

Le Défi  
Scientifique  
Michael  
Smith

2013

---

Alexander Toews, Tamara Kunz, Theresa Liao, David Ng, Chris Waltham  
Traduction: Laurent Charette et Philippe Sabella Garnier  
Université de la Colombie-Britannique

Analyse

## Contenu

Introduction.....	3
Forme du Défi Scientifique Michael Smith 2013.....	3
Inscription & Participation.....	3
Résultats du Défi Scientifique Michael Smith .....	4
Résultat Global .....	4
Question 1 .....	5
Question 2 .....	6
Question 3 .....	7
Question 4 .....	9
Question 5 .....	10
Prix .....	14
Paquets de résultats pour les enseignants .....	14
Références.....	14

Dans ce document, le masculin est employé exclusivement pour alléger le texte.

## Introduction

Le Défi Scientifique Michael Smith est une compétition à l'échelle nationale orientée pour des élèves de secondaire quatre. Introduite en Colombie-Britannique en 2002, la compétition a pour but de développer l'enthousiasme envers les différents domaines de la science auprès des jeunes. Le Défi Scientifique Michael Smith, en plus d'être offert en français et en anglais, se trouve à être l'unique compétition nationale à couvrir l'ensemble des matières en sciences naturelles enseignées en quatrième secondaire. Le concours a eu lieu le 26 février 2013 alors que 1618 élèves se sont attaqués aux problèmes suggérés.

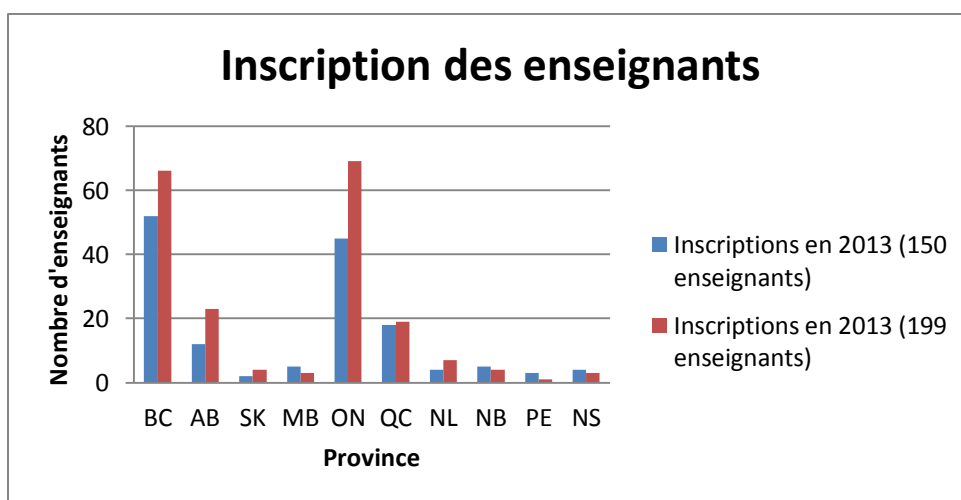
## Forme du Défi Scientifique Michael Smith 2013

L'examen consistait en six questions valant chacune 10 points. Les questions de cette année, touchant les domaines de la chimie, de la physique, de la biologie et de l'écologie, étaient intentionnellement écrites de façon à exiger un raisonnement logique et scientifique. Suivant la formule des dernières années, l'accent était surtout porté vers la capacité des élèves à penser de façon logique et créative, plutôt que de favoriser la mémorisation.

## Inscription & Participation

En ce qui a trait à l'inscription, les enseignants avaient à remplir un formulaire sur la page web du concours, soumettant les informations requises à propos de l'école et des étudiants participants. L'inscription était officiellement ouverte du 21 janvier au 25 février, la veille de la compétition. Dans la semaine précédant le défi, les enseignants inscrits se voyaient remettre par courriel un mot de passe leur permettant d'accéder au contenu du concours le jour venu.

Cette année, 150 enseignants venant de chacune des 10 provinces canadiennes ont inscrits un total de 1734 élèves (exactement le même nombre qu'en 2012) avec un taux de participation de 93%.

