

# Sciences physiques et chimiques

## TRONC COMMUN

### Corrigé

C. Colmache - C. Fréville - M. Goncalves - S. Graux  
Ch. Orven - S. Pasquier - G. Picot  
Sous la direction de C. Armand

les **NOUVEAUX** cahiers

## Crédits photographiques

- p. 20 ph © Nancy Honey/Cultura/Corbis (hg) ; Mark Boulton/Alamy (hd)
- p. 21 ph © Bartomeu Amengual/age fotostock/Hoa-Qui/Eyedeia (hg) ; Martin Bond/Still Pictures/Biosphoto (hd)
- p. 30 ph © Sinclair Stammers/Science Picture Library/Biosphoto (doc 2) ; RF Company/Biosphoto (doc 3) ; Ben Johnson/Science Photo Library/Biosphoto (doc 4)
- p. 31 ph © Kit Kittle/Corbis (g) ; Kamyar Adl/Alamy (m) ; Thierry Zoccolan/AFP (d)
- p. 38 ph © Marc Stéphane/Marine nationale
- p. 41 ph © Josef Polleross/Redux-Rea (bg) ; © Liu Yu/Redlink/Corbis (bd)
- p. 42 ph © Image Source/Corbis (doc 1) ; Transtock/Corbis (doc 2) ; Böckmann (doc 3)
- p. 53 ph © Michele Westmorland/Science Faction/Corbis (bd)
- p. 69 ph © Patrice Lecomte/Biosphoto (hg)
- p. 70 ph © Dirk Enters/imagebroker/age fotostock (bg)
- p. 71 ph © Onne van der Wal/Corbis
- p. 104 ph © Gilles Rolle/Rea (g) ; Will & Deni McIntyre/Corbis (d)
- p. 110 ph © Moschetti/Technichanvre/Rea (b)
- p. 111 ph © Pierre Bessard/Rea
- p. 115 ph © Jim Zuckerman/Corbis (bg)
- p. 125 ph © Richard Cummins/Corbis (bg)
- p. 145 ph © Lauros Giraudon/The Bridgeman Art Library (bd)
- p. 162 ph © Tomas Rodriguez/Corbis (b)
- p. 165 ph © Imane/BSIP
- p. 166 ph © Chris Sattlberger/Getty Images
- p. 169 ph © Memowell Corp. (bg)
- p. 170 ph © Alfred Wolf/Hoa-Qui/Eyedeia (hg)
- p. 189 ph © Bill Varie/Corbis
- p. 191 ph © John W. Karapelou/CMI/MedNet/Corbis (bg) ; Chassenet/BSIP (bd)
- p. 194 ph © Frédéric Woïrgard/LookatSciences
- p. 200 ph © Craig Auckland/Arcaïd/Corbis



« Le photocopillage, c'est l'usage abusif et collectif de la photocopie sans autorisation des auteurs et des éditeurs. Largement répandu dans les établissements d'enseignement, le photocopillage menace l'avenir du livre, car il met en danger son équilibre économique. Il prive les auteurs d'une juste rémunération. En dehors de l'usage privé du copiste, toute reproduction totale ou partielle de cet ouvrage est interdite ».

ISBN 978-2-216-11386-6

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français du Droit de copie (20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 1<sup>er</sup> juillet 1992 - art. 40 et 41 et Code pénal - art. 425).

© Éditions Foucher. Vanves 2010

# Sommaire

(T : Transports ; CME : Confort dans la maison et l'entreprise ; SL : Son et Lumière)

<b>1. Pile et accumulateur : quelle différence ? (T)</b> .....	7	L'ion hypochlorite pourrait-il être la cause du naufrage de l'Erika ?.....	38
<b>ACTIVITÉS</b>		<b>EXERCICES</b> .....	39
1. Quels sont les constituants d'une pile ?.....	8	<b>ÉVALUATION</b> : Classification électrochimique des métaux.....	40
2. Peut-on réaliser une pile au laboratoire ?.....	9	<b>4. Protéger un véhicule contre la corrosion : quels moyens ? (T)</b> .....	41
3. Quelles transformations a subies une pile usée ?.....	9	<b>ACTIVITÉS</b>	
4. Quelles autres piles peut-on réaliser au laboratoire ?.....	11	1. Comment les métaux sont-ils protégés ?.....	42
5. Peut-on prévoir le pouvoir d'un métal de ne pas s'oxyder ?...	12	2. Pourquoi une peinture anti-rouille protège-t-elle les métaux ?.....	43
6. Qu'est-ce qu'une batterie ?.....	13	3. Pourquoi une boîte de conserve résiste-t-elle à la corrosion ?.....	44
7. Comment fonctionne un accumulateur ?.....	14	4. L'action d'un acide peut-elle être un moyen de protection ?.....	45
<b>SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE :</b>		5. L'oxydation naturelle d'un métal est-elle toujours néfaste ?.....	47
La pile à combustible, source d'énergie de demain ?...	15	<b>SITUATION DE LA VIE PROFESSIONNELLE :</b>	
<b>EXERCICES</b> .....	16	Comment protéger industriellement les structures des véhicules ?.....	49
<b>ÉVALUATION</b> : Comment sont montés les accumulateurs dans une batterie de voiture ?..	17	<b>EXERCICES</b> .....	50
<b>2. Batteries d'accumulateurs : comment les recharger ? (T)</b> .....	19	<b>ÉVALUATION</b> : Peut-on protéger une lame de fer selon plusieurs méthodes ?.....	51
<b>ACTIVITÉS</b>		<b>5. Corps immergés dans les fluides : que subissent-ils ? (T)</b> .....	53
1. Quelles sont les tensions électriques dans un véhicule ?...	20	<b>ACTIVITÉS</b>	
2. Quels moyens pour recharger une batterie d'accumulateurs ?.....	21	1. Quand parle-t-on de pression exercée sur un solide ?.....	54
3. Comment caractériser le courant qui arrive à la batterie ?.....	22	2. Comment se manifeste l'action exercée par un fluide ?...	55
4. Comment redresser une tension alternative ?.....	23	3. Peut-on calculer la pression $p$ au sein d'un fluide ?.....	57
5. Pourquoi une tension redressée s'apparente-t-elle à une tension continue ?.....	24	4. Quelles unités pour mesurer des pressions ?.....	59
<b>SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE :</b>		<b>SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE :</b>	
Comment savoir si une batterie d'accumulateurs est rechargée ?.....	25	En plongée, pourquoi faut-il respecter des paliers de décompression ?.....	60
<b>EXERCICES</b> .....	26	<b>EXERCICES</b> .....	61
<b>ÉVALUATION</b> : Comment réaliser un redressement lissé ?.....	27	<b>ÉVALUATION</b> : Comment déterminer une masse volumique à l'aide d'un tube en U ?.....	62
<b>3. La corrosion : est-elle inévitable ? (T)</b> ....	29	<b>6. Les fluides : un solide peut-il s'y maintenir en équilibre ou s'y déplacer ? (T)</b> .....	63
<b>ACTIVITÉS</b>		<b>ACTIVITÉS</b>	
1. Pourquoi le fer s'oxyde-t-il ?.....	30	1. À quelle condition des solides pleins peuvent-ils flotter ?.....	64
2. Quelles sont les conditions qui favorisent la rouille ?.....	31		
3. Quelles sont les réactions de corrosion ?.....	33		
4. Le fer peut-il s'oxyder autrement qu'avec le dioxygène ?.	34		
5. Pourquoi évite-t-on d'assembler deux métaux différents ?...	35		
6. Peut-on classer les métaux et les ions associés ?.....	37		

2. Un liquide exerce-t-il une action sur un solide plein totalement immergé ? .....	65
3. Quelle est la cause de la poussée d'Archimède ? .....	67
4. Pourquoi un corps creux peut-il flotter ? .....	68
5. L'air est un fluide : peut-on s'élever dans l'atmosphère ? ..	69
6. Les avions : comment arrivent-ils à voler ? .....	70

**SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE :**

Pourquoi lester les bateaux ? .....	71
-------------------------------------	----

<b>EXERCICES</b> .....	72
------------------------	----

<b>ÉVALUATION</b> : Comment fabriquer un densimètre au laboratoire ? .....	74
--	----

**7. Matériaux : pourquoi des sensations différentes au toucher ? (CME) .....**

**ACTIVITÉS**

1. Objet chaud, objet froid : nos sensations sont-elles fiables ? ..	76
2. Matériaux : des transferts d'énergie thermique identiques ? ....	76
3. Matériaux en contact : quel mode de transfert de la chaleur ? .....	77
4. Qu'est-ce qu'un bon conducteur thermique ? .....	78
5. Matériaux : quelle capacité à recevoir de l'énergie thermique ? .....	79
6. Quantité de chaleur transférée : comment la calculer ? ..	80
7. Comment déterminer la capacité thermique massique d'un matériau ? .....	81

**SITUATION DE LA VIE PROFESSIONNELLE :**

Pourquoi les cuisiniers utilisent-ils des casseroles en cuivre ? .....	82
--	----

<b>EXERCICES</b> .....	83
------------------------	----

<b>ÉVALUATION</b> : Comment déterminer la capacité thermique $\mu_c$ d'un calorimètre ? .....	84
---	----

**8. Chauffer ou se chauffer : comment utiliser l'électricité ? (CME) .....**

**ACTIVITÉS**

1. Quels points communs entre les appareils destinés à chauffer ou à se chauffer ? .....	86
2. Résistances électriques* : quelles grandeurs électriques mises en jeu ? .....	87
3. La consommation d'une résistance électrique dépend-elle de sa durée de fonctionnement ? .....	87
4. La consommation d'une résistance électrique dépend-elle de la tension électrique de fonctionnement ? .....	88
5. La quantité d'énergie consommée $E$ est-elle dépendante de la valeur $R$ de la résistance électrique ? .....	89

**SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE :**

Peut-on prévoir la consommation d'un appareil électrique chauffant ? .....	90
--	----

<b>EXERCICES</b> .....	91
------------------------	----

<b>ÉVALUATION</b> : La relation entre $P$ , $U$ et $R$ se vérifie-t-elle expérimentalement ? .....	92
--	----

**9. Chauffer ou se chauffer : comment utiliser les ressources combustibles ? (CME) .....**

**ACTIVITÉS**

1. Quelles techniques de chauffage à combustibles ? .....	94
2. À quelle famille chimique appartient les combustibles usuels ? .....	95
3. Que se passe-t-il lors de la combustion d'un hydrocarbure ? .....	96
4. La combustion d'un hydrocarbure est-elle toujours complète ? .....	97
5. Combustion d'un hydrocarbure : quels aspects énergétiques ? .....	98

**SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE :**

Quelle est la problématique du chauffage d'un local d'habitation ? .....	99
--	----

<b>EXERCICES</b> .....	101
------------------------	-----

<b>ÉVALUATION</b> : Comment qualifier la combustion du bio-éthanol ? .....	102
--	-----

**10. Énergie : pourquoi et comment économiser l'énergie ? (CME) .....**

**ACTIVITÉS**

1. L'énergie : quelles raisons incitent à l'économiser ? .....	104
2. Y a-t-il des pertes énergétiques au niveau de la bouilloire ? .....	105
3. Quel est le rendement d'un brûleur à gaz ? .....	106
4. Une paroi peut-elle limiter les échanges thermiques ? .....	107
5. Pourquoi parle-t-on de résistance thermique pour une paroi ? .....	109
6. Économiser l'énergie : comment agir sur le rendement ? ..	110
7. Économiser l'énergie : comment limiter les pertes ? .....	110

**SITUATION DE LA VIE PROFESSIONNELLE :**

Comment connaître les performances isolantes des matériaux ? .....	111
--	-----

<b>EXERCICES</b> .....	113
------------------------	-----

<b>ÉVALUATION</b> : L'additivité des résistances thermiques est-elle vérifiée ? .....	114
---	-----

**11. Les eaux naturelles : pourquoi ne sont-elles pas pures ? (CME) .....**

**ACTIVITÉS**

1. Eau pure, eau naturelle : quelle différence ? .....	116
2. L'eau de pluie traverse l'atmosphère : quelles conséquences ? .....	117

3. Le caractère acide de l'eau de pluie : comment apparaît-il ?.....	118
4. Les gaz industriels : quelles conséquences sur l'eau de pluie ?.....	119
5. Le pH d'une solution : pourquoi diminue-t-il quand la concentration en ions $H_3O^+$ augmente ?.....	120
6. Les pluies acides : quelle conséquence sur les bâtiments ?.....	121

<b>SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE :</b> Comment traiter de l'eau de pluie récupérée ?.....	122
--	-----

<b>EXERCICES</b> .....	123
------------------------	-----

<b>ÉVALUATION :</b> La combustion de matières plastiques : quelle influence sur les pluies ?.....	124
---	-----

**12. Les eaux domestiques : pourquoi du tartre se forme-t-il ? (CME)**..... 125

<b>ACTIVITÉS</b>	
1. Les eaux domestiques : pourquoi encrassent-elles les appareils et les canalisations ?.....	126
2. Les ions $Ca^{2+}$ et $Mg^{2+}$ dans les eaux domestiques : pourquoi y sont-ils présents ?.....	127
3. Les risques de formation de tartre : comment les prévoir ?.....	128
4. Les dépôts de tartre : par quoi sont-ils favorisés ?.....	129

<b>SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE :</b> Comment traiter l'eau du robinet pour éviter la formation de tartre ?.....	130
--	-----

<b>EXERCICES</b> .....	131
------------------------	-----

<b>ÉVALUATION :</b> Comment mesurer quantitativement la dureté d'une eau au laboratoire ?.....	132
--	-----

**13. Les matières plastiques peuvent-elles être recyclées ? (CME)**..... 133

<b>ACTIVITÉS</b>	
1. Qu'est-ce que le recyclage ?.....	134
2. Toutes les matières plastiques peuvent-elles être recyclées ?.....	135
3. Comment identifier une matière plastique recyclable ?...	136
4. Différentes familles de matières plastiques.....	137
5. Pourquoi le tri sélectif ?.....	138
6. Quelles sont les propriétés des plastiques recyclables ?..	139

<b>SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE :</b> Quelles normes pour les matières plastiques en électricité ?.....	141
---	-----

<b>EXERCICES</b> .....	142
------------------------	-----

<b>ÉVALUATION :</b> Que contiennent nos poubelles jaunes ?.....	143
---	-----

**14. Rayons lumineux : comment peuvent-ils être déviés ? (SL)**..... 145

<b>ACTIVITÉS</b>	
1. La lumière se propage-t-elle différemment selon les milieux ?.....	146
2. Comment un miroir plan dévie-t-il les rayons lumineux ?	147
3. Comment une image se forme-t-elle dans un miroir plan ?...	147
4. Qu'arrive-t-il aux rayons lumineux lorsqu'ils rencontrent la surface de l'eau ?.....	149
5. Peut-on traduire le phénomène de réfraction par une loi ?...	151
6. Peut-on calculer la déviation de la lumière lors d'une réfraction ?.....	152

<b>SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE :</b> La lumière subit-elle une déviation dans une vitre ?.....	153
---	-----

<b>ÉVALUATION :</b> Comment analyser une solution par réfractométrie ?.....	155
---	-----

**15. Ondes sonores : comment se propagent-elles ? (SL)**..... 157

<b>ACTIVITÉS</b>	
1. Un son se propage-t-il en ligne droite ?.....	158
2. Peut-on visualiser la progression d'une onde sonore ?.....	159
3. À quoi le décalage perçu peut-il être associé ?.....	160
4. La longueur d'onde dépend-elle de la fréquence du signal ?.....	161
5. Comment déduire la valeur de la vitesse du son dans l'air ?.....	161
6. Un son se propage-t-il dans tous les milieux ?.....	162
7. Un son se propage-t-il à la même vitesse, quel que soit le milieu ?.....	163
8. Que se passe-t-il lorsqu'un son rencontre un obstacle ?...	164

<b>SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE :</b> Comment fabriquer un échographe simplifié ?.....	165
--	-----

<b>EXERCICES</b> .....	166
------------------------	-----

<b>ÉVALUATION :</b> La nature de l'émetteur influence-t-elle la propagation du son ?.....	167
---	-----

**16. Fibres optiques : comment guident-elles la lumière et transmettent-elles l'information ? (SL)**..... 169

<b>ACTIVITÉS</b>	
1. La lumière peut-elle être guidée par un corps transparent ?..	170
2. Dans quelles conditions ce phénomène se produit-il ?.....	171
3. Peut-on calculer la valeur de la mesure de cet angle limite ?...	173
4. Comment une fibre optique guide-t-elle la lumière ?.....	174
5. Comment transmettre un signal lumineux par fibre optique ?..	175
6. Comment transformer un signal électrique en signal lumineux ?.....	175

<b>SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE :</b>	
Comment un son peut-il être transmis à la vitesse de la lumière ?.....	176
<b>EXERCICES</b> .....	177
<b>ÉVALUATION :</b> Comment déterminer l'ouverture numérique d'une fibre optique ? .....	178

**17. Lentilles convergentes : comment forment-elles des images ? (SL)...** 179

<b>ACTIVITÉS</b>	
1. Existe-t-il différents types de lentilles ? .....	180
2. Comment caractériser une lentille convergente ?.....	181
3. Quels rayons particuliers pour une lentille convergente ?	182
4. Comment obtenir une image à travers une lentille ?.....	183
5. Peut-on prévoir la taille et la position de l'image ?.....	185
6. Comment déterminer précisément la distance focale ?...	186
7. Comment observer de petits objets ?.....	187

<b>SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE :</b>	
Comment un appareil de projection fonctionne-t-il ? .....	188

<b>EXERCICES</b> .....	189
------------------------	-----

<b>ÉVALUATION :</b> Comment déterminer la vergence d'une lentille ? .....	190
---	-----

**18. Correction et protection de l'œil : quelles solutions ? (SL).....** 191

<b>ACTIVITÉS</b>	
1. Comment l'œil fonctionne-t-il ?.....	192

2. Quels sont les dysfonctionnements de l'œil ?.....	193
3. Comment corriger l'hypermétropie de l'œil ? .....	194
4. À quoi sert l'accommodation de l'œil ?.....	194
5. Comment mesurer un éclairage ?.....	195
6. La position de l'éclairage est-elle une gêne pour l'œil ?...	196
7. Y a-t-il d'autres domaines de part et d'autre du spectre visible ? .....	197
8. Les lunettes de soleil offrent-elles un confort pour l'œil ?.....	197
9. UVA, UVB et UVC : sont-ils tous néfastes pour l'œil ?.....	199

<b>SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE :</b>	
Quelles sont les normes d'éclairage sur un lieu de travail ? .....	200

<b>EXERCICES</b> .....	201
------------------------	-----

<b>ÉVALUATION :</b> Comment varie l'éclairage en fonction de la distance ?.....	202
---	-----

<b>Fiches sécurité :</b> Produits chimiques : quels dangers ?	
Comment s'en protéger ? .....	203

<b>Fiches méthode</b>	
1. Comment identifier des ions en solution ?.....	205
2. Comment utiliser la classification électrochimique ?.....	206
3. Comment synthétiser un gaz au laboratoire sous la hotte ?..	207
4. Comment préparer une solution par dilution ? .....	208
5. Comment réaliser un dosage acido-basique ?.....	209
6. Comment utiliser un oscilloscope et un GBF ?.....	211
7. L'énergie : quelles formes d'énergie, quels modes de transfert, qu'est-ce qu'une chaîne énergétique ?.....	213

1

# Pile et accumulateur : quelle différence ?

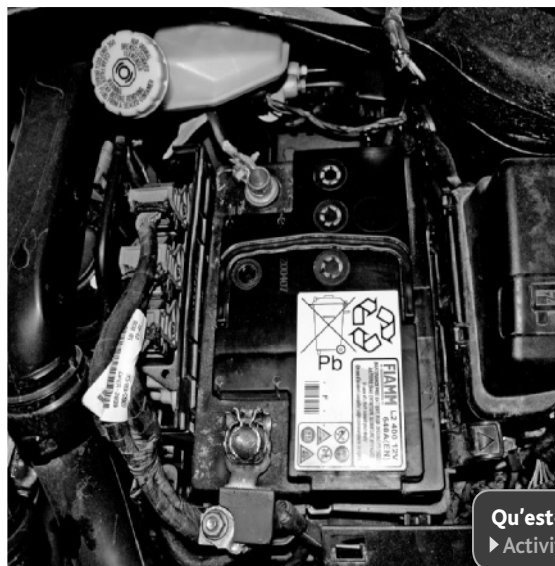


Quels sont les constituants d'une pile ?

► Activité 1

Quelles transformations a subies une pile usée ?

► Activité 3



Comment fonctionne un accumulateur ?

► Activité 7



Qu'est-ce qu'une batterie ?

► Activité 6

## ACTIVITÉ

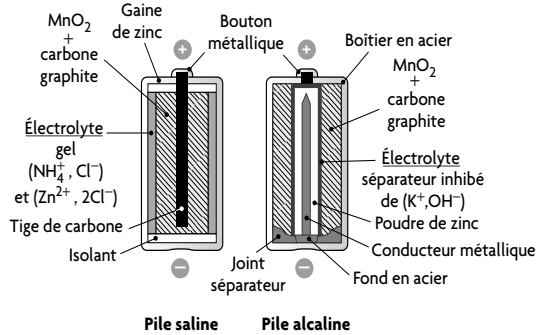
### Quels sont les constituants d'une pile ?

#### DOC. 1 Découverte de la pile

Dans les années 1800, le physicien Alexandre Volta empila des rondelles de cuivre et de zinc séparées par des linges imbibés de solution d'acide sulfurique ( $H^+$  ;  $SO_4^{2-}$ ). Il découvrit ainsi que cette pile de métaux produisait un courant électrique. La première pile électrochimique venait de naître.

Depuis, elle a évolué grâce aux recherches scientifiques et ses diverses formes sont utilisées dans les appareils électroniques.

#### DOC. 2 Schémas de piles



#### Travail à réaliser

1. D'après les doc. 1 et 2, **expliquer** par une phrase les raisons pour lesquelles le tri des piles est nécessaire.

*Les piles sont constituées de produits chimiques qui peuvent être nuisibles pour l'environnement.*

.....

.....

.....



2. En comparant les piles présentées dans les doc. 1 et 2, **relever** les éléments similaires et **compléter** le tableau ci-dessous.

Piles	Volta	Saline	Alcaline
<b>1<sup>er</sup> élément similaire (les métaux purs)</b>	Zinc et <i>cuivre</i> .....	<i>Zinc</i> .....	<i>Zinc</i> .....
<b>2<sup>e</sup> élément similaire (les ions)</b> .....	<i>H<sup>+</sup> et SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></i> .....	<i>NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> et Zn<sup>2+</sup></i> .....	<i>K<sup>+</sup> et OH<sup>-</sup></i> .....

3. D'après le doc. 2, **indiquer** le nom spécifique des composés ioniques présents dans les piles. *Le nom spécifique des composés ioniques présents dans les piles est « électrolyte ».*.....

.....

4. **Citer** l'électrolyte utilisé dans la pile de Volta. *L'électrolyte utilisé dans la pile de Volta est l'acide sulfurique ( $H^+$  ;  $SO_4^{2-}$ ).*.....

.....

#### Mémo

- Toutes les piles contiennent *des métaux*..... et une solution appelée *électrolyte*.....
- Toutes les solutions contenant *des ions*..... peuvent servir d'électrolyte.



## ACTIVITÉ

## 2

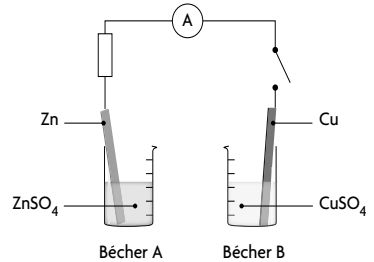
## Peut-on réaliser une pile au laboratoire ?

## Matériel

- deux béchers
- un pont salin
- un multimètre
- un interrupteur
- une résistance de  $3,3 \Omega$
- une solution de  $\text{CuSO}_4$  à  $0,1 \text{ mol/L}$
- une solution de  $\text{ZnSO}_4$  à  $0,1 \text{ mol/L}$
- une lame de cuivre
- une lame de zinc
- des fils de connexion
- deux pinces crocodiles
- une pissette d'eau distillée

## Travail à réaliser (TP)

1. Réaliser l'expérience ci-contre.
2. Régler le multimètre afin de mesurer l'intensité du circuit, puis fermer l'interrupteur.
3. Noter et justifier l'affichage observé sur le multimètre.



Le multimètre affiche la valeur 0, car le circuit n'est pas fermé.

4. Placer le pont salin de façon à relier les deux béchers et le dessiner sur le schéma ci-dessus.
5. Noter les nouvelles observations.

Le pont salin permet la circulation d'un courant électrique.

6. Expliquer en quoi le montage expérimental réalisé correspond à une pile.

On a la présence de deux métaux et de solutions électrolytiques reliées.

Il y a donc production de courant électrique.

## ACTIVITÉ

## 3

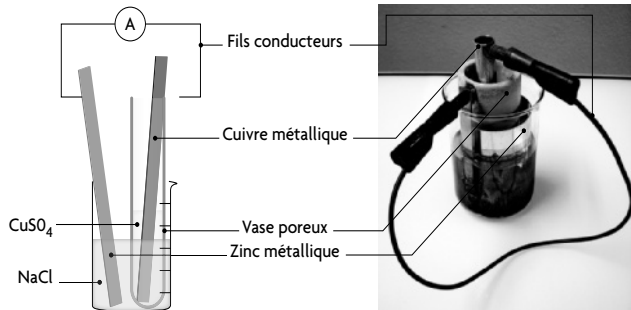
## Quelles transformations a subies une pile usée ?

## Matériel

- un dispositif de pile Daniell
- un ampèremètre
- une solution de  $\text{CuSO}_4$  à  $0,2 \text{ mol/L}$
- une solution de  $\text{NaCl}$  à  $0,2 \text{ mol/L}$
- des fils de connexion
- une pissette d'eau distillée
- deux tubes à essais
- des réactifs d'identification d'ions
- des pipettes Pasteur

## Travail 1 à réaliser (TP) Expérimentation

1. Réaliser la pile photographiée et le court-circuit schématisé ci-dessous.



2. Nommer l'élément qui remplace le pont salin dans cette pile.

Le vase poreux remplace le pont salin.

3. Préciser le nom du métal qui correspond à l'électrode positive en se référant au signe de l'affichage de l'ampèremètre.

Le métal correspondant à la borne positive (+) est le cuivre métallique.

4. Retirer l'ampèremètre en maintenant le court-circuit et laisser le dispositif en l'état pendant une journée. À la fin de la journée, noter les observations, puis émettre une hypothèse sur les faits observés.

La solution de cuivre s'est décolorée et un dépôt rougeâtre recouvre le cuivre métallique.

FICHE MÉTHODE 1

5. **Réaliser** une expérience permettant de confirmer la disparition des ions cuivre dans le vase poreux et **interpréter** chimiquement ce qui s'est passé dans le bécher contenant l'électrode de cuivre recouverte d'un dépôt rougeâtre.

*Les ions cuivre ( $\text{Cu}^{2+}$ ) se transforment en cuivre métallique ( $\text{Cu}$ ).*

6. **Noter** le moment où cette réaction commence.

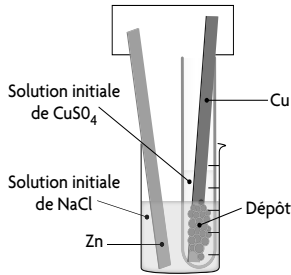
*Elle commence quand le zinc et le cuivre sont reliés par un fil conducteur.*

**Travail 2 à réaliser**



Exploitation

7. À l'aide du doc. 3, **indiquer** par des flèches le sens de passage des électrons dans le court-circuit schématisé ci-dessous.



**DOC. 3 Un peu d'histoire**

Lors des premiers travaux sur la conduction de l'électricité, les scientifiques pensèrent que le courant était dû à un déplacement de particules de charges positives.

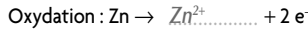
Ils adoptèrent, par convention, le même sens pour le déplacement du courant, c'est-à-dire de la borne + à la borne -.

Ils étaient loin d'imaginer que l'origine du courant électrique est en réalité un déplacement d'électrons de sens opposé.

8. **Faire** des expériences permettant de mettre en évidence les ions présents dans la solution du bécher et **citer** les ions nouveaux.

*Des ions zinc ( $\text{Zn}^{2+}$ ) apparaissent dans la solution du bécher.*

9. **Compléter** les deux demi-équations des réactions chimiques de la pile du schéma.

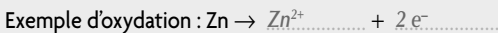


FICHE MÉTHODE 1

**Mémo**

● À l'intérieur d'une pile qui fournit du courant :

- l'anode est l'électrode métallique qui s'oxyde.



- une oxydation est une perte d'électron(s) ;

- la cathode est l'électrode où les ions métalliques se réduisent.



- une réduction est un gain d'électron(s)

## ACTIVITÉ 4

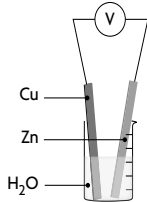
## Quelles autres piles peut-on réaliser au laboratoire ?

## Matériel

- un voltmètre
- deux fils de connexion
- deux pinces crocodiles
- deux lames de cuivre
- deux lames de zinc
- deux lames de plomb
- deux lames d'argent
- deux lames de fer
- deux lames d'étain
- un bécher
- une pissette d'eau distillée
- une solution de NaCl saturée

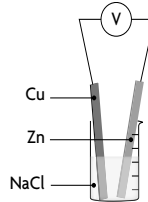
## Travail 1 à réaliser (TP) Émettre une hypothèse

1. Réaliser les expériences schématisées ci-dessous et compléter les encadrés correspondants.



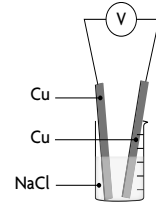
Expérience 1

Tension : 0 V .....  
Borne + : aucune .....



Expérience 2

Tension : ≈ 1 V .....  
Borne + : cuivre .....



Expérience 3

Tension : 0 V .....  
Borne + : aucune .....

2. Expliquer le résultat obtenu dans l'expérience 1.

*Ce n'est pas une pile car il manque un électrolyte.* .....

3. Expliquer pourquoi l'expérience 2 peut être appelée pile de Volta ?

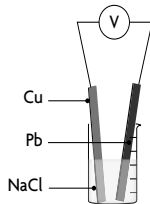
*Parce qu'on a un électrolyte (NaCl remplaçant H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), du cuivre et du zinc.* .....

4. D'après l'expérience 3, émettre une hypothèse sur la fabrication d'une pile.

*Pour fabriquer une pile, il faut un électrolyte et deux métaux différents.* .....

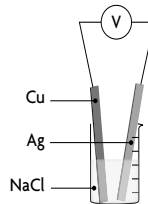
## Travail 2 à réaliser (TP) Vérification expérimentale

5. Réaliser les expériences schématisées ci-dessous et compléter les encadrés correspondants.



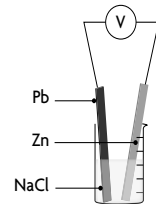
Expérience 4

Tension : ≈ 0,4 V .....  
Borne + : cuivre .....



Expérience 5

Tension : ≈ 0,4 V .....  
Borne + : argent .....



Expérience 6

Tension : ≈ 0,6 V .....  
Borne + : plomb .....

6. Avec d'autres métaux, réaliser des expériences similaires à l'expérience 3 qui permettent de confirmer l'hypothèse émise dans la réponse à la question 4 et conclure.

*Il faut deux métaux différents pour fabriquer une pile.* .....

- Pour fabriquer une pile, il faut deux métaux différents ..... et un électrolyte.

### Peut-on prévoir le pouvoir d'un métal de ne pas s'oxyder ?

#### Travail à réaliser



#### DOC. 4 Classement des métaux

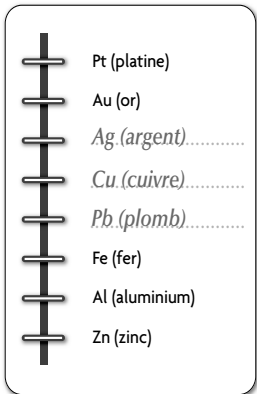
Les électrodes peuvent être des métaux très divers. Un classement permet de définir la noblesse de ces métaux, c'est-à-dire leur pouvoir de ne pas s'oxyder lorsqu'ils for-

ment une pile. On parle d'« échelle galvanique ». Dans le haut de cette échelle, on trouve les métaux les plus nobles, tel l'or ou le platine.

- À l'aide des résultats des travaux 1 et 2 de l'activité 4, **compléter** les quatre premières lignes du tableau ci-dessous.
- À l'aide du doc. 4 et du tableau ci-dessous, **noter** le nom et le symbole des métaux qui manquent sur l'échelle galvanique ci-contre.

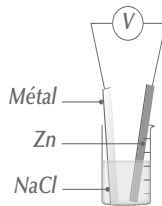
Piles			
Métal 1	Métal 2	Métal oxydé	Métal non oxydé
Cu	Ag	<i>Cu</i> .....	<i>Ag</i> .....
Cu	Zn	<i>Zn</i> .....	<i>Cu</i> .....
Cu	Pb	<i>Pb</i> .....	<i>Cu</i> .....
Pb	Zn	<i>Zn</i> .....	<i>Pb</i> .....
Fe	Pb	Fe	Pb
Ag	Au	Ag	Au
Sn	Pb	Sn	Pb
Al	Pb	<i>Al</i> .....	<i>Pb</i> .....

#### Échelle galvanique



- Compléter** la dernière ligne du tableau.
- Les informations du tableau (7<sup>e</sup> ligne) ne suffisent pas pour placer l'étain (Sn) sur l'échelle galvanique. **Proposer** un protocole expérimental qui permettrait de le faire.

#### Schéma



#### Protocole

Réaliser des piles comme celle.....  
schématisée ci-contre avec le zinc et des.....  
métaux qui se trouvent sous le plomb.....  
dans l'échelle galvanique.....

- Noter** les noms des deux métaux entre lesquels se trouve l'étain (Sn) sur l'échelle complétée à la question 2.

Sur l'échelle galvanique, Sn se trouve entre Pb et Fe.....

## ACTIVITÉ

## 6

## Qu'est-ce qu'une batterie ?

## DOC. 5 Pile



## DOC. 7 Batterie



- Série d'appareils, d'instruments, d'éléments destinés à fonctionner ou à être utilisés ensemble (par exemple, une batterie de casseroles).
- En électricité : ensemble de dispositifs de même type (par exemple des accumulateurs, des fours électriques, des piles, des condensateurs...).

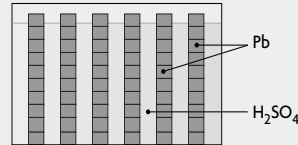


## DOC. 6 Accumulateur

Un accumulateur est un dispositif destiné à stocker de l'énergie qui lui permettra de fournir du courant électrique. Il est parfois appelé – à tort – « pile rechargeable ». Lorsqu'on parle d'éléments rechargeables on utilise le terme d'accumulateur. On les distingue des piles électriques qui, par définition, ne sont pas rechargeables. Les piles fournissent la quantité d'électricité prévue lors de leur fabrication (aucune charge ni préparation ne sont nécessaires avant leur utilisation).

## DOC. 8 Batterie au plomb

La batterie d'un véhicule est constituée de plusieurs accumulateurs au plomb. L'intérieur d'un accumulateur est schématisé ci-dessous.



## Travail à réaliser

1. Citer la consigne de sécurité inscrite sur toutes les piles commercialisées comme celle illustrée dans le doc. 5.

« Ne pas recharger » (« Caution : do not recharge »).....

2. D'après le doc. 6, noter la différence entre une pile et un accumulateur.

Contrairement aux accumulateurs, les piles ne sont pas rechargeables.....

3. D'après le doc. 7, citer un exemple de batterie non rechargeable qui fournit initialement du courant électrique.

Une batterie de pile (comme celle nommée « pile plate »).....

4. À l'aide du doc. 8, noter la différence entre un accumulateur de batterie de voiture et une pile.

Contrairement à une pile, dans cet accumulateur les métaux sont identiques.....

5. En référence aux expériences de l'activité 4, préciser la valeur de la tension  $U$  attendue entre deux lames de plomb plongées dans de l'acide sulfurique.

$U = 0 \text{ V}$ .....

6. Un accumulateur au plomb peut-il initialement fournir du courant électrique ?

Oui

Non

## ACTIVITÉ

# 7

## Comment fonctionne un accumulateur ?

### Matériel

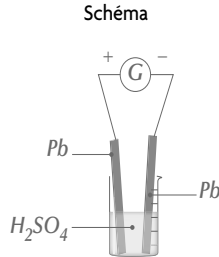
- deux lames de plomb
- deux pinces crocodiles
- un voltmètre
- un ampèremètre
- un bécher de 250 mL
- une solution de  $H_2SO_4$  0,1 mol/L
- un générateur de tension variable stabilisée (+ 2,5 V)
- des fils de connexion
- un conducteur ohmique de résistance 33  $\Omega$
- un interrupteur

### Travail à réaliser



### Électrolyse

1. **Proposer** un protocole qui permettrait de fabriquer un accumulateur au plomb et de le charger.



### Protocole

*Plonger deux lames de plomb dans un .....  
bécher contenant une solution d'acide .....  
sulfurique, puis brancher un générateur ...  
de tension continue sur ces deux lames.*

.....

.....

2. Après accord du professeur, **réaliser** le protocole.

3. **Noter** les observations pendant la charge.

*– Une couche blanche se dépose sur une électrode.*.....

*– On observe un dégagement gazeux à l'autre.*.....

.....

4. **Repérer et observer** les électrodes (cathode, anode).

*Cathode : électrode où il y a un dégagement gazeux.*.....

*Anode : électrode où il y a une couche blanche qui se dépose.*.....

.....

5. Au bout de 15 min, **arrêter** la charge et **mesurer** la tension aux bornes de l'accumulateur.

*Dépend des conditions expérimentales.*.....

6. **Réaliser** un circuit électrique avec l'accumulateur, un conducteur ohmique, un interrupteur et un ampèremètre.

7. **Fermer** le circuit à l'aide de l'interrupteur et **indiquer** l'électrode positive à l'aide de l'ampèremètre.

*Borne + : électrode avec la couche blanche déposée.*.....

.....

8. Après avoir déchargé l'accumulateur, **réaliser** à nouveau sa charge et **observer**.

9. Pourquoi l'accumulateur ne se détruit-il pas comme une pile ?

*Dans un accumulateur, c'est ce qu'on forme (oxyde de plomb) qui se détruit pendant la ...  
décharge et non un constituant.*.....

.....

### Mémo

- Tous les *accumulateurs*..... fonctionnent sur le même principe que celui au plomb.
- Par électrolyse, on polarise des *électrodes*..... de même nature en formant un nouvel élément. C'est cet élément qui *s'oxyde*..... pendant la décharge.

## La pile à combustible, source d'énergie de demain ?

Le principe de la pile à combustible a été mis en évidence par William Grove en 1839. Pourtant, ce n'est que depuis une quinzaine d'années que les scientifiques amplifient leurs recherches autour de ce dispositif, souhaitant vulgariser une technologie réservée jusqu'alors à la conquête spatiale.

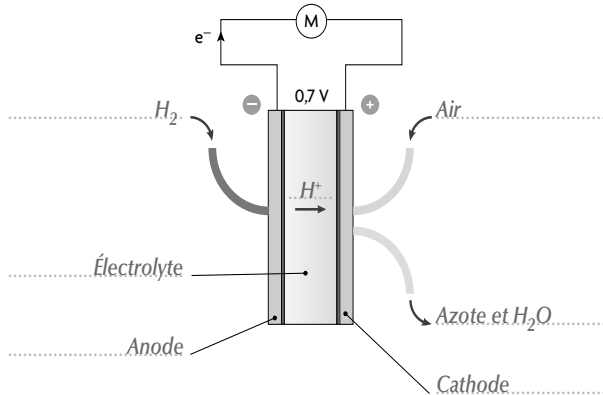
La pile à combustible s'appuie sur le principe inverse de l'électrolyse de l'eau. Elle utilise les gaz dihydrogène et dioxygène pour former de l'eau :

- le dihydrogène est oxydé et libère deux électrons ;
- le dioxygène capte les électrons et les ions  $H^+$  ainsi formés pour être réduit en eau.

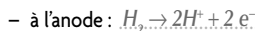
**Si le principe de fonctionnement d'une pile à combustible peut être schématisé assez simplement, les avancées technologiques ne se mesurent-elles pas au quotidien ?**

### Travail à réaliser

1. Compléter les légendes du schéma du principe de fonctionnement d'une pile à combustible.



2. Noter les équations des réactions qui se produisent :



3. À partir des ressources documentaires en ligne ou disponibles dans l'établissement, lister ci-dessous les technologies de piles à combustible proches de la commercialisation et leurs applications.

*En octobre 2009, on trouve sur le marché des propositions de groupe électrogène fonctionnant à l'hydrogène (site Air Liquide). On parle de la commercialisation dans un proche avenir de piles à combustible au méthanol pour les futurs ordinateurs portables...*

.....

.....

.....

.....

## 1 QCM

- Une perte d'électrons.
- Faux, il faut aussi un électrolyte.
- Réduction.
- Faux, dans une pile usée l'anode n'est pas oxydée.

## 2 Pile ou pas ?

- Cu, Au et NaCl est une pile.  
 Al, Al et H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> n'est pas une pile.  
 Au, Ag et NaCl est une pile.  
 Cu, Ag et H<sub>2</sub>O n'est pas une pile.

## 3 Réduction cathodique, oxydation anodique

Anodes : **Pb** **Al**  
**Cu** **Zn**

Bornes + : **Cu** **Pb**  
**Ag** **Al**

## 4 Équations

- $$\text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Fe}$$

$$\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^{-}$$



b.

Oxydation	Réduction
$\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^{-}$ $\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2 \text{e}^{-}$ $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^{-}$ $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^{-}$	$\text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Fe}$ $\text{Ag}^{+} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag}$

## 5 Électrolyse 1

- Du - vers le + sur les conducteurs.
- $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}$
- Oui, puisque les ions Cu<sup>2+</sup> se réduisent en cuivre.

## 6 Électrolyse 2

- $2\text{Cl}^{-} \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^{-}$
- Il s'agit d'une oxydation car il y a perte d'électrons qui se réalise à la cathode (reliée à la borne + du générateur).



### Comment sont montés les accumulateurs dans une batterie de voiture ?

#### Matériel

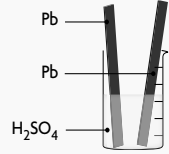
- six lames de plomb
- trois béchers
- de l'acide sulfurique à 0,1 mol/L
- un multimètre
- des fils de connexion
- six pinces crocodiles
- trois générateurs de tension continue variable

L'objectif est de comparer deux montages différents d'accumulateurs.

**1. Réaliser** trois accumulateurs identiques au plomb, comme celui schématisé ci-dessous. On les notera ACC1, ACC2 et ACC3.

**2. Indiquer** le nom spécifique de l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) dans l'accumulateur au plomb.

*L'acide sulfurique est l'électrolyte.*.....



**Faire vérifier la réalisation des accumulateurs par le professeur.**

**3. Mesurer**, à l'aide du multimètre, la tension  $U_0$  aux bornes d'un accumulateur.

$$U_0 = \dots\dots\dots V$$

**4. Citer** les deux possibilités qui modifieraient la tension mesurée dans la question 3.

*On remplace une borne de plomb par une borne d'un autre métal (pile).*.....

*On réalise une électrolyse pour former à une borne de l'oxyde de plomb.*.....

**5. Simultanément et sous la hotte, démarrer** les électrolyses des trois accumulateurs dont une est schématisée ci-contre.



**Faire vérifier les électrolyses des accumulateurs par le professeur.**

**6. Sur le schéma ci-contre, indiquer** le sens de déplacement des électrons dans le circuit électrique.

**7. Compléter** le schéma en indiquant par des flèches l'anode et la cathode.

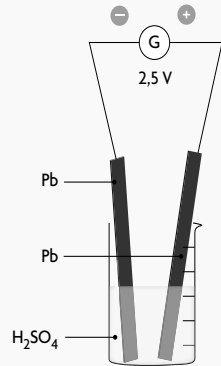
**8. Cocher** la bonne réponse.

Une oxydation est :  une perte d'électron(s).

un gain d'électron(s).

**9. Indiquer** le nom de l'électrode où a lieu l'oxydation pendant la charge de l'accumulateur au plomb.

*Il s'agit de l'anode.*.....



10. Dans l'accumulateur au plomb, le dégagement gazeux visualisé pendant l'électrolyse est du dihydrogène ( $H_2$ ). Ce gaz est obtenu par réduction des ions  $H^+$  présents dans l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ).

Compléter l'équation de la réduction :  $2 \dots H^+ + 2 \dots e^- \rightarrow H_2$

11. **Arrêter** la charge des trois accumulateurs simultanément.

12. **Mesurer** la tension aux bornes de chaque accumulateur.

$$U_{AAC1} = \dots V \quad U_{ACC2} = \dots V \quad U_{AAC3} = \dots V$$

13. **Monter** les accumulateurs en dérivation comme sur le schéma 1 ci-contre.



Faire vérifier le montage en dérivation par le professeur.

14. **Mesurer** la tension  $U_{deriv}$  aux bornes de cette batterie, c'est-à-dire entre les points A et B.

$$U_{deriv} = \dots V$$

15. **Monter** les accumulateurs en série comme sur le schéma 2 ci-dessous.

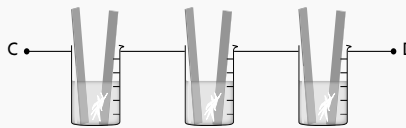


Schéma 2



Faire vérifier le montage en série par le professeur.

16. **Mesurer** la tension  $U_{serie}$  aux bornes de cette batterie, c'est-à-dire entre les points C et D.

$$U_{serie} = \dots V$$

17. **Conclure.**

Dans une batterie de voiture, les accumulateurs sont branchés en série. ....

.....



Faire vérifier par le professeur la remise en état du poste de travail.

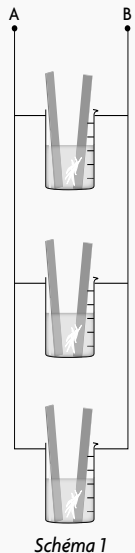


Schéma 1

Dépend des conditions expérimentales

Dépend des conditions expérimentales

Dépend des conditions expérimentales

## 2

# Batteries d'accumulateurs : comment les recharger ?



Quelles sont les tensions électriques dans un véhicule ?

► Activité 1

Quels moyens pour recharger une batterie d'accumulateurs ?

► Activités 1 et 2



Comment savoir si une batterie d'accumulateurs est rechargée ?

► Situation de la vie quotidienne



## ACTIVITÉ

### Quelles sont les tensions électriques dans un véhicule ?

**DOC. 1** Borne pour recharger une batterie



**DOC. 2** Chargeur



**DOC. 3** Batterie



**DOC. 4** Caractéristiques d'un véhicule électrique

Autonomie : 160 km  
Vitesse maximale : 140 km/h  
Puissance maximale : 54 kW

### Travail à réaliser

1. **Déterminer**, en justifiant à l'aide du schéma ci-contre et du chapitre 1, la nature du courant nécessaire pour charger un accumulateur.

*Exemple de réponse : il faut un courant continu.*

*En effet, pendant la charge, le générateur apporte des électrons à une électrode de l'accumulateur pour permettre la réduction.*

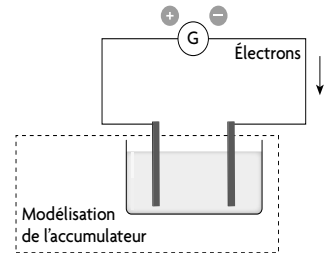
*Si on utilise un énérateur de courant alternatif, le flux d'électrons vers une électrode change à chaque demi-période, ce qui annule l'effet souhaité.*

2. **Indiquer** les inconvénients qui rendent difficile une diffusion massive de véhicules à technologie « 100 % électrique » sur le marché.

*L'autonomie n'est pas suffisante pour une utilisation optimale.*

3. À partir des ressources documentaires en ligne ou disponibles dans l'établissement, **rechercher** les différentes solutions envisagées par les fabricants automobiles.

*En 2010, trois possibilités sont envisagées : échange de batterie, bornes rapides et changement standard.*



- Pour recharger un accumulateur, on utilise un courant *continu*.....
- Le handicap principal d'un accumulateur est sa tenue à *la charge*.....

## ACTIVITÉ

## 2

## Quels moyens pour recharger une batterie d'accumulateurs ?

## DOC . 5 Alternateur de voiture

Dans un véhicule automobile, l'alternateur est relié au moteur par une courroie. Son rôle est de convertir l'énergie mécanique en électricité pour alimenter les appareils électriques de la voiture et/ou la batterie.



## DOC . 6 Branchement sur secteur



## Travail 1 à réaliser



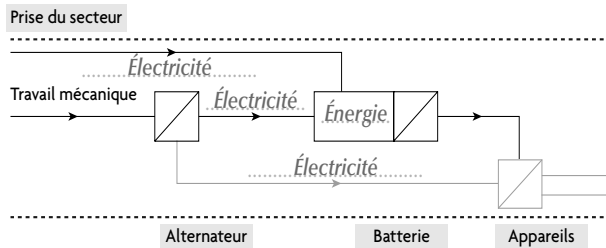
## Schématisation des différents moyens

## 1. Compléter les phrases suivantes.

Le chargeur de batterie est un appareil qui se branche sur le *secteur*..... d'une part et sur la *batterie*..... d'autre part. Il apporte *directement*..... de l'électricité.

La batterie stocke l'énergie pour la *restituer*..... aux appareils en fonctionnement.

## 2. Compléter la double chaîne énergétique illustrant les deux possibilités de recharge de la batterie de voiture (docs. 5 et 6).



## Travail 2 à réaliser



## TP Tension fournie par un alternateur

## 3. Proposer un protocole permettant de visualiser, à l'aide d'un oscilloscope, la tension délivrée par un alternateur de démonstration.

*On branche un alternateur de démonstration sur l'une des voies d'un oscilloscope et on... fait tourner la roue.*.....

4. Indiquer la caractéristique de cette tension : *Tension alternative*.....

## FICHE MÉTHODE 7

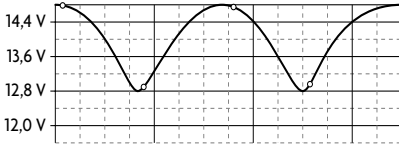
- Pour recharger des accumulateurs, on dispose soit du courant fourni par la *prise du secteur*....., soit de celui fabriqué par l'*alternateur*..... du véhicule. Ces deux dispositifs proposent du *courant alternatif*.....

## ACTIVITÉ

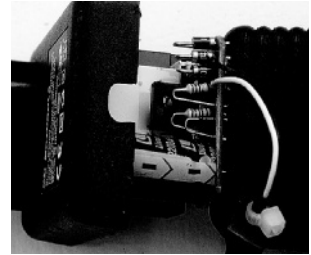
# 3

### Comment caractériser le courant qui arrive à la batterie ?

#### DOC. 7 Signal d'alternateur



#### DOC. 8 Chargeur



#### Travail 1 à réaliser



Signal observé aux bornes de l'alternateur de voiture

Le doc. 7 présente le signal observé sur un oscilloscope branché aux bornes de l'alternateur de voiture. Il met en évidence la tension au cours du temps.

1. S'agit-il d'un signal alternatif ? *Non*.....

2. **Indiquer** l'intervalle des valeurs prises par la tension :

*Entre 12,8V et 14,5V.*.....

3. Ce type de signal est dit « redressé ». **Justifier** cette appellation.

*Il ne présente que des alternances positives.*.....

#### Matériel

- un oscilloscope ou un capteur de tension ExAO
- un chargeur de téléphone portable muni de fiches de sécurité
- des fils de connexion

#### Travail 2 à réaliser



Chargeur de téléphone portable

4. **Proposer** un protocole, à mener au laboratoire, permettant d'observer le signal électrique fourni par le chargeur.

Schéma



Protocole

*Brancher le chargeur sur un oscilloscope et visualiser la tension produite.*.....

5. **Réaliser** l'expérience après l'accord du professeur.

6. **Conclure** sur la nature du courant.

*Un chargeur de téléphone portable fournit du courant continu.*.....

7. Sur le doc. 8, on distingue des composants électroniques. **Compléter** les légendes de l'image à l'aide des mots suivants : résistor – diodes – condensateurs.

### Mémo

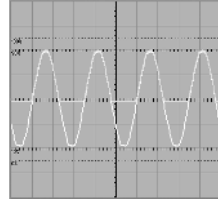
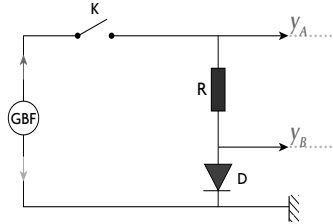
- Dans un alternateur de voiture, la tension alternative produite est *redressée*.....
- Un chargeur d'accumulateurs fournit *une tension continue*..... Celle-ci est obtenue grâce à l'utilisation de *composants électroniques*.....

## ACTIVITÉ

## 4

## Comment redresser une tension alternative ?

## DOC . 9 Montage avec une diode



## Travail 1 à réaliser TP Exploitation de résultats expérimentaux

1. D'après le montage du doc. 9, **identifier** les tensions qui sont visualisées sur les voies  $y_A$  et  $y_B$  de l'oscilloscope ?

**Voie A :** *tension aux bornes du générateur*.....

**Voie B :** *tension aux bornes de la diode*.....

2. En illustrant par des flèches de couleurs différentes le sens du courant à chaque alternance, **expliquer** l'évolution de la tension aux bornes de la diode.

*Flèche rouge :* *alternance positive, la diode est passante. La tension aux bornes de la diode est en phase avec celle du générateur.*.....

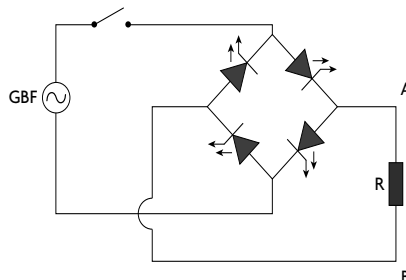
*Flèche verte :* *alternance négative, la diode est bloquée. La tension aux bornes de la diode est nulle.*.....

## Matériel

- un générateur basse fréquence (GBF)
- quatre diodes électroluminescentes associées en pont de diodes
- une résistance  $68 \Omega$
- un interrupteur
- des fils

## Travail 2 à réaliser TP Montage avec des diodes électroluminescentes (DEL)

3. **Réaliser** le montage suivant.



● **Régler** le générateur basse fréquence selon les indications suivantes : fréquence :  $0,6 \text{ Hz}$  ; amplitude : à mi-course.

4. **Mettre** l'alimentation sous tension. **Fermer** l'interrupteur.

5. **Observer** le comportement des diodes électroluminescentes.

*Les DEL clignotent deux à deux.*.....

6. En utilisant les explications du travail 1, **suivre** le parcours du courant à chaque alternance.

*Flèche rouge : alternance positive : le courant traverse deux diodes diamétralement opposées.*

*Flèche verte : alternance négative : le courant traverse les deux autres diodes diamétralement opposées.*

7. **Cocher**, parmi les propositions suivantes, le sens de traversée du courant dans le résistor à chaque alternance.

de A vers B

de B vers A

8. **Ouvrir** l'interrupteur. **Mettre** hors tension le GBF.

Mémo

- Un pont de diodes est soumis en entrée à un courant *alternatif*.....
- Le courant sortant du pont de diodes circule dans la résistance toujours dans *le même*..... sens. Il a été *redressé*.....

ACTIVITÉ

5

## Pourquoi une tension redressée s'apparente-t-elle à une tension continue ?

### Travail à réaliser

1. **Reprendre** le montage précédent, en remplaçant l'assemblage de DEL par un pont de diodes (type W04M).

- **Régler** le GBF : fréquence : 50 Hz ; amplitude : grande.

2. **Brancher** les capteurs voltmètre d'un dispositif d'acquisition assisté par ordinateur afin de visualiser sur une voie la tension fournie par le générateur et sur l'autre voie celle aux bornes du résistor.

3. **Mettre** l'alimentation sous tension. **Fermer** l'interrupteur.

4. **Effectuer** l'acquisition à partir d'un fichier fourni par le professeur.

5. En observant les signaux, **justifier** la proposition suivante :

« La mesure de la tension aux bornes du résistor peut s'effectuer avec un voltmètre réglé en mode DC. »

*La tension aux bornes du résistor varie sur des valeurs uniquement positives (ou négatives selon les polarités choisies). Le voltmètre en mode DC permet de mesurer une valeur..... moyenne de la tension.*

6. **Déterminer**, à l'aide des fonctionnalités du logiciel, les valeurs moyennes des tensions mesurées par le dispositif d'acquisition.

Tension moyenne fournie par le générateur :  $U_{1\text{moy}} = 0, V$ .....

Tension moyenne aux bornes de la résistance :  $U_{2\text{moy}} = \text{dépend du matériel utilisé}$ .....

Mémo

- La valeur moyenne d'une tension redressée n'est pas *nulle*..... Elle s'apparente à une tension *continue*.....



## Comment savoir si une batterie d'accumulateurs est rechargée ?



Sur une notice d'appareil fonctionnant avec des accumulateurs, on lit que le temps de charge ne doit pas excéder 2,5 h.

Un utilisateur pressé débranche le chargeur au bout d'une heure. Un ami lui dit que cela peut nuire au fonctionnement de sa batterie.

Cette durée de charge est-elle suffisante pour faire fonctionner l'appareil correctement ?

**Comment, au laboratoire, peut-on vérifier qu'un accumulateur est correctement chargé, et qu'une charge insuffisante est néfaste pour l'appareil ?**

### Matériel

- des batteries d'accumulateurs chargées selon différentes durées
- un résistor de  $68 \Omega$
- un capteur voltmètre et un capteur ampèremètre ExAO

### Travail à réaliser

- Proposer** un protocole permettant de vérifier l'état de charge des batteries fournies par votre professeur.

#### Schéma



#### Protocole

*On mesure la tension disponible aux bornes des piles mises à disposition.*

- Conclure** sur l'état de charge des batteries.

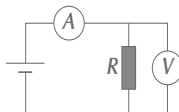
*Il dépend du matériel utilisé.*

- Comment **modéliser** la situation de fonctionnement de l'appareil ?

*On fait débiter la pile dans un dipôle résistif.*

- En utilisant les fonctionnalités d'acquisition dans le temps du dispositif ExAO. **Proposer** un protocole qui permettrait de comparer ces différentes batteries.

#### Schéma



#### Protocole

*Acquisition au cours du temps de la tension et de l'intensité, grâce à une acquisition assistée par ordinateur dans le montage ci-contre pour différentes piles.*

- La durée de charge a une influence sur le fonctionnement. Est-ce au niveau de la tension d'utilisation ou au niveau de l'intensité disponible ?

*Après une chute brutale mais raisonnable de la tension, c'est l'intensité disponible qui influence le fonctionnement.*

## 1 Accumulateur

- a. continu
- b. supérieure

## 2 Alternateur

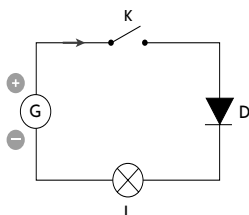
- a. vrai
- b. vrai

## 3 Identifier une tension redressée

Dans l'ordre de présentation :  
 oscillogramme tension continue  
 oscillogramme simple alternance  
 oscillogramme double alternance

## 4 Étude d'une diode

- a. Exemple de schéma possible



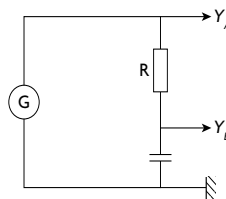
- b. Le sens du courant est représenté en rouge.
- c. Dans cette configuration, la lampe brille.

## 5 Notice de chargeur de batterie

- a. La valeur de la tension d'entrée est de 250 V (tension efficace).
- b. En sortie, la tension de charge est comprise entre 13 V et 14 V.
- c. La tension de charge est insuffisante pour alimenter la batterie d'un véhicule poids lourd.

## 6 Étude expérimentale : le condensateur

- a. Schéma du montage à réaliser



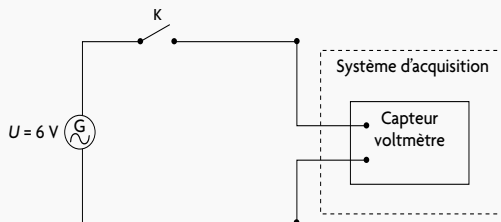
- b. On observe la charge et la décharge du condensateur.
- c. La charge et la décharge du condensateur ont lieu plus rapidement si la valeur de la capacité choisie est plus petite.

### Comment réaliser un redressement lissé ?

L'objectif des manipulations est de créer, à partir d'une alimentation délivrant une tension alternative, un générateur de tension continue et de mettre en évidence l'importance du condensateur dans un tel dispositif.

#### 1. Générateur

- Réaliser le montage schématisé ci-dessous, l'interrupteur K étant ouvert.



Faire vérifier le montage par le professeur. Effectuer, devant lui, les manipulations suivantes.

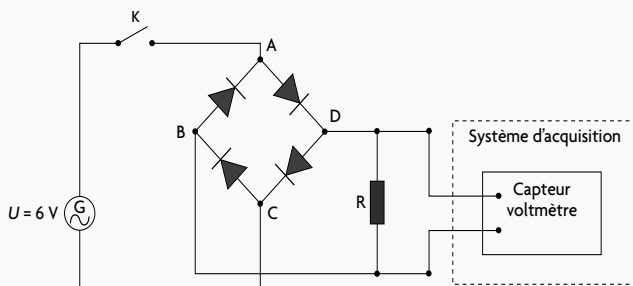
- Mettre l'alimentation sous tension et fermer l'interrupteur K.
- Lancer l'acquisition.
- Afficher les valeurs de la tension maximale  $U_{max}$  et de la tension moyenne  $U_{moy}$ .

Les mesures des tensions dépendent des caractéristiques des composants choisis.

$U_{max} = \dots\dots\dots V$	$U_{moy} = \dots\dots\dots V$
-------------------------------	-------------------------------

#### 2. Montage redresseur

- L'interrupteur K étant ouvert, réaliser le montage conformément au schéma ci-dessous.
- Insérer un pont de diodes et un dipôle résistif de résistance  $R = 47 \Omega$ .



Faire vérifier le montage par le professeur. Effectuer, devant lui, la manipulation suivante.

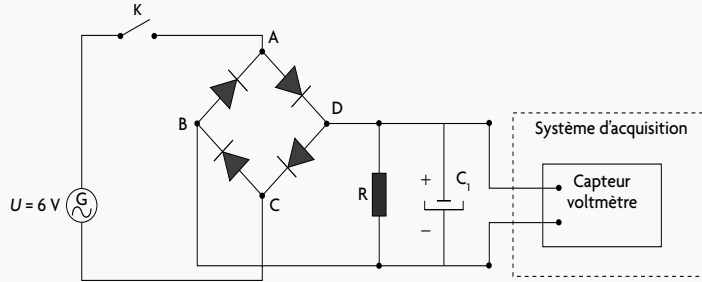
- Lancer l'acquisition après avoir fermé l'interrupteur.
- Indiquer les valeurs de la tension maximale et de la tension moyenne.

Les mesures des tensions dépendent des caractéristiques des composants choisis.

$U_{max} = \dots\dots\dots V$	$U_{moy} = \dots\dots\dots V$
-------------------------------	-------------------------------

### 3. Influence de la capacité d'un condensateur

- **Mettre** le circuit réalisé précédemment hors tension.
  - Dans le montage précédent, l'interrupteur K étant ouvert, **insérer** le condensateur  $C_1$  de capacité  $470 \mu\text{F}$ , comme indiqué sur le schéma ci-dessous.
- Attention !** Veiller à la polarité du condensateur chimique.



Faire vérifier le montage par le professeur.

- **Fermer** l'interrupteur.
- **Lancer** l'acquisition.
- **Relever** la valeur de la tension moyenne.

Les mesures des tensions dépendent des caractéristiques des composants choisis.

Condensateur $C_1$ de capacité $470 \mu\text{F}$	Condensateur $C_2$ de capacité $1\,000 \mu\text{F}$	Condensateur $C_3$ de capacité $2\,200 \mu\text{F}$
$U_{\text{moy}} = \dots\dots\dots \text{V}$	$U_{\text{moy}} = \dots\dots\dots \text{V}$	$U_{\text{moy}} = \dots\dots\dots \text{V}$

- **Ouvrir** l'interrupteur et **remplacer** le condensateur  $C_1$  par le condensateur  $C_2$  de capacité  $1\,000 \mu\text{F}$ .
- **Relever** la valeur de la tension moyenne après avoir lancé l'acquisition.
- **Faire** la même expérience en remplaçant le condensateur  $C_2$  par le condensateur  $C_3$  de capacité  $2\,200 \mu\text{F}$ .



Faire vérifier par le professeur les lectures des tensions moyennes obtenues.

### 4. Conclusion

a. Étude de la variation de la tension moyenne en fonction de la capacité du condensateur.

**Cocher** la réponse exacte.

- La tension moyenne diminue lorsqu'on augmente la capacité du condensateur.
- La tension moyenne augmente lorsqu'on augmente la capacité du condensateur.
- La tension moyenne ne varie pas lorsqu'on augmente la capacité du condensateur.

b. Choix du condensateur permettant d'obtenir une tension pratiquement continue. **Cocher** la réponse exacte.

- Le condensateur  $C_1$  de capacité  $470 \mu\text{F}$ .
- Le condensateur  $C_2$  de capacité  $1\,000 \mu\text{F}$ .
- Le condensateur  $C_3$  de capacité  $2\,200 \mu\text{F}$ .



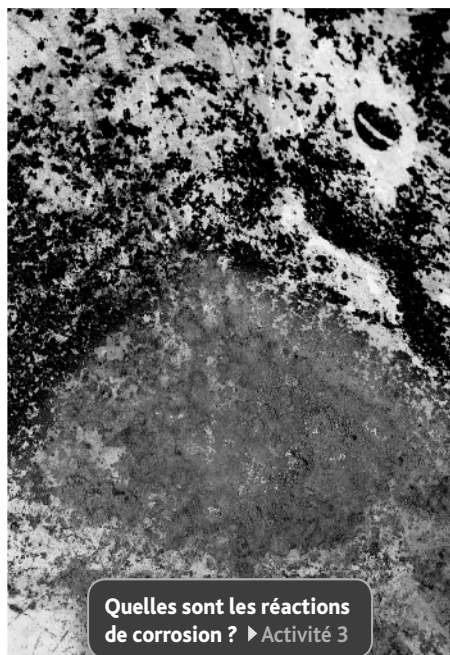
Faire vérifier la remise en état du poste de travail par le professeur et lui remettre ce document.

## 3

# La corrosion : est-elle inévitable ?



Quels sont les facteurs qui favorisent la rouille ?  
▶ Activités 2, 4 et 5



Quelles sont les réactions  
de corrosion ? ▶ Activité 3



Pourquoi évite-t-on d'assembler  
deux métaux différents ?  
▶ Activité 5

## ACTIVITÉ

### Pourquoi le fer s'oxyde-t-il ?

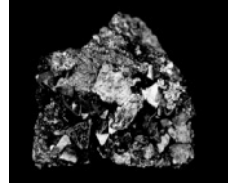
#### DOC . 1 Le fer métallique

C'est en réduisant des oxydes de fer, présents dans la nature sous forme de minerais, que les hommes obtiennent du fer métallique. Mais celui-ci, sous l'action d'agents extérieurs, tend à revenir à son état naturel : la rouille, qui est un mélange d'oxydes et d'hydroxydes de fer.

#### DOC . 3 Sidérite : $\text{FeCO}_3$



#### DOC . 2 Magnétite : $\text{Fe}_3\text{O}_4$



#### DOC . 4 Hématite : $\text{Fe}_2\text{O}_3$



### Travail 1 à réaliser Émettre une hypothèse

1. **Préciser** sous quelle forme se présente le fer dans la nature et **donner** un exemple.

*Le fer se présente sous forme d'oxyde. Exemple : l'hématite.*

2. **Citer**, outre le fer, l'élément chimique commun dans les minerais des doc. 2, 3 et 4.

*L'élément chimique commun dans les minerais des documents est, outre le fer (Fe), l'oxygène (O).*

3. **Émettre** une hypothèse sur la provenance de l'élément chimique consommé par le fer pour qu'il redevienne un oxyde de fer (de la rouille).

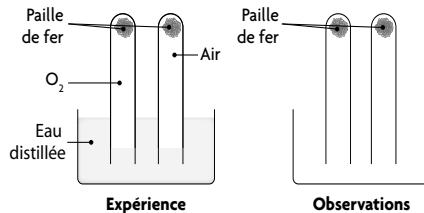
*L'oxygène (O) consommé provient du dioxygène ( $\text{O}_2$ ) présent dans l'air.*

#### Matériel

- un cristallisateur
- deux tubes à essai
- de l'eau distillée
- du dioxygène
- de la paille de fer

### Travail 2 à réaliser Vérification

4. **Réaliser** l'expérience ci-dessous et, après quelques jours, **compléter** le schéma qui suit.



5. **Préciser** si l'hypothèse émise dans la question 3 est confirmée.

*D'après les expériences ci-dessus, c'est bien la consommation du dioxygène ( $\text{O}_2$ ) de l'air qui provoque la rouille.*

## MÉMO

- Comme beaucoup d'autres métaux, le fer s'oxyde..... pour revenir à son état naturel.....
- C'est le dioxygène..... contenu dans l'air qui permet au fer de revenir à sa forme oxydée.....

## ACTIVITÉ

## 2

## Quelles sont les conditions qui favorisent la rouille ?

## DOC . 5 Un choix judicieux

Le plus grand cimetière d'avions du monde se trouve sur la base militaire de Davis-Monthan en Arizona, aux États-Unis. Sur ce lieu de 11 km<sup>2</sup> sont stockés environ 4 400 aéronefs qui espèrent trouver une nouvelle vie. C'est pour une raison d'entretien que cette unité s'est implantée dans un désert. En effet, on n'y rencontre aucun problème de rouille car le taux d'hygrométrie est proche de zéro. Le sol de la région est si dur qu'on peut directement entreposer les avions déclassés.

## DOC . 6 Bateau rouillé



## DOC . 7 Voiture rouillée



## DOC . 8 Salage des routes en hiver

Travail 1 à réaliser  Émettre des hypothèses

1. **Émettre** une hypothèse sur le composé chimique commun présent dans les docs. 6 et 7.

*L'élément chimique commun dans les deux documents est le sel (NaCl).*.....

2. **Proposer** une hypothèse sur les conditions qui favorisent l'oxydation du fer (la rouille).

*Ce sont l'eau et le sel qui sont responsables de l'oxydation du fer (la rouille).*.....

## Matériel

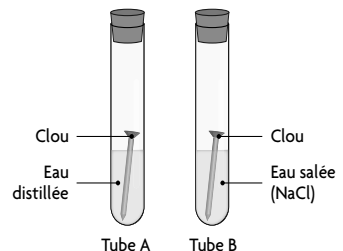
- deux tubes à essai
- deux bouchons pour tube à essais
- deux clous
- de l'eau distillée
- du chlorure de sodium (NaCl)

Travail 2 à réaliser  Vérification de la première hypothèse

3. **Réaliser** l'expérience ci-contre.

4. **Noter** ci-dessous les observations faites après quelques jours.

*Le clou du tube B rouille plus vite que le clou du tube A.*.....



5. **Cocher**, parmi les docs. 5 à 8, ceux que l'expérience précédente illustre :

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> doc. 5            | <input checked="" type="checkbox"/> doc. 6 |
| <input checked="" type="checkbox"/> doc. 7 | <input checked="" type="checkbox"/> doc. 8 |

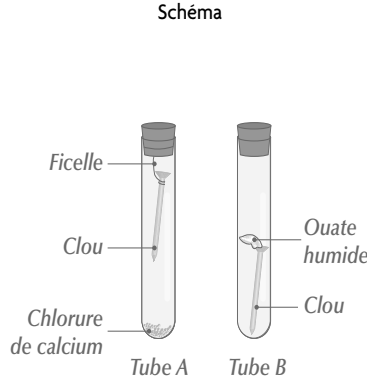
## Matériel

- deux tubes à essai
- deux bouchons pour tube à essai
- deux clous
- du chlorure de calcium (desséchant)
- de la ouate
- de l'eau distillée
- de la ficelle

## Travail 3 à réaliser

## Vérification de la deuxième hypothèse (hygrométrie)

6. À l'aide du matériel mis à disposition, **proposer** un protocole expérimental qui permettrait d'illustrer le doc. 5.



### Protocole

Mettre du chlorure de calcium dans un ...  
 tube à essai. Suspendre un clou dans ce ...  
 tube et fermer le tube à l'aide d'un .....  
 bouchon.....  
 Mettre un clou dans un autre tube. Poser ..  
 un morceau de ouate humide sur ce clou ..  
 et fermer le tube à l'aide d'un bouchon...  
 Observer.....  
 .....  
 .....

7. **Écrire**, à l'aide d'un dictionnaire, la définition du mot « hygrométrie ».

*C'est le degré d'humidité, la quantité de vapeur d'eau que contient l'air.*.....  
 .....  
 .....

8. **Citer** une des raisons pour lesquelles la base militaire (doc. 5) s'est installée en Arizona.

*C'est en raison de l'absence d'eau dans l'air qu'elle a été installée en Arizona. L'acier*.....  
*(composé essentiellement de fer) rouille au contact de l'eau.*.....  
 .....  
 .....

9. **Indiquer** la raison pour laquelle on conseille aux automobilistes, en période hivernale, de laver régulièrement leur voiture.

*Les routes enneigées sont régulièrement salées. La neige salée (eau + sel) est un facteur de*.....  
*corrosion lorsqu'elle se colle sur un véhicule.*.....  
 .....  
 .....

## Mémo

- La corrosion du fer nécessite deux choses : de l'air..... (pour le dioxygène) et de l'humidité.....
- La corrosion du fer est accélérée..... en présence d'eau salée (Na<sup>+</sup> ; Cl<sup>-</sup>).



## ACTIVITÉ

## 3

## Quelles sont les réactions de corrosion ?

## Matériel

- un bécher
- un clou en fer (acier)
- de l'agar-agar
- une solution de NaCl
- de la phénolphthaléine
- du ferricyanure de potassium
- un dispositif de chauffage
- des réactifs d'identification d'ions

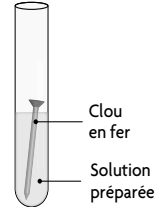
## Travail à réaliser (TP)

## 1. Préparer la solution suivante.

- Dissoudre 1 g de NaCl, 0,3 g de ferricyanure de potassium (III) et 1 g d'agar-agar dans 30 mL d'eau.
- Porter ce mélange à ébullition en agitant vigoureusement.
- Cesser de chauffer la solution.
- Ajouter 10 gouttes de phénolphthaléine.

## 2. Réaliser l'expérience schématisée ci-contre.

## 3. Noter les observations faites au bout d'une heure.

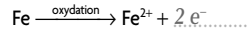


Au niveau de l'eau et autour du clou, la phénolphthaléine s'est rosie. Le ferricyanure de potassium devient bleu à la pointe du clou.

## 4. Interpréter les résultats obtenus dans l'expérience ci-dessus.

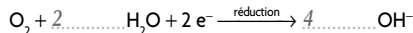
Il y a présence d'ions  $\text{OH}^-$  et d'ions  $\text{Fe}^{2+}$  dans la solution préparée.

## 5. Compléter l'équation d'oxydation du fer :



6. Le dioxygène ( $\text{O}_2$ ) dissous dans l'eau consomme alors les électrons libérés par le fer (Fe) et se réduit en ions hydroxydes ( $\text{OH}^-$ ) mis en évidence ci-dessus.

Équilibrer la réaction de réduction du  $\text{O}_2$  en  $\text{OH}^-$  :

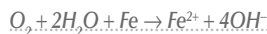


## 7. Compléter les phrases suivantes.

Le dioxygène ( $\text{O}_2$ ) est un *oxydant* car il oxyde le fer (Fe) en ions  $\text{Fe}^{2+}$ .

Le fer (Fe) est un *réducteur* car il réduit le dioxygène ( $\text{O}_2$ ) en ions  $\text{OH}^-$ .

## 8. Écrire l'équation de la réaction bilan appelée « réaction d'oxydoréduction ».



## FICHE MÉTHODE 2

## MÉMO

- La corrosion est le résultat d'une réaction d'oxydoréduction.
- Une oxydation est une perte d'électron(s).
- Une réduction est un gain d'électron(s).
- Une réaction d'oxydoréduction est un transfert d'électron(s) entre deux entités.

## ACTIVITÉ

# 4

### Le fer peut-il s'oxyder autrement qu'avec le dioxygène ?

#### DOC . 9 Les conséquences des pluies acides

L'activité humaine est en grande partie responsable des acides contenus dans l'atmosphère ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , etc.). Les hautes activités industrielles engendrent des pluies acides qui ont des effets négatifs sur les végétaux, le sol, l'eau et les matériaux. Les métaux et les pierres des bâtiments sont lentement attaqués. Le patrimoine architectural (statues, édifices...) se détériore.

#### DOC . 10 Gargouille



#### Matériel

- deux tubes à essai
- un bouchon pour tube à essai percé
- des tubes coudés
- un cristalliseur
- du savon liquide
- des allumettes
- de la poudre de fer
- de l'acide chlorhydrique à 1 mol/L
- de l'hydroxyde de sodium à 0,1 mol/L
- un entonnoir
- du papier-filtre
- de l'eau distillée

#### Travail à réaliser



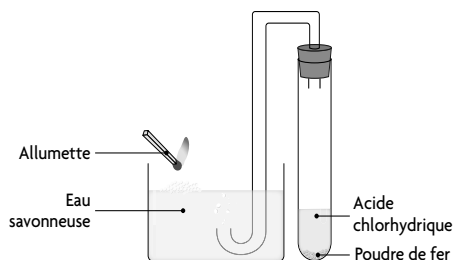
1. **Exprimer** d'une autre façon la phrase du doc. 9 : « Les métaux [...] sont lentement attaqués ».

*Les métaux sont lentement oxydés.*

2. **Réaliser**, avec l'aide du professeur, l'expérience schématisée ci-contre.

3. **Indiquer** ci-dessous les observations qui ont été faites.

*Un gaz se dégage lorsque la poudre de fer est en contact avec l'acide chlorhydrique. Ce gaz explose lorsqu'on approche une flamme.*



4. **Filtrer** la solution obtenue dans l'expérience précédente comme schématisé ci-contre.

5. **Ajouter** une à trois gouttes d'hydroxyde de sodium dans le filtrat.

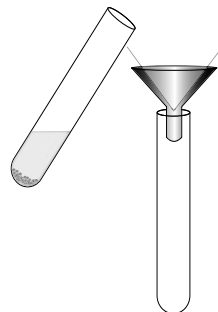
6. **Indiquer** les observations : *On obtient un précipité blanc.*

7. **Écrire** les équations d'oxydation du fer, de réduction des ions  $\text{H}^+$  contenus dans l'acide, puis l'équation bilan de la réaction d'oxydoréduction.



8. **Réaliser** les mêmes expériences avec le cuivre, le zinc et l'argent.

9. **Écrire**, si elles existent, les équations bilans des réactions d'oxydoréduction des expériences précédentes.



#### FICHE MÉTHODE

## 2

### Mémo

- Les ions  $\text{H}^+$  oxydent le fer et le zinc mais pas le cuivre ni l'argent.
- On dit que les ions  $\text{H}^+$  ont un pouvoir oxydant sur le fer et le zinc.

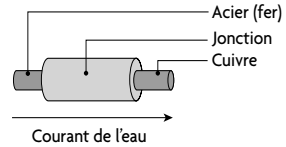
ACTIVITÉ 5

Pourquoi évite-t-on d'assembler deux métaux différents ?

DOC . 11 La prévention contre le phénomène de corrosion dans les installations sanitaires

- Éviter le contact direct entre deux métaux différents pour ne pas former de pile de corrosion.
- Ne pas mettre de canalisation en acier en aval d'une canalisation en cuivre en distribution sanitaire. Cette précaution met l'installation à l'abri d'un déplacement chimique du fer par les ions cuivre entraînés dans l'eau.

DOC . 12 Schéma d'une jonction de canalisation



Matériel

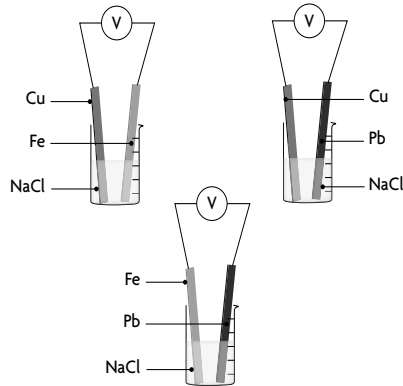
- un bécher
- un voltmètre
- une solution de NaCl
- une lame de cuivre
- une lame de plomb
- une lame de fer
- de l'eau distillée

Travail 1 à réaliser



Illustration expérimentale 1

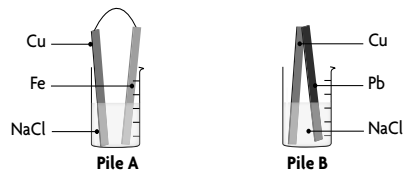
1. Réaliser les expériences schématisées ci-dessous.



2. Expliquer cette expression du doc. 11 : « pile de corrosion ».

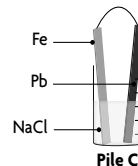
*Il peut se créer un courant entre deux lames de métaux différents plongées dans une solution ionique.*

3. À l'aide des expériences précédentes, dessiner en rouge, sur les schémas ci-contre, le sens de déplacement des électrons dans les piles de corrosion en court-circuit (voir le doc. 3 du chapitre 1).



4. Nommer pour les trois piles de corrosion en court-circuit, le métal qui se corrode.

*En court-circuit : c'est le fer qui s'oxyde dans la pile A, le plomb qui s'oxyde dans la pile B, et le fer qui s'oxyde dans la pile C.*



5. Citer les conséquences d'une mise en contact direct d'une canalisation en cuivre avec une canalisation en acier.

*La canalisation en acier (fer) s'oxyderait, ce qui entraînerait des fuites.*

## Matériel

- un bécher
- une lame de fer
- une lame de cuivre
- une solution de sulfate de cuivre ( $\text{CuSO}_4$ ) à 0,1 mol/L
- une solution de sulfate de fer ( $\text{FeSO}_4$ ) à 0,1 mol/L
- des réactifs d'identification d'ions

## FICHE MÉTHODE 1

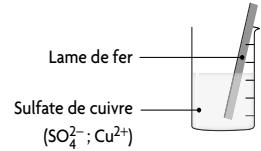
## Travail 2 à réaliser

## Illustration expérimentale 2

6. Réaliser l'expérience ci-contre.

7. Noter les observations faites.

La lame de fer se recouvre d'un dépôt rougeâtre et la solution devient verte.



8. Réaliser des expériences permettant de mettre en évidence les ions présents dans la solution du bécher du schéma ci-dessus et les citer.

Il y a des ions ferreux ( $\text{Fe}^{2+}$ ) et des ions sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) dans la solution.

9. En déduire l'équation de la réaction d'oxydoréduction correspondante :

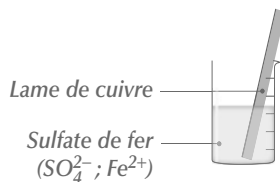


10. Citer les risques plausibles si la deuxième précaution citée dans le doc. 11 n'est pas respectée.

La canalisation en acier (fer) s'oxyde et des fuites apparaissent.

11. Proposer un protocole expérimental qui montre qu'une installation semblable à celle du doc. 12 n'engendre pas de corrosion.

### Schéma(s)



### Protocole

Remplir à moitié un bécher de sulfate de fer.

Plonger une lame de cuivre dans la solution contenue dans le bécher.

Laisser tremper.

Observer.

12. Conclure.

Les ions ferreux ( $\text{Fe}^{2+}$ ) ne réagissent pas avec le cuivre (Cu).

## Mémo

- Deux métaux différents dans une solution ionique forment une pile de corrosion.
  - Une réaction d'oxydoréduction est spontanée et naturellement irréversible.
- Exemple : le fer (Fe) réagit avec les ions cuivreux ( $\text{Cu}^{2+}$ ) ( $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ ).
- Mais les ions ferreux ( $\text{Fe}^{2+}$ ) ne réagissent pas avec le cuivre (Cu).

ACTIVITÉ 6

Peut-on classer les métaux et les ions associés ?

Matériel

- trois béchers
- deux lames de fer
- une lame de cuivre
- une lame de zinc
- une toile de verre
- une solution de sulfate de cuivre (CuSO<sub>4</sub>) à 0,1 mol/L
- une solution de sulfate de fer (FeSO<sub>4</sub>) à 0,1 mol/L
- une solution de sulfate de zinc (ZnSO<sub>4</sub>) à 0,1 mol/L
- une solution de nitrate d'argent (AgNO<sub>3</sub>) à 0,1 mol/L
- de l'eau distillée
- une pipette pasteur
- des réactifs d'identification d'ions

Travail à réaliser (TP)

1. À l'aide de la fiche méthode 1, réaliser des expériences permettant de compléter le tableau ci-dessous.

Métal (réducteur)	Ion (oxydant)	Réaction d'oxydoréduction
Cu	Fe <sup>2+</sup>	NON
Fe	Cu <sup>2+</sup>	$Cu^{2+} + Fe \rightarrow Cu + Fe^{2+}$
Cu	Zn <sup>2+</sup>	NON
Zn	Cu <sup>2+</sup>	$Cu^{2+} + Zn \rightarrow Cu + Zn^{2+}$
Zn	Fe <sup>2+</sup>	$Fe^{2+} + Zn \rightarrow Fe + Zn^{2+}$
Fe	Zn <sup>2+</sup>	NON

2. Compléter.

L'oxydant le plus fort est l'ion Cu<sup>2+</sup>

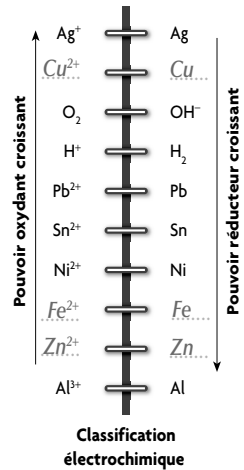
Le réducteur le plus fort est le zinc (Zn)

3. Compléter l'extrait de la classification électrochimique présenté ci-contre avec les couples oxydoréducteurs (ou rédox) du tableau ci-dessus.

4. Verser dans un bécher environ 20 mL de nitrate d'argent et 20 mL de sulfate de cuivre de même concentration. Mettre une lame de fer dans le bécher pendant une heure environ.

5. Identifier les ions Ag<sup>+</sup> présents initialement dans la solution du bécher et noter les observations. (Remarque : les ions Ag<sup>+</sup> donnent un précipité brun en contact avec le réactif NaOH.)

Avec plus d'ions Ag<sup>+</sup> dans la solution, la lame de fer se recouvre d'argent et la solution initialement bleue devient bleu-vert.



6. Dans le même bécher, retirer la lame de fer recouverte d'argent, en mettre une nouvelle et noter les observations faites.

Le fer se recouvre de cuivre.

7. Interpréter les observations.

C'est l'oxydant le plus fort qui se réduit avec le fer.

8. Citer le réducteur qui s'oxyde dans une pile de corrosion.

C'est le réducteur le plus fort qui s'oxyde.

FICHE MÉTHODE 1

Mémo

- Dans une réaction naturelle d'oxydoréduction, c'est l'oxydant le plus fort qui réagit avec le réducteur le plus fort.
- La classification électrochimique permet de prévoir les réactions d'oxydoréduction.

## L'ion hypochlorite pourrait-il être la cause du naufrage de l'Erika ?

L'Erika est un pétrolier construit en 1975 et affrété par la société Total-Fina-Elf. En raison d'une structure métallique corrodée, le 12 décembre 1999, ce pétrolier a fait naufrage au large de la Bretagne, ce qui a engendré de graves catastrophes sur la faune et la flore. Des études scientifiques démontrent que 120 tonnes d'un additif chloré ont été délibérément et illégalement ajoutées à la cargaison au moment du chargement. Cet ajout permettait de réduire la viscosité du pétrole ainsi que son adhérence aux parois métalliques. Cet additif est réputé pour fabriquer des réactifs de gravure chimique des métaux.



**Comment, au laboratoire, peut-on déterminer les métaux que l'ion hypochlorite oxyde ?**

### Matériel

- quatre béchers
- une lame de fer
- une lame de cuivre
- une lame de zinc
- une lame de plomb
- de l'eau distillée
- des pipettes pasteur
- des réactifs d'identification d'ions
- de l'eau de Javel
- 4 tubes à essai

### Travail à réaliser

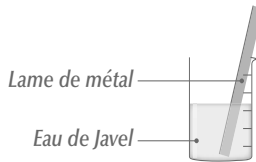
Les additifs chlorés peuvent être nombreux. Dans le travail qui suit, on s'intéressera particulièrement à l'ion hypochlorite ( $\text{ClO}^-$ ) contenu dans l'eau de Javel (mélange de chlorure de sodium et d'hypochlorite de sodium).

**1. Écrire** la demi-équation de réduction du couple  $\text{ClO}^-/\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ , sachant que les ions  $\text{H}^+$  présents dans l'eau interviennent dans cette réaction.



**2. Proposer** un protocole expérimental permettant d'établir une classification électrochimique entre des couples ion métallique/métal et le couple  $\text{ClO}^-/\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ .

#### Schéma(s)



#### Protocole

Verser de l'eau de Javel dans quatre.....  
béchers.....  
Plonger des lames différentes dans.....  
chaque bécher.....  
Observer. Identifier ensuite les ions.....  
présents dans chaque bécher. Classer les.....  
couples rédox correspondants.....

**3. Répondre** à la question : « L'ion hypochlorite pourrait-il être la cause du naufrage de l'Erika ? »

Si l'additif chloré était composé d'ions  $\text{ClO}^-$ , il pourrait être la cause du naufrage de.....  
l'Erika, car l'ion  $\text{ClO}^-$  oxyde de nombreux métaux.....

#### 1 QCM

- Un échange d'électrons
- Oxydants
- L'ion  $\text{Cu}^{2+}$
- Le plus fort

#### 2 Réaction d'oxydoréduction ou pas ?

- Lame de fer dans du  $\text{CuSO}_4$   
Lame d'aluminium dans du  $\text{FeSO}_4$

b.

De gauche à droite et de bas en haut :

$\text{Au}^{3+}/\text{Au}$  et  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$

$\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  et  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$

$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  et  $\text{H}^+/\text{H}_2$

$\text{Al}^{3+}/\text{Al}$  et  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$

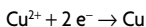
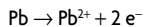
- Couples ci-dessus écrits dans l'ordre oxydant/réducteur.

#### 3 Action de l'acide chlorhydrique sur le zinc

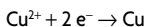
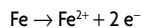
- Du  $\text{H}_2$ .
- Il explose au contact d'une flamme.
- $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$

#### 4 Équations des réactions d'oxydoréduction

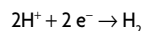
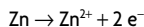
- Pb dans  $\text{CuSO}_4$  :



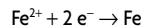
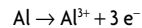
- Fe dans  $\text{CuSO}_4$  :



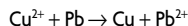
Zn dans HCl :



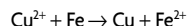
Al dans  $\text{FeSO}_4$  :



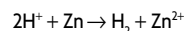
b. Pb dans  $\text{CuSO}_4$  :



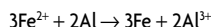
Fe dans  $\text{CuSO}_4$  :



Zn dans HCl :

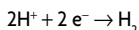


Al dans  $\text{FeSO}_4$  :



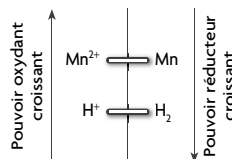
#### 5 Classer un couple rédox

- $\text{Mn} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^-$



- $\text{Mn} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2$

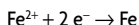
c.



#### 6 Attention aux fuites

- Une réaction d'oxydoréduction.

- $\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^-$



- $\text{Fe}^{2+} + \text{Pb} \rightarrow \text{Fe} + \text{Pb}^{2+}$

## Classification électrochimique des métaux

### Matériel

- une solution de  $PbSO_4$
- une solution de  $CuSO_4$
- une solution de  $ZnSO_4$
- une solution de  $FeSO_4$
- une lame de fer
- une lame de cuivre
- une lame de zinc
- une lame de plomb
- quatre béchers
- de l'eau distillée
- un voltmètre
- une solution de NaCl

L'objectif de ce travail est d'établir une classification électrochimique des métaux du laboratoire.

1. **Réaliser**, à l'aide du matériel fourni, des expériences permettant de remplir le tableau ci-dessous.

X : pas de réaction d'oxydoréduction

O : réaction d'oxydoréduction

+	Fe	Cu	Al	Pb
$Fe^{2+}$	X	X.....	O.....	X.....
$Cu^{2+}$	O.....	X	O.....	O.....
$Al^{3+}$	X.....	X.....	X	X.....
$Pb^{2+}$	O.....	X.....	O.....	X



Appeler le professeur pour lui montrer le tableau rempli et refaire une des expériences.

2. **Nommer** les oxydants et les réducteurs des couples rédox correspondant au tableau ci-dessus.

Réducteurs :  $Fe^{2+}$      $Cu^{2+}$      $Al^{3+}$      $Pb^{2+}$

Oxydants :  $Fe$      $Cu$      $Al$      $Pb$

3. a. **Écrire** les deux demi-équations des réactions d'oxydation et de réduction entre les couples  $Al^{3+}/Al$  et  $Cu^{2+}/Cu$ .

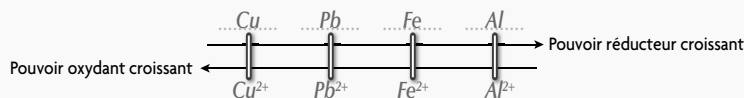
$Cu^{2+} + 2 e^- \rightarrow Cu$  ..... (x 3)

$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$  ..... (x 2)

b. **Écrire** l'équation de la réaction d'oxydoréduction entre l'aluminium et les ions cuivre.

$3Cu^{2+} + 2Al \rightarrow 3Cu + 2Al^{3+}$ .....

4. En vous aidant des résultats du tableau ci-dessus, **établir** la classification électrochimique des couples ion métallique/métal ci-dessous.





## 4

# Protéger un véhicule contre la corrosion : quels moyens ?

Comment qualifier les différents moyens de protection ?

► Activités 1, 2 et 4



Comment protéger industriellement les structures des véhicules ?

► Situation de la vie professionnelle



Comment optimiser la protection ?

► Activités 2 et 3

## ACTIVITÉ

### Comment les métaux sont-ils protégés ?

#### DOC. 1 Voiture abandonnée



#### DOC. 2 Moto chromée

Cette moto est équipée :

- d'un moteur couleur argent et chrome ;
- d'un échappement double superposé, raccourci et chromé ;
- de roues chromées à rayons ;
- d'un tableau de bord chromé fixé au réservoir...



#### DOC. 3 Remorque en aluminium



#### Travail à réaliser

1. **Cocher.** La voiture du doc. 1 est abandonnée dans la forêt depuis longtemps.

Vrai  Faux

2. **Justifier** la réponse précédente.

*La voiture est rouillée et très dégradée.*

3. **Écrire** le devenir à long terme de cette voiture.

*Elle finira par disparaître.*

4. **Citer** les parties de la voiture qui ne sont pas rouillées.

*Les parties peintes et le pare-choc chromé ne sont pas rouillés.*

5. À l'aide du doc. 2, **préciser** :

– si la moto subira le même sort que la voiture. *oui*

– le qualificatif qui illustre de nombreuses pièces de la moto.

*Elles sont chromées.*

– l'intérêt principal du chromage, au-delà de l'attrait esthétique.

*Il évite à l'acier de rouiller.*

6. **Indiquer**, en justifiant, si la remorque du doc. 3 subirait le même sort que la voiture.

*Non, car la remorque est en aluminium, elle ne rouille pas.*

#### Mémo

- Pour assurer la longévité des *métaux*..... utilisés par l'homme, il est nécessaire de les *protéger*..... par différents procédés comme *la peinture*..... ou *le chromage*.....
- Certains métaux, comme *l'aluminium*....., sont utilisés car ils semblent ne pas avoir besoin de *protection*.....

## ACTIVITÉ 2

## Pourquoi une peinture antirouille protège-t-elle les métaux ?

## DOC. 4 Frameto

Sur la fiche de données de sécurité de la société Henkel pour le produit Frameto, on lit dans la partie composition :

- **description chimique générale**
- inhibiteur de corrosion
- **substances de base pour préparations** copolymère styrène-acrylate



## DOC. 5 Définition

Le styrène est un composé moléculaire. Au laboratoire, il est conservé dans un stabilisant qui empêche la réaction de polymérisation de se produire. Cette réaction est une réaction naturelle ; elle forme du polystyrène qui est une matière plastique.

## Matériel

- une ampoule à décanter
- un bécher
- un erlenmeyer
- un tube à essai
- un bouchon muni d'un réfrigérant à air
- un bain-marie thermostaté
- une brique
- du styrène
- de l'hydroxyde de sodium à 1 mol/L
- une pissette d'eau distillée
- du carbonate de potassium anhydre
- du peroxyde de benzoyle
- une spatule
- une balance
- une coupelle

## Travail à réaliser TP

## Préparation de la substance de base

1. Réaliser l'expérience suivante.

- **Verser** 10 mL de styrène dans une ampoule à décanter.
- **Ajouter** 10 mL d'hydroxyde de sodium de concentration 1 mol/L.
- **Boucher** l'ampoule et **agiter**.
- Sachant que le styrène est moins dense que la solution de soude, **faire couler** la solution de soude de l'ampoule dans un bécher.
- **Rincer** le styrène en ajoutant environ 10 mL d'eau distillée.
- **Boucher, agiter** l'ampoule et **laisser** décanter pour éliminer l'eau.
- **Récupérer** le styrène lavé dans un erlenmeyer contenant 1 g de carbonate de potassium anhydre.

**Attention !**  
Ces manipulations  
sont à effectuer  
sous la hotte

2. D'après le doc. 5, **citer** la raison pour laquelle on lave le styrène.

*On lave le styrène pour retirer le stabilisant.*.....

- **Agiter** l'ensemble et **verser** le styrène dans un tube à essai.
- **Ajouter** 0,3 g de peroxyde de benzoyle dans le tube à essai.
- **Agiter** et **boucher** le tube d'un bouchon muni d'un réfrigérant à air.
- **Placer** le tube dans un bain-marie à 90 °C pendant une vingtaine de minutes.
- **Verser** le produit formé sur une brique.

3. **Noter** les observations.

*Le produit obtenu est visqueux.*.....

4. D'après le doc. 5, **nommer** le produit obtenu.

*Du polystyrène.*.....

5. D'après le doc.4, **indiquer** le rôle de ce produit dans le Frameto.

*Le polystyrène est un inhibiteur de corrosion (il stoppe la corrosion).*.....

- La peinture est composée essentiellement de *matières plastiques*....., comme par exemple des polymères du *styrène*.....
- Cