

# Défi Scientifique Michael Smith 2017

## Analyse des résultats

Vitor Tiepo, Theresa Liao, Nikita Bernier et Chris Waltham

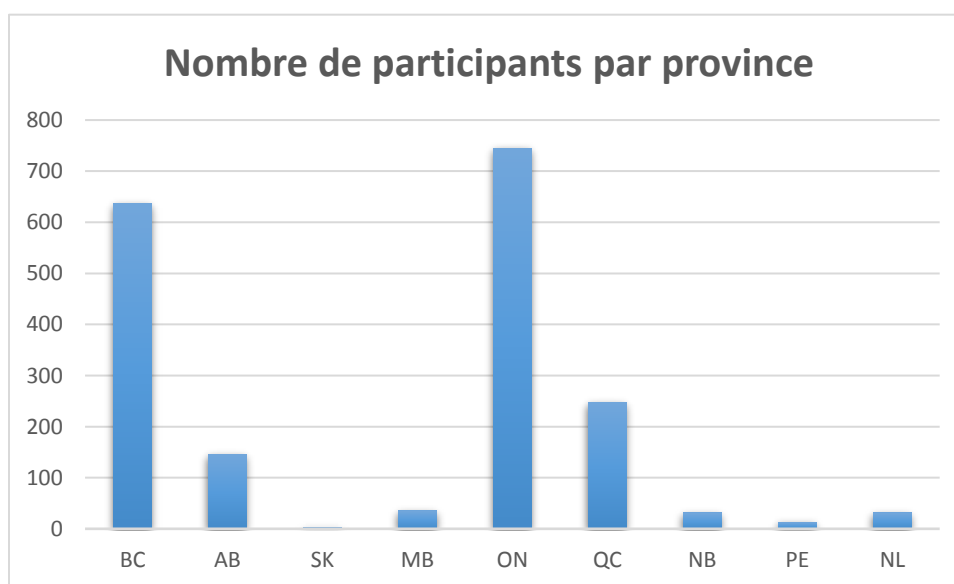
Traduction : Nikita Bernier

UBC Department of Physics and Astronomy

### Introduction

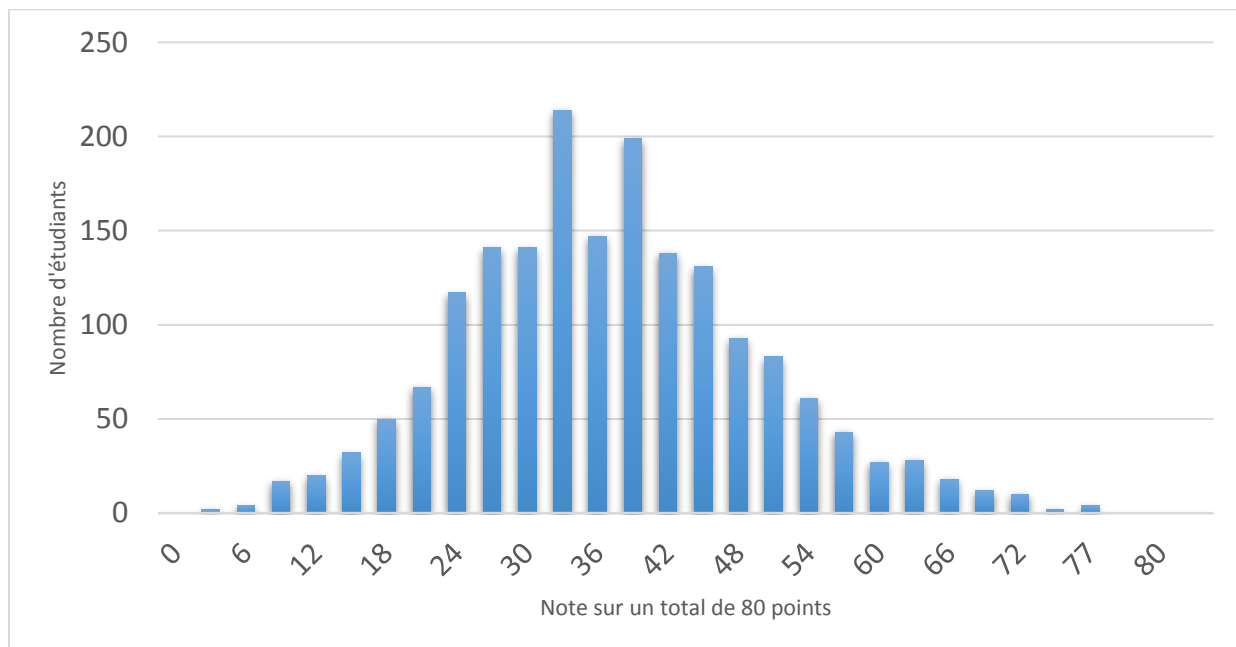
Le Défi Scientifique Michael Smith est un concours national de science pour les étudiants de 4e secondaire (10e année) ou moins. Il a été mis à l'essai dans la province de la Colombie-Britannique en avril 2002 et a lieu à l'échelle nationale à chaque année depuis. Le concours est conçu pour mettre au 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). Il est offert en anglais et en français.

