

Concours régional 2024 des Olympiades de la chimie

Epreuve de réflexion collaborative sur une problématique scientifique

Durée : 2h00 de préparation + 30 minutes de présentation et d'entretien devant le jury

Description de l'épreuve

L'épreuve comprend trois parties :

1. La première partie (**10 minutes**) est la présentation d'une problématique proposée dont il est possible de ne présenter que quelques aspects bien choisis et justifiés par les candidats. L'évaluation de cette partie prend en compte : la pertinence de la présentation par rapport à la problématique, les connaissances scientifiques, la culture générale, l'intérêt porté au monde qui les entoure et qui leur permet de s'engager dans un débat de type sociétal (environnemental, économique, risque...), l'argumentation scientifique et l'aptitude à communiquer.
2. La seconde partie (**5 minutes**) est une résolution de problème. Elle fait appel aux documents fournis, ainsi qu'à des connaissances supplémentaires car les données peuvent parfois être incomplètes. Les candidats devront préparer un exposé présentant l'élaboration de la stratégie de résolution, les choix opérés, la mise en œuvre de la démarche, le(s) résultat(s) chiffré(s) obtenu(s) et l'analyse critique qu'ils en font, voire les améliorations qu'ils pourraient apporter à leur résolution. L'initiative, l'autonomie, la mobilisation de connaissances et de savoir-faire, ainsi que l'esprit critique seront particulièrement recherchés chez les candidats.
3. La troisième partie (**15 minutes**) est un entretien avec le jury qui permettra aux candidats d'argumenter sur leurs choix, de développer des arguments, de faire avancer éventuellement une démarche de résolution non aboutie, d'améliorer le modèle retenu pour la résolution, de corriger d'éventuelles erreurs et de répondre à des questions diverses liées à la problématique étudiée.

Préparation de la présentation

Les candidats sont installés dans une salle au sein de laquelle ils effectuent leur préparation et leur présentation. L'équipe dispose d'un tableau, d'un ordinateur relié à un vidéoprojecteur, d'une calculatrice simple. L'ordinateur comporte un logiciel de présentation (diaporama), un traitement de texte et un tableur.

Les candidats n'ont pas accès à internet et ne peuvent utiliser ni leur propre calculatrice ni leur téléphone portable.

Chaque candidat dispose d'un sujet, qui par ailleurs se trouve aussi sous forme numérisée sur l'ordinateur, de manière à pouvoir éventuellement être utilisé pour la présentation.

Au cours de la préparation, les candidats travaillent ensemble sur la problématique et la résolution de problème. Ils peuvent néanmoins, à certains moments, se répartir les tâches notamment pour ce qui concerne la présentation. Une planification du travail de l'équipe s'avère nécessaire pour gagner en efficacité.

Présentation devant le jury

L'équipe dispose de 15 minutes pour effectuer la présentation de son travail qui sera suivie de 15 minutes d'entretien.

Les trois candidats du groupe se répartissent **le temps de parole équitablement**, tant pour la présentation que lors de l'entretien.

Pour leur présentation, ils utilisent les supports de leur choix parmi ceux mis à disposition (papier, tableau, ordinateur...). Les formes de restitutions possibles ne se limitent pas à un texte rédigé, les communications scientifiques utilisant bien d'autres formes (courbes, schémas, graphes commentés, carte mentale etc.). La durée relative aux deux parties de l'épreuve, indiquée sur le sujet doit être respectée.

La qualité de la présentation est évaluée.

A l'issue de la présentation, le jury pose des questions pendant 15 minutes sur les deux parties présentées.

Chimie et Sport : dépense énergétique d'un coureur

Sujet de l'oral : on cherche à expliquer et évaluer la dépense énergétique d'un coureur lors d'un marathon.

1. Problématique :

Comment modéliser en chimie la dépense énergétique d'un sportif ?

2. Résolution de problème :

On dispose des données suivantes.

