



# 1 Les conséquences des pluies acides

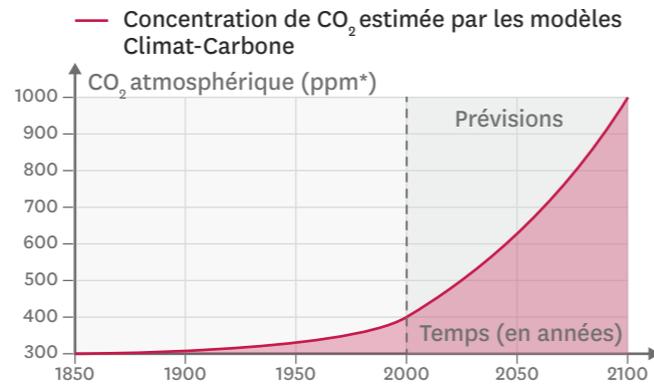
Les pluies acides désignent toute forme de précipitations dont le pH est plus acide que la normale. C'est un phénomène d'origine non naturelle. Bien que l'on soit loin du scénario catastrophe évoqué dans certains films, les pluies acides sont néanmoins à l'origine de désastres écologiques et sanitaires.

## Partie 1 Formation des pluies acides

L'eau de pluie est une eau légèrement acide naturellement : son pH est d'environ 5,6. La dissolution du dioxyde de carbone de l'air dans les gouttes d'eau forme de l'acide carbonique, responsable de cette acidité. L'industrie et les transports augmentent la quantité de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.



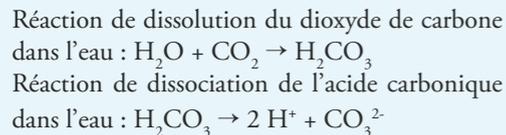
Doc. 1 Dépérissement forestier dû aux pluies acides.



Doc. 2 Évolution de la quantité de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

Les émissions de dioxyde de carbone, qui est un gaz à effet de serre, sont responsables du réchauffement climatique mais aussi des pluies acides.

\*La concentration en dioxyde de carbone est ici exprimée en ppm (partie par million). 1 ppm correspond à une molécule de dioxyde de carbone pour un million de molécules dans l'air.



Doc. 3 Réaction de dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau.

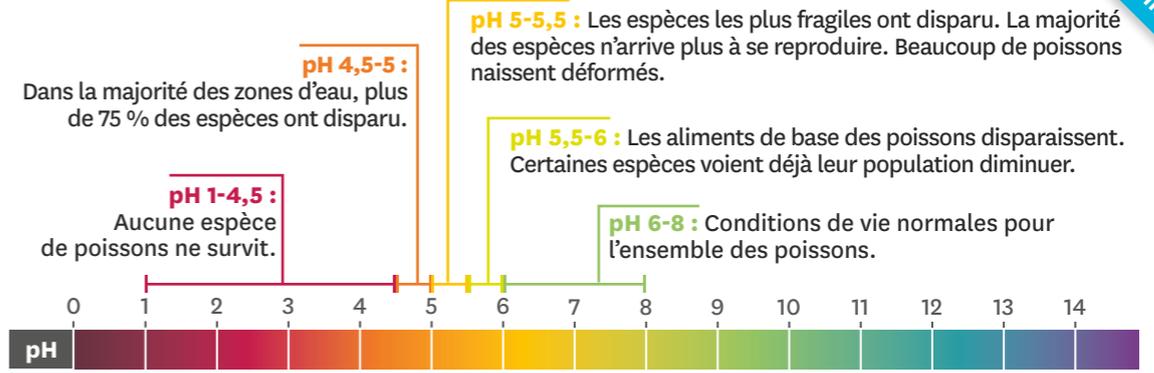
1. À l'aide des documents, explique pourquoi l'acidité de l'eau de pluie ne cesse d'augmenter.

## Partie 2 Impact des pluies acides sur les poissons

Les poissons, vivant en eau douce dans les lacs et rivières, sont dans un environnement au pH compris entre 6 et 8 dans des conditions normales. Toute modification de ce pH, hors de ces valeurs, affecte très rapidement la reproductibilité voire la survie des espèces.



Doc. 4 Des poissons intoxiqués par des pluies acides.



Doc. 5 Échelle de pH avec les conséquences sur la mortalité des poissons.

- Si quelques gouttes de pluie acide tombent dans un lac, quel phénomène physique subissent-elles ? Est-ce que le pH du lac varie beaucoup ?
- En cas de fortes précipitations, quel sera l'effet sur l'eau du lac et ses poissons ?

## Partie 3 Le saturnisme

Le saturnisme est une intoxication grave pouvant entraîner la mort. Elle est causée par la présence de plomb dans le sang (au-delà du seuil de 50 µg par litre de sang). Le plomb est un métal qui peut se trouver notamment dans nos canalisations. L'eau des pluies acides peut réagir avec lui avant d'être utilisée.



Doc. 6 Une canalisation d'eau.

La contamination du sang par un corps étranger se fait principalement par trois voies différentes.

- La voie respiratoire : le corps étranger est un gaz (ou dans un gaz) que le patient a respiré. Il passe la barrière des poumons et se retrouve dans le sang.