Un total de 1812 étudiants a participé au concours cette année, en provenance de 9 provinces (les écoles de Nouvelle-Écosse étaient fermées au moment du concours à cause d'une tempête de neige) et de 159 enseignants. Près de 50 % des participants sont des garçons et 50 %, des filles.





## Résultats

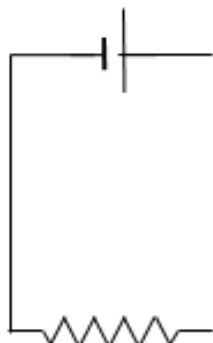
La note moyenne du concours est 36/80.



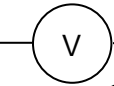
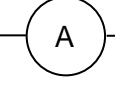
## Solutions et analyse des réponses

### Question 1 :

Ci-dessous se trouve le schéma d'un circuit composé d'une batterie  connectée à un résistor  .

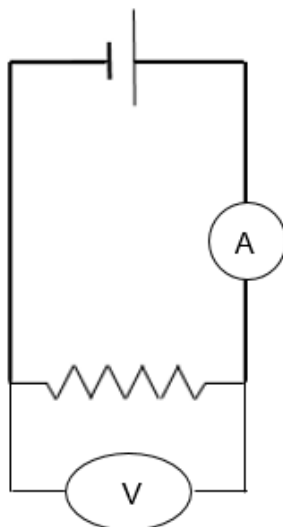


Ajoutez au circuit :

- un voltmètre  , mesurant la tension ( $V$ , en volts)
- un ampèremètre  , mesurant le courant ( $I$ , en ampères)

et expliquez comment vous pourriez mesurer la puissance ( $P$ , en watts) dissipée par le résistor.

- Pour mesurer la tension, le voltmètre doit être connecté en parallèle avec l'un ou l'autre des éléments du circuits, soit aux bornes du résistor ou de la batterie.
- Pour mesurer le courant, l'ampèremètre doit être connecté en série avec le circuit.
- Une réponse possible est montrée ci-dessous :



- La puissance du circuit est calculée en multipliant les lectures de l'ampèremètre et du voltmètre, d'après la formule suivante :  $P = I \cdot V$
- Toute variation correcte de cette formule (i.e.  $P = I^2 \cdot R$  ou  $P = \frac{V^2}{R}$ ) a reçu une note parfaite, s'il était mentionné que  $R = V/I$ .

Erreurs fréquentes :

- Les étudiants ont souvent connecté les deux éléments en série avec le circuit.
- Les étudiants savaient souvent que le voltmètre doit être connecté en parallèle, aux bornes de l'un des deux éléments. La connexion d'un voltmètre sur un fil donnera une lecture de 0 Volt car il n'y a pas de différence de potentiel.
- Les étudiants ont souvent écrit la formule comme étant  $P = \frac{IV}{R}$ .
- Les étudiants ont souvent suggéré de soustraire la puissance avant le résistor de la puissance après le résistor.
- Les étudiants ont souvent écrit la formule comme étant  $P = I - V$

La note moyenne pour cette question était 9,77 sur 20 points. Un total de 236 étudiants a reçu une note parfaite pour cette question (20/20).

