

COURIR PAR TEMPS CHAUD - INTRODUCTION

Cette unité consiste en une étude scientifique concernant la thermorégulation chez les coureurs de fond, pendant des séances d'entraînement pouvant être réalisées par temps chaud et/ou humide. La simulation permet aux élèves de modifier la température de l'air et le taux d'humidité, et de déterminer si le coureur fictif boit, ou non, de l'eau. Lors de chaque essai, les données associées aux variables sélectionnées apparaissent à l'écran, dont les suivantes : température de l'air, humidité de l'air, boit de l'eau (oui/non), volume de transpiration, perte en eau et température du corps. Les variables du volume de transpiration, de la perte en eau et de la température du corps du coureur sont également affichées dans la partie supérieure du volet « Simulation ». Lorsque les conditions entraînent une déshydratation ou un coup de chaleur, ces risques pour la santé sont signalés en rouge.

PISA 2015

Running in Hot Weather
Introduction

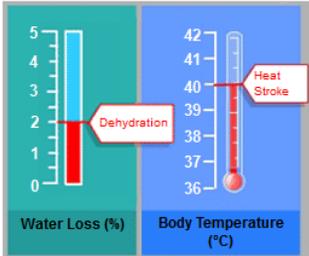
Read the introduction. Then click on the NEXT arrow.

RUNNING IN HOT WEATHER

During long-distance running, body temperature rises and sweating occurs.

If runners do not drink enough to replace the water they lose through sweating, they can experience dehydration. Water loss of 2% of body mass and above is considered to be a state of dehydration. This percentage is labeled on the water loss meter shown below.

If the body temperature rises to 40°C and above, runners can experience a life-threatening condition called heat stroke. This temperature is labeled on the body temperature thermometer shown below.



Meter	Value	Label
Water Loss (%)	2	Dehydration
Body Temperature (°C)	40	Heat Stroke

COURIR PAR TEMPS CHAUD - MISE EN PRATIQUE

Avant de commencer l'unité, les commandes de simulation sont présentées aux élèves qui doivent ensuite s'exercer à les paramétrer. Des messages d'aide s'affichent lorsque l'élève n'effectue pas les tâches requises dans un délai de 1 minute. Si les élèves n'effectuent aucune action dans un délai de 2 minutes, une présentation de la simulation s'affiche en tenant compte des paramètres énoncés dans les instructions. Comme expliqué à l'occasion de l'introduction donnée aux élèves avant le début de la Section relative aux sciences, des aide-mémoire concernant l'utilisation des commandes ainsi que la sélection ou la suppression d'une ligne de données sont disponibles sur chaque écran de questions, en cliquant sur le bouton intitulé « Comment exécuter la simulation » situé dans le volet de gauche.

PISA 2015

🕒

?

Running in Hot Weather

Introduction

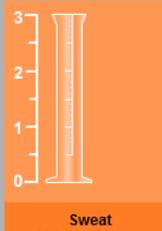
This simulation is based on a model that calculates the volume of sweat, water loss, and body temperature of a runner after a one-hour run.

To see how all the controls in this simulation work, follow these steps:

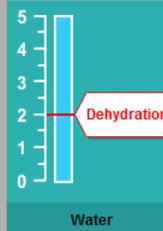
1. Move the slider for **Air Temperature**.
2. Move the slider for **Air Humidity**.
3. Click on either "Yes" or "No" for **Drinking Water**.
4. Click on the "Run" button to see the results. Notice that a water loss of 2% and above causes dehydration, and that a body temperature of 40°C and above causes heat stroke. The results will also display in the table.

Note: The results shown in the simulation are based on a simplified mathematical model of how the body functions for a particular individual after running for one hour in different conditions.

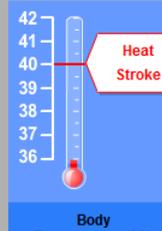




Sweat Volume (Litres)



Water Loss (%)



Body Temperature (°C)

Air Temperature (°C) 20 25 30 35 40

Air Humidity (%) 20 40 60

Drinking Water Yes No

Run

Air Temperature (°C)	Air Humidity (%)	Drinking Water	Sweat Volume (Litres)	Water Loss (%)	Body Temperature (°C)

2

COURIR PAR TEMPS CHAUD – QUESTION 1

PISA 2015

Running in Hot Weather
Question 1 / 6

► **How to Run the Simulation**

Run the simulation to collect data based on the information below. Select from the drop-down menus to answer the question.

A runner runs for one hour on a hot, dry day (air temperature 40°C, air humidity of 20%). The runner does not drink any water.

What health danger does the runner encounter by running under these conditions?

The health danger that the runner encounters is .

This is shown by the of the runner after a one-hour run.

The simulation interface includes four gauges: a runner icon, a sweat volume gauge (0-3 Litres), a water loss gauge (0-5%), and a body temperature gauge (36-42°C). The water loss gauge shows a red arrow pointing to 2% labeled 'Dehydration', and the body temperature gauge shows a red arrow pointing to 40°C labeled 'Heat Stroke'.

Air Temperature (°C)
 Air Humidity (%)
 Drinking Water Yes No

Run

Air Temperature (°C)	Air Humidity (%)	Drinking Water	Sweat Volume (Litres)	Water Loss (%)	Body Temperature (°C)

Les élèves sont invités à utiliser la simulation et les données générées afin de déterminer si une personne courant dans les conditions précisées est susceptible de souffrir de déshydratation ou d'un coup de chaleur. Ils doivent également définir si cela est indiqué par le volume de la transpiration, la perte en eau ou la température du corps du coureur.