- La voie digestive : le corps étranger est dans un aliment ou dans un liquide, avalé par le patient. Il passe la barrière de l'estomac ou des intestins et se retrouve dans le sang.
- La voie cutanée : le corps étranger a pénétré dans l'organisme du patient via une plaie.

Doc. 7 Modes de contamination.

Dans un tube à essais, on verse de la poudre de plomb et on y ajoute de l'acide chlorhydrique concentré. Une effervescence est alors observée. Au bout de quelques instants, la poudre de plomb a complètement disparu. Afin d'identifier les produits de la transformation chimique, on réalise 3 tests :

- test de flamme : on entend une légère détonation ;
- test à l'iodure de potassium : on obtient un précipité jaune ;
- test au nitrate d'argent : on obtient un précipité blanc.

Doc. 8 Réaction entre le plomb et l'acide chlorhydrique.

- Écris l'équation de réaction équilibrée de la transformation chimique du plomb avec l'acide chlorhydrique.
- Comment peut-on avoir du plomb dans le sang ? Sous quelle forme s'y trouve-t-il ?

Test	Espèce chimique	Observation
Test de flamme	Dioxygène O <sub>2</sub>	La flamme se ravive
Test de flamme	Dihydrogène H <sub>2</sub>	Détonation
Test à l'hydroxyde de sodium	Ions zinc (II) Zn <sup>2+</sup>	Précipité blanc
Test à l'iodure de potassium	Ions plomb (II) Pb <sup>2+</sup>	Précipité jaune
Test au nitrate d'argent	Ions chlorure Cl <sup>-</sup>	Précipité blanc

Doc. 9 Tests de reconnaissance de quelques espèces chimiques.



## Corrigé Les conséquences des pluies acides

### Partie 1 Formation des pluies acides

1. À l'aide des documents, explique pourquoi l'acidité de l'eau de pluie ne cesse d'augmenter.

1. D'après le document 2, la quantité de dioxyde de carbone ne cesse d'augmenter dans l'atmosphère. Elle passe, par exemple, d'environ 330 ppm en 1950 à 400 ppm en l'an 2000 et l'on prévoit qu'elle dépassera 600 ppm en 2050.
- Or, d'après le document 3, le dioxyde de carbone se dissout dans l'eau de pluie selon la transformation chimique suivante :  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ .
- Et l'acide carbonique  $\text{H}_2\text{CO}_3$  se dissocie dans l'eau selon la transformation chimique suivante :  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2 \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ .
- Il y a donc de plus en plus d'ions hydrogène  $\text{H}^+$  dans l'eau de pluie. Puisque l'ion hydrogène est l'ion responsable de l'acidité, le pH de l'eau de pluie ne cesse d'augmenter.

### Partie 2 Impact des pluies acides sur les poissons

1. Si quelques gouttes de pluie acide tombent dans un lac, quel phénomène physique subissent-elles ? Est-ce que le pH du lac varie beaucoup ?
2. En cas de fortes précipitations, quel sera l'effet sur l'eau du lac et ses poissons ?

1. Si quelques gouttes de pluie acide tombent dans un lac, elles subiront une dilution. Ainsi, le pH du lac ne variera pas beaucoup.
2. En cas de fortes précipitations, l'eau de pluie acide s'ajoutant au lac peut être très importante et avoir une influence nette sur le pH de l'eau du lac, en le faisant diminuer. Cela peut avoir des conséquences mortelles pour les poissons (document 5), qui ne peuvent pas vivre dans une eau dont le pH est inférieur à 6. Si le pH de l'eau du lac baisse trop, les poissons ne pourront pas survivre.

### Partie 3 Le saturnisme

1. Écris l'équation de réaction équilibrée de la transformation chimique du plomb avec l'acide chlorhydrique.
2. Comment peut-on avoir du plomb dans le sang ? Sous quelle forme s'y trouve-t-il ?

1. D'après les documents 8 et 9, les produits de la transformation chimique du plomb Pb avec l'acide chlorhydrique sont :
- les ions plomb (II)  $\text{Pb}^{2+}$  (précipité jaune au test à l'iodure de potassium) ;
  - le dihydrogène  $\text{H}_2$  (détonation au test de flamme).

Les ions chlorure mis en évidence par le test à l'hydroxyde de sodium sont spectateurs : ils ne sont ni consommés ni produits par la transformation chimique.

L'équation de réaction ajustée de la transformation chimique du plomb avec l'acide chlorhydrique est :  $\text{Pb} + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{Pb}^{2+} + \text{H}_2$ .

2. D'après le document 7, le plomb entre dans le sang par la voie digestive essentiellement, mais aussi par la voie cutanée en cas de plaie. Le plomb dans le sang se trouve sous la forme ionique.

