 GW correspond à la puissance d'un grand barrage hydroélectrique ou d'une centrale thermique.

(Notez que le projet controversé de barrage Site-C en Colombie-Britannique produira une puissance de 1,1 GW. Nous ne nous attendions pas à ce que les étudiants fournissent ce détail en particulier.)

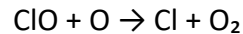
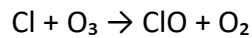
La plupart des étudiants ont seulement reformulé leur réponse à la partie (a) ou donné des déclarations vagues telles que « Ceci est un grand nombre ».

La note moyenne pour cette question était 7.43/20; deux étudiants ont reçu une note parfaite pour cette question.

3. Le protocole de Montréal de 1987 invitait tous les pays en développement à mettre un terme à la production de chlorofluorocarbones (CFC) détruisant l'ozone d'ici 2005. La plupart des pays industrialisés avaient déjà cessé leur production avant 1995. Cependant, il est prouvé que la production de CFC augmente actuellement. L'ozone (O₃) et l'oxygène atomique (O) sont produits dans la haute atmosphère par l'interaction de la lumière du Soleil avec l'oxygène moléculaire ordinaire (O₂), formant la "couche d'ozone" :



Si les CFC pénètrent dans la haute atmosphère, les rayons du soleil séparent les molécules pour former du chlore atomique, Cl. Ensuite, cette paire de réactions chimiques se produit, entraînant la décomposition de l'ozone en oxygène moléculaire ordinaire :



- (a) Pourquoi même une infime quantité de chlore atomique est-elle si nocive pour la couche d'ozone ?

Dans les deux réactions, le chlore est un catalyseur, c'est-à-dire qu'il agit à la fois comme un réactif et un produit. Les étudiants n'avaient pas besoin de connaître le mot catalyseur, mais devaient reconnaître que le chlore décomposait l'ozone dans la première équation et qu'il était reconstitué dans la seconde, contrairement à l'ozone.

Erreurs fréquentes :

- De nombreux étudiants pensaient qu'étant donné qu'un plus petit nombre d'atomes de chlore affectait un plus grand nombre d'atomes d'oxygène, l'ozone s'épuiserait plus rapidement.
- Certains étudiants ont pensé que c'était parce que le chlore était toxique.

- (b) Pourquoi l'intégrité de la couche d'ozone est-elle si importante ?

La couche d'ozone sur Terre aide à bloquer les rayons ultraviolets nocifs du soleil. Si la couche d'ozone venait à se décomposer, l'augmentation des rayons ultraviolets atteignant la surface de la Terre entraînerait une augmentation des cancers de la peau.

Erreurs fréquentes :

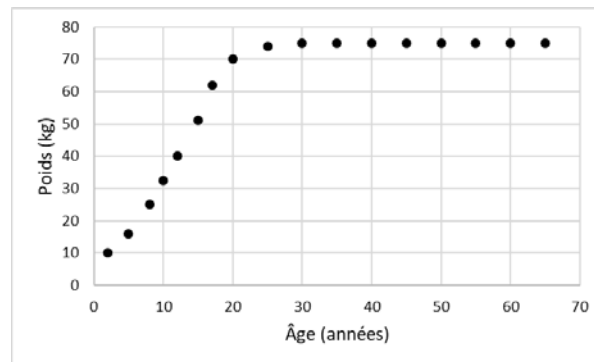
- L'erreur la plus commune était que la couche d'ozone aide à prévenir le réchauffement climatique, alors qu'en réalité la couche d'ozone contribue peu comme gaz à effet de serre.
- La couche d'ozone nous protège des débris spatiaux.

- La couche d'ozone produit de l'oxygène.
- La couche d'ozone empêche les gaz et la chaleur de s'échapper/régule la température de la Terre.

La note moyenne pour cette question était 7.37/20; 52 étudiants ont reçu une note parfaite pour cette question.

4. Considérez ces questions sur l'alimentation et la nutrition. Pour (a), (b) et (c), nous demandons des réponses basées sur des principes généraux comparant la masse excrétée à la masse ingérée. Pour chaque cas, énoncez brièvement le principe que vous considérez.