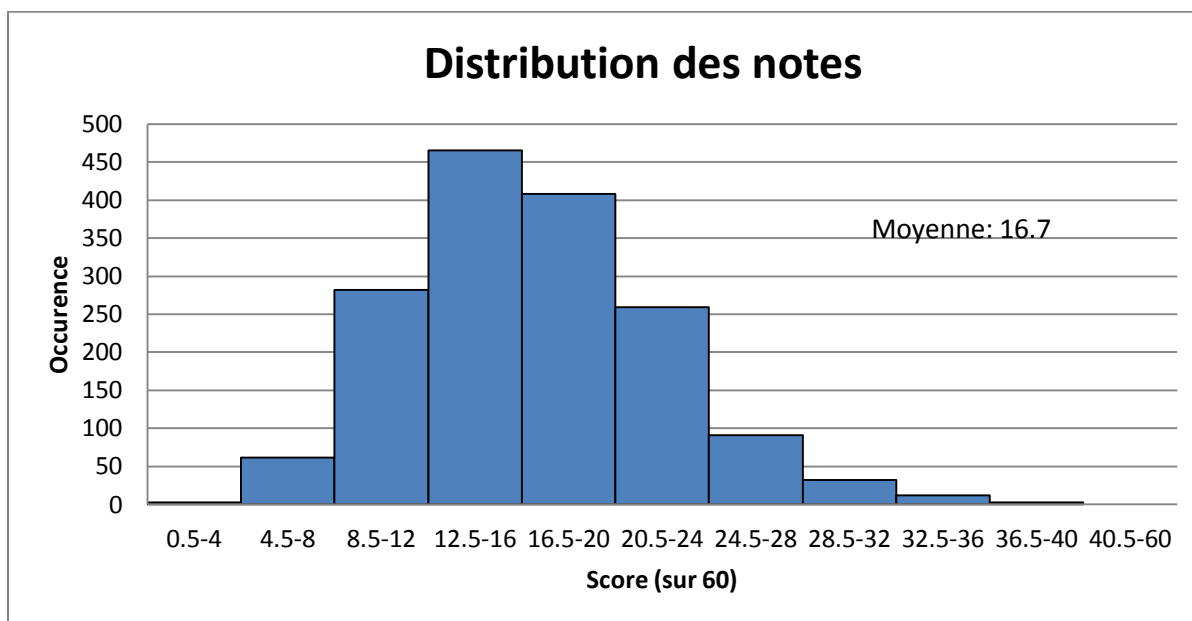


Graphique 1: Participation des enseignants au Défi Scientifique Michael Smith en 2012 et 2013.

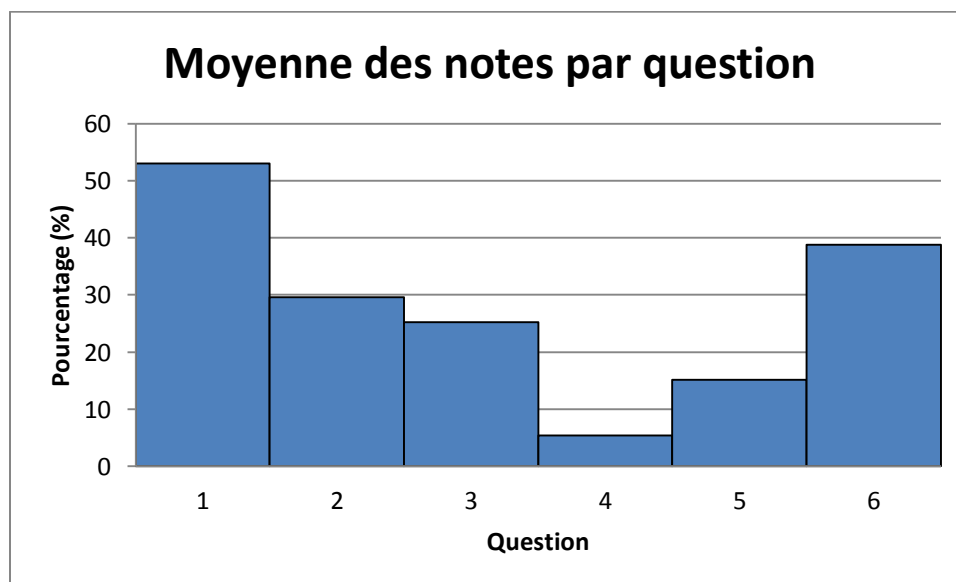
## Résultats du Défi Scientifique Michael Smith

### Résultat Global

La moyenne cette année est de 28%, en comparaison avec 44% l'an dernier. L'écart entre les deux peut être attribué au nombre de questions à réponses ouvertes dans la compétition cette année. Les notes étaient décernées par incréments de 0,5 points. Il n'y a pas eu d'égalité dans l'octroi des prix, au niveau provincial ni au niveau national.