### Ressources

- <http://www.climat-en-questions.fr/>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Pluie\\_acide](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pluie_acide)
- [http://wikichimiegroupe1.dberard1.profweb.ca/index.php/Acide\\_et\\_base](http://wikichimiegroupe1.dberard1.profweb.ca/index.php/Acide_et_base)
- [https://www.notre-planete.info/environnement/pollution\\_air/pluies\\_acides.php#consequences](https://www.notre-planete.info/environnement/pollution_air/pluies_acides.php#consequences)
- <http://www.inserm.fr/thematiques/sante-publique/dossiers-d-information/le-saturnisme-ou-intoxication-au-plomb>



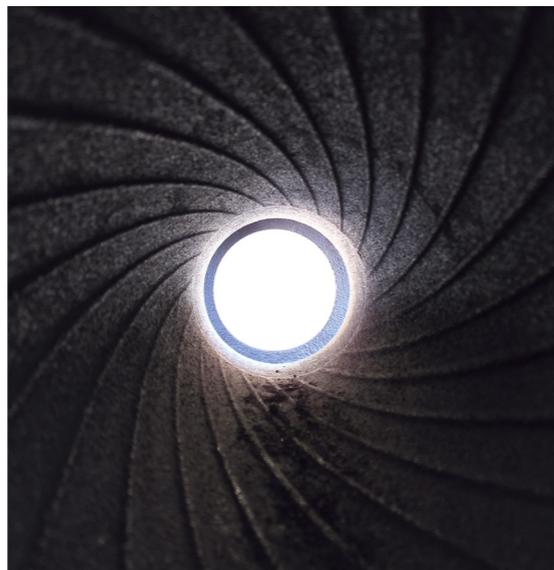
Retrouvez d'autres sujets sur [www.lelivrescolaire.fr](http://www.lelivrescolaire.fr)

### 3 Balistique sportive

Les épreuves olympiques de tir à la carabine se tirent à 10 mètres, 50 mètres et 300 mètres. La balistique, qui est l'étude du mouvement des projectiles, vient largement en aide aux athlètes pour améliorer leurs performances.

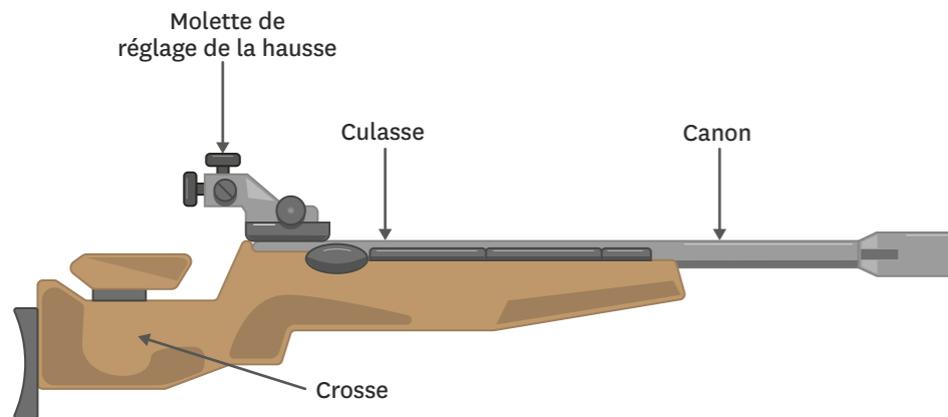
#### Partie 1 Mouvement à l'intérieur du canon

La balle entame son mouvement dans le canon de l'arme. L'intérieur du canon est rainuré pour donner à la balle un mouvement de rotation, ce qui lui assure une meilleure stabilité quand elle sort du canon. Elle peut alors atteindre une grande distance.



Doc. 1 Épreuve de tir aux Jeux Olympiques de Rio en 2016.

Doc. 2 Les rainures d'un canon.



Doc. 3 Schéma d'une carabine sportive.

1. À l'aide des documents, explique pourquoi le mouvement de la balle à l'intérieur du canon est la combinaison d'un mouvement rectiligne et d'un mouvement circulaire.

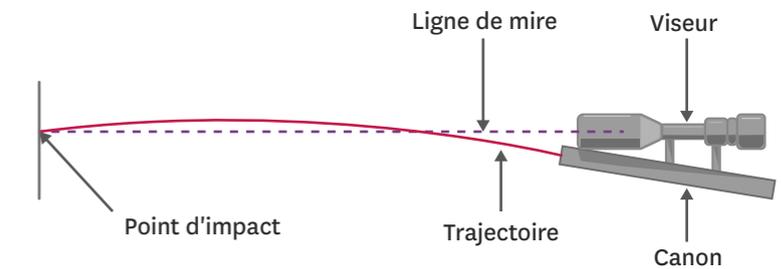
#### Partie 2 Mouvement de la balle en dehors du canon

Pour les distances courtes, la trajectoire de la balle est rectiligne. Pour le tir à 300 m, la trajectoire est plutôt courbe.



Doc. 4 Balle de fusil.

La masse d'une telle balle de fusil est de 6,8 g.



Doc. 5 Trajectoire de la balle lors du tir.

1. Représente le diagramme objet-interaction de la balle du fusil lorsque celle-ci a quitté le canon.
2. Quelles sont les caractéristiques du poids de la balle ( $g = 9,8 \text{ N/kg}$ ) ?
3. Explique pourquoi la trajectoire de la balle n'est pas rectiligne uniforme.

#### Partie 3 Vitesse et énergie de la balle

Dans des conditions normales de température et de pression de l'air, une balle tirée par une carabine sportive mettra en moyenne 0,425 seconde pour parcourir la distance de 300 mètres qui la sépare de la cible.

Distance parcourue (m)	Vitesse (m/s)
0	850
100	748
200	654
300	560

Doc. 6 Vitesse de la balle en fonction de la distance parcourue lors d'un tir.

