

Ergomètre

Un vélo d'appartement, un tapis de course, un vélo à pédalage elliptique et bras mobile ou tout autre engin de fitness fonctionnant comme un ergomètre c'est à dire indiquant l'énergie dépensée est pédagogiquement fort utile. Les activités sur cet engin permettent d'ancrer la notion d'énergie dans un vécu corporel. Certains ergomètres indiquent aussi la puissance instantanée, ce qui est encore plus pertinent du point de vue de la conceptualisation.

Attention : en général la puissance affichée est la puissance mécanique fournie à l'engin tandis que l'énergie affichée est l'énergie dépensée physiologiquement avec un rendement standard de 0,25. Le compteur affiche donc une énergie dépensée 4 fois plus grande que celle que l'on peut calculer en multipliant la puissance par le temps qu'a duré l'effort.

Ces activités avec un ergomètre sont à associer aux activités proposées sur le thème du métabolisme.

Remarques

- 1. Dans la compétition cycliste, pratiquement tous les vélos de course sont équipés d'un appareillage affichant la puissance instantanée développée par le coureur.*
- 2. Un sportif entraîné peut développer une puissance de plus de 200 watts durant plusieurs minutes.*

Situations-problèmes

CE 1.05	puissance sur l'ergomètre
CE 1.06	ergomètre et lampe de puissance variable
ME 1.01	énergie sur l'ergomètre, 10 Wh de chocolat
PU 2.12	puissance, énergie et temps de pédalage sur l'ergomètre
PU 2.121	puissance, énergie et temps de pédalage sur l'ergomètre (variante pour ergomètre sans affichage de puissance)
PU 3.24	ergomètre, énergie selon la puissance et le temps
PU 3.241	ergomètre, énergie selon la puissance et le temps (variante pour ergomètre sans affichage de puissance)

QCM Énergie

Items Nos 32, 36, 56

Atelier sur le thème **Approche de l'Énergie (ApEn)**

Pages suivantes :

Situations-problèmes

Energie - puissance sur l'ergomètre

Consigne :

Entraîne-toi à pouvoir dire la puissance qu'indique le cadran lorsque tu pédales.

Matériel à disposition

- ergomètre avec affichage de la puissance

Exemples d'ergomètres *



Energie - puissance sur l'ergomètre

CE1.05

Atelier ApEn Ergo

Phase	immersion savoir-faire
Concepts	puissance
Sujet	Ergomètre

L'ergomètre peut être tout appareil d'entraînement physique indiquant la puissance fournie par l'utilisateur.

Remarques:

- 1) Dans la compétition, pratiquement tous les vélos de course sont équipés d'un appareillage affichant la puissance instantanée développée par le cycliste.
- 2) Un sportif entraîné peut développer une puissance de l'ordre de 220 watts durant plusieurs minutes.

Energie - ergomètre et lampe de puissance variable

Consigne :

Avec le variateur branché sur le multimètre réseau (ou le compteur électrique), tu peux régler la puissance de la lampe.

Pédale sur l'ergomètre de manière à donner la même puissance que la lampe.

Matériel à disposition

- ergomètre avec affichage de la puissance
- lampe de puissance aussi élevée que possible
- variateur de tension à placer dans une prise 230 V
- multimètre réseau, à défaut compteur électrique

Exemples d'ergomètres



Energie - ergomètre et lampe de puissance variable**CE1.06****Atelier ApEn Ergo**

Phase	immersion vivre-sentir
Concepts	chaîne_énerg. puissance énergie
Sujet	Ergomètre

Indications didactiques

L'ergomètre peut être tout appareil d'entraînement physique indiquant la puissance fournie par l'utilisateur.

L'idée est d'associer le ressenti physique à une autre perception exprimant une puissance.

Remarques:

- 1) Avec la disparition des lampes à incandescence, il est devenu difficile de trouver des lampes dont la puissance dépasse 60 à 70 watts. On peut brancher, dans l'ordre depuis la prise secteur, le multimètre, le variateur et une prise multiple à laquelle on raccorde deux lampes.
- 2) Dans la compétition, pratiquement tous les vélos de course sont équipés d'un appareillage affichant la puissance instantanée développée par le cycliste.
- 3) Un sportif entraîné peut développer une puissance de l'ordre de 220 watts durant plusieurs minutes.