Graphique 2: Histogramme de l'occurrence des notes. La note la plus élevée est de 40 sur 60 et la moyenne est de 16,7. Aucun élève n'a reçu une note de 0.



Graphique 3: Histogramme de la moyenne des notes pour chacune des questions.

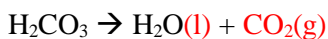
## Question 1

Le  $\text{H}_2\text{CO}_3$  est l'ingrédient qui rend les liqueurs gazéifiées. Il subit une réaction de décomposition pour produire cette gazéification

- a) Le  $\text{H}_2\text{CO}_3$  est-il un acide ou une base?

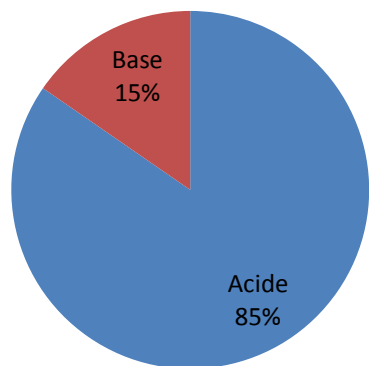
Un acide

- b) Remplissez l'espace blanc avec le produit qui complète la réaction chimique de décomposition. Indiquez la phase de chaque produit.



- c) Expliquez pourquoi cette réaction produit le pétilllement des boissons gazeuses. (50 mots maximum).

Le pétilllement est dû au gaz carbonique  $\text{CO}_2$  formé dans le liquide. Celui-ci forme des bulles qui s'élèvent dans le liquide en raison de sa faible densité. Le pétilllement est ressenti alors que les bulles entre en contact avec la langue. La réaction de décomposition ne se produit qu'au moment où la bouteille est ouverte et que la forte pression interne est relâchée.



Graphique 4: Réponse des étudiants à la question 1.a)

**Attribution des points:**

**2 points:** a) Acide

**2 points:** b) Produit manquant:  $\text{CO}_2$

**1 point:** b)  $\text{H}_2\text{O}$  est liquide

**1 point:** b) Le produit manquant est un gaz

**1 point:** c) Le  $\text{CO}_2$  est responsable du pétilllement.

**1 point:** c) La production d'un gaz dans un liquide crée des bulles

**1 point:** c) Les bulles s'élèvent dans le liquide en raison de la faible densité du gaz

**1 point:** c) La forte pression dans la bouteille empêche la réaction d'avoir lieu jusqu'à son ouverture

**1 point:** c) Les bulles frappant la langue à la surface provoquent la sensation de pétilllement

Cette question était intentionnellement la plus facile de la compétition. En effet, elle fut la mieux réussie (53%) des six questions. 85% des étudiants ont identifié que le  $\text{H}_2\text{CO}_3$  est un acide, et 81% ont associé le produit manquant au  $\text{CO}_2$ . 50% des étudiants ont indiqué la phase des produits dans la partie b). La faible moyenne dans cette section est attribuable à des erreurs d'inattention dans la lecture de la question alors que la plupart des copies ne présentaient aucune réponse pour la phase des produits. La moitié des étudiants a reconnu que les bulles de  $\text{CO}_2$  causaient le pétilllement, mais moins de 10% ont mentionné les facteurs comme la pression, la densité, etc.

## Question 2

Nous savons que la glace flotte sur l'eau. Imaginez que la glace soit plus dense que l'eau. Nommez au plus cinq façons dont la vie sur Terre serait changée (Maximum de 30 mots par façon).

*Attribution des points:*

*1 à 2 points: Une différence fondamentale, dépendamment de la justification*

Les réponses les plus communes des étudiants :

*0.5 Marks: Pour chaque réponse découlant d'un point fondamental*

- L'eau se contracte quand elle gèle
- Pas de surface de glace sur les océans
- Les animaux et les gens accoutumés à la vie près des surfaces glacées auraient plus de difficultés dans leurs déplacements
- L'eau absorbe beaucoup plus de chaleur par radiation que la glace qui est une surface réfléchissante, modifiant l'effet d'albédo terrestre
- Une Terre plus chaude provoquerait la fonte des glaces et l'augmentation du niveau de l'eau
- La submersion des glaces causeraient l'augmentation du niveau de l'eau
- La formation de glace dans les fonds marins provoquerait la baisse du niveau de l'eau
- Les bassins d'eau gèleraient par le fond plutôt qu'à la surface
- Les lacs gèleraient plus rapidement sans surface de glace isolante
- Perte d'écosystèmes dans les fonds marins par la création d'une couche de glace
- La ponte des œufs des poissons serait perturbée par la formation de glace dans les fonds marins
- L'absence d'algues dans les fonds marins pourrait diminuer le niveau d'oxygène