L'énergie cinétique est l'énergie que possède un objet du fait de son mouvement. Elle est proportionnelle à la masse de l'objet et au carré de sa vitesse. Elle se calcule par la relation :

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

avec  $E_c$  : l'énergie cinétique en joule (J) ;  
 $m$  : la masse en kilogramme (kg) ;  
 $v$  : la vitesse en mètre par seconde (m/s).

Doc. 7 Énergie cinétique.

1. Calcule la vitesse moyenne de la balle entre le canon et la cible.
2. Pourquoi la vitesse de la balle diminue lors de sa trajectoire ?
3. Calcule l'énergie cinétique  $E_{ci}$  de la balle à la sortie du canon et son énergie cinétique  $E_{cf}$  juste avant l'impact dans la cible.
4. Pour quelle raison n'est-il pas correct d'interpréter la différence entre  $E_{cf}$  et  $E_{ci}$  comme une disparition d'énergie ?
5. Indique sous quelle(s) forme(s) et dans quel(s) réservoir(s) se retrouve l'énergie cinétique que la balle a perdu au moment d'atteindre la cible.



# Corrigé Balistique sportive

## Partie 1 Mouvement à l'intérieur du canon

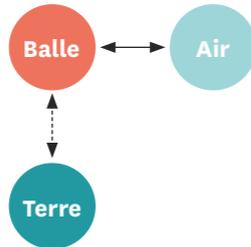
1. À l'aide des documents, explique pourquoi le mouvement de la balle à l'intérieur du canon est la combinaison d'un mouvement rectiligne et d'un mouvement circulaire.

1. Le mouvement d'une balle dans le canon du fusil est la composition d'un mouvement :
- rectiligne car le canon est droit ;
  - circulaire car l'intérieur du canon est rainuré pour donner un mouvement de rotation à la balle à la sortie du canon, ce qui la rend plus stable.

## Partie 2 Mouvement de la balle en dehors du canon

1. Représente le diagramme objet-interaction de la balle du fusil lorsque celle-ci a quitté le canon.  
2. Quelles sont les caractéristiques du poids de la balle ( $g = 9,8 \text{ N/kg}$ ) ?  
3. Explique pourquoi la trajectoire de la balle n'est pas rectiligne uniforme.

1. Le diagramme objet-interaction de la balle lorsque celle-ci a quitté le canon est :



2. Les caractéristiques du poids sont :
- le point d'application : le centre de gravité de la balle ;
  - la direction : la verticale ;
  - le sens : vers le bas ;
  - l'intensité :  $P = m \times g = 6,8 \times 10^{-3} \times 9,8 = 0,067 \text{ N} = 67 \text{ mN}$ .
3. La balle n'a pas un mouvement rectiligne et uniforme car les forces qui s'exercent sur elle ne se compensent pas.

## Partie 3 Vitesse et énergie de la balle

1. Calcule la vitesse moyenne de la balle entre le canon et la cible.  
2. Pourquoi la vitesse de la balle diminue lors de sa trajectoire ?  
3. Calcule l'énergie cinétique  $E_{ci}$  de la balle à la sortie du canon et son énergie cinétique  $E_{cf}$  juste avant l'impact dans la cible.  
4. Pour quelle raison n'est-il pas correct d'interpréter la différence entre  $E_{cf}$  et  $E_{ci}$  comme une disparition d'énergie ?  
5. Indique sous quelle(s) forme(s) et dans quel(s) réservoir(s) se retrouve l'énergie cinétique que la balle a perdu au moment d'atteindre la cible.

1. La vitesse moyenne de la balle est :

$$v = \frac{d}{t} = \frac{300}{0,425} = 706 \text{ m/s}$$

2. La vitesse de la balle diminue au cours du temps car l'air agit sur la balle (frottements) ce qui modifie sa vitesse et la fait diminuer.

3. L'énergie cinétique de la balle à la sortie du canon est :

$$E_{ci} = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 6,8 \times 10^{-3} \times 850^2 = 2457 \text{ J}$$

L'énergie cinétique de la balle au moment de l'impact est :

$$E_{cf} = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 6,8 \times 10^{-3} \times 560^2 = 1066 \text{ J}$$

4. L'énergie de la balle se conserve et ne peut donc pas simplement disparaître. La différence entre  $E_{ci}$  -  $E_{cf}$  correspond à des transferts d'énergie vers d'autres systèmes et/ou des conversions sous d'autres formes.  
5. Lorsqu'elle se déplace dans l'air, la balle qui est en mouvement déplace et modifie la vitesse des molécules du gaz (l'air) qui se trouvent sur sa trajectoire. Une partie de l'énergie de la balle est donc transférée à l'air. Par ailleurs, en frottant ainsi sur l'air, la balle chauffe. Une deuxième partie de son énergie cinétique est donc transformée en énergie thermique.