<i>Format de l'item</i>	Choix multiple complexe
<i>Compétence</i>	Interpréter des données et des faits de manière scientifique
<i>Connaissances Système</i>	– Procédures – Êtres vivants
<i>Contexte</i>	Personnel – Santé et maladie
<i>Degré de difficulté</i>	497 – Niveau 3

Consignes de correction

Crédit complet

L'élève sélectionne les réponses suivantes :

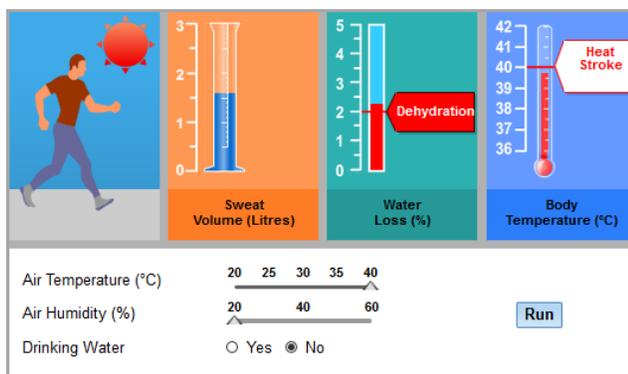
Le danger pour la santé auquel le coureur est confronté est (la déshydratation/le coup de chaleur)¹.

¹ Veuillez noter que l'option soulignée représente la bonne réponse.

Cela est indiqué par (le *volume de transpiration*/la perte en eau/*la température du corps*) du coureur après une heure de course.

Commentaires

Dans cette question, la valeur spécifique de chacune des variables dans la simulation est communiquée aux élèves. Ces derniers doivent paramétrer les commandes comme indiqué et exécuter la simulation une seule fois. L'option affichée en rouge signifie que, dans ces conditions, le coureur souffrirait d'une perte en eau qui entraînerait une déshydratation. Il s'agit de la question la plus facile de l'unité, demandant aux élèves de réaliser une opération simple et directe, à savoir : l'identification du paramètre signalé à l'écran tel que montré ci-dessous, et l'interprétation de cet affichage afin d'identifier correctement la perte en eau comme motif de la déshydratation du coureur.



COURIR PAR TEMPS CHAUD – QUESTION 2

PISA 2015

Running in Hot Weather

Question 2 / 6

► How to Run the Simulation

Run the simulation to collect data based on the information below. Click on a choice and then select data in the table to answer the question.

A runner runs for an hour on a hot and humid day (air temperature 35°C, air humidity of 60%) without drinking any water. This runner is at risk of both dehydration and heat stroke.

What would be the effect of drinking water during the run on the runner's risk of dehydration and heat stroke?

- Drinking water would reduce the risk of heat stroke but not dehydration.
- Drinking water would reduce the risk of dehydration but not heat stroke.
- Drinking water would reduce the risk of both heat stroke and dehydration.
- Drinking water would not reduce the risk of either heat stroke or dehydration.

★ Select two rows of data in the table to support your answer.

Air Temperature (°C)
 Air Humidity (%)
 Drinking Water Yes No

Air Temperature (°C)	Air Humidity (%)	Drinking Water	Sweat Volume (Litres)	Water Loss (%)	Body Temperature (°C)

<i>Format de l'item</i>	Choix multiple simple/Réponse libre
<i>Compétence</i>	Interpréter des données et des faits de manière scientifique
<i>Connaissances</i>	–
<i>Système</i>	Contenu – Êtres vivants
<i>Contexte</i>	Personnel – Santé et maladie
<i>Degré de difficulté</i>	580 – Niveau 4

Consignes de correction

Crédit complet

L'élève sélectionne la réponse suivante :

« Boire de l'eau peut réduire le risque de déshydratation, mais pas celui de coup de chaleur » ET choisit les deux lignes suivantes dans le tableau de données :

- Température de l'air : 35°C ; humidité de l'air : 60 % ; boit de l'eau : « Non » ; ET
- Température de l'air : 35°C ; humidité de l'air : 60 % ; boit de l'eau : « Oui »

Crédit partiel

L'élève sélectionne la réponse suivante :

« Boire de l'eau peut réduire le risque de déshydratation, mais pas celui de coup de chaleur » ET choisit des données incorrectes ou incomplètes.

Commentaires

Pour répondre à la question 2, les élèves doivent exécuter la simulation en maintenant la température et l'humidité de l'air conformément aux valeurs communiquées, tout en modifiant la variable « Boit de l'eau ». La simulation démontre que courir dans les conditions indiquées sans boire de l'eau entraîne à la fois une déshydratation et un coup de chaleur. En revanche, boire de l'eau réduit le risque de déshydratation, mais pas celui de coup de chaleur. Les élèves doivent exécuter la simulation deux fois afin d'obtenir les données qui justifient leur réponse. Cette question est plus difficile que la première, car les élèves doivent modifier une variable et comparer les résultats obtenus lors des deux essais.

COURIR PAR TEMPS CHAUD – QUESTIONS 3A ET 3B

PISA 2015

Running in Hot Weather

Question 3 / 6

► How to Run the Simulation

Run the simulation to collect data based on the information below. Click on a choice, select data in the table, and then type an explanation to answer the question.

When the air humidity is 60%, what is the effect of an increase in air temperature on sweat volume after a one-hour run?

Sweat volume increases
 Sweat volume decreases

★ Select two rows of data in the table to support your answer.

What is the biological reason for this effect?

Air Temperature (°C)	Air Humidity (%)	Drinking Water	Sweat Volume (Litres)	Water Loss (%)	Body Temperature (°C)

3A

<i>Format de l'item</i>	Choix multiple/Réponse ouverte (sélection de données) – Correction par ordinateur
<i>Compétence</i>	Évaluer et concevoir des investigations scientifiques
<i>Connaissances</i> –	Procédures – Êtres vivants
<i>Contexte</i>	Personnel – Santé et maladie
<i>Degré de difficulté</i>	531 – Niveau 3

3B

<i>Format de l'item</i>	Réponse libre – Codée par un correcteur
<i>Compétence</i>	Expliquer des phénomènes de manière scientifique
<i>Connaissances</i> –	Contenu – Êtres vivants
<i>Contexte</i>	Personnel – Santé et maladie
<i>Degré de difficulté</i>	641 – Niveau 5

Consignes de correction

3A

Crédit complet

L'élève sélectionne la réponse suivante :

« Le volume de transpiration augmente »

ET

Dans les deux lignes sélectionnées, l'humidité de l'air doit être égale à 60 % et la température doit afficher deux valeurs distinctes (l'une plus basse et l'autre plus élevée : par exemple 20°C dans la première ligne et 25°C dans la deuxième, ou 35°C dans l'une et 40°C dans l'autre, etc.). En outre, la variable « Boit de l'eau » doit être identique (soit « Oui », soit « Non ») dans les deux lignes sélectionnées.

