

# QUÉBEC SCIENCE AU SECONDAIRE

DOCUMENT PÉDAGOGIQUE



## LA VICTOIRE, UNE AVANCÉE TECHNOLOGIQUE À LA FOIS

CAHIER DE L'ÉLÈVE

Durée	Clientèle visée	Article lié
75 minutes	Les élèves de deuxième année du deuxième cycle. Science et technologie (ST) et Science, Technologie et environnement (STE)	« La victoire, une avancée technologique à la fois », sections « Ils chassent les secondes » et « Un chandail, mille enjeux » (Magazine Québec Science, volume 57, numéro 4, décembre 2018, encart « Il va y avoir du sport ! », p.9-10), rédigé par le journaliste Maxime Bilodeau.

La science et les technologies révolutionnent le monde du sport. Dans certains sports, la forme physique des athlètes plafonne et la technologie de leur équipement peut faire la différence. C'est le cas du cyclisme, où une simple modification de l'équipement peut entraîner d'importants gains.

Frédéric Domingue et Claude Lajoie, deux professeurs de l'UQTR, se sont questionnés à savoir comment ils pourraient améliorer les performances de cyclistes de haut niveau :

*« Nous travaillons avec des cyclistes de haut niveau dont la forme physique est plafonnée. Leur puissance aérobie maximale ne monte plus, leur seuil lactique est stable... Chez eux, de simples corrections de position et d'équipement peuvent procurer des gains énormes. »*

Claude Lajoie

1. Le seuil lactique définit l'intensité (l'effort) d'un athlète à partir de laquelle l'acide lactique commence à s'accumuler dans le sang. L'acide lactique est, entre autres, responsable des crampes et peut amener de la douleur musculaire pendant plusieurs jours après un effort physique trop intense.

a. Quelle est la masse molaire de l'acide lactique ( $C_3H_6O_3$ ) ?

---

1

b. Les valeurs normales d'acide lactique dans le sang ne devraient pas excéder 1.98 mg/L. Passé ce seuil, cela peut indiquer que les tissus ne reçoivent pas assez d'oxygène.

i. Exprime la concentration de ce seuil en g/L ?

---

1 2

ii. Quelle est la concentration en pourcentage masse/volume (%m/v) ?

1 2

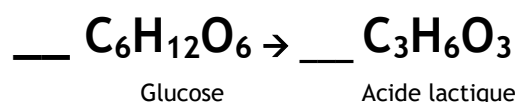
- iii. Quelle est la concentration molaire de l'acide lactique (mol/L) ? Arrondis ton résultat à trois chiffres significatifs.

1 2 3

- c. La formation d'acide lactique a lieu en situation anaérobique (absence d'oxygène). Dans les muscles, en temps normal, la respiration cellulaire transforme le glucose et l'oxygène en gaz carbonique, en eau et en énergie.

En absence d'oxygène, le glucose se transforme en acide lactique et en énergie (mais beaucoup moins). C'est ce qu'on appelle de la fermentation lactique.

- i. Équilibre l'équation simplifiée de fermentation lactique.



1 2

- ii. Si on utilise 10g de glucose pour produire de la fermentation lactique, quelle masse d'acide lactique devrait-on retrouver à la suite de la réaction ?

1

- iii. Si on utilise 10 mol de glucose, combien de mol d'acide lactique devrait-on recueillir ?

1

- d. Durant un effort intense, un cycliste transforme 0.0027 g/L de glucose ( $C_6H_{12}O_6$ ) en acide lactique. Si la concentration initiale d'acide lactique dans son sang était nulle, est-ce que le taux d'acide lactique dépasse la concentration d'acide lactique normale dans le sang (1.98 mg/L) ?

Laisse des traces de ta démarche. Des points seront accordés pour les concentrations molaires (glucose et acide lactique).

1 2 3 4 5

2. Les professeurs Domingue et Lajoie « sont en quête de watts [...] qui permettent d'atteindre la plus haute marche du podium ». Le watt est une unité de puissance. On l'utilise notamment en électricité. La puissance correspond à une quantité de travail déployée sur une période de temps.

Parmi les choix suivants, lequel correspond à 1 watt (sachant qu'il s'agit d'une quantité de travail sur une période de temps) ?