## Ressources

- [http://www.frankonia.fr/.6mm+Norma+BR,+Diamond+Line+Berger+Match+\(6,8gr\)/Norma/Apercu.html?Numero\\_d\\_article=60182](http://www.frankonia.fr/.6mm+Norma+BR,+Diamond+Line+Berger+Match+(6,8gr)/Norma/Apercu.html?Numero_d_article=60182)
- [http://www.riflescopelevel.com/cant\\_errors.html](http://www.riflescopelevel.com/cant_errors.html)
- <http://tiralc.free.fr/tirdico&secu.html>

Retrouvez d'autres sujets sur [www.lelivrescolaire.fr](http://www.lelivrescolaire.fr)

## 5 Un problème de lave-linge

Les appareils électriques sont classés depuis plusieurs années selon leurs performances énergétiques. Un étiquetage systématique a été adopté. Il résume les principales caractéristiques et performances de l'appareil. Doivent en particulier figurer sur cette étiquette :

- la classe énergétique de l'appareil ;
- les données de consommation de l'appareil ;
- les données liées au bruit que produit l'appareil.

### Partie 1 Énergie consommée par le lave-linge

Un lave-linge est composé de deux éléments :

- une résistance destinée à être traversée par un fort courant électrique et ainsi faire chauffer l'eau entre 30 °C et 60 °C par effet joule ;
- un moteur destiné à faire tourner le tambour de la machine plus ou moins vite en fonction de la phase du lavage (lavage ou essorage).



Doc. 1 Le lave-linge.

Phase du cycle	Durée (min)	Vitesse du rotor (tr/min)	Vitesse tambour (tr/min)	Puissance (W)
Lavage	45	800	50	100
Essorage	15	11 500	850	300

Doc. 2 Caractéristiques du moteur électrique.

Puissance	2 kW
Durée de chauffage	20 min

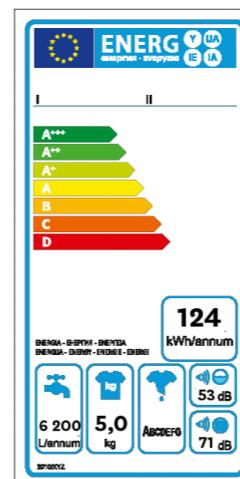
Doc. 3 Caractéristiques de la résistance.

1. Rappelle la relation entre la puissance  $P$  d'un récepteur électrique, l'énergie électrique  $E$  qu'il convertit et sa durée  $t$  de fonctionnement.
2. Pour chaque récepteur, calcule l'énergie convertie à chaque phase du cycle de lavage.
3. Calcule l'énergie électrique totale convertie au cours d'un cycle de lavage en W.h.

Retrouve d'autres sujets sur [www.lelivrescolaire.fr](http://www.lelivrescolaire.fr)

### Partie 2 Classe énergétique du lave-linge

Pour l'achat d'un lave-linge il faut être particulièrement attentif à son cout économique (dépense en électricité et eau), sa capacité en kg et le bruit de l'essorage.



Doc. 4 Étiquette-énergie incomplète du lave-linge.

Sur les étiquettes des appareils électroménagers est indiquée la classe énergétique, de A à G, A étant la classe la plus économique en énergie.

Récemment approuvées, les classes A+, A++ et A+++ permettent de classer les appareils très économiques comme ceci :

- A+ : appareil plus économique de 10 % que la classe A ;
- A++ : appareil plus économique de 20 % que la classe A ;
- A+++ : appareil plus économique de 30 % que la classe A.

Pour le lavage, l'échelle d'efficacité énergétique est calculée pour une lessive sur le cycle « blanc » à 60 °C et ramenée à 1 kg de linge. L'unité est donc kWh/kg de linge.

A+++	A++	A+	A	B	C	D	E	F	G
< 0,14	< 0,15	< 0,17	< 0,19	< 0,23	< 0,27	< 0,31	< 0,35	< 0,39	> 0,39

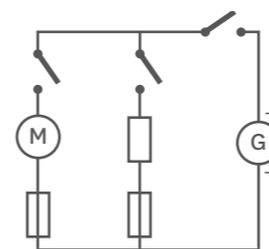
D'après « Étiquette-énergie », Wikipedia.org.

Doc. 5 Efficacité énergétique d'un lave-linge.

1. Trouve la classe énergétique du lave-linge en utilisant les résultats précédents et en considérant que le moteur et la résistance chauffante sont les seuls dispositifs convertissant de l'énergie.

### Partie 3 Lavage à l'eau froide

Le lave-linge ne lave plus correctement le linge. Le service après-vente envoie un réparateur qui met le lave-linge en route à sa puissance maximale. Il mesure la tension aux bornes de l'entrée du lave-linge et l'intensité du courant entrant dans l'appareil.



Doc. 6 Schéma de principe d'un lave-linge.



Doc. 7 Symbole normalisé du fusible.

<b>L/LO</b>	DVE	GS	CE
Mod. FDP7202PZ	Type TC09H55HW	IPX4	
Prod. No. 916 097 417 00			
230 V~ 50 Hz	2800 W	16 A	
Charge nominale 5 kg	Ser. No. 44391224		

Doc. 8 Valeurs nominales d'un lave-linge.

**U = 230 V**      **I = 1,3 A**

Doc. 9 Valeurs mesurées par le réparateur.

1. Doc.6 Reproduis le schéma de fonctionnement du lave-linge en ajoutant les appareils de mesures utilisés par le réparateur.
2. Rappelle la relation entre la puissance, la tension et l'intensité du courant électrique.
3. D'après les documents à ta disposition, comment le réparateur a-t-il pu déduire de ses mesures que c'était le fusible de protection de la résistance qui avait grillé ?

# Corrigé Un problème de lave-linge

## Partie 1 Énergie consommée par le lave-linge

- Rappelle la relation entre la puissance  $P$  d'un récepteur électrique, l'énergie électrique  $E$  qu'il convertit et sa durée  $t$  de fonctionnement.
- Pour chaque récepteur, calcule l'énergie convertie à chaque phase du cycle de lavage.
- Calcule l'énergie électrique totale convertie au cours d'un cycle de lavage en Wh.

- La relation entre l'énergie électrique  $E$ , la puissance  $P$  et la durée de fonctionnement  $t$  est :  $E = P \times t$ .
- La durée  $t_{\text{lavage}}$  du lavage est de 45 min, c'est-à-dire  $\frac{3}{4}$  d'heure. Le moteur fonctionne alors à une puissance  $P_{\text{lavage}}$  de 100 W.  
L'énergie convertie par le moteur lors du lavage est donc :  
 $E_{\text{lavage}} = P_{\text{lavage}} \times t_{\text{lavage}} = 100 \times \frac{3}{4} = 75 \text{ W.h}$
  - La durée  $t_{\text{essorage}}$  de l'essorage est de 15 min, c'est-à-dire un quart d'heure. Le moteur fonctionne alors à une puissance  $P_{\text{essorage}} = 300 \text{ W}$ .  
L'énergie convertie par le moteur lors de l'essorage est donc :  
 $E_{\text{essorage}} = P_{\text{essorage}} \times t_{\text{essorage}} = 300 \times \frac{1}{4} = 75 \text{ W.h}$
  - La durée  $t_{\text{chauffage}}$  du chauffage est de 20 min, c'est-à-dire un tiers d'heure. La puissance de la résistance est alors  $P_{\text{chauffage}} = 2 \text{ kW}$ , soit 2 000 W.  
L'énergie convertie par la résistance lors du chauffage est :  
 $E_{\text{chauffage}} = P_{\text{chauffage}} \times t_{\text{chauffage}} = 2\,000 \times \frac{1}{3} = 667 \text{ W.h}$
- L'énergie totale convertie par le lave-linge est égale à la somme des énergies converties par ses différents récepteurs au cours du cycle :  
 $E_{\text{totale}} = E_{\text{lavage}} + E_{\text{essorage}} + E_{\text{chauffage}} = 75 + 75 + 667 = 817 \text{ W.h}$

## Partie 2 Classe énergétique du lave-linge

- Trouve la classe énergétique du lave-linge en utilisant les résultats précédents et en considérant que le moteur et la résistance chauffante sont les seuls dispositifs convertissant de l'énergie.

- D'après la première partie, on sait que l'énergie consommée pour un lavage est de 817 W.h, soit 0,817 kW.h. D'après le document 5, on sait que l'efficacité énergétique se calcule pour une lessive en cycle blanc à 60 °C et est ramenée à 1 kg de linge. D'après le document 4, on sait qu'il s'agit d'une machine pouvant contenir 5 kg de linge. L'efficacité énergétique est donc :

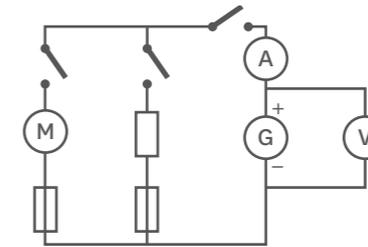
$$\frac{0,817}{5} = 0,16 \text{ kW.h/kg}$$

La classe énergétique de ce lave-linge est, d'après le document 4, A+.

## Partie 3 Lavage à l'eau froide

- Reproduis le schéma de fonctionnement du lave-linge en ajoutant les appareils de mesures utilisés par le réparateur.
- Rappelle la relation entre la puissance, la tension et l'intensité du courant électrique.
- D'après les documents à ta disposition, comment le réparateur a-t-il pu déduire de ses mesures que c'était le fusible de protection de la résistance qui avait grillé ?

- Le schéma du montage comportant les appareils de mesures est :



- La relation entre la puissance  $P$ , la tension  $U$  et l'intensité  $I$  du courant électrique est  $P = U \times I$ .
- On peut calculer la puissance du lave-linge à partir des mesures effectuées par le réparateur d'après le document 9. La puissance mesurée est :  $P_{\text{mesurée}} = U \times I = 230 \times 1,3 = 299 \text{ W}$ . D'après le document 8, la puissance maximale du lave-linge est de 2 800 W. D'après les documents 2 et 3, la puissance du moteur est de 300 W et celle de la résistance est de 2 000 W. Or, la puissance mesurée correspond à la puissance du moteur. Donc, le problème ne peut venir que de la branche contenant la résistance. Le problème venait par conséquent bien du fusible de la résistance.