3B

Remarque pour les correcteurs concernant les consignes de correction :

Les correcteurs coderont uniquement la réponse à la question ouverte suivante : Quelle est la raison biologique pour laquelle cet effet se produit ?

L'ordinateur notera séparément la sélection et les lignes de données, avec une note de 0 ou de 1.

Les correcteurs doivent coder la réponse écrite en partant du principe que l'élève a sélectionné l'option « Le volume de transpiration augmente », même si tel n'est pas le cas.

Crédit complet

La réponse de l'élève indique ou implique que la transpiration joue un rôle dans le refroidissement du corps et/ou dans la régulation de la température du corps.

- La transpiration s'évapore pour refroidir le corps lorsque la température est élevée.
- Augmenter le niveau de transpiration en cas de température élevée empêche le corps de devenir trop chaud.
- La transpiration contribue à maintenir la température du corps à un niveau qui ne représente aucun danger.

Commentaires

Cet ensemble comprend deux questions codées séparément : l'item 3A consiste en une question à choix multiple ainsi qu'en une sélection de données pour justifier la réponse apportée ; dans l'item 3B, les élèves doivent expliquer pourquoi le volume de transpiration augmente dans certaines conditions.

Pour répondre à la question 3A, dans laquelle une seule variable est définie (le niveau d'humidité), les élèves doivent exécuter la simulation en utilisant au moins deux températures différentes, afin de mettre en évidence le fait que leur augmentation influence le volume de transpiration. Les élèves doivent identifier dans le tableau au moins deux lignes de données qui justifient leur réponse. Cette question est de niveau 3.

L'item 3B, de niveau 5, représente la question la plus difficile de l'unité. Il demande aux élèves de faire appel à leurs connaissances en biologie (connaissances du contenu) pour expliquer que la transpiration refroidit le corps en cas d'élévation de la température.

COURIR PAR TEMPS CHAUD – QUESTION 4

PISA 2015

Running in Hot Weather
Question 4 / 6

► **How to Run the Simulation**

Run the simulation to collect data based on the information below. Click on a choice, select data in the table, and then type an explanation to answer the question.

Based on the simulation, when the air humidity is 40%, what is the highest air temperature at which a person can run for one hour without getting heat stroke?

20°C
 25°C
 30°C
 35°C
 40°C

★ Select two rows of data in the table to support your answer.

Explain how this data supports your answer.

Air Temperature (°C) 20 25 30 35 40
 Air Humidity (%) 20 40 60
 Drinking Water Yes No

Air Temperature (°C)	Air Humidity (%)	Drinking Water	Sweat Volume (Litres)	Water Loss (%)	Body Temperature (°C)

<i>Format de l'item</i>	Réponse libre – Codée par un correcteur
<i>Compétence</i>	Évaluer et concevoir des investigations scientifiques
<i>Connaissances – Système</i>	Procédurales – Êtres vivants
<i>Contexte</i>	Personnel – Santé et maladie
<i>Degré de difficulté</i>	592 – Niveau 4

Consignes de correction

Crédit complet

L'élève sélectionne **35°C**

ET

Les deux lignes sélectionnées indiquent : 40 % d'humidité à une température de l'air de 35°C, et 40 % d'humidité à une température de l'air de 40°C.

ET

L'élève donne une explication qui indique ou sous-entend qu'avec un taux d'humidité de 40 %, la plus haute température de l'air sans risque de coup de chaleur est 35°C, puisque augmenter la température de l'air de 35 à 40°C place le coureur en état de coup de chaleur.

- Quand la température extérieure augmente de 35 à 40°C, la température du corps monte au-dessus de 40°C, ce qui place le coureur en coup de chaleur.
- À 40 % d'humidité, courir à une température de l'air de 40°C mène au coup de chaleur, mais à 35°C, la température du corps du coureur reste juste en dessous du niveau du coup de chaleur.
- Quand on augmente la température de l'air, c'est à 40°C que le coureur souffre d'un coup de chaleur pour la première fois.
- Lorsque le taux d'humidité est de 40 %, le coureur ne souffre d'un coup de chaleur qu'à 40°C. 35°C est l'autre température la plus élevée.
- Coup de chaleur à 40°C, pas à 35°C. [*Réponse minimale*]

Crédit partiel

L'élève sélectionne **35°C**

ET

Les deux lignes sélectionnées indiquent : 40 % d'humidité à une température de l'air de 35°C et 40 % d'humidité à une température de l'air de 40°C.

ET

L'explication est manquante, n'est pas claire ou est erronée.

OU

L'élève sélectionne **35°C**

ET

Les lignes correctes **ne sont pas** sélectionnées

ET

L'élève donne une explication correcte.

OU

L'élève sélectionne **40°C**

ET

Les deux lignes sélectionnées indiquent : 40 % d'humidité à une température de l'air de 35°C, et 40 % d'humidité à une température de l'air de 40°C.

ET

L'élève donne une explication qui indique ou sous-entend qu'avec un taux d'humidité de 40 %, la plus haute température de l'air sans risque de coup de chaleur est 35°C.

[Remarque : on attribue un crédit à cette dernière combinaison, car les élèves peuvent avoir simplement mal lu la question et cru qu'il s'agissait de : « Quelle est la température minimale de l'air à laquelle on *risque* un coup de chaleur ? »]

Commentaires

Dans cette question, une seule variable est définie. Avec une humidité de l'air à 40 %, les élèves doivent exécuter au moins deux essais en vue de déterminer la température maximale à laquelle une personne peut courir sans souffrir d'un coup de chaleur. Ils doivent faire appel à leurs connaissances procédurales pour expliquer la manière dont les données obtenues justifient leur réponse, en indiquant qu'à un taux de 40 % d'humidité, une température supérieure à 35°C provoquerait un coup de chaleur.

COURIR PAR TEMPS CHAUD – QUESTION 5

PISA 2015

Running in Hot Weather

Question 5 / 6

► How to Run the Simulation

Run the simulation to collect data based on the information below. Click on a choice, select data in the table, and then type an explanation to answer the question.

The simulation allows you to choose 20%, 40% or 60% for air humidity.

Do you expect that it would be safe or unsafe to run while drinking water with the air humidity at 50% and air temperature of 40°C?

Safe
 Unsafe

★ Select two rows of data to support your answer.

Explain how this data supports your answer.

Air Temperature (°C)	Air Humidity (%)	Drinking Water	Sweat Volume (Litres)	Water Loss (%)	Body Temperature (°C)

Format de l'item	Réponse libre – Codée par un correcteur
Compétence	Évaluer et concevoir des investigations scientifiques
Connaissances – Système	Procédurales
Contexte	Personnel – Santé et maladie
Degré de difficulté	598 – Niveau 4

Consignes de correction

Crédit complet

L'élève sélectionne **Dangereux**

ET

Les deux lignes sélectionnées indiquent :

40 % d'humidité à 40°C avec « Boit de l'eau » = Oui, et

60 % d'humidité à 40°C avec « Boit de l'eau » = Oui.

ET

L'élève donne une explication qui indique que puisque le coureur souffre d'un coup de chaleur à 40 % et 60 % d'humidité, il y a un risque de coup de chaleur à 50 % d'humidité dans les mêmes conditions.

- Avec une température de 40°C et en buvant de l'eau, le coureur souffrira d'un coup de chaleur à 40 % et à 60 % d'humidité, donc il souffrira probablement d'un coup de chaleur entre ces deux niveaux d'humidité, à 50 %.
- 50 % se situe exactement entre 40 % et 60 %, et ces deux niveaux donnent un coup de chaleur, donc 50 % aussi sans doute.
- 40 % est dangereux, alors plus haut que cela, ce sera encore pire. [*Réponse minimale. Accompagnée d'une sélection correcte des lignes de données, cette réponse peut être interprétée comme expliquant la manière dont les données soutiennent la sélection de dangereux pour 50 %.*]

Crédit partiel

L'élève sélectionne **Dangereux**

ET

Les deux lignes sélectionnées indiquent :

40 % d'humidité à 40°C avec « Boit de l'eau » = Oui, et

60 % d'humidité à 40°C avec « Boit de l'eau » = Oui.

ET

L'explication est manquante, n'est pas claire ou est erronée.

OU

L'élève sélectionne **Dangereux**

ET

Les lignes correctes n'ont **pas** été sélectionnées

ET

L'élève donne une explication correcte faisant référence aux résultats de la simulation.

Commentaires

Pour répondre à cette question, les élèves doivent extrapoler au-delà des données obtenues directement par la simulation. Ils doivent formuler une hypothèse portant sur le fait qu'il est sans danger de courir à une température de 40°C et une humidité de 50 %, lorsque seuls les taux de 40 % et 60 % d'humidité peuvent être utilisés lors de la simulation. La bonne réponse est qu'il serait « Dangereux » de courir dans ces conditions. Les élèves doivent sélectionner deux lignes dans lesquelles la valeur de la température et la variable « Boit de l'eau » sont conformes à l'énoncé de la question, et dans lesquelles figurent les taux d'humidité de 40 % et de 60 %. L'explication doit préciser que, dans la mesure où le coureur souffrirait d'un coup de chaleur aussi bien à un taux d'humidité de 40 % que de 60 % (avec une température de 40°C et en buvant de l'eau), il est probable qu'il en serait de même avec un taux de 50 %.

LA MIGRATION DES OISEAUX – QUESTION 1

(S656Q01)

PISA 2015

Bird Migration
Question 1 / 5

Refer to "Bird Migration" on the right. Click on a choice to answer the question.

Most migratory birds gather in one area and then migrate in large groups rather than individually. This behaviour is a result of evolution. Which of the following is the best scientific explanation for the evolution of this behaviour in most migratory birds?

- Birds that migrated individually or in small groups were less likely to survive and have offspring.
- Birds that migrated individually or in small groups were more likely to find adequate food.
- Flying in large groups allowed other bird species to join the migration.
- Flying in large groups allowed each bird to have a better chance of finding a nesting site.

BIRD MIGRATION

Bird migration is a seasonal large-scale movement of birds to and from their breeding grounds. Every year volunteers count migrating birds at specific locations. Scientists capture some of the birds and tag their legs with a combination of coloured rings and flags. The scientists use sightings of tagged birds together with volunteers' counts to determine the migratory routes of birds.



<i>Format de l'item</i>	Choix multiple simple
<i>Compétence</i>	Expliquer des phénomènes de manière scientifique
Connaissances Système	Contenu – Êtres vivants
<i>Contexte</i>	Mondial – Qualité de l'environnement
<i>Degré de difficulté</i>	501 – Niveau 3

Consignes de correction

Crédit complet

L'élève sélectionne la réponse suivante :

« Les oiseaux qui migraient seuls ou en petits groupes avaient moins de chances de survivre et de se reproduire. »

Commentaires

Dans la question 1, les élèves doivent sélectionner une option expliquant le phénomène indiqué, à savoir la migration des oiseaux en grands groupes. Pour répondre à cette question, située au bas de l'échelle du niveau 3, les élèves doivent choisir une conclusion adéquate concernant l'avantage évolutif de ce comportement.

LA MIGRATION DES OISEAUX – QUESTION 2

(S656Q02)

PISA 2015

⏻

?

⏪

⏩

Bird Migration
 Question 2 / 5

Refer to "Bird Migration" on the right. Type your answer to the question.

Identify a factor that might make the volunteers' counts of migrating birds inaccurate, and explain how that factor will affect the count.

BIRD MIGRATION

Bird migration is a seasonal large-scale movement of birds to and from their breeding grounds. Every year volunteers count migrating birds at specific locations. Scientists capture some of the birds and tag their legs with a combination of coloured rings and flags. The scientists use sightings of tagged birds together with volunteers' counts to determine the migratory routes of birds.



<i>Format de l'item</i>	Codé par un correcteur
<i>Compétence</i>	Évaluer et concevoir des investigations scientifiques
<i>Connaissances Système</i>	– Procédures – Êtres vivants
<i>Contexte</i>	Mondial – Qualité de l'environnement
<i>Degré de difficulté</i>	630 – Niveau 4

Consignes de correction

Crédit complet

L'élève identifie au moins un facteur qui peut influencer la précision du comptage par les observateurs.

- Les observateurs peuvent rater certains oiseaux parce qu'ils volent trop haut.
- Si les mêmes oiseaux sont comptés plusieurs fois, cela peut rendre leur nombre trop grand.
- Pour les oiseaux qui sont dans un grand groupe, les bénévoles ne peuvent qu'estimer le nombre d'oiseaux qu'il y a.
- Les observateurs peuvent se tromper sur la sorte d'oiseaux dont il s'agit, donc le nombre pour cette sorte d'oiseaux sera faux.
- Les oiseaux migrent la nuit.
- Les bénévoles ne seront pas à tous les endroits où les oiseaux migrent.

14

- Les observateurs peuvent faire une erreur en comptant.
- Certains oiseaux ne sont pas visibles à cause des nuages ou de la pluie.

Commentaires

Pour répondre correctement à cette question, les élèves doivent utiliser leurs connaissances procédurales afin d'identifier un facteur qui pourrait rendre imprécis le comptage des oiseaux migrateurs, et d'expliquer en quoi ce facteur pourrait fausser les données collectées. La capacité d'identifier et d'expliquer les éventuelles limites dans des ensembles de données est un aspect important de la culture scientifique, ce qui place cette question en haut de l'échelle du niveau 4.

LA MIGRATION DES OISEAUX – QUESTION 3

(S656Q04)

PISA 2015

?
◀
▶

Bird Migration
Question 3 / 5

Refer to "Golden Plovers" on the right. Click on one or more boxes to answer the question.

Which statements about the golden plover's migration do the maps support?

✓ Remember to select **one or more** boxes.

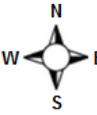
- The maps show a decrease in the number of golden plovers migrating southward in the past ten years.
- The maps show that northward migratory routes of some golden plovers are different from southward migratory routes.
- The maps show that migratory golden plovers spend their winter in areas that are south and southwest of their breeding or nesting grounds.
- The maps show that the migratory routes of the golden plover have shifted away from coastal areas in the past ten years.

BIRD MIGRATION
Golden Plovers

Golden plovers are migratory birds that breed in northern Europe. In autumn, the birds travel to where it is warmer and where more food is available. In spring the birds travel back to their breeding grounds.

The maps below are based on more than ten years of research on the migration of the golden plover. Map 1 shows the southward migratory routes of the golden plover during autumn, and map 2 shows the northward migratory routes during spring. Areas coloured grey are land, and areas coloured white are water. The thickness of the arrows indicates the size of the migrating groups of birds.

Migratory Routes of the Golden Plover





Map 1: Southward Migratory Routes
During Autumn



Map 2: Northward Migratory Routes
During Spring

<i>Format de l'item</i>	Choix multiple complexe
<i>Compétence</i>	Interpréter des données et des faits de manière scientifique
<i>Connaissances Système</i>	– Procédurales – Êtres vivants
<i>Contexte</i>	Mondial – Qualité de l'environnement
<i>Degré de difficulté</i>	574 – Niveau 4

Consignes de correction

Crédit complet

L'élève sélectionne :

À LA FOIS les 2 réponses suivantes :

« Les cartes montrent que les routes migratoires vers le nord de certains pluviers dorés sont différentes des routes migratoires vers le sud. »

« Les cartes montrent que les pluviers dorés migrateurs passent l'hiver dans des régions situées au sud et au sud-ouest de leurs sites de reproduction et de nidification. »

Commentaires

Pour répondre à la question 3, les élèves doivent comprendre la façon dont les données sont présentées dans les deux cartes et utiliser ces informations pour comparer et différencier les routes migratoires du pluvier doré à l'automne et au printemps. Pour cet exercice d'interprétation de niveau 4, les élèves doivent analyser les données et identifier la bonne option parmi les différentes conclusions proposées.

MÉTÉOROÏDES ET CRATÈRES – QUESTION 1

(S641Q01)

PISA 2015

?
◀ ▶

Meteoroids and Craters
 Question 1 / 3

Refer to "Meteoroids and Craters" on the right. Click on a choice to answer the question.

As a meteoroid approaches Earth and its atmosphere, it speeds up. Why does this happen?

- The meteoroid is pulled in by the rotation of Earth.
- The meteoroid is pushed by the light of the Sun.
- The meteoroid is attracted to the mass of Earth.
- The meteoroid is repelled by the vacuum of space.

METEORIDS AND CRATERS

Rocks in space that enter Earth's atmosphere are called meteoroids. Meteoroids heat up, and glow as they fall through Earth's atmosphere. Most meteoroids burn up before they hit Earth's surface. When a meteoroid hits Earth it can make a hole called a crater.