Record du monde du marathon : Kelvin Kiptum 2 h 0 min 35 s le 08 octobre 2023 à Chicago

Distance parcourue: 42,192 km

Masse de Kelvin : 65 kg

En déduire une estimation de la masse de glucose nécessaire si l'on suppose que le glucose est l'unique source d'énergie consommée par le corps du sportif durant le marathon.

On fera une analyse critique du résultat.

Documents

Document 1 : Puissance et énergie

L'énergie E est reliée à la puissance moyenne P par la formule : $E = P \cdot \text{durée}$

L'énergie est exprimée en Joule, la puissance moyenne en Watt et la durée en seconde.

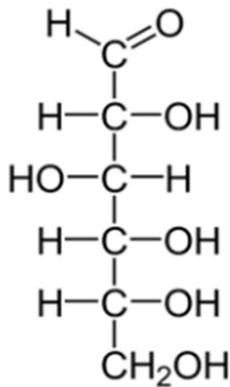
Pour estimer la puissance moyenne d'un coureur de masse m allant à la vitesse moyenne v , on propose le modèle suivant :

En 1 s, le coureur passe d'une vitesse nulle à sa vitesse moyenne et acquiert donc de l'énergie cinétique.

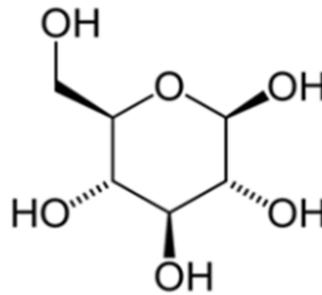
En déduire la puissance développée par le coureur pendant cette course fictive qu'on assimilera à la puissance moyenne du coureur pendant une course de durée quelconque.

Document 2 : Le glucose

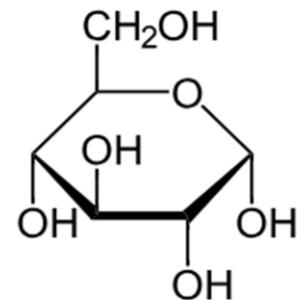
Le glucose, un sucre essentiel du métabolisme