Cette question a naturellement généré une grande variété de réponses. Certains étudiants ont considéré un monde où la glace a toujours été plus dense que l'eau alors qu'une majorité d'élèves ont considéré que la glace devenait soudainement plus dense que l'eau. Dans ce dernier groupe d'étudiants, certains ont considéré que la glace rapetissait, augmentant sa densité, alors que les autres ont suggéré que la masse de la glace augmentait, produisant le même effet. Toutes ces interprétations ont été acceptées. Dans certains cas (comme pour l'augmentation du niveau de l'eau), l'interprétation des élèves influençait la validité des réponses. La réponse la plus commune (58% d'occurrence) était que les animaux accoutumés à la vie près des surfaces glacées auraient plus de difficultés dans leurs déplacements.

### Question 3

Un scientifique émet deux hypothèses A et B, concernant un phénomène. Il effectue une expérience pour découvrir laquelle, si toutefois il en est une, est correcte. L'hypothèse A prédit un résultat de 100, l'hypothèse B un résultat de 200. Le scientifique recueille les données suivantes. Que peut-on conclure sur la validité des hypothèses?

95.5
93.7
116.9
89.4
195.3
209.3
202.4
97.9
191.4
185.0
214.0
190.9
200.7
198.0
91.5
119.5
80.2
213.8
99.8
104.8

La moitié des données (en gras) s'agglomère autour de 100 tandis que l'autre moitié se trouve près de 200. Il n'y a aucune donnée près de la moyenne, 149.5. La distribution bimodale suggère qu'il puisse y avoir une ou des variables non contrôlées modifiant le résultat de l'expérience. Il n'y a aucune raison de considérer qu'une hypothèse soit plus valide que l'autre avec les informations données. Une hypothèse complète devrait prendre en compte chacune des hypothèses A et B.

**Attribution des points:**

**4 points:** Les données s'agglutinent autour de 100 et de 200 (distribution bimodale)

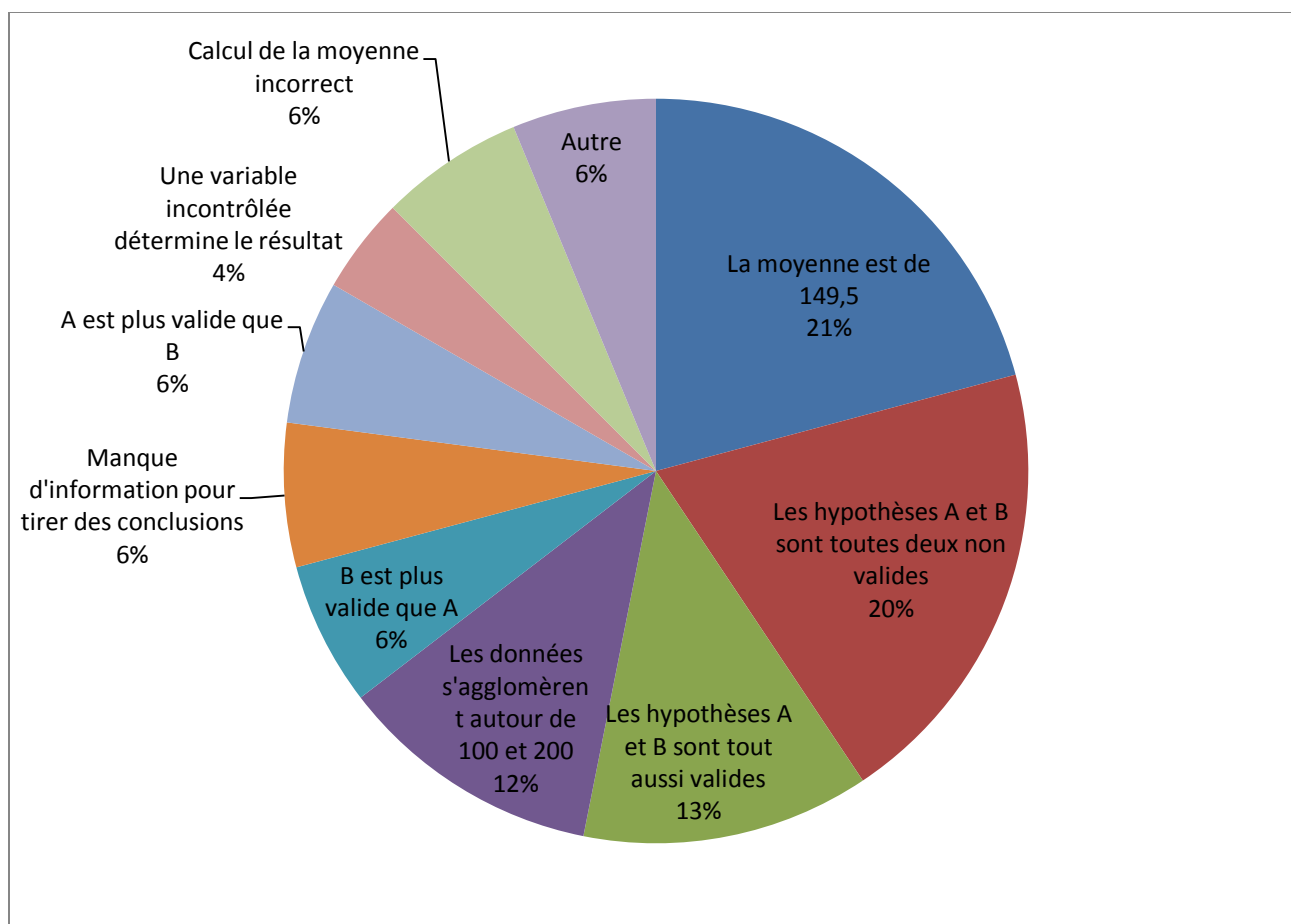
**3 points:** Faire mention d'une variable non contrôlée