**Question 2 :**

Le 29 novembre 2016, le gouvernement du Canada a accordé l'approbation du projet d'agrandissement de Trans Mountain qui aura la capacité de déplacer 890 000 barils de pétrole (140 000 m<sup>3</sup>) par jour d'Edmonton (Alberta) à Burnaby (Colombie-Britannique). Les hydrocarbures à transporter - bitume dilué et huiles - ont une densité typique de 0,9 tonne / m<sup>3</sup> et une teneur en carbone de 90% en masse.

Lorsque ce matériau est livré aux clients et brûlé, veuillez estimer combien de tonnes de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) par année seront conséquemment déversées dans l'atmosphère. Supposons que l'oléoduc fonctionne à pleine capacité et qu'aucun carbone n'est perdu, sauf par combustion.

Note : Les utilisateurs emploient occasionnellement des systèmes de capture et de réserve de carbone à petite échelle, mais c'est principalement pour produire du CO<sub>2</sub> pour usage industriel ou pour des boissons gazeuses, et ainsi le CO<sub>2</sub> finira dans l'atmosphère de toute façon.

- 140 000 m<sup>3</sup> d'hydrocarbures pèsent 126 000 tonnes :

$$140\,000\text{ m}^3 * \frac{0.9\text{ tonnes}}{\text{m}^3} = 126\,000\text{ tonnes}_{\text{hydrocarbures}}$$

- 126 000 tonnes d'hydrocarbures contiennent 113 000 tonnes de carbone :

$$126\,000\text{ tonnes}_{\text{hydrocarbures}} * 90\% = 113\,000\text{ tonnes}_{\text{carbone}}$$

- Maintenant que nous connaissons la masse de carbone qui est transportée par jour, nous devons calculer la masse de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) qui correspond à 113 000 tonnes de carbone. Connaissant la masse atomique de l'oxygène (16) et du carbone (12), nous pouvons calculer la masse atomique du dioxyde de carbone :

$$(1\text{ carbone}) \cdot 12 + (2\text{ oxygène}) \cdot 16 = 44$$

- À partir de ce calcul, nous pouvons voir le rapport de proportionnalité entre le carbone et la masse totale du CO<sub>2</sub>. Puisqu'il n'y a qu'un seul carbone dans la molécule, le rapport de proportionnalité est :

$$\frac{(\text{Masse atomique du CO}_2)}{(\text{Masse atomique du C})} = \frac{44}{12}$$

- Ensuite, nous savons que 113 000 tonnes de carbone équivalent à 415 800 tonnes de dioxyde de carbone :

$$113\,000 \text{ tonnes}_{\text{carbone}} * \frac{44}{12} = 415\,800 \text{ tonnes}_{\text{CO}_2}$$

Maintenant que nous connaissons la masse de dioxyde de carbone qui va être déversée dans l'atmosphère par jour, il suffit de multiplier la réponse par 365 jours par année pour obtenir la masse annuelle:

$$415\,800 \frac{\text{tonnes}_{\text{CO}_2}}{\text{jour}} \cdot \frac{365 \text{ jours}}{\text{année}} = 151\,767\,000 \frac{\text{tonnes}_{\text{CO}_2}}{\text{année}}$$

$$= \mathbf{152 \text{ Mtonnes/année}}$$

Ce montant représente 27 % supplémentaires de la production nationale canadienne de CO<sub>2</sub> (chiffres de 2015) – et tout cela d'un seul oléoduc.

Erreurs fréquentes :

- Les étudiants ont souvent oublié de convertir leur réponse de masse par jour à masse par année.
- Les étudiants ont souvent oublié de convertir la masse de carbone en masse de dioxyde de carbone.
- Beaucoup d'étudiants ont utilisé le volume en barils au lieu de m<sup>3</sup>.