Forme ouverte



en Cram

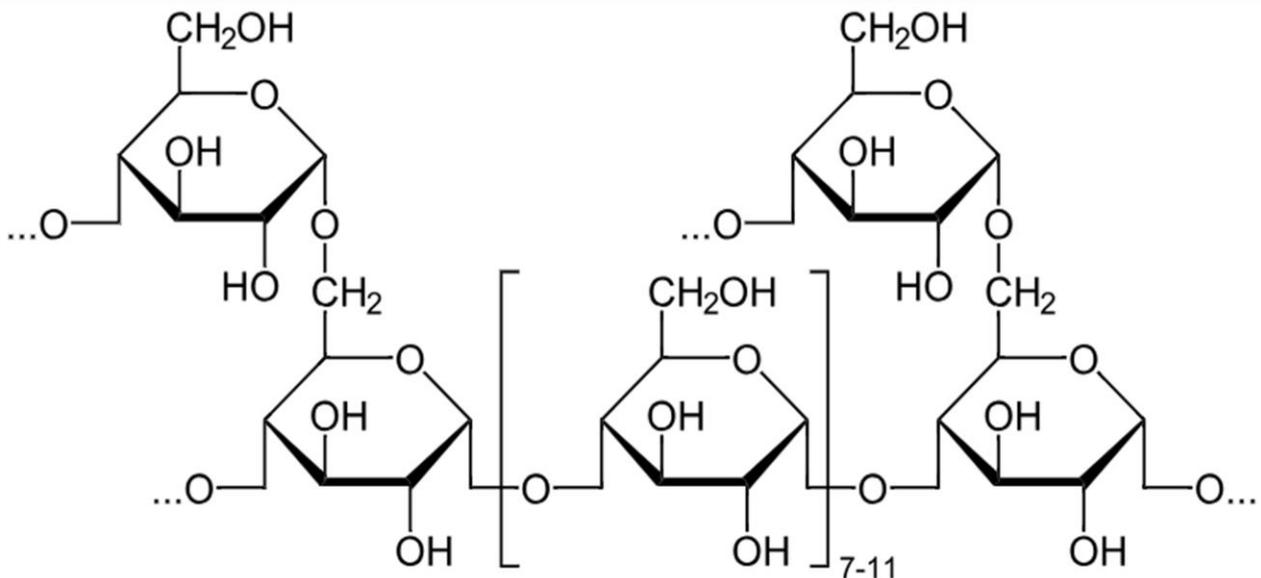


en Haworth

Forme cyclisée

Document 3 : Le glycogène

Le glycogène, un polymère du glucose

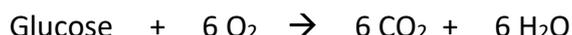


Document 4 : masses molaires en g/mol

$M(H) = 1$; $M(C) = 12$; $M(O) = 16$

Document 5 : énergie libérée par le glucose

L'oxydation totale du glucose (qui a lieu dans le corps, dans le cycle de Krebs) est modélisée par l'équation :



Cette réaction libère de l'énergie chimique à raison de 2808 kJ par mol, qui est transférée aux muscles et convertie en énergie mécanique (cette conversion sera considérée comme totale).

Aérobie : en présence d'oxygène

Anaérobie : en absence d'oxygène

Document 6 : Dépense énergétique en course à pied

La course à pied est une pratique sportive qui regroupe en réalité plusieurs sports : l'athlétisme (sprint, demi-fond, ...), course sur route (10 km, semi-marathon, marathon) ou les courses en nature (trail, ultra-trail...). Dans toutes les pratiques, la performance va dépendre de la capacité de l'athlète à maintenir une vitesse maximale de course. Il a été montré une relation linéaire entre l'énergie dépensée et la vitesse de course où seuls la pente et le matériel transporté constituent une variation. À vitesse constante, la dépense énergétique (DE) peut être estimée par la relation entre le poids et la distance parcourue (Hauswirth et Brisswalter 1999). Dans des conditions aérobies, l'énergie métabolique est directement proportionnelle à la consommation en oxygène. De nombreux auteurs ont montré une relation en course à pied entre le coût énergétique et la performance pure. En effet, le coût de l'activité apparaît comme un facteur d'optimisation dont l'entraînement en fait baisser sa valeur (Brisswalter et Legros 1992). Une étude n'a montré aucune différence significative entre le coût énergétique entre les coureurs de sprint, moyennes et longues distances où seul le coût de l'activité augmente avec l'intensité pour les deux dernières cités. (Richard 2014) a montré que la dépense énergétique dans la pratique de la course à pied était comprise entre 400 et 800 kcal/h, ce qui représente pour un athlète moyen sur marathon (environ 3h30) une dépense comprise entre 2000 et 4000 kcal (Figure 20).

Donnée : 1 calorie = 4,18 J

La dépense énergétique est proportionnelle au poids de l'individu. La masse maigre qui correspond au muscle détermine la dépense énergétique de façon très précise, ce qui est vrai pour le métabolisme de base. Des équations permettent de calculer le métabolisme de base à partir du poids (Ritz et Couet 2005). Dans sa dernière version, l'ANSES propose 2 équations pour estimer le métabolisme de base par rapport au poids :

Équations de Harris et Benedict :

Femmes : métabolisme de base = $2,741 + 0,0402 P + 0,711 T - 0,0197 A$

Hommes : métabolisme de base = $0,276 + 0,0573 P + 2,073 T - 0,0285 A$

Équations de Black :