<i>Format de l'item</i>	Choix multiple simple
<i>Compétence</i>	Expliquer des phénomènes de manière scientifique
<i>Connaissances</i> –	
<i>Système</i>	Contenu – Physique
<i>Contexte</i>	Mondial – Frontières
<i>Degré de difficulté</i>	483 – Niveau 2

Consignes de correction

Crédit complet

L'élève sélectionne la réponse suivante :

« Le météoroïde est attiré par la masse de la Terre. »

Commentaires

Pour répondre à la question 1, les élèves doivent appliquer des connaissances scientifiques simples afin de sélectionner la bonne option expliquant l'augmentation de la vitesse des objets lorsqu'ils se rapprochent de la Terre. Cette question, située en haut de l'échelle du niveau 2, demande aux élèves d'expliquer un phénomène de manière scientifique.

MÉTÉOROÏDES ET CRATÈRES – QUESTION 2

(S641Q02)

PISA 2015

?
◀
▶

Meteoroids and Craters
Question 2 / 3

Refer to "Meteoroids and Craters" on the right.
Select from the drop-down menus to answer the question.

What is the effect of a planet's atmosphere on the number of craters on a planet's surface?

The thicker a planet's atmosphere is, the
 craters its surface will have
because meteoroids will burn up
in the atmosphere.

METEORIDS AND CRATERS

Rocks in space that enter Earth's atmosphere are called meteoroids. Meteoroids heat up, and glow as they fall through Earth's atmosphere. Most meteoroids burn up before they hit Earth's surface. When a meteoroid hits Earth it can make a hole called a crater.



<i>Format de l'item</i>	Choix multiple complexe
<i>Compétence</i>	Expliquer des phénomènes de manière scientifique
<i>Connaissances</i> –	
<i>Système</i>	Contenu – Terre et espace
<i>Contexte</i>	Mondial – Frontières
<i>Degré de difficulté</i>	450 – Niveau 2

Consignes de correction

Crédit complet

L'élève sélectionne les réponses suivantes :

Plus l'atmosphère d'une planète est épaisse, *plus/moins* il y aura de cratères à sa surface, car *plus/moins* de météoroïdes brûleront dans l'atmosphère.

Commentaires

Pour répondre à cette question de niveau 2, les élèves doivent sélectionner deux réponses expliquant le rapport entre l'épaisseur de l'atmosphère d'une planète, la probabilité que des météoroïdes brûlent dans l'atmosphère et, par conséquent, le nombre de cratères sur la surface de cette planète.

PISA 2015

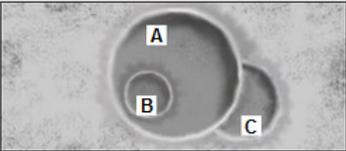
⏻

⏩

Meteoroids and Craters
Question 3 / 3

Refer to "Meteoroids and Craters" on the right. Use drag and drop to answer the question.

Consider the following three craters.



Put the craters in order by the size of the meteoroids that caused them, from largest to smallest.

	Largest	→	Smallest
A			

Put the craters in order by when they were formed, from oldest to newest.

	Oldest	→	Newest
A			

METEORIDS AND CRATERS

Rocks in space that enter Earth's atmosphere are called meteoroids. Meteoroids heat up, and glow as they fall through Earth's atmosphere. Most meteoroids burn up before they hit Earth's surface. When a meteoroid hits Earth it can make a hole called a crater.



<i>Format de l'item</i>	Choix multiple complexe (glisser-déplacer)
<i>Compétence</i>	Interpréter des données et des faits de manière scientifique
<i>Connaissances Système</i>	– Contenu – Terre et espace
<i>Contexte</i>	Mondial – Frontières
<i>Degré de difficulté</i>	3A : 299 – Niveau 1b 3B : 438 – Niveau 2

Consignes de correction

3A

Crédit complet

L'élève classe les cratères comme suit : A, C, B.

3B

² Veuillez noter qu'au niveau des codes des items, ces questions sont désignées comme Q03 et Q04.

Crédit complet

L'élève classe les cratères comme suit : C, A, B.

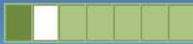
Commentaires

La question 3A, qui consistait simplement à interpréter des données de base, était la plus facile lors des épreuves des sciences de l'enquête de 2015. Elle requiert des connaissances simples et de la vie de tous les jours concernant le fait qu'un objet plus lourd provoquera un cratère plus grand, et qu'un objet plus léger provoquera un cratère plus petit.

La question 3B est quelque peu plus compliquée, car les élèves doivent comparer les trois cratères de l'image afin de déterminer le moment de leur formation, du plus ancien au plus récent, en fonction de la manière dont ils se superposent – p. ex., le cratère C doit s'être formé le premier, car le cratère A s'y superpose légèrement, et le cratère B doit être le plus récent, car il se trouve à l'intérieur du cratère A.

ÉTUDE DES VERSANTS D'UNE VALLÉE – INTRODUCTION

PISA 2015



Slope-Face Investigation

Introduction

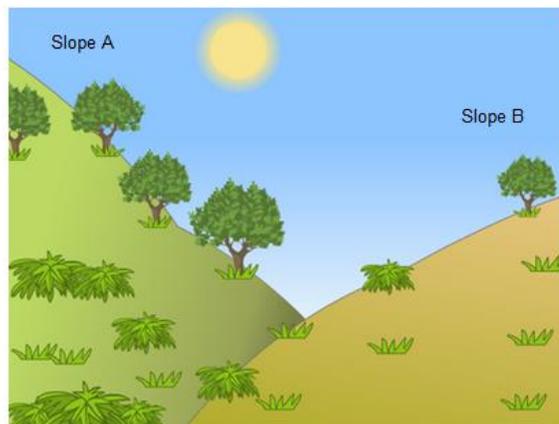
Read the introduction. Then click on the NEXT arrow.

SLOPE-FACE INVESTIGATION

A group of students notices a dramatic difference in the vegetation on the two slopes of a valley: the vegetation is much greener and more abundant on slope A than on slope B. This difference is shown in the illustration on the right.