- i. 1 Joule / seconde
- ii. 1 Newton / seconde
- iii. 1 Pascal / seconde

1

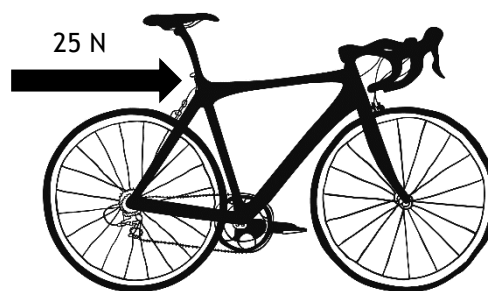
3. Le travail représente un transfert d'énergie. On peut représenter le travail à l'aide de l'équation :

$$W = F \cdot \Delta x$$

Il existe deux conditions pour que le transfert d'énergie se produise ;

- 1. L'objet doit être déplacé
- 2. Il doit y avoir une force appliquée sur l'objet déplacé. De plus, au moins une composante de cette force doit être dans le même sens que le mouvement de l'objet.

- a. Si le cycliste pousse son vélo jusqu'à la ligne de départ avec une force de 25 N sur une distance de 20 mètres, quel travail accomplit-il ?

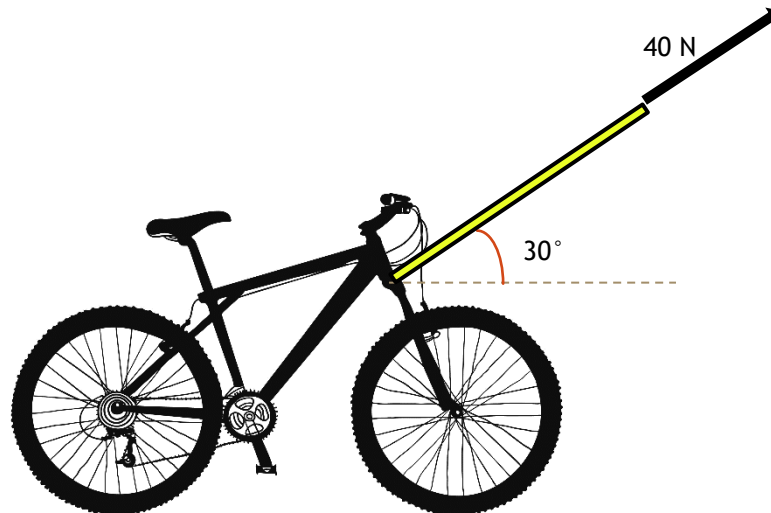


1

- b. Son compétiteur a aussi poussé son vélo sur la même distance. Il a cependant effectué un travail de 615 joules. Avec quelle force a-t-il poussé son vélo ?

1

- c. Un dernier compétiteur a décidé d'amener son vélo en l'attachant à une corde. Il tire sur la corde avec une force de 40 N.



- i. Quelle est la force efficace pour déplacer le vélo vers l'avant ?

1

- ii. Indique la force efficace sur le schéma à l'aide d'une flèche.

1 2

- iii. Si le cycliste déplace son vélo de 0.5 km, quel est le travail effectué sur le vélo ?

1 2

4. Les cyclistes professionnels peuvent atteindre des vitesses phénoménales uniquement grâce à leurs muscles et à leurs vélos, des appareils de haute performance. Ils transmettent à leurs vélos énormément d'énergie cinétique, de l'énergie de mouvement. Voici l'équation qui correspond à l'énergie cinétique d'un objet :

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

L'énergie cinétique dépend de deux facteurs ; la masse de l'objet (m, en kg) ainsi que la vitesse de celui-ci (v, en m/s).

- a. Supposons que nous avons un cycliste qui circule à une vitesse constante. Lorsque l'on modifie un des deux facteurs, l'énergie cinétique est aussi modifiée. De combien de fois (quel facteur) l'énergie cinétique est-elle augmentée si...
- i. Notre cycliste amène un ami sur son dos et que la masse totale est deux fois plus grande ?

---

1

- ii. Notre cycliste (seul) roule à une vitesse deux fois plus grande ?

---

1

- b. D'incroyables records de vitesses sont enregistrées dans les vélodromes, des pistes spécialement conçues pour le cyclisme. Le cycliste Nicholas Paul a établi en 2019 le record du 200 m lancé. Il a complété les 200m en seulement 9,100 secondes.



i. Quelle est sa vitesse moyenne en m/s ?

1

ii. Quelle est la vitesse moyenne de Nicholas Paul en km/h ?

1 2

iii. Quelle est l'énergie cinétique moyenne de Nicholas Paul lors de son record, sachant que celui-ci et son vélo ont une masse combinée d'environ 80 kg ? Arrondis à l'unité.

1 2 3

5. L'entreprise québécoise Carré Technologies produit le chandail intelligent Hexoskin. L'une des particularités de ce vêtement est qu'il est rempli d'accéléromètres et de capteurs, ce qui permet d'analyser les mouvements d'athlètes ou de personne en réadaptation physique.

