



## Analyse du Défi Scientifique Michael Smith 2022

Chris Waltham, Theresa Liao, Willow Benitz, et Nikita Bernier (traduction)

### **Introduction**

Le Défi Scientifique Michael Smith est un concours national bilingue de science pour les élèves 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 élèves 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).

En raison des réglementations récentes pour la COVID-19, le défi 2022 s'est déroulé entièrement en ligne - les élèves ont complété le défi à l'école ou à la maison - dépendamment des circonstances locales et à la discrétion de l'enseignant(e). Aucune surveillance par un(e) enseignant(e) n'était requise.

Les participants ont été autorisés à accéder à l'Internet ou à des livres, mais n'ont pas été autorisés à demander de l'aide à qui que ce soit en personne ou en ligne.

Par souci de sécurité, les élèves recevaient les questions dans un ordre aléatoire et ne pouvaient pas revenir en arrière pour voir une réponse qu'ils avaient déjà soumise. De plus, les valeurs numériques données dans certaines questions ont été randomisées.

Le défi 2022 consistait en six questions à choix multiples, sept questions à réponse courte, une question à remplir l'élément manquant, et une question à développement. La première question était un test d'intégrité, qui a été incluse dans la note finale; la dernière question nécessitait une réponse plus longue qui n'était lue qu'en cas d'égalité de notes élevées dans la partie à choix multiples. La note numérique maximale était de 15.



## Analyse du Défi Scientifique Michael Smith 2022

### Participation

Un total de 1045 exams ont été reçus cet année, de neuf provinces et 104 écoles, incluant une école internationale (à Hong Kong).