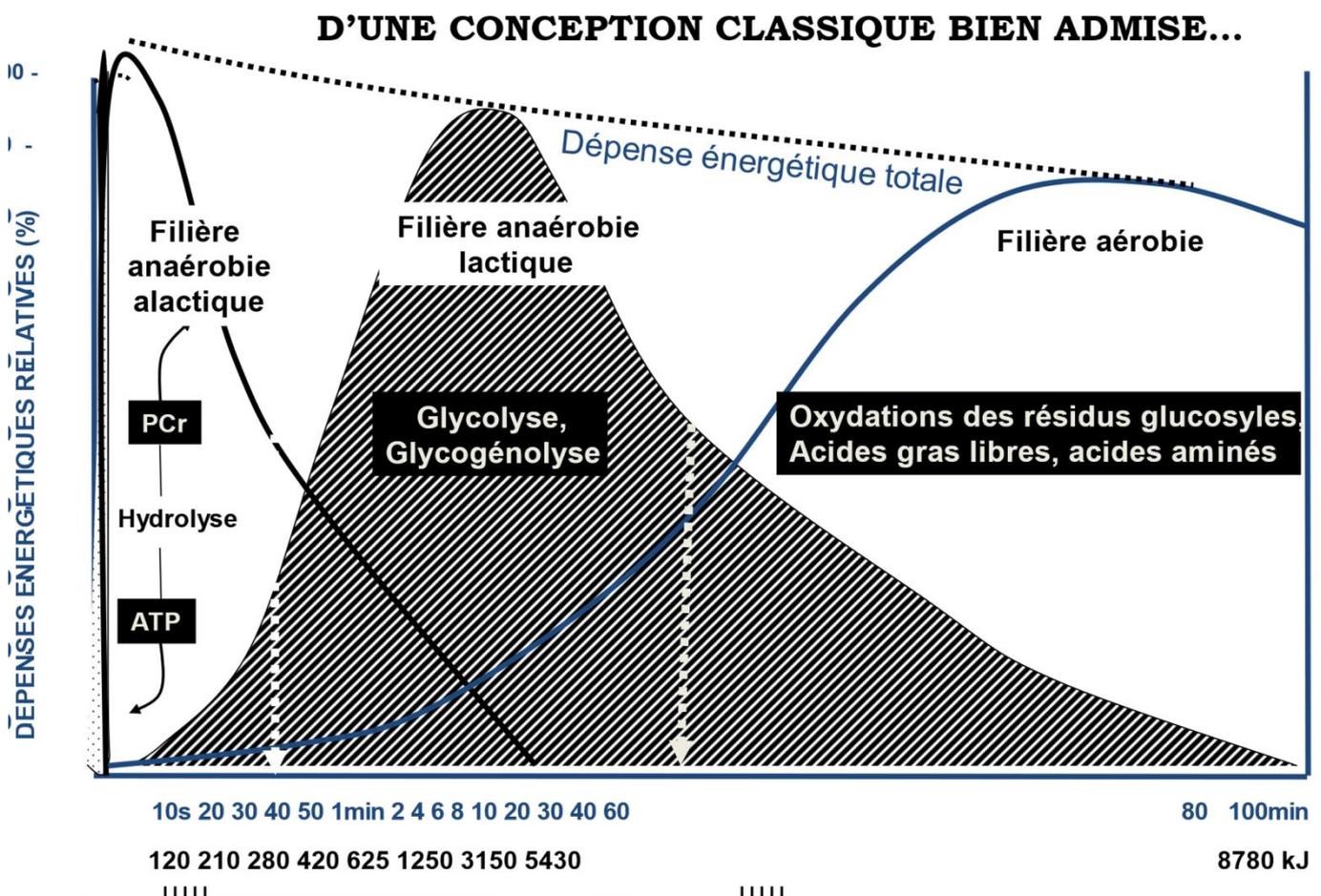
Femmes : métabolisme de base = $0,963 \cdot P^{0,48} \cdot T^{0,50} \cdot A^{-0,13}$