Energie sur l'ergomètre, 10 Wh de chocolat

Consigne :

Pédale sur l'ergomètre jusqu'à ce qu'à avoir "brûlé" l'énergie contenue dans un demi-carré de chocolat.
Récupère cette énergie en mangeant le demi-carré de chocolat.
Indication : un demi-carré de chocolat contient une énergie de 10 Wh environ , ce qui correspond à 8,6 kcal ou 36 kJ

Matériel à disposition

- ergomètre avec au moins un indicateur de l'énergie dépensée
- chocolat

Exemples d'ergomètres



Energie sur l'ergomètre, 10 Wh de chocolat**ME1.01****Atelier ApEn Ergo****Item Vous avez dit énergie 2.01**

Phase	immersion vivre-sentir
Concepts	énergie_mécanique énergie_chimique puissance métabolisme
Sujet	Ergomètre

Indications didactiques

L'ergomètre peut être tout appareil d'entraînement physique indiquant l'énergie fournie par l'utilisateur.

Cette situation permet d'amener les élèves à réaliser que l'énergie mécanique mise en jeu dans les phénomènes courants est petite devant les énergies de type chimique ou thermiques.

En plus, ici, on évoque une situation dans laquelle l'énergie mécanique est fournie par leur propre corps, situation qui induit un lien entre l'effort perçu et l'énergie dépensée. C'est intéressant en vue d'aborder les problèmes du métabolisme humain.

Remarques:

- 1) Dans la compétition, pratiquement tous les vélos de course sont équipés d'un appareillage affichant la puissance instantanée développée par le cycliste.
- 2) Un sportif entraîné peut développer une puissance de l'ordre de 220 watts durant plusieurs minutes.

Energie - puissance, énergie et temps de pédalage sur l'ergomètre

Consigne :

Tu dois pouvoir prévoir le temps qu'il faut pour dépenser une énergie donnée (en kilocalories, en kilojoules ou en wattheures) en pédalant de sorte que la puissance (en watts) indiquée sur le compteur du vélo d'appartement demeure stable autant que possible.

Fais des essais pour trouver une manière de trouver le temps nécessaire pour n'importe quelle puissance et n'importe quelle énergie.

Quand tu penses être au point, demande à ton camarade de choisir une énergie et une puissance. Avec ces données, détermine le temps que tu devras pédaler. Faites l'expérience pour vérifier.

Matériel à disposition

- ergomètre avec compteur affichant l'énergie et la puissance

Exemples d'ergomètres *



Energie - puissance, énergie et temps de pédalage sur l'ergomètre**PU2.12****Atelier ApEn Ergo****Item Vous avez dit énergie 6.04**

Phase	conceptualisation
Concepts	énergie_mécanique énergie_chimique puissance métabolisme
Sujet	Ergomètre

Indications didactiques

L'ergomètre peut être tout appareil d'entraînement physique indiquant la puissance fournie par l'utilisateur.

Telle que présentée ici, il s'agit bien d'une situation-problème de conceptualisation.

On souhaite que les élèves se rendent compte que le temps nécessaire est proportionnel à l'énergie dépensée sur l'ergomètre et inversement proportionnel à la puissance de pédalage.

Peu importe ici que l'énergie soit exprimée en kilocalories ou en wattheures.

L'idéal serait que les élèves établissent un tableau donnant les temps mesurés en fonction de la puissance et de l'énergie (tableau à deux entrées).

Il est possible que certains élèves fassent des calculs à partir des informations connues. D'autres peuvent faire des extrapolations à partir d'une évocation de ce qui s'est passé dans l'atelier d'immersion: "j'avais mis deux minutes en pédalant à 75 watts et j'avais dépensé un demi-morceau de sucre c'est-à-dire 10 Wh".

Remarques:

- 1) Les 10 Wh indiqués par le cadran de l'ergomètre sont l'énergie physiologiquement dépensée en tenant compte d'un facteur 4 (rendement de 25%). L'énergie mécanique fournie à l'ergomètre n'était donc que de 2,5 Wh en deux minutes ce qui correspond à 75 Wh à l'heure. La puissance de pédalage était donc bien de 75 W.
- 2) Dans la compétition, pratiquement tous les vélos de course sont équipés d'un appareillage affichant la puissance instantanée développée par le cycliste.

Théorie

Exemple de finalisation par calcul:

Si je pédale avec une puissance indiquée de 90 watts jusqu'à ce que l'énergie indiquée soit de 12 wattheures, combien de temps ça va durer ?