**2 points:** Suggérer la présence d'une erreur systématique dans la moitié des mesures (seulement un point si l'élève a fait mention d'une variable non contrôlée)

**2 points:** Dire qu'une hypothèse complète devrait tenir en compte les deux résultats

**1-2 points:** Affirmer qu'il manque d'information: qu'il faudrait une incertitude pour les données, ex. 10%, ou que les données n'ont pas d'unités

La question 3 est la question pour laquelle les scores ont été les plus éparpillés avec un écart-type de près de 2.5 points. Les étudiants qui n'ont pas remarqué que les données étaient regroupées en deux groupes n'ont généralement obtenus qu'un ou deux points, alors que ceux qui ont fait cette observation se sont vu attribué plus de points, poussant leur raisonnement à partir de cette constatation. Voir graphique 5 ci-dessous pour les détails des réponses des étudiants.



Graphique 5: Réponses des élèves pour la question 3. La moyenne pour cette question est de 2,5 sur 10.



*Jusqu'à 4 points: Une raison importante. La note dépend du détail dans lequel la raison est expliquée.*

### Question 4

Il y a quelques siècles, la croyance populaire voulait que le soleil et les autres étoiles tournaient tous autour de la Terre. Ce «fait» était fondé sur l'observation que les étoiles semblaient se déplacer autour de la Terre chaque nuit. Aujourd'hui, nous savons qu'en réalité la Terre tourne autour de son propre axe. Comment savons-nous que c'est vraiment le cas? Nommez au plus trois raisons (maximum de 30 mots par raison).