La note moyenne pour cette question était 10,13 / 20 points. Un total de 190 étudiants a reçu une note parfaite pour cette question.

**Question 3 :**

La NASA a récemment révélé des plans pour établir une colonie sur Mars. Si cela se produit, la communication avec la Terre sera un aspect essentiel de cette mission, et le timing sera crucial pour envoyer des signaux à la base sur Mars.

La Terre et Mars se déplacent autour du Soleil sur des orbites approximativement circulaires, avec des rayons de 1 au \* et 1.5 au respectivement. La lumière prend environ 8 minutes pour se rendre du Soleil à la Terre. Combien de temps faudra-t-il pour transmettre une courte salutation « Bonjour » à Mars et recevoir un « Bonjour » en retour, en supposant que les colonisateurs répondent immédiatement ?

\* au = Unité astronomique (de distance)

Il y a plusieurs situations à considérer ici. Les deux planètes se situent dans des positions différentes et à des distances différentes l'une par rapport à l'autre selon le moment. Par exemple, le temps le plus court possible pour obtenir une réponse se produirait lorsque les planètes sont alignées de la manière suivante :



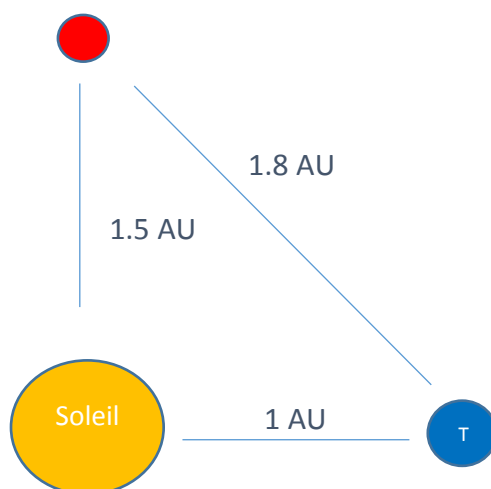
Dans ce cas, la transmission prendrait 8 minutes, puisque la distance de la Terre à Mars serait de 0,5 AU; dans les deux sens, 1 AU, et nous savons déjà qu'un signal radio qui se déplace à la vitesse de la lumière prend environ 8 minutes pour parcourir 1 AU. Un autre cas à considérer est le plus long temps possible :



Dans ce cas, la distance entre Terre et Mars est de 2.5 AU, soit la somme des distances entre les deux planètes et le Soleil (1 AU + 1.5 AU). Par conséquent, un aller-retour serait 5 AU. Puisque nous savons que la lumière prend 8 minutes pour voyager 1 AU, on peut calculer qu'il faudra 40 minutes pour qu'un signal radio se déplace vers Mars et nous revienne :

$$5\text{AU} \cdot \frac{8 \text{ minutes}}{\text{AU}} = 40 \text{ minutes}$$

Il y a d'autres cas simples à calculer mathématiquement, comme le suivant :



Ensuite, nous pouvons calculer qu'un aller-retour de 3,6 AU prendrait 28,8 minutes :

$$3.6 \text{ AU} \cdot \frac{8 \text{ minutes}}{\text{AU}} = 28,8 \text{ minutes}$$

Il existe une infinité de tels scénarios, mais à partir de ces cas simples, nous pouvons déterminer que le temps varie de 8 à 40 minutes.

\* La note parfaite pour cette question n'a été attribuée que s'il y a eu un calcul du temps le plus court, le plus long, un scénario intermédiaire et la reconnaissance qu'il y aura un continuum de temps entre les deux.

Erreurs fréquentes :

- Les étudiants ont mal lu la question et ont échangé les distances du Soleil.
- Beaucoup d'étudiants ont oublié de considérer le voyage aller-retour et ont donné des réponses « à une direction ».
- Les étudiants ont souvent dit que le son se déplace plus lentement que la lumière, ce qui est vrai, mais le son ne peut pas traverser l'espace ! Aucune note n'a été déduite pour cela, car ce n'était pas l'objet de la question.
- Un étudiant a déclaré que ce serait instantané, à cause de la création de l'internet !