Comme je sais que l'énergie de 12 wattheures est donnée en tenant compte d'un rendement de 25%, l'énergie mécanique fournie à l'ergomètre ne sera que de 3 wattheures. Si je pédalais durant une heure, je fournirais 90 wattheures soit 30 fois plus que les 3 wattheures. C'est donc que je dois pédaler durant un trentième d'heure soit durant 2 minutes.

Énergie - puissance, ergomètre, chocolat 10 Wh

Consigne :

Tu dois pouvoir prévoir le temps qu'il faut pour dépenser une énergie donnée (en kilocalories, en kilojoules ou en wattheures) en pédalant de sorte que la puissance demeure stable autant que possible (vitesses constante et position du freinage donnée).

Fais des essais pour trouver une manière de trouver le temps nécessaire pour n'importe quelle énergie.

Quand tu penses être au point, demande à ton camarade de choisir une énergie. Détermine le temps que tu devras pédaler. Faites l'expérience pour vérifier.

Matériel à disposition

- ergomètre avec compteur affichant l'énergie

Exemples d'ergomètres



Energie - puissance, ergomètre, chocolat 10 Wh**PU2.121****Atelier ApEn Ergo****Item Vous avez dit énergie 6.041**

Phase	conceptualisation
Concepts	énergie_mécanique énergie_chimique puissance métabolisme
Sujet	Ergomètre

Indications didactiques

L'ergomètre peut être tout appareil d'entraînement physique indiquant l'énergie fournie par l'utilisateur.

Telle que présentée ici, il s'agit bien d'une situation-problème de conceptualisation.

On souhaite que les élèves se rendent compte que le temps nécessaire est proportionnel à l'énergie dépensée sur l'ergomètre et inversement proportionnel à la puissance de pédalage.

Peu importe ici que l'énergie soit exprimée en kilocalories ou en wattheures.

L'idéal serait que les élèves établissent un tableau donnant les temps mesurés en fonction de la puissance et de l'énergie (tableau à deux entrées).

Il est possible que certains élèves fassent des calculs à partir des informations connues. D'autres peuvent faire des extrapolations à partir d'une évocation de ce qui s'est passé dans l'atelier d'immersion: *"j'avais mis deux minutes en pédalant à 75 watts et j'avais dépensé un demi-morceau de sucre c'est-à-dire 10 Wh"*.

Remarques:

- 1) Les 10 Wh indiqués par le cadran de l'ergomètre sont l'énergie physiologiquement dépensée en tenant compte d'un facteur 4 (rendement de 25%). L'énergie mécanique fournie à l'ergomètre n'était donc que de 2,5 Wh en deux minutes ce qui correspond à 75 Wh à l'heure. La puissance de pédalage était donc bien de 75 W.
- 2) Dans la compétition, pratiquement tous les vélos de course sont équipés d'un appareillage affichant la puissance instantanée développée par le cycliste.

Théorie

Exemple de finalisation par calcul:

Si je pédale avec une puissance indiquée de 90 watts jusqu'à ce que l'énergie indiquée soit de 12 wattheures, combien de temps ça va durer ?

Comme je sais que l'énergie de 12 wattheures est donnée en tenant compte d'un rendement de 25%, l'énergie mécanique fournie à l'ergomètre ne sera que de

3 wattheures. Si je pédalais durant une heure, je fournirais 90 wattheures soit 30 fois plus que les 3 wattheures. C'est donc que je dois pédaler durant un trentième d'heure soit durant 2 minutes.

Energie selon la puissance et le temps avec un ergomètre

Consigne :

Prévoir l'énergie dépensée en un temps donné si on pédale sur le vélo d'appartement avec une puissance donnée (au compteur).

Le temps et la puissance sont donnés par le professeur ou un camarade.

Matériel à disposition

- ergomètre avec compteur affichant l'énergie et la puissance.

Exemples d'ergomètres *



Energie selon la puissance et le temps avec un ergomètre**PU3.24****Atelier ApEn Ergo**

Item Vous avez dit énergie 7.04

Phase	Réinvestissement
Concepts	énergie_mécanique énergie_chimique puissance métabolisme
Sujet	Ergomètre

Indications didactiques

L'ergomètre peut être tout appareil d'entraînement physique indiquant la puissance fournie par l'utilisateur.

Telle que présentée ici, il s'agit bien d'une situations de réinvestissement (l'élève est sensé avoir les connaissances lui permettant de prévoir correctement l'énergie dépensée).