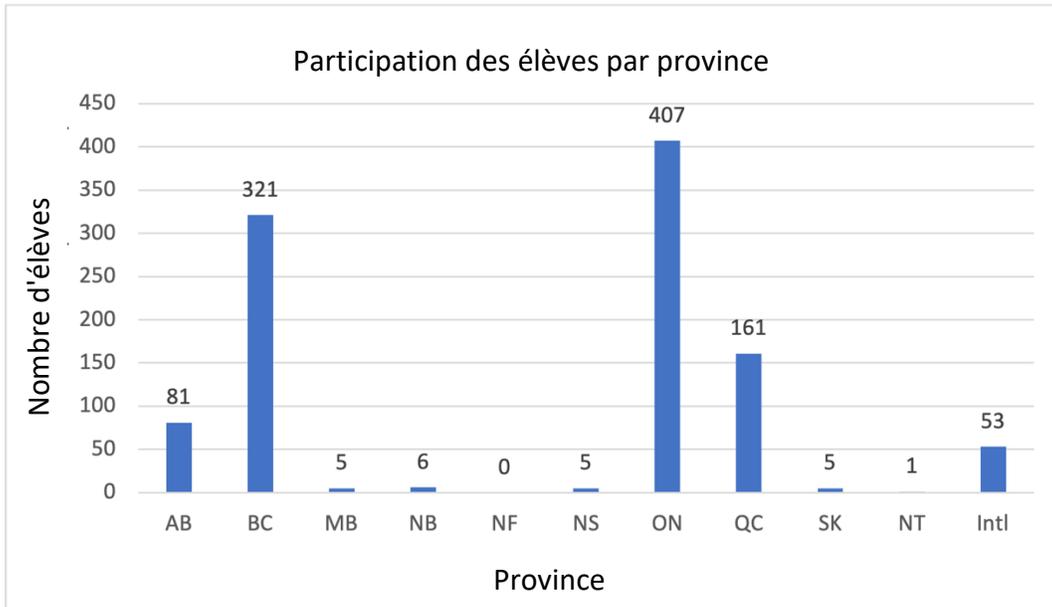


Figure 1 : Participation des élèves par province au Canada et à Hong Kong

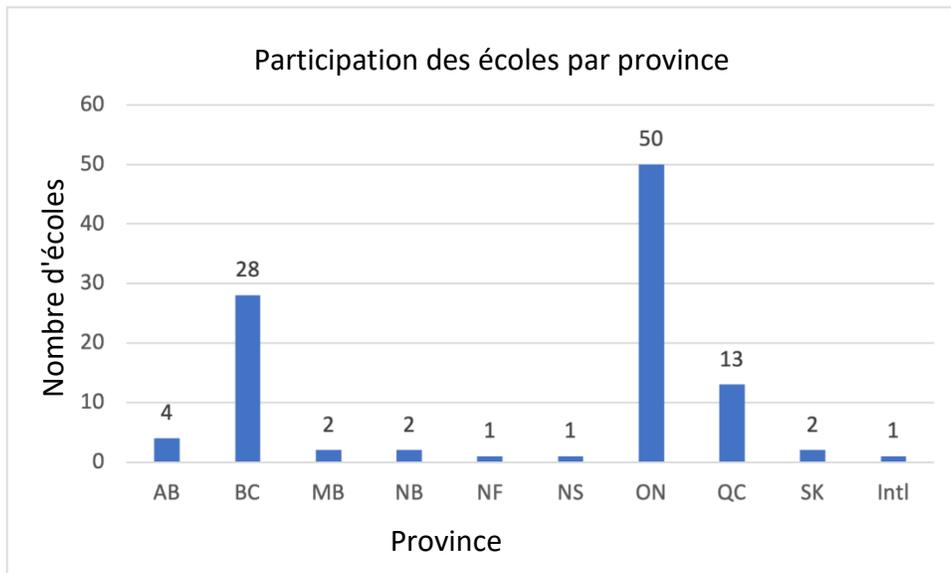


Figure 2 : Participation des écoles par province au Canada et à Hong Kong

## Analyse du Défi Scientifique Michael Smith 2022

### Résultats : Distribution des notes totales

Le concours était sur un total de 15 points. La note moyenne était de 5.1 points et la note médiane était de 5 points.

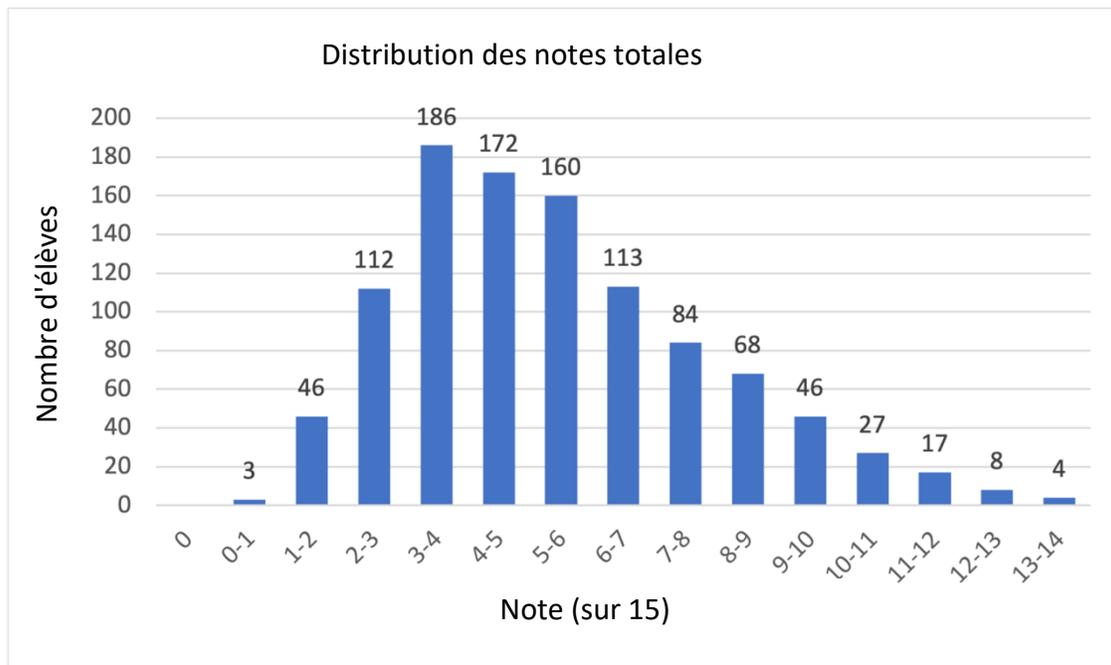


Figure 3 : Distribution des notes totales. Note :  $[a,b)$  veut dire  $a \leq \text{note} < b$