## Ressources

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89tiquette-%C3%A9nergie>

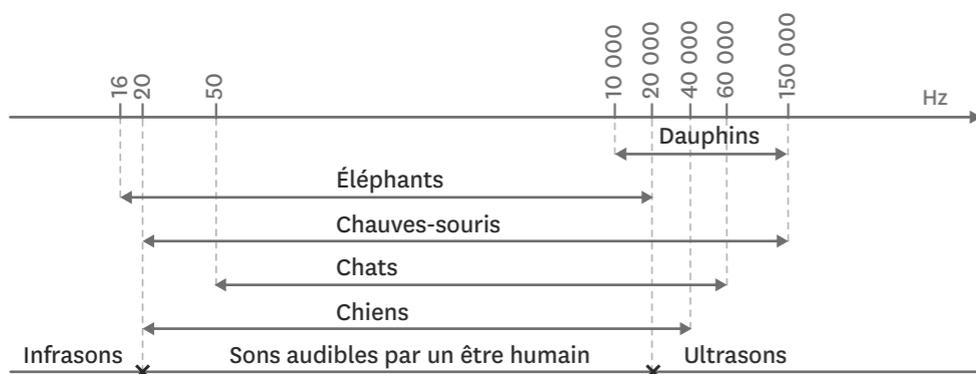
Retrouvez d'autres sujets sur [www.lelivrescolaire.fr](http://www.lelivrescolaire.fr)

# 7 SOund NAVigation and Ranging (SONAR)

Le SONAR est un appareil utilisant les propriétés du son pour détecter la présence d'objets sous-marins. Inventé durant la Première Guerre mondiale par les Français Paul Langevin et Constantin Chilowski, il est utilisé aussi bien par la marine de guerre que les pêcheurs ou les scientifiques.

## Partie 1 Le SONAR : un émetteur d'ultrasons

Le SONAR fonctionne sur le principe de l'émission d'une onde ultrasonore (50 kHz) et l'écoute de son écho sur les obstacles qu'elle peut rencontrer.

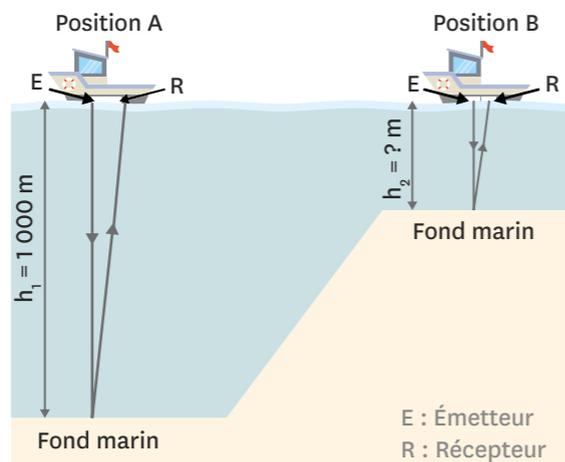


Doc. 1 Domaines des sons audibles pour certaines espèces animales.

1. Exprime la fréquence du signal émis par le SONAR en Hz.
2. Ce son est-il audible par les êtres humains ? Justifie ta réponse.
3. Quels animaux peuvent être perturbés par le SONAR ? Justifie ta réponse.

## Partie 2 Le SONAR : un récepteur d'ultrasons

Les signaux émis par le SONAR se propagent dans l'eau et sont réfléchis par le fond marin. Ils sont ensuite captés par un récepteur. Un ordinateur mesure la durée entre l'émission et la réception du signal sonore. Cela permet de connaître la distance entre le fond marin et le bateau.



Doc. 2 Partie de pêche.

Le SONAR d'un bateau de pêche se situe à la position A. La profondeur du fond marin est de 1 000 m à cet endroit. Dans la position B, le SONAR mesure une durée de 0,04 s entre l'émission et la réception du signal sonore.

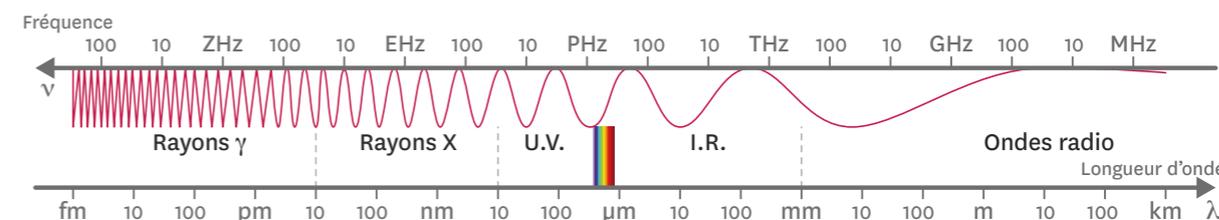
	Lumière	Son
Air	300 000 km/s	340 m/s
Eau de mer	225 000 km/s	1 500 m/s
Vide	300 000 km/s	-

Doc. 3 Vitesses de propagation de différents signaux en fonction du milieu.

1. Calcule la durée entre l'émission et la réception du signal sonore dans la position A.
2. Calcule la profondeur du fond marin à la position B.

## Partie 3 Radio Detection And Ranging : RADAR

Le RADAR est un système utilisant les ondes électromagnétiques pour détecter la présence, la position et la vitesse d'objets. Les ondes envoyées par l'émetteur sont réfléchies par la cible et récupérées par le récepteur situé au même endroit que l'émetteur.

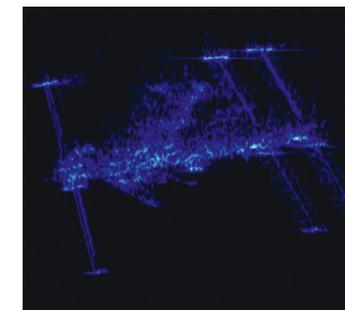


Doc. 4 Spectre des ondes électromagnétiques.



Doc. 5 La Station Spatiale Internationale (ISS).