Un accéléromètre mesure l'accélération d'un corps. Parmi ces définitions, laquelle correspond à l'accélération ?

- i. Une mesure d'un changement de position en fonction du temps
- ii. Une mesure d'un changement de vitesse en fonction du temps
- iii. Une mesure d'un changement de vitesse.

1



6. Les différents capteurs présents dans le textile fournissent plusieurs données à un ordinateur. Neila Mezghani a élaboré plusieurs algorithmes afin d'analyser plusieurs milliers de données :

*« Nous enseignerons à une machine à reconnaître et à distinguer entre eux les mouvements. Comme un enfant qui apprend l'alphabet, elle deviendra meilleure au fur et à mesure de son apprentissage. » Neila Mezghani*

La compagnie a récemment conçu une application qui permet de détecter les chutes.

- a. Vrai ou faux ? Explique lorsque c'est faux.

i. Sur Terre, les objets chutent en raison de la force gravitationnelle.

---

ii. La force gravitationnelle est toujours la même partout dans l'Univers, soit de 9,8 N/kg.

---

iii. La masse d'une personne représente la force avec laquelle la Terre l'attire.

---

iv. Le poids se calcule en multipliant la masse par l'intensité du champ gravitationnel.

---

v. Poids et force gravitationnelle sont des synonymes.

---

vi. L'énergie potentielle gravitationnelle est une forme d'énergie emmagasinée lorsqu'un objet augmente de vitesse.

---

0.5 1 1.5 2 2.5 3

- b. On peut calculer l'énergie potentielle gravitationnelle à l'aide de l'équation suivante :

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot \Delta h$$

Si une personne de 60kg fait une chute de 2 mètres, quelle est sa variation d'énergie potentielle ?

1 2

## Mise en situation

En plus de pouvoir suivre les athlètes de haut niveau de près, les chandails intelligents *Hexoskin* pourraient aider le personnel de la santé à faire un suivi des personnes en réadaptation physique. En effet, un bon nombre des patients « ont tendance à surestimer leur niveau réel d'activité physique ».

Dans le cadre d'un programme d'entraînement à la suite d'une blessure au genou, on demande à un patient d'effectuer plusieurs types d'exercices. On lui fournit un chandail Hexoskin afin de bien suivre sa progression et d'amasser plusieurs données.

- a) On lui demande d'effectuer un travail, c'est-à-dire d'appliquer une force sur un objet afin de le déplacer et de lui transmettre de l'énergie liée à un déplacement. La formule du travail peut aussi être représentée par la formule :  $W = \Delta E$ .

Quelles formes d'énergie (2) pourraient varier sur l'objet d'entraînement (par exemple un ballon d'entraînement) ?

---

---

1 2

- b) On demande à notre patient de monter des marches avec des charges autour des chevilles, puis de sauter jusqu'en bas. Les accéléromètres permettent de vérifier si le patient a bel et bien sauté puisqu'ils nous permettent de mesurer sa chute. Voici les informations de son entraînement :