Les trois élèves ayant obtenu les meilleures notes ont reçu 14 points, et 12 élèves ont obtenu une note de 12 ou plus.

## Analyse du Défi Scientifique Michael Smith 2022

### Questions et solutions

#### 1. La nourriture

Veillez identifier ces produits alimentaires :

<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calories 160</th> <th>% Daily Value*</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>% valeur quotidienne*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fat / Lipides 0 g</td> <td></td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td>Saturated / saturés 0 g</td> <td></td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td>+ Trans / trans 0 g</td> <td></td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>Carbohydate / Glucides 35 g</b></td> </tr> <tr> <td>Fibre / Fibres 0 g</td> <td></td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td>Sugars / Sucres 0 g</td> <td></td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>Protein / Protéines 3 g</b></td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>Cholesterol / Cholestérol 0 mg</b></td> </tr> <tr> <td>Sodium 0 mg</td> <td></td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td>Potassium 50 mg</td> <td></td> <td>1 %</td> </tr> <tr> <td>Calcium 0 mg</td> <td></td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td>Iron / Fer 0 mg</td> <td></td> <td>0 %</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">A</p>	Calories 160		% Daily Value*			% valeur quotidienne*	Fat / Lipides 0 g		0 %	Saturated / saturés 0 g		0 %	+ Trans / trans 0 g		0 %	<b>Carbohydate / Glucides 35 g</b>			Fibre / Fibres 0 g		0 %	Sugars / Sucres 0 g		0 %	<b>Protein / Protéines 3 g</b>			<b>Cholesterol / Cholestérol 0 mg</b>			Sodium 0 mg		0 %	Potassium 50 mg		1 %	Calcium 0 mg		0 %	Iron / Fer 0 mg		0 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calories 30</th> <th>% Daily Value*</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>% valeur quotidienne*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fat / Lipides 2.5 g</td> <td></td> <td>3 %</td> </tr> <tr> <td>Saturated / saturés 1.5 g</td> <td></td> <td>8 %</td> </tr> <tr> <td>+ Trans / trans 0 g</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>Carbohydate / Glucides 1 g</b></td> </tr> <tr> <td>Fibre / Fibres 0 g</td> <td></td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td>Sugars / Sucres 1 g</td> <td></td> <td>1 %</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>Protein / Protéines 0.4 g</b></td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>Cholesterol / Cholestérol 10 mg</b></td> </tr> <tr> <td>Sodium 10 mg</td> <td></td> <td>1 %</td> </tr> <tr> <td>Potassium 20 mg</td> <td></td> <td>1 %</td> </tr> <tr> <td>Calcium 10 mg</td> <td></td> <td>1 %</td> </tr> <tr> <td>Iron / Fer 0 mg</td> <td></td> <td>0 %</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">B</p>	Calories 30		% Daily Value*			% valeur quotidienne*	Fat / Lipides 2.5 g		3 %	Saturated / saturés 1.5 g		8 %	+ Trans / trans 0 g			<b>Carbohydate / Glucides 1 g</b>			Fibre / Fibres 0 g		0 %	Sugars / Sucres 1 g		1 %	<b>Protein / Protéines 0.4 g</b>			<b>Cholesterol / Cholestérol 10 mg</b>			Sodium 10 mg		1 %	Potassium 20 mg		1 %	Calcium 10 mg		1 %	Iron / Fer 0 mg		0 %
Calories 160		% Daily Value*																																																																																			
		% valeur quotidienne*																																																																																			
Fat / Lipides 0 g		0 %																																																																																			
Saturated / saturés 0 g		0 %																																																																																			
+ Trans / trans 0 g		0 %																																																																																			
<b>Carbohydate / Glucides 35 g</b>																																																																																					
Fibre / Fibres 0 g		0 %																																																																																			
Sugars / Sucres 0 g		0 %																																																																																			
<b>Protein / Protéines 3 g</b>																																																																																					
<b>Cholesterol / Cholestérol 0 mg</b>																																																																																					
Sodium 0 mg		0 %																																																																																			
Potassium 50 mg		1 %																																																																																			
Calcium 0 mg		0 %																																																																																			
Iron / Fer 0 mg		0 %																																																																																			
Calories 30		% Daily Value*																																																																																			
		% valeur quotidienne*																																																																																			
Fat / Lipides 2.5 g		3 %																																																																																			
Saturated / saturés 1.5 g		8 %																																																																																			
+ Trans / trans 0 g																																																																																					
<b>Carbohydate / Glucides 1 g</b>																																																																																					
Fibre / Fibres 0 g		0 %																																																																																			
Sugars / Sucres 1 g		1 %																																																																																			
<b>Protein / Protéines 0.4 g</b>																																																																																					
<b>Cholesterol / Cholestérol 10 mg</b>																																																																																					
Sodium 10 mg		1 %																																																																																			
Potassium 20 mg		1 %																																																																																			