L'ISS est en orbite autour de la Terre à 400 km d'altitude. Elle peut subir des avaries lors de la collision avec des débris spatiaux d'anciens satellites. Il est important de repérer à l'avance les collisions futures. Pour cela, on utilise un RADAR.



Doc. 6 L'ISS vue par le satellite RADAR allemand TerraSAR-X.

Le satellite RADAR TerraSAR-X a survolé l'ISS le 13 mars 2008 et a pris ce cliché à une distance de 195 km. Son RADAR fonctionne à une fréquence de 9,65 GHz, soit  $9,65 \times 10^9$  Hz.

1. Est-il possible d'utiliser un SONAR à ultrasons dans l'espace ? Justifie ta réponse.
2. Dans quel domaine du spectre des ondes électromagnétiques se trouve l'onde émise par le RADAR installé sur le satellite TerraSAR-X ?
3. Un débris sur une trajectoire de collision avec l'ISS est détecté par un écho sur le RADAR. L'impulsion revient une microseconde ( $1 \mu s = 10^{-6}$  s) après son départ. À quelle distance du satellite TerraSAR-X se trouve le débris ?

# Corrigé

## SOund NAvigation and Ranging (SONAR)

### Partie 1 Le SONAR : un émetteur d'ultrasons

1. Exprime la fréquence du signal émis par le SONAR en Hz.
2. Ce son est-il audible par les êtres humains ? Justifie ta réponse.
3. Quels animaux peuvent être perturbés par le SONAR ? Justifie ta réponse.

1. La fréquence du signal émis par le SONAR est de 50 000 Hz.  
Ce son n'est pas audible par les êtres humains car notre oreille perçoit des sons dont la fréquence est comprise entre 20 Hz et 20 000 Hz. La fréquence du signal émis par le SONAR est supérieure à 20 000 Hz, c'est un ultrason.  
Les animaux susceptibles d'être perturbés par le signal du SONAR doivent pouvoir l'entendre, c'est-à-dire avoir un domaine de sons audibles comportant le signal du SONAR. Ils doivent également vivre dans le milieu où l'on utilise cet instrument : l'eau. C'est le cas des dauphins qui sont des animaux aquatiques et qui perçoivent les sons compris entre 10 000 Hz et 150 000 Hz.

### Partie 2 Le SONAR : un récepteur d'ultrasons

1. Calcule la durée entre l'émission et la réception du signal sonore dans la position A.
2. Calcule la profondeur du fond marin à la position B.

1. La relation entre la durée  $t$  qui s'écoule entre l'émission et la réception du signal sonore, la vitesse  $v$  du son dans l'eau et la distance  $d$  parcourue par le signal s'écrit avec la formule  $d = vt$ .  
De plus, en allant du bateau au fond marin puis du fond-marin au bateau, le son parcourt la distance  $d = 2h$ ,  $h$  étant la profondeur du fond marin :  
on en déduit que  $2 \times h = v \times t$ .
  - En position A,  $h$  vaut  $h_1 = 1\,000$  m. L'égalité  $2 \times h = v \times t$  implique que la durée entre l'émission et la réception du signal est :

$$t = \frac{2h_1}{v} = \frac{2 \times 1000}{1500} = 1,33 \text{ s}$$

- En position B, la durée  $t$  vaut 0,04 s. L'égalité  $2h = vt$  implique alors :

$$h_2 = \frac{v \times t}{2} = \frac{1500 \times 0,04}{2} = 30 \text{ m}$$

#### Aide à la résolution

Attention à ne pas oublier que le signal effectue un aller-retour, soit 2 trajets.

### Partie 3 Radio Detection And Ranging : RADAR

1. Calcule la durée entre l'émission et la réception du signal sonore dans la position A.
2. Calcule la profondeur du fond marin à la position B.

1. Il est impossible d'utiliser un SONAR à ultrasons dans l'espace car le son ne se propage pas dans le vide, ce que l'on retrouve entre autres dans le document 3.
2. L'onde émise par le RADAR de TerraSAR-X a une fréquence de 9,65 GHz. Elle appartient donc au domaine des ondes radio dont les fréquences sont inférieures à 500 GHz environ.
3. La formule  $2d = ct$  exprime la relation entre la vitesse  $c$  de l'onde, la distance  $2d$  parcourue pour que l'écho revienne et la durée  $t$  du trajet de l'onde. On en déduit que la distance  $d$  à laquelle le débris se trouve de TerraSAR-X est :

$$d = \frac{c \times t}{2} = \frac{3,00 \times 10^8 \times 1 \times 10^{-6}}{2} = 150 \text{ m}$$

#### Aide à la résolution

Pour aller plus loin, on pourrait demander la période du signal du RADAR de TerraSAR-X et vérifier qu'il s'agit d'une onde centimétrique.

#### Ressources

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Sonar>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Radar>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/TerraSAR-X>
- <http://www.intelligence-airbusds.com/fr/255-terrasar-x>
- [http://www.dlr.de/en/desktopdefault.aspx/tabid-6840/86\\_read-22539/](http://www.dlr.de/en/desktopdefault.aspx/tabid-6840/86_read-22539/)

Retrouvez d'autres sujets sur [www.lelivrescolaire.fr](http://www.lelivrescolaire.fr)