The students investigate why the vegetation on the slopes is so different from one slope to the other. As part of this investigation, the students measure three environmental factors over a given period of time:

- **Solar radiation:** how much sunlight falls on a given location
- **Soil moisture:** how wet the soil is in a given location
- **Rainfall:** how much rain falls on a given location



ÉTUDE DES VERSANTS D'UNE VALLÉE – QUESTION 1

(S637Q01)

PISA 2015

⏻

?
⏪
⏩

Slope-Face Investigation
 Question 1 / 4

Refer to "Data Collection" on the right. Type your answer to the question.

In investigating the difference in vegetation from one slope to the other, why did the students place two of each instrument on each slope?

SLOPE-FACE INVESTIGATION
 Data Collection

The students place two of each of the following three instruments on each slope, as shown below.

Solar radiation sensor: measures the amount of sunlight, in megajoules per square metre (MJ/m²)

Soil moisture sensor: measures the amount of water as a percentage of a volume of soil

Rain gauge: measures the amount of rainfall, in millimetres (mm)

<i>Format de l'item</i>	Réponse libre – Codée par un correcteur
<i>Compétence</i>	Évaluer et concevoir des investigations scientifiques
Connaissances – Système	Épistémiques – Terre et espace
<i>Contexte</i>	Local/national – Ressources naturelles
<i>Degré de difficulté</i>	517 – Niveau 3

Consignes de correction

Crédit complet

L'élève donne une explication qui identifie un avantage scientifique à l'utilisation de plus d'un instrument de mesure sur chaque versant : par exemple, corriger la variation des conditions sur un même versant, augmenter la précision des mesures pour chaque versant.

- Pour qu'ils puissent déterminer si une différence entre les pentes est significative.
- Parce qu'il peut y avoir des variations sur un même versant.
- Pour augmenter la précision de la mesure pour chaque versant.
- Les données seront plus exactes.

23

- Au cas où l'un des deux ne fonctionne pas bien.
- Pour comparer les différentes quantités de soleil sur un versant. [*La comparaison sous-entend qu'il peut y avoir des variations.*]

Commentaires

Pour répondre à la question 1, les élèves doivent utiliser leurs connaissances épistémiques afin d'expliquer la conception de l'étude présentée dans cette unité. Cette question de niveau 3 permet aux élèves de montrer qu'ils ont compris la logique sous-jacente à la prise de deux mesures indépendantes du phénomène étudié. C'est à travers l'appréhension de cette logique que sont évaluées les connaissances épistémiques.

ÉTUDE DES VERSANTS D'UNE VALLÉE – QUESTION 2

(S637Q05)

PISA 2015

⏰

?
⏪
⏩

Slope-Face Investigation
Question 4 / 4

Refer to "Data Analysis" on the right. Click on a choice and then type an explanation to answer the question.

Two students disagree about why there is a difference in soil moisture between the two slopes.

- Student 1 thinks that the difference in soil moisture is due to a difference in solar radiation on the two slopes.
- Student 2 thinks that the difference in soil moisture is due to a difference in rainfall on the two slopes.

According to the data, which student is correct?

Student 1

Student 2

Explain your answer.

SLOPE-FACE INVESTIGATION
Data Analysis

The students take the average of the measurements collected over a given period of time from each pair of instruments on each slope and calculate the uncertainty in these averages. Their results are recorded in the following table. The uncertainty is given following the "±" sign.

	Average Solar Radiation	Average Soil Moisture	Average Rainfall
Slope A	$3800 \pm 300 \text{ MJ/m}^2$	$28 \pm 2\%$	$450 \pm 40 \text{ mm}$
Slope B	$7200 \pm 400 \text{ MJ/m}^2$	$18 \pm 3\%$	$440 \pm 50 \text{ mm}$

<i>Format de l'item</i>	Réponse libre – Codée par un correcteur
<i>Compétence</i>	Interpréter des données et des faits de manière scientifique
<i>Connaissances</i> –	
<i>Système</i>	Épistémiques – Terre et espace
<i>Contexte</i>	Local/national – Ressources naturelles
<i>Degré de difficulté</i>	589 – Niveau 4

Consignes de correction

Crédit complet

L'élève sélectionne **L'élève 1**

ET

Donne une explication qui indique qu'il y a une différence de rayonnement solaire entre les deux versants **et/ou** que les précipitations ne présentent pas de différence.

- Le versant B reçoit beaucoup plus de rayonnement solaire que le versant A, mais la même quantité de pluie.

- Il n'y a pas de différence dans la quantité de pluie que les deux versants reçoivent.
- Il y a une grande différence dans la quantité de lumière du soleil que le versant A reçoit par rapport au versant B.

Commentaires

Dans cette question, les élèves doivent évaluer deux affirmations en interprétant les données fournies, notamment les intervalles de confiance relatifs à la moyenne des mesures du rayonnement solaire, de l'humidité du sol et des précipitations. Les élèves doivent montrer qu'ils ont compris la manière dont les erreurs de mesure influent sur le degré de confiance associé aux mesures scientifiques précises : un aspect majeur des connaissances épistémiques.

FERME AQUATIQUE DURABLE – INTRODUCTION

PISA 2015

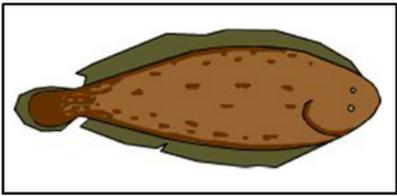
Sustainable Fish Farming
Introduction

Read the introduction. Then click on the NEXT arrow.

SUSTAINABLE FISH FARMING

An increased demand for seafood is placing a greater burden on populations of wild fish. To reduce this burden, researchers are investigating ways to grow fish sustainably in fish farms.

Two challenges to creating a sustainable fish farm include (1) feeding the farmed fish and (2) maintaining water quality. Farmed fish require large amounts of food. A fish farm that is sustainable will grow the food needed to feed the farmed fish. Waste from the fish can build up in the farm to levels that are dangerous to the fish. In a sustainable fish farm, there is a constant flow of ocean water through the farm. Waste and excess nutrients (food that algae and plants need to grow) are removed from the water before it is returned to the ocean.