Masse du patient : 80 kg

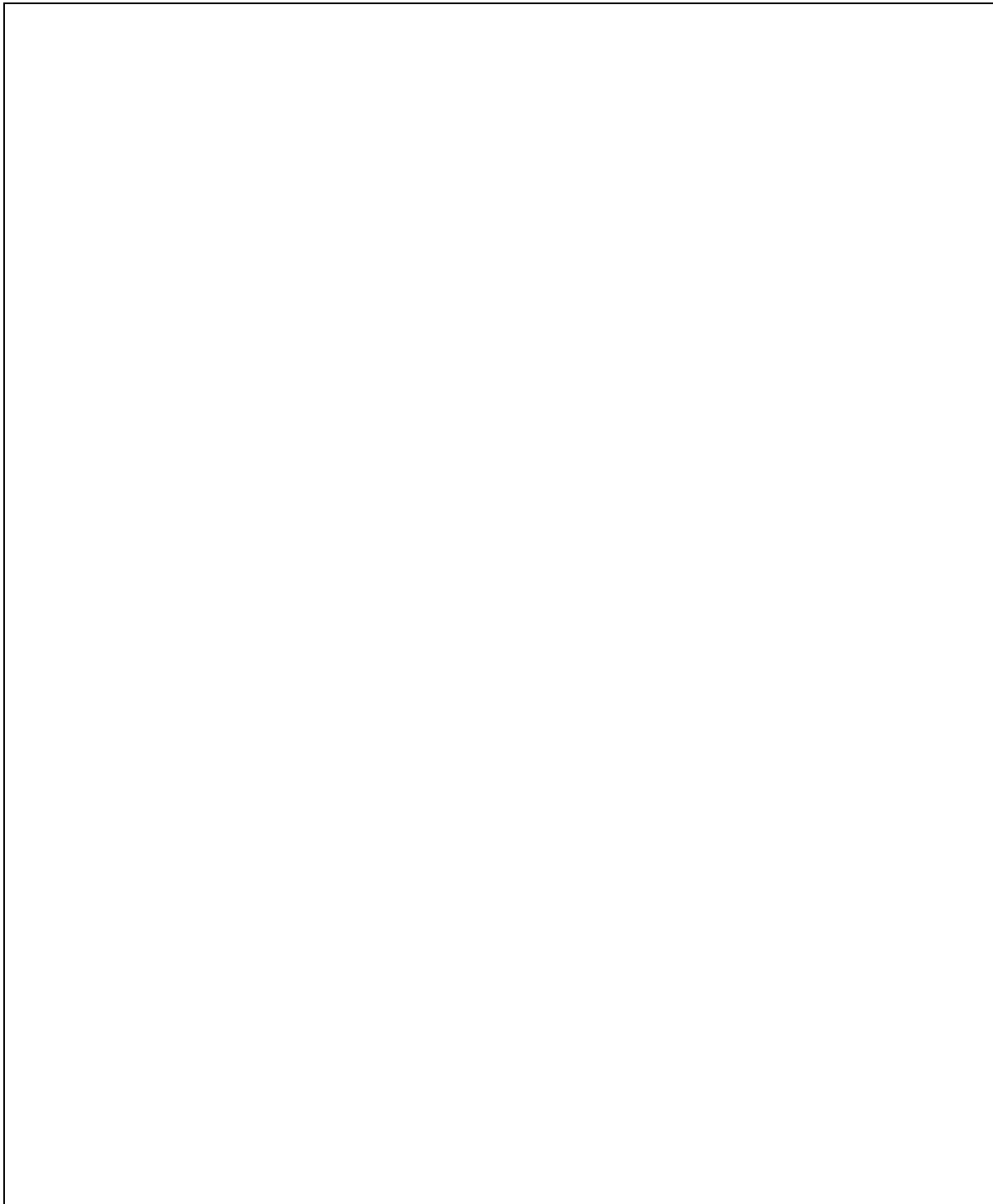
Masse des charges attachées aux chevilles : 20 kg

Nombre de marches : 5

Hauteur d'une marche : 20 cm

La loi de conservation de l'énergie nous indique que l'énergie ne se perd pas, elle se transforme. Ainsi, toute l'énergie potentielle du patient en haut des marches sera transformée en énergie cinétique lorsqu'il atteindra le sol. Les capteurs nous permettront d'analyser la vitesse finale du patient et ainsi de déterminer s'il complète bien son entraînement.

Quelle vitesse maximale, en kilomètre par heure, devrait-on observer ? Laisse des traces de ta démarche.



1 2 3 4 5 6 7 8

- c) Le patient a réalisé une première séance d'entraînement durant laquelle on lui a demandé d'exécuter l'exercice à 15 reprises. À la suite de l'analyse des données, on observe que l'énergie cinétique du patient ne représente que 80% du résultat attendu.

On sait que l'appareil a fonctionné correctement pendant l'entraînement et on doute que le patient n'a pas réalisé son entraînement correctement. Il nous assure qu'il a bel et bien sauté 15 fois, toujours de la même façon.

À l'aide de la formule de l'énergie potentielle, formule 2 hypothèses qui pourraient expliquer pourquoi la valeur de l'énergie cinétique maximale ne représente que 80% du résultat attendu.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

1 2 3 4

/53

# POUR ALLER PLUS LOIN

Lorsqu'il est question d'améliorer des records de vitesse, la notion de friction est très importante. Que ce soit avec le sol, l'air ou même l'eau dans des compétitions aquatiques, un équipement ou une technique qui diminue la friction peut faire la différence entre une victoire et une défaite.

L'un des cas les plus marquants est celui des maillots de bain « de haute technologie » (*high-technology swimwear fabric*). Plusieurs athlètes ont fracassé des records de vitesse à la nage en utilisant ces maillots en 2008 et en 2009. Cette domination a forcé la FINA (Fédération Internationale de Natation) à réglementer l'utilisation de ces maillots.

Renseigne-toi sur le cas des maillots qui ont permis aux nageurs d'être plus rapides que jamais. Renseigne-toi aussi sur les différentes technologies qui existent dans le monde du sport pour diminuer la friction.

*Conçu et réalisé grâce au soutien financier du Ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec.*

*Recherche, rédaction, conception : Zapiens Communication Scientifique*