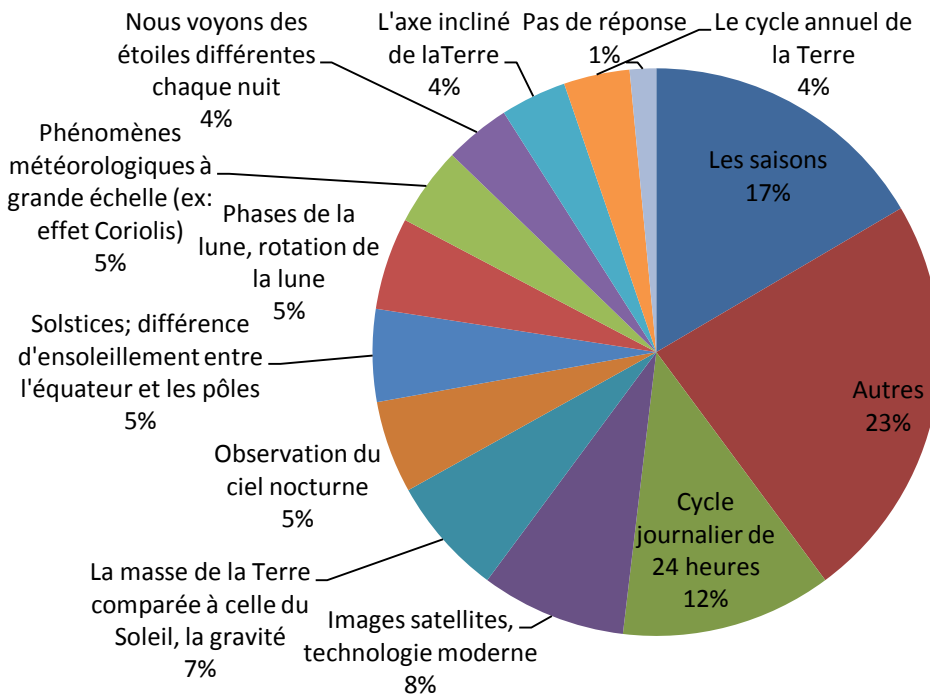
- L'effet Coriolis engendre des courants d'air et des courants marins à grande échelle. Ce phénomène est responsable de plusieurs phénomènes météorologiques.

- Le pendule de Foucault (observation directe)

- Le mouvement rétrograde des planètes (nécessite une explication alambiquée si la Terre ne tourne pas sur son axe)

- Le champ magnétique de la Terre (sans la rotation de la Terre, il n'y en aurait pas; nécessite l'effet dynamo)

La question 4 était la plus difficile pour les étudiants : 85% d'entre eux n'ont pas reçu un seul point, menant à une note moyenne de 5%. L'approche la plus courante était de nommer des conséquences de la rotation de la Terre (par exemple, journées de 24 heures) plutôt que des preuves de rotation absolue. La réponse la plus courante était l'existence des saisons, qui est un indice indirect qui peut être expliqué par le mouvement du Soleil dans le ciel sans que la Terre n'effectue de rotation. La distribution des réponses est présentée dans la graphique 6. La catégorie «Autres» inclut toutes les réponses avec une fréquence de 2% ou moins. Le pendule de Foucault (la preuve la plus directe de la rotation absolue de la Terre) a été mentionné par trois



Graphique 6: Analyse des réponses d'étudiants à la question 4. La moyenne était de 0.5/10

## Question 5

Vous planifiez un nouveau trajet de tram qui traversera une région urbaine en ligne droite. Le tram s'arrêtera périodiquement pour l'embarquement et le débarquement des passagers. Sa vitesse moyenne sera de 50 km/h et chaque arrêt prendra environ 15 secondes. La longueur moyenne du voyage d'un passager du tram sera de 10 km.

- a) Estimez la vitesse de marche moyenne d'une personne moyenne.

Environ 5 km/h (toute réponse entre 3 et 8 km/h a été acceptée)

- b) Estimez la distance moyenne qu'une personne doit parcourir à pied (avant l'embarquement et après le débarquement) si il/elle prend le tram, sachant que la distance entre les arrêts est de 400m.

Si nous supposons que tous les déplacements se font le long de la ligne de tram, alors personne ne devrait avoir à marcher plus de 200 mètres pour arriver à un arrêt. Dans le meilleur des cas, un individu est déjà à un arrêt et marche une distance de 0m. Nous pouvons supposer que la distribution de personnes entre ces deux cas extrêmes est uniforme, tel que la distance moyenne de marche jusqu'à un arrêt est de  $(0m+200m)/2=100m$ . La question demande de prendre en compte la distance de marche avant et après le tram, donc la réponse correcte est  $2 \times 100m=200m$ .

- c) Quelle est la distance optimale entre les arrêts pour minimiser la durée moyenne de voyage?

Le temps total de voyage est la somme de trois parties distinctes : le temps écoulé lorsque le tram bouge, le temps d'arrêt et le temps de marche.