Il est toutefois facile de transformer cette situation en ne situation de conceptualisation. Il suffit de dire à l'élève qu'il a le droit de faire des essais avec des puissances et des durées de pédalage qu'il choisit pour se forger une méthode de calcul et que sa méthode sera mise à l'épreuve pour un temps et une puissance qui lui seront imposés.

Lorsqu'on propose ce problème dans la phase de conceptualisation, on constate que les élèves montent sur le vélo et mesurent le temps pendant lequel il faut pédaler pour dépenser une énergie donnée, par exemple 10 Wh qu'ils convertissent en 8,6 kcal lisibles sur l'affichage.

Il arrive que les élèves trouvent empiriquement une règle de proportionnalité entre l'énergie, la puissance et le temps: "*en pédalant à 50 watts, il faut 1,5 minutes pour faire 5 wattheures, alors si je pédale à 100 watts 1,5 minutes, ça fera 10 wattheures et si c'est 3 minutes, ça fera 20 wattheures et ainsi de suite...*" (l'ergomètre indique la puissance mécanique fournie à la roue mais l'énergie qu'il affiche est celle qui est dépensée par la personne qui pédale, calculée avec un rendement standard de 1/4).

Si on demande aux élèves d'expliquer les différences de temps constatées pour une même énergie, ils disent avoir observé que la puissance de 100 W est très difficile à maintenir pendant qu'ils pédalent.

Théorie

Le calcul est simple:

Il suffit de multiplier les watts de la puissance de pédalage par la fraction d'heure qu'à duré l'exercice.

Si un élève pédale avec une puissance de 100 W durant deux minutes, l'énergie mécanique fournie est de $100 \cdot 2/60 = 3.33$ Wh ou 2,86 kcal*. Mais attention: l'ergomètre, généralement, s'il donne bien la puissance mécanique, donne l'énergie dépensée physiologiquement avec un rendement de 0,25. Dans notre cas le compteur affichera donc une énergie dépensée 4 fois plus grande, soit de 13.3 Wh ou 11,4 kcal

* Si le cadran de l'ergomètre ne donne l'énergie qu'en kilocalories, il faut tenir compte de la conversion: 1 Wh = 0,86 kcal ou 1 kcal = 1,16 Wh

En effet, 1 kcal = 4,18 kJ = 4,18 kJ / 3,6 kJ/Wh = 1.16 Wh

Energie selon la puissance et le temps avec un ergomètre

Consigne :

Prévoir l'énergie dépensée en un temps donné si on pédale sur le vélo d'appartement avec une puissance donnée (vitesse constante et position du freinage donnée).

Le temps, la vitesse et la position de freinage sont données par le professeur ou un camarade.

Matériel à disposition

- ergomètre avec compteur affichant l'énergie et la puissance.
- tablette donnant la puissance en fonction de la vitesse et du freinage.

Exemples d'ergomètres



Energie selon la puissance et le temps avec un ergomètre**PU3.241****Atelier ApEn Ergo****Item Vous avez dit énergie 7.041**

Phase	Réinvestissement
Concepts	énergie_mécanique énergie_chimique puissance métabolisme
Sujet	Ergomètre

Indications didactiques

L'ergomètre peut être tout appareil d'entraînement physique indiquant la puissance fournie par l'utilisateur.

Telle que présentée ici, il s'agit bien d'une situations de réinvestissement (l'élève est sensé avoir les connaissances lui permettant de prévoir correctement l'énergie dépensée).

Il est toutefois facile de transformer cette situation en ne situation de conceptualisation. Il suffit de dire à l'élève qu'il a le droit de faire des essais avec des puissances et des durées de pédalage qu'il choisit pour se forger une méthode de calcul et que sa méthode sera mise à l'épreuve pour un temps et une puissance qui lui seront imposés.

Lorsqu'on propose ce problème dans la phase de conceptualisation, on constate que les élèves montent sur le vélo et mesurent le temps pendant lequel il faut pédaler pour dépenser une énergie donnée, par exemple 10 Wh qu'ils convertissent en 8,6 kcal lisibles sur l'affichage.

Il arrive que les élèves trouvent empiriquement une règle de proportionnalité entre l'énergie, la puissance et le temps: "*en pédalant à 100 watts, il faut 1,5 minutes pour faire 10 wattheures, alors si je pédale à 200 watts 1,5 minutes, ça fera 20 wattheures et si c'est 3 minutes, ça fera 40 wattheures et ainsi de suite...*" (l'ergomètre indique la puissance mécanique fournie à la roue mais l'énergie qu'il affiche est celle qui est dépensée par la personne qui pédale, calculée avec un rendement standard de 1/4).