Calcium 10 mg		1 %																																																																																			
Iron / Fer 0 mg		0 %																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calories 60</th> <th>% Daily Value*</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>% valeur quotidienne*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fat / Lipides 0 g</td> <td></td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td>Saturated / saturés 0 g</td> <td></td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td>+ Trans / trans 0 g</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>Carbohydate / Glucides 15 g</b></td> </tr> <tr> <td>Fibre / Fibres 0 g</td> <td></td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td>Sugars / Sucres 15 g</td> <td></td> <td>15 %</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>Protein / Protéines 0 g</b></td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>Cholesterol / Cholestérol 0 mg</b></td> </tr> <tr> <td>Sodium 5 mg</td> <td></td> <td>1 %</td> </tr> <tr> <td>Potassium 300 mg</td> <td></td> <td>6 %</td> </tr> <tr> <td>Calcium 40 mg</td> <td></td> <td>3 %</td> </tr> <tr> <td>Iron / Fer 1 mg</td> <td></td> <td>6 %</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">C</p>	Calories 60		% Daily Value*			% valeur quotidienne*	Fat / Lipides 0 g		0 %	Saturated / saturés 0 g		0 %	+ Trans / trans 0 g			<b>Carbohydate / Glucides 15 g</b>			Fibre / Fibres 0 g		0 %	Sugars / Sucres 15 g		15 %	<b>Protein / Protéines 0 g</b>			<b>Cholesterol / Cholestérol 0 mg</b>			Sodium 5 mg		1 %	Potassium 300 mg		6 %	Calcium 40 mg		3 %	Iron / Fer 1 mg		6 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calories 140</th> <th>% Daily Value*</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>% valeur quotidienne*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fat / Lipides 1 g</td> <td></td> <td>1 %</td> </tr> <tr> <td>Saturated / saturés 0.2 g</td> <td></td> <td>1 %</td> </tr> <tr> <td>+ Trans / trans 0 g</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>Carbohydate / Glucides 31 g</b></td> </tr> <tr> <td>Fibre / Fibres 3 g</td> <td></td> <td>11 %</td> </tr> <tr> <td>Sugars / Sucres 0 g</td> <td></td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>Protein / Protéines 3 g</b></td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>Cholesterol / Cholestérol 0 mg</b></td> </tr> <tr> <td>Sodium 0 mg</td> <td></td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td>Potassium 75 mg</td> <td></td> <td>2 %</td> </tr> <tr> <td>Calcium 20 mg</td> <td></td> <td>2 %</td> </tr> <tr> <td>Iron / Fer 0.4 mg</td> <td></td> <td>2 %</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">D</p>	Calories 140		% Daily Value*			% valeur quotidienne*	Fat / Lipides 1 g		1 %	Saturated / saturés 0.2 g		1 %	+ Trans / trans 0 g			<b>Carbohydate / Glucides 31 g</b>			Fibre / Fibres 3 g		11 %	Sugars / Sucres 0 g		0 %	<b>Protein / Protéines 3 g</b>			<b>Cholesterol / Cholestérol 0 mg</b>			Sodium 0 mg		0 %	Potassium 75 mg		2 %	Calcium 20 mg		2 %	Iron / Fer 0.4 mg		2 %
Calories 60		% Daily Value*																																																																																			
		% valeur quotidienne*																																																																																			
Fat / Lipides 0 g		0 %																																																																																			
Saturated / saturés 0 g		0 %																																																																																			
+ Trans / trans 0 g																																																																																					
<b>Carbohydate / Glucides 15 g</b>																																																																																					
Fibre / Fibres 0 g		0 %																																																																																			
Sugars / Sucres 15 g		15 %																																																																																			
<b>Protein / Protéines 0 g</b>																																																																																					
<b>Cholesterol / Cholestérol 0 mg</b>																																																																																					
Sodium 5 mg		1 %																																																																																			
Potassium 300 mg		6 %																																																																																			
Calcium 40 mg		3 %																																																																																			
Iron / Fer 1 mg		6 %																																																																																			
Calories 140		% Daily Value*																																																																																			
		% valeur quotidienne*																																																																																			
Fat / Lipides 1 g		1 %																																																																																			
Saturated / saturés 0.2 g		1 %																																																																																			
+ Trans / trans 0 g																																																																																					
<b>Carbohydate / Glucides 31 g</b>																																																																																					
Fibre / Fibres 3 g		11 %																																																																																			
Sugars / Sucres 0 g		0 %																																																																																			
<b>Protein / Protéines 3 g</b>																																																																																					
<b>Cholesterol / Cholestérol 0 mg</b>																																																																																					
Sodium 0 mg		0 %																																																																																			
Potassium 75 mg		2 %																																																																																			
Calcium 20 mg		2 %																																																																																			
Iron / Fer 0.4 mg		2 %																																																																																			