Voici un graphique montrant comment le poids de la personne « A » s'est développé avec l'âge :



- (a) Santé Canada recommande que les adultes en bonne santé ingèrent une masse X de sodium par jour. Que pouvez-vous dire de la masse de sodium que la personne « A » à 40 ans devrait excréter par jour ? Pourquoi ?

Les atomes de sodium ne peuvent pas être détruits. Par conséquent, si un corps humain est dans un état d'équilibre (comme l'indique un poids constant), la quantité de sodium ingérée par jour doit être en moyenne égale à la quantité excrétée par jour.

- (b) Santé Canada recommande que les adolescents en bonne santé ingèrent une masse Y de calcium par jour. Que pouvez-vous dire de la masse de calcium que la personne «A» à 15 ans devrait excréter par jour ? Pourquoi ?

Les atomes de calcium ne peuvent pas être détruits non plus, mais à 15 ans, le calcium est utilisé pour construire des os, bien que du calcium puisse également être excrété. Donc, en moyenne, la quantité de calcium excrétée par jour devrait être inférieure à la quantité ingérée par jour.

- (c) Santé Canada recommande que les adultes en bonne santé ingèrent une masse Z de glucides par jour. Que pouvez-vous dire de la masse de glucides qu'une personne «A» à 40 ans devrait excréter par jour ? Pourquoi ?

Les molécules de glucides peuvent être détruites; elles sont brûlées pour fournir de l'énergie aux fonctions métaboliques. Certains glucides absorbés sont excrétés (par exemple sous forme de fibres alimentaires). Par conséquent, en moyenne, la quantité de glucides excrétée par jour devrait être inférieure à la quantité ingérée par jour.

Erreurs fréquentes :

- Des étudiants ont essayé d'extraire des chiffres du graphique ou d'inventer des pourcentages de la quantité à excréter, même si seulement des affirmations générales étaient demandées.
- Au lieu de comparer la quantité ingérée à la quantité excrétée, des étudiants ont comparé l'ingestion pour différents groupes d'âge.
- Plusieurs étudiants croient que le sodium et les glucides sont mauvais pour le corps et ont suggéré de consommer moins que ce que Santé Canada recommande.
- Plusieurs ont échangé « ingéré » et « excrété » et ont fait des déclarations du genre : « Parce que les adolescents ont besoin de calcium, ils devraient en excréter davantage », ou ils ont suggéré que les personnes devraient excréter plus qu'elles n'en ingèrent.

(d) Une étude de cinq ans sur un nouvel aliment X, réalisée par des experts de l'Université A, conclut que X est parfaitement sécuritaire. En même temps, une autre étude de cinq ans sur l'aliment X, menée par des experts de l'Université B, conclut que X est dangereux et qu'il ne devrait pas être commercialisé. En supposant que les deux groupes d'experts sont également reconnus, et que vous vouliez savoir si vous pouvez manger X régulièrement et en toute sécurité, quelles questions devriez-vous poser à propos de ces études ?

Nous avons donné des points si la question de l'étudiant comparait les deux études et si elle faisait référence à un aspect spécifique des études.

Exemples d'aspects spécifiques dans de bonnes questions :

- Financement du fabricant/de l'industrie/d'un lobbyiste ?
- Données démographiques des sujets ? Âge, sexe, santé ?
- La taille des échantillons était-elle la même ?
- Sujets animaux ou humains ?
- Définition de sécuritaire/dangereux ?
- La diète était-elle contrôlée ?

Exemples de questions que nous avons jugées trop imprécises, non pertinentes ou qui ne comparait pas les deux études :

- « Quelles étaient les différences entre les études ? »
- Questions relatives à la production et aux ingrédients de X plutôt qu'à l'étude elle-même
- Demander si des essais cliniques ont été conduits
- Questions relatives à la durée des études, qui était clairement indiquée dans la question comme étant la même pour les deux études.

La note moyenne pour cette question était 6.02/20; quatre étudiants ont reçu une note parfaite pour cette question.