Si on demande aux élèves d'expliquer les différences de temps constatées pour une même énergie, ils disent avoir constaté que la puissance de 100 W est très difficile à maintenir pendant qu'ils pédalent.

Théorie

Le calcul est simple:

Il suffit de multiplier les watts de la puissance de pédalage par la fraction d'heure qu'à duré l'exercice.

Si un élève pédale avec une puissance de 100 W durant deux minutes, l'énergie mécanique fournie est de $100 \cdot 2/60 = 3.33$ Wh ou 2,86 kcal*. Mais attention: l'ergomètre, généralement, s'il donne bien la puissance mécanique, donne l'énergie dépensée physiologiquement avec un rendement de 0,25. Dans notre cas le compteur affichera donc une énergie dépensée 4 fois plus grande, soit de 13.3 Wh ou 11,4 kcal

* Si le cadran de l'ergomètre ne donne l'énergie qu'en kilocalories, il faut tenir compte de la conversion: 1 Wh = 0,86 kcal ou 1 kcal = 1,16 Wh

En effet, 1 kcal = 4,18 kJ = 4,18 kJ / 3,6 kJ/Wh = 1.16 Wh

Atelier sur le thème **A**pproche de l'**É**nergie (ApEn)

Page suivante :

Questionnaire à choix multiple de réponses (QCM)

Tu peux ajouter des réponses qui te conviennent mieux sur les lignes blanches

32

Je me déplace à vélo sur une route plate et je pédale de manière à rouler toujours plus vite.

PU 8

Je peux affirmer que...

- la force avec laquelle j'appuie sur les pédales diminue
- mon vélo acquiert toujours plus d'énergie
- la puissance que je donne en pédalant augmente
- plus je vais vite, moins il me faut d'énergie pour gagner 1 km/h de vitesse supplémentaire
-

Energie cinétique puissance
accélération

36

Ce week-end, à vélo, j'ai pédalé plus longtemps et je suis allé plus loin que mon amie. Nous sommes tous deux revenu(e)s à notre point de départ. Nous avons des vélos identiques et nous pesons la même chose.

PU 12

Je peux affirmer que...

- j'ai développé une plus grande puissance que mon amie
- j'ai dépensé plus d'énergie que mon amie car j'ai fait un plus long trajet
- j'ai dépensé moins d'énergie que mon amie car je suis allé plus lentement qu'elle
- j'ai roulé plus vite que mon amie
-

Energie cinétique puissance
accélération

56

Je pédale durant 5 à 10 minutes en fournissant un effort moyen (je monte une légère pente ou je pédale à plat contre la bise). Cela me fait dépenser de l'énergie que je retrouverai en mangeant.

EN 31

D'après moi, je pourrai retrouver l'énergie dépensée en pédalant durant 5 à 10 minutes en mangeant...

- 0,1 gramme de sucre (une pointe de couteau)
- 1 morceau de sucre (5 g)
- 10 morceaux de sucres
- 1/2 kg de sucre
- 1 kg de sucre

Energie métabolisme

32 PU 8 Concepts: énergie_puissance Compétence: représentation

- Je peux affirmer que...
- la force avec laquelle j'appuie sur les pédales diminue
 - mon vélo acquiert toujours plus d'énergie
 - la puissance que je donne en pédalant augmente
 - plus je vais vite, moins il me faut d'énergie pour gagner 1 km/h de vitesse supplémentaire

36 PU 12 Concepts: énergie_puissance Compétence: représentation

- Je peux affirmer que...
- j'ai développé une plus grande puissance que mon amie
 - j'ai dépensé plus d'énergie que mon amie car j'ai fait un plus long trajet
 - j'ai dépensé moins d'énergie que mon amie car je suis allé plus lentement qu'elle
 - j'ai roulé plus vite que mon amie

56 EN 31 Concepts: métabolisme Compétence: savoir

- D'après moi, je pourrai retrouver l'énergie dépensée en pédalant durant 5 à 10 minutes en mangeant...
- 0,1 gramme de sucre (une pointe de couteau)
 - 1 morceau de sucre (5 g)
 - 10 morceaux de sucres
 - 1/2 kg de sucre
 - 1 kg de sucre