PISA 2015

Sustainable Fish Farming

Question 1 / 4

Refer to the information below. Use drag and drop to answer the question.

The diagram shows a design for an experimental fish farm with three large tanks. Filtered salt water is pumped from the ocean before flowing from tank to tank until it is returned to the ocean. The primary goal of the fish farm is to grow common sole to be harvested in a sustainable way.

- **Common Sole:** The fish being farmed. Their preferred food is ragworms.

The following organisms will also be used in the farm:

- **Microalgae:** Microscopic organisms that only need light and nutrients to grow.
- **Ragworms:** Invertebrates that grow very rapidly on a diet of microalgae.
- **Shellfish:** Organisms that feed on microalgae and other small organisms in the water.
- **Marsh Grass:** Grasses that absorb nutrients and wastes from the water.

Water is returned to the ocean. Water enters the farm from the ocean. Nutrients are added to this tank.

Water is cleaned in this tank. Fish are harvested from this tank.

Filters that allow only microalgae to move through the farm in the flow of water.

The researchers need to decide in which tank each organism should be placed. Drag and drop each of the organisms below to the appropriate tank above to ensure that the Common Sole is fed and that salt water is returned to the ocean unchanged. The microalgae are already in the correct tank.

Common Sole

Ragworms

Shellfish

Marsh Grass

Format de l'item	Choix multiple complexe
Compétence	Expliquer des phénomènes de manière scientifique
Connaissances – Système	Contenu – Êtres vivants
Contexte	Local/national – Ressources naturelles
Degré de difficulté	740 – Niveau 6

Consignes de correction

Crédit complet

L'élève fait glisser l'image des néréides et de la sole commune dans le Bassin 2 (en bas à droite), puis celle des herbes des marais et des coquillages dans le Bassin 3 (à gauche).

Commentaires

Dans cette question, les élèves doivent comprendre un système et le rôle joué par divers organismes à l'intérieur de celui-ci. Pour répondre correctement à la question, les élèves doivent comprendre l'objectif de la ferme aquatique, la fonction de chacun des trois bassins qui la composent, et déterminer quels sont les organismes qui contribueront au mieux à remplir chaque fonction. Les élèves doivent utiliser les informations fournies par les stimuli et le diagramme, y compris la note de bas de page située sous celui-ci. Le caractère ouvert

de l'exercice ajoute une difficulté supplémentaire. En effet, chacun des quatre organismes peut être placé dans l'un des trois bassins et il n'existe aucune limite quant au nombre d'organismes pouvant être placés dans chaque bassin. Par conséquent, il existe de nombreuses possibilités de se tromper.

FERME AQUATIQUE DURABLE – QUESTION 2

(S601Q02)

PISA 2015

Sustainable Fish Farming
Question 2 / 4

Refer to the information below. Click on a choice to answer the question.

The diagram shows a design for an experimental fish farm with three large tanks. Filtered salt water is pumped from the ocean before flowing from tank to tank until it is returned to the ocean. The primary goal of the fish farm is to grow common sole to be harvested in a sustainable way.

- **Common Sole:** The fish being farmed. Their preferred food is ragworms.

The following organisms will also be used in the farm:

- **Microalgae:** Microscopic organisms that only need light and nutrients to grow.
- **Ragworms:** Invertebrates that grow very rapidly on a diet of microalgae.
- **Shellfish:** Organisms that feed on microalgae and other small organisms in the water.
- **Marsh Grass:** Grasses that absorb nutrients and wastes from the water.

Water is returned to the ocean.

Water enters the farm from the ocean.

Nutrients are added to this tank.

Water is cleaned in this tank.

Fish are harvested from this tank.

Filters that allow only microalgae to move through the farm in the flow of water.

Researchers have noticed that the water that is being returned to the ocean contains a large quantity of nutrients. Adding which of the following to the farm will reduce this problem?

- More nutrients
- More ragworms
- More shellfish
- More marsh grass

Format de l'item	Choix multiple simple
Compétence	Interpréter des données et des faits de manière scientifique
Connaissances – Système	Contenu – Êtres vivants
Contexte	Local/national – Qualité de l'environnement
Degré de difficulté	456 – Niveau 2

Consignes de correction

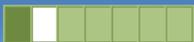
Crédit complet

L'élève sélectionne la réponse suivante :
« Herbes des marais »

Commentaires

Dans la question 2, de niveau 2, il suffit aux élèves d'identifier lequel des organismes mentionnés réduira la grande quantité de nutriments présents dans l'eau rejetée par la

ferme aquatique dans l'océan, en se basant sur la description de chaque organisme. La question ne nécessitant aucune explication rédigée, elle porte essentiellement sur la capacité à interpréter des données et des faits de manière scientifique.

PISA 2015     

Sustainable Fish Farming
Question 4 / 4

Click on a choice to answer the question.

Which procedure would make fish farming more sustainable?

- Increasing the rate of water flow through the tanks.
- Increasing the amount of nutrients added to the first tank.
- Using filters that allow larger organisms to move between the tanks.
- Using the wastes produced by the organisms to make fuel to run the water pumps.

<i>Format de l'item</i>	Choix multiple simple
<i>Compétence</i>	Expliquer des phénomènes de manière scientifique
<i>Connaissances</i> –	
<i>Système</i>	Contenu – Physique
<i>Contexte</i>	Local/national – Qualité de l'environnement
<i>Degré de difficulté</i>	585 – Niveau 4

Consignes de correction

Crédit complet

L'élève sélectionne la réponse suivante :

« Utiliser les déchets produits par les organismes pour fabriquer du carburant qui fera fonctionner les pompes à eau. »

Commentaires

Dans la question 3, les élèves doivent utiliser leur compréhension du système présenté dans cette unité ainsi que de la signification du terme « durable » dans ce contexte, afin d'identifier la manière de modifier le système pour en assurer une plus grande durabilité.