- A. A - Riz blanc; B - Crème ; C - Mélasse ; D - Riz brun  
 B. A - Crème ; B - Riz blanc; C - Mélasse ; D - Riz brun  
 C. A - Riz blanc; B - Mélasse ; C - Crème ; D - Riz brun  
 D. A - Riz blanc; B - Crème ; C - Riz brun; D – Mélasse  
 E. A - Riz blanc; B - Mélasse ; C - Crème ; D - Riz brun  
 F. A - Riz blanc; B - Mélasse ; C - Crème ; D - Riz brun

54 % des répondants ont répondu correctement, avec 19 % ayant inversé les deux étiquettes de riz (les fibres, le calcium et le fer pointaient vers le riz brun).

## Analyse du Défi Scientifique Michael Smith 2022

### 2. Le ciel



La Lune prend parfois une forme de croissant comme celle-ci parce que :

- A. elle semble être près du Soleil dans le ciel.
- B. elle est dans l'ombre de la Terre.
- C. elle est dans la direction opposée au Soleil dans le ciel.
- D. elle est très près de l'horizon.
- E. c'est le bon moment de l'année.

20% des répondants ont donné la bonne réponse, avec 39% choisissant l'ombre de la Terre et 26% la direction opposée dans le ciel par rapport au Soleil. La croyance que le croissant de lune est causé par l'ombre de la Terre est remarquablement persistante et s'étend aux élèves en sciences de premier cycle et au-delà.

### 3. Les anneaux d'arbres



Quel âge avait cet arbre lorsqu'il a été abattu ?