Soit  $x$  la distance entre les arrêts :

$$t_{\text{voyage}} = t_{\text{mouvement}} + t_{\text{arrêt}} + t_{\text{marche}}$$

$$t_{\text{voyage}} = \frac{10\text{km}}{50\text{km/h}} + \left(\frac{10\text{km}}{x}\right)\left(\frac{15\text{s}}{3600\text{s/h}}\right) + \frac{x}{2 \times 5}$$

**Attribution des points :**

**1 point:** a) Vitesse de marche raisonnable

**2 points:** b) Environ 200m

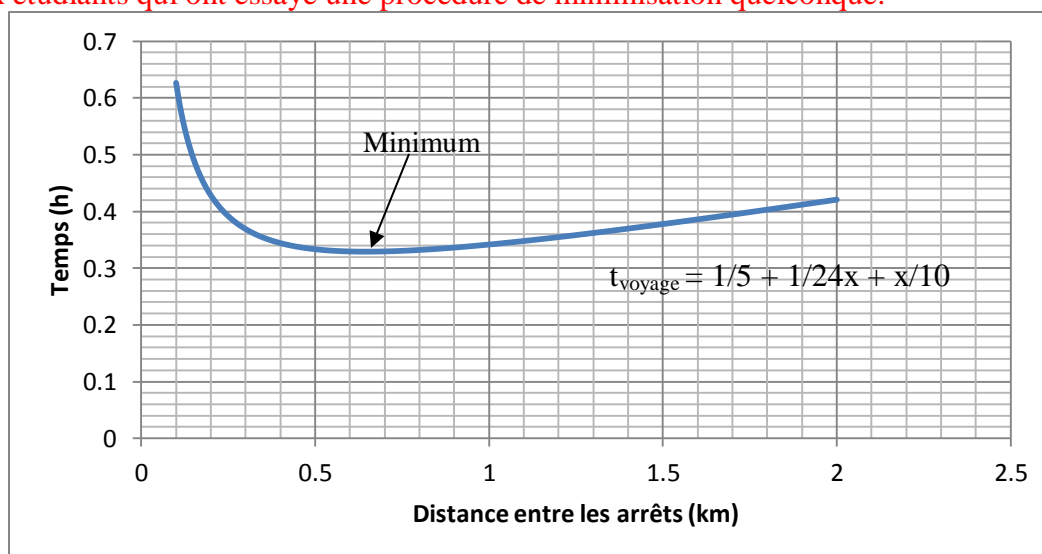
**1 point:** b) Un point additionnel pour une explication

**4 points:** c) Calculer le temps de voyage total pour une distance donnée entre deux arrêts et/ou trouver une équation équivalente à celle pour  $t_{\text{voyage}}$  donnée ici.

**2-3 points:** c) Trouver la meilleure distance entre les arrêts avec une calculatrice graphique, en essayant différentes valeurs ou en utilisant le calcul différentiel.

**1 point:** Une réponse qualitative logique (par exemple : « il faut balancer le temps d'arrêt et le temps de marche »).

Nous devons trouver la valeur de  $x$  qui minimise le temps de voyage. Il est possible d'obtenir cette valeur minimale en examinant le graphe de la fonction ci-dessus sur une calculatrice graphique (graphique 7) ou simplement en évaluant la fonction pour quelques valeurs de  $x$  et en comparant les résultats (graphique 8). Tous les points ont été accordés aux étudiants qui ont essayé une procédure de minimisation quelconque.



Graphique 7: Temps de voyage en fonction de la distance entre les arrêts. Le graphe montre que le temps minimum correspond à une distance d'environ 650m.

x (km)	Temps (min)
0.300	22.133
0.400	20.650
0.500	20.000
0.600	19.767
0.700	19.771
0.800	19.925

Graphique 8: Un tableau comme celui-ci peut être utile pour estimer la distance optimale entre les arrêts de tram.

D'après le tableau ci-dessus, le temps minimum semble correspondre à une distance d'environ 600m. Le minimum exact se trouve à une distance d'arrêt de 645m.

Le minimum peut aussi être trouvé en utilisant le calcul différentiel, mais cette méthode n'est pas couverte dans le curriculum de Secondaire IV (10<sup>e</sup> année).

Cette question était celle qui demandait le plus de calcul du défi. La moyenne était de 1.5/10. La moitié des étudiants a été capable d'estimer raisonnablement la vitesse de marche d'une personne moyenne et 13% des étudiants ont répondu correctement à la partie b). La partie c) était très exigeante : seulement 3% des étudiants ont essayé une forme de minimisation. La correction de la partie c) a été faite au cas par cas, les étudiants avec des réponses incorrectes pour les parties a) ou b) n'ont pas été pénalisés dans la partie c) pour des erreurs antérieures.

## Question 6

Depuis quelques décennies, on observe en Chine une corrélation entre le déclin de la population de cigognes et le déclin du taux de natalité

*À cause de la nature ouverte de la question, il n'y a pas de réponse absolument correcte pour les parties a) et b). Nous présentons donc ici quelques réponses valides offertes par les étudiants.*

- a) Nommez quelques explications possibles pour cette corrélation.

-La surpopulation et les politiques gouvernementales influencent la planification familiale. La surpopulation engendre aussi beaucoup de pollution, ce qui impacte la vie sauvage.

-Il y a moins d'enfants à élever donc plus d'adultes qui travaillent, ce qui mène à une augmentation de l'urbanisation et du développement industriel. Plus de congestion automobile et de production industrielle fait augmenter le niveau de pollution, ce qui affecte la santé des cigognes.

-Les adultes chinois avec moins d'enfants ont plus d'argent à dépenser sur des biens de consommation, ce qui nuit à l'environnement.

-Puisque le taux de natalité humain est plus bas, on a moins besoin de cigognes pour apporter des bébés à leurs familles.

- Si les gens croient au mythe de la cigogne, alors lorsqu'il y a moins de ces oiseaux ils seront moins enclins d'essayer d'avoir un enfant.

-Les gens mangent de la cigogne et il y a quelque chose dans la viande de cigogne qui fait baisser la fertilité humaine.

-Les cigognes se nourrissent de déchets laissés par des enfants dans des endroits comme les parcs.

-Les cigognes se nourrissent d'animaux ou insectes qui transmettent des maladies qui affectent la fertilité humaine.

---

**Attribution des points :**

**3 Points:** a) Une idée logique (pas nécessairement réaliste) qui pourrait expliquer une corrélation.

---

**1-2 Points:** a) Une idée additionnelle distincte

---

**2 Points:** b) Une observation justifiée qui découle d'une idée présentée dans la partie a). Par exemple : « Je vais tester ... pour savoir si ... ».

---

**1 Point:** b) Un facteur à observer qui est pertinent mais qui n'est pas expliqué. Par exemple : simplement

---

b) Suggérez des observations à faire pour tester vos hypothèses.

-Chercher des tendances similaires dans d'autres pays en voie de développement.

-Comparer la population de cigogne à la population humaine dans les régions rurales et urbaines.

-Obtenir plus de données dans les années à venir pour avoir un échantillon plus large.

- Examiner les tendances de croissance industrielle en Chine.

-Examiner les autres populations d'oiseaux en Chine pour voir si elles font face à des problèmes semblables.

-Examiner l'habitat des cigognes pour déterminer l'impact de la pollution sur l'animal.

La moyenne pour cette question était de 39% (ce qui est élevé par rapport aux autres), surtout grâce à la créativité des étudiants en répondant à la partie a). Toute hypothèse, absurde ou réaliste, qui pourrait établir une corrélation si elle est correcte a reçu des points. 25% des hypothèses impliquaient la pollution et environ 20% des étudiants ont mentionné la surpopulation. 8% des étudiants ont suggéré que le mythe de la cigogne pourrait aussi être un facteur.

## Prix

L'étudiant ayant obtenu la meilleure note a reçu un prix de 500\$. L'étudiant en 2<sup>e</sup> position a reçu 250\$ et celui troisième position 100\$. Le meilleur étudiant de chaque province, s'il n'a pas obtenu de prix national, a reçu 100\$. En cas d'égalité dans une province, chacun reçoit 50\$. Les enseignants de chaque étudiant ayant reçu un prix ont aussi reçu un prix de 50\$. Tous les lauréats, étudiants et enseignants, ont reçu des certificats soulignant leurs accomplissements.

Quatre types de certificats ont aussi été décernés aux étudiants ayant obtenu une note parmi les 1%, 3%, 10% et 25% les plus élevées. Tous les étudiants dans les premiers 1% ont obtenu une note d'au moins 32/60. Ceux dans les premiers 3% ont obtenu au moins 28/60. Les notes dans la tranche des 10% les plus élevées étaient d'au moins 24/60 et dans les 25% plus élevées d'au moins 20/60.

## Paquets de résultats pour les enseignants

Les enseignants ont reçu par la poste un paquet contenant les résultats de leurs étudiants, des certificats pour les étudiants ayant obtenu une note élevée et un reçu pour leur paiement. Dans le cas des enseignants d'étudiants ayant gagné un prix, un chèque pour le montant accordé est aussi inclus dans le paquet.

## Références

Kashino, Z., et al. (2012). Analysis – Michael Smith Challenge 2012.  
<http://smithchallenge.ubc.ca/Documents/MSC2012%20-%20English%20Solutions.pdf>