La note moyenne pour cette question était 5,29 / 20 points. Seulement 4 étudiants ont reçu une note parfaite pour cette question.



**Question 4:**

4. (a) Utilisez les mots ou expressions suivants pour combler les trous dans le paragraphe suivant :

- eau, énergie, évaporation, même que, moins que, nourriture, plus chaud(e), plus froid(e), plus que, soleil, travail mécanique.

Vous pouvez utiliser un mot / expression plus d'une fois et ajouter les déterminants / prépositions nécessaires.

*\*Réponses en rouge.*

*Les êtres humains sont des homéothermes; notre biologie exige que nous maintenions une température centrale constante. Comme tous les êtres vivants, nous échangeons constamment \_\_\_\_\_ **de l'énergie** \_\_\_\_\_ avec notre environnement. Puisque la température de nos corps ne se réchauffe pas ni ne se refroidit, nous savons que pour une période donnée, le montant \_\_\_\_\_ **d'énergie** \_\_\_\_\_ que nous gagnons de l'environnement doit être \_\_\_ **le même que** \_\_\_ le montant \_\_\_\_\_ **d'énergie** \_\_\_\_\_ que nous perdons à l'environnement. Nous gagnons \_\_\_\_\_ **de l'énergie** \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ **la nourriture** \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ **du soleil** \_\_\_\_\_, et, si notre environnement est \_\_\_\_\_ **plus chaud** \_\_\_\_\_ que notre peau, de la chaleur de l'environnement. Nous perdons \_\_\_\_\_ **de l'énergie** \_\_\_\_\_ par \_\_\_\_\_ **évaporation** \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ **travail mécanique** \_\_\_\_\_, et, si notre environnement \_\_\_\_\_ **plus froid** \_\_\_\_\_ que notre peau, la chaleur à l'environnement.*

Erreurs fréquentes :

- Les étudiants pensaient souvent que nous gagnions de l'énergie à partir de « l'eau ».
- Les étudiants disaient souvent que nous perdions de l'énergie par « le soleil ».

(b) Le métabolisme (taux d'utilisation d'énergie) chez les mammifères ne varie pas proportionnellement à la masse. C'est-à-dire qu'un mammifère A, dont la masse est 100 fois celle d'un mammifère B, utilise beaucoup moins d'énergie par jour que 100 fois l'énergie utilisée par le mammifère B (en fait, c'est près de 30 fois). Suggérez une raison pour expliquer ce fait.

Cette proportionnalité non linéaire se produit en raison de la relation entre la masse et la superficie. La masse (qui est proportionnelle au volume) varie avec le cube de longueur, tandis que la superficie varie avec le carré de longueur. Vous pouvez le voir mathématiquement avec les équations d'une sphère :

$$Aire = 4\pi r^2$$

$$Volume = \frac{4}{3}\pi r^3$$

Par conséquent, un mammifère qui est 100 fois plus grand qu'un petit mammifère n'a pas une superficie 100 plus grande. La superficie est directement proportionnelle à la consommation d'énergie pour les mammifères, car c'est ainsi que nous perdons de la chaleur et que nous devons maintenir une température centrale constante. Avec plus de superficie, plus d'énergie sera perdue par convection et rayonnement à l'air ambiant environnant, et à l'évaporation de la sueur.

Erreurs fréquentes :

- Beaucoup d'étudiants ont mal compris la question et se sont concentrés sur des cas spécifiques, comme, par exemple, un guépard et un paresseux.
- Les étudiants soutenaient que les gros animaux sont au sommet de la chaîne alimentaire.
- Les étudiants ont souvent utilisé l'argument selon lequel les plus gros animaux ont des jambes plus grandes et doivent « se déplacer moins » pour franchir la même distance.

La note moyenne pour cette question était 10,93 / 20 points. Seulement 26 étudiants ont reçu une note parfaite pour cette question (moins de 2 % des étudiants).