- A. 85 ans

## Analyse du Défi Scientifique Michael Smith 2022

- B. 105 ans
- C. 125 ans
- D. 155 ans

42% de tous les élèves ont répondu correctement à cette question. Il y avait trois versions différentes de cette question, toutes avec la même réponse correcte de 85 ans. Les photographies étaient de bonne qualité et pouvaient être agrandies pour un comptage précis.

### 4. L'environnement

Version 1 : Le gaz naturel est un hydrocarbure avec environ quatre atomes d'hydrogène pour chaque atome de carbone. Lorsqu'il est brûlé dans une fournaise domestique, un kg de gaz naturel produit –

- A. plus d'un kg de CO<sub>2</sub> et plus d'un kg d'eau
- B. seulement un kg de CO<sub>2</sub>
- C. moins d'un kg de CO<sub>2</sub> et moins d'un kg d'eau
- D. cela dépend du rendement de la fournaise
- E. moins d'un kg de CO<sub>2</sub>, seulement

Version 2 : L'essence est un hydrocarbure avec environ deux atomes d'hydrogène pour chaque atome de carbone. Lorsqu'il est brûlé dans un moteur, un kg d'essence produit –

- A. plus d'un kg de CO<sub>2</sub> et plus d'un kg d'eau
- B. seulement un kg de CO<sub>2</sub>
- C. moins d'un kg de CO<sub>2</sub> et moins d'un kg d'eau
- D. cela dépend du rendement du moteur
- E. moins d'un kg de CO<sub>2</sub>, seulement

**Solution :**



$$14 \text{ kg} + 48 \text{ kg} \rightarrow 44 \text{ kg} + 18 \text{ kg}$$



$$16 \text{ kg} + 64 \text{ kg} \rightarrow 44 \text{ kg} + 36 \text{ kg}$$

Dans les deux cas, les masses de CO<sub>2</sub> et d'eau individuellement sont chacune supérieures à celle de l'hydrocarbure qui est brûlé.

44% de tous les élèves ont répondu correctement à cette question. Il y avait deux versions de cette question, avec C étant le deuxième choix le plus populaire.



## Analyse du Défi Scientifique Michael Smith 2022

### 5. Le solstice

Pendant le jour du solstice d'été à [x] degrés de latitude, quel est l'angle maximal (en degrés) du Soleil au-dessus de l'horizon le plus proche ?

**Solution :** Pendant le solstice d'été, le soleil est directement au-dessus de nos têtes, à 90 degrés.

La déclinaison de la terre est de 23,5 degrés.

$(90 + 23.5) - x = \text{angle maximum}$

⇒  $113.5 - x = \text{angle maximum}$

⇒ Par exemple, si la latitude est de 52 degrés, l'angle maximum est de  $113,5 - 52 = 61,5$  degrés au-dessus de l'horizon

18 % des élèves ont répondu à cette question à moins de deux degrés de la valeur correcte. La latitude [x] a été randomisée.

### 6. La récupération d'eau

Le toit plat de votre garage mesure 10 m sur 10 m et se déverse dans un récupérateur d'eau de  $1 \text{ m}^3$  qui vous permet d'arroser votre jardin lorsqu'il est sec. S'il pleut à un rythme de [x] mm par heure, combien de temps (en minutes) faudra-t-il pour remplir votre récupérateur d'eau (qui était vide au départ) ?

**Solution :** x mm de pluie par heure fait référence à la hauteur de pluie captée dans  $1 \text{ m}^2$ . Nous avons une surface de 10 m sur 10 m =  $100 \text{ m}^2$ . Le volume d'eau est égal à la hauteur x multipliée par l'aire du carré.

$$1 \text{ m}^3 \times \frac{60 \text{ min}}{x \text{ mm} \times 100 \text{ m}^2} \times \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}}$$

i.e.  $600/x$ .

Donc, pour un rythme de 18 mm/heure,  $600/18 = 33.33 \text{ min}$ .

22 % de tous les élèves ont répondu à moins d'une minute de la valeur correcte. Le taux de pluie en mm par heure [x] a été randomisé.



## Analyse du Défi Scientifique Michael Smith 2022

### 7. Les dimensions

Une canette de boisson cylindrique est faite d'aluminium, d'une densité de  $2700 \text{ kg/m}^3$ , avec une épaisseur uniforme de  $[t]$  mm. La canette a un diamètre de  $[d]$  cm et une hauteur de  $[h]$  cm. Quelle est sa masse (en grammes) ? Considérez la boîte comme étant vide mais non ouverte.

**Solution :** La masse peut être trouvée à partir de la formule suivante et était généralement d'environ 10 g :

$$m = 0.27 * t * \pi * (d * h + \frac{d^2}{2})$$

11% de tous les élèves ont répondu à cette question à moins d'un gramme de la valeur correcte.

### 8. Une pandémie

Un nouveau virus bénin et non mortel est connu pour produire un taux d'infection qui double dans la population d'une ville tous les trois jours. En partant du jour zéro avec un patient, combien de jours avant que  $[N]$  personnes ne soient infectées ?

**Solution :** Le nombre de jours avant que  $N$  personnes soient infectées peut être trouvé à partir de la formule suivante, qui était généralement de quelques semaines :

$$\text{jours} = \frac{3 \log N}{\log 2}$$

26% de tous les élèves ont répondu correctement au jour le plus proche.

### 9. Flottaison

Un morceau de bois d'érable, d'une densité de  $600 \text{ kg/m}^3$ , mesurant  $[x]$  mm x  $[y]$  mm x  $[z]$  mm, flotte dans l'eau. Quelle quantité de bois (en mm) se trouve au-dessus de la ligne de flottaison ?

**Solution :** La hauteur de bois en mm au-dessus de la ligne de flottaison peut être trouvée en multipliant  $x$  par 0,4 :

$$\text{hauteur au – dessus de l'eau en mm} = 0.4x$$

5% de tous les élèves ont répondu à cette question au mm près de la valeur correcte (qui était de quelques mm). La plupart n'ont pas réalisé que le bois flotte avec sa plus petite dimension verticale.



## Analyse du Défi Scientifique Michael Smith 2022

### 10. L'environnement II

Version 1 : Considérez un kilogramme de sucre blanc pur. D'où viennent la plupart de ses atomes qui le constituent ?

- A. Dioxyde de carbone atmosphérique et eau
- B. Nutriments dans le sol
- C. Azote et oxygène atmosphériques
- D. Oxygène et dioxyde de carbone atmosphériques
- E. Engrais

Version 2 : Considérez un kilogramme de bois sec. D'où viennent la plupart de ses atomes qui le constituent ?

- A. Dioxyde de carbone atmosphérique et eau
- B. Nutriments dans le sol
- C. Azote et oxygène atmosphériques
- D. Oxygène et dioxyde de carbone atmosphériques
- E. Engrais

43 % de tous les élèves ont répondu correctement à cette question, et un nombre similaire a choisi l'oxygène atmosphérique et le CO<sub>2</sub>. Il y avait 2 versions de cette question.

### 11. Gaz à effet de serre (Remplir l'élément manquant)

Un gaz à effet de serre est décrit physiquement comme un gaz qui est principalement transparent pour [1] et qui absorbe [2].

Les réponses possibles sont :

- la chaleur
- la lumière
- la lumière visible
- la lumière infrarouge
- l'ozone
- la pollution
- le réchauffement

Réponse la plus correcte : un gaz à effet de serre est décrit physiquement comme un gaz qui est principalement transparent pour **la lumière visible** et qui absorbe **la lumière infrarouge**.



## Analyse du Défi Scientifique Michael Smith 2022

La bonne réponse valait 1 point, chaque choix de mot correct valant 0,5 point. Environ 21 % de tous les élèves ont répondu correctement à cette question et environ 41 % des élèves ont obtenu 0,5 point.

### 12. Le tube sonore

La fréquence de résonance la plus basse d'un tube sonore est approximativement la fréquence à laquelle le son peut voyager d'une extrémité du tube à l'autre *et revenir à la première extrémité*. Si le tube acoustique mesure [x] cm de long, quelle est cette fréquence (en Hertz, c'est-à-dire en cycles par seconde).

**Solution:** La fréquence peut être trouvée à partir de la formule suivante :

$$f = 343 * \frac{50}{x}$$

9 % de tous les élèves ont répondu à cette question à moins de 2 % de la valeur correcte. Ceci est nettement inférieur à la performance sur d'autres questions. La longueur du tube sonore [x] a été randomisée.

### 13. L'aire

Un hectare est une surface de  $(100 \text{ m})^2$ . Au cours d'une année donnée, [x] millions d'hectares de forêt ont brûlé en Colombie-Britannique; cette aire équivaut à un carré de combien de km de côté ?

**Solution:** La longueur du carré (généralement  $\sim 100 \text{ km}$ ) peut être trouvée à partir de la formule suivante :

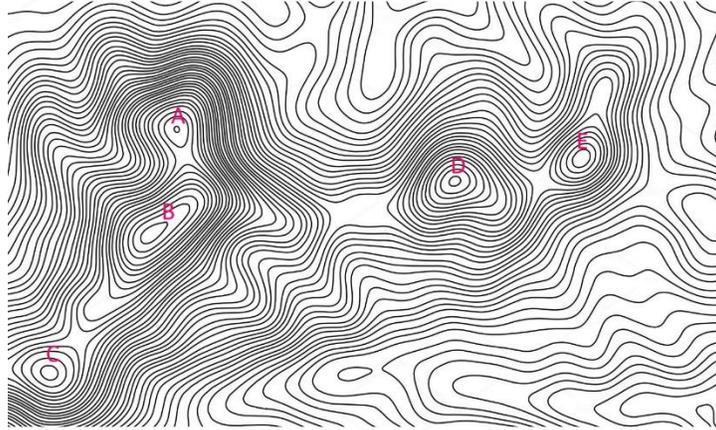
$$\text{longueur du côté du carré} = \sqrt{x} * 100$$

La bonne réponse valait 1 point. Environ 24 % de tous les élèves ont répondu à cette question à moins de 5 % de la valeur correcte. Le nombre [x] de millions d'hectares a été randomisé.

## Analyse du Défi Scientifique Michael Smith 2022

### 14. La carte de contour

Cette carte s'agit d'une carte de contour avec les lignes reliant les lieux d'altitude égale. Les lignes sont espacées de 50 m. Les sommets locaux sont identifiés par A-E.



Lequel des sommets (A-E) est le deuxième plus élevé ?

**A**    B    C    D    E

Lequel des sommets (A-E) est le plus bas ?

A    B    C    D    **E**

42% de tous les élèves ont répondu correctement à cette question. Il y avait 2 versions de cette question.

## Analyse du Défi Scientifique Michael Smith 2022

### Question à développement

1. La photo ci-dessous montre une barge Seaspam remorquée par un remorqueur, à plusieurs kilomètres du photographe, par une froide matinée de fin d'hiver. La sous-image est une photo rapprochée d'un remorqueur et d'une barge similaires. Expliquez en quelques phrases brèves pourquoi l'image distante ressemble à cela.



La question à réponse longue n'a été utilisée que comme bris d'égalité potentiel pour les élèves les mieux notés.

**Solution :**

Un jour d'hiver, l'eau de mer est plus chaude que la majeure partie de l'air, il y a donc une couche d'air plus chaud (et donc moins dense) juste au-dessus de l'eau. La vitesse de la lumière dans cette couche est légèrement supérieure à celle située plus haut, ce qui entraîne la possibilité d'une réflexion interne totale juste au-dessus de la surface de l'eau. C'est ce reflet qui produit une image inversée du mot "Seaspam" à peine visible au-dessus de l'eau sur le côté de la barge.