Hommes : métabolisme de base = $1,083 \cdot P^{0,48} \cdot T^{0,50} \cdot A^{-0,13}$

Où le métabolisme de base = $M_{j,j-1}$, P = poids en kg, T = taille en m et A = âge en années

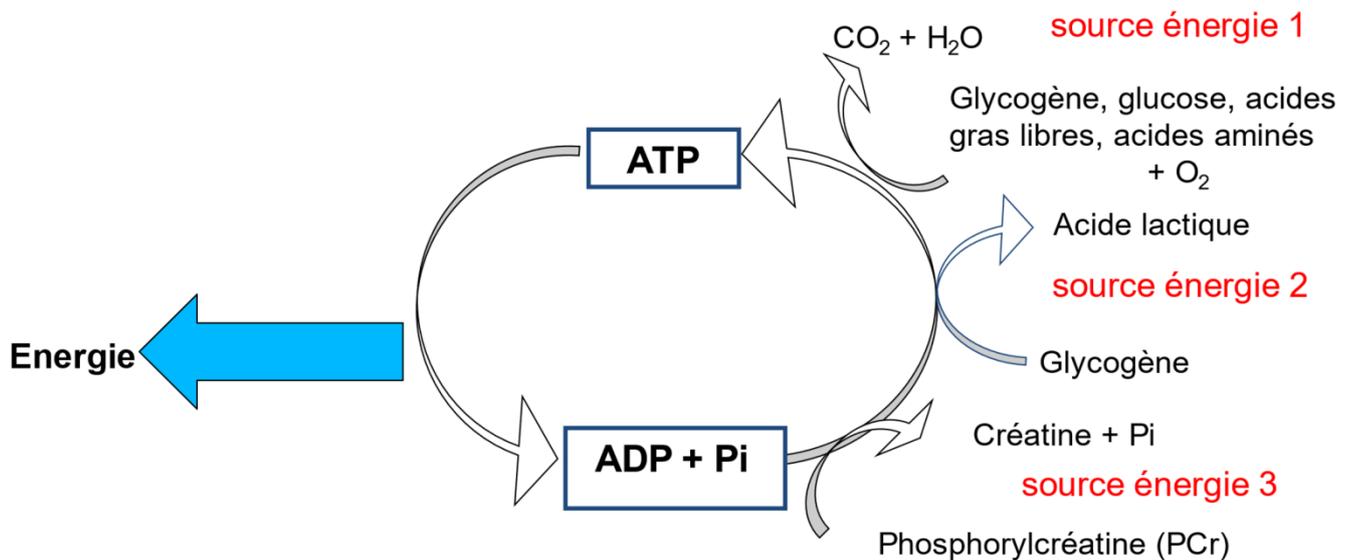
Romain Didier. Sports d'endurance et nutrition: macro ou micronutriments?. Sciences pharmaceutiques. 2019. hal-03297960

Document 7 : représentation graphique des principales sources d'énergie en fonction de la durée de l'effort



Courbe d'Howald modifiée Poortmans et Boisseau 2001 2003; *Biochimie des A.P.* page 19³

Document 8 : Les différentes sources énergétiques sollicitées au cours de l'exercice musculaire.



SOURCES

- 1) « **anaérobie alactique** » : EXERCICE TRES COURT (< 6s) ET TRES INTENSE (supra maximaux > 160 à 250 % de PAM) : Sauts, sprints très courts, tout exercice « explosif »,...
- 2) « **anaérobie lactique** » : EXERCICE DE DUREES INTERMEDIAIRES (20s à 2 min) ET INTENSE (supra maximaux > 120 à 200 % de PAM) : 200m....800m course, 50m....200m nage...)
- 3) « **aérobie** » Exercice DE LONGUES DUREES (3 min et plus...) ET DE MOINDRE INTENSITE (> 75 à 120 % de PAM) : 1000m au marathon..., 400m au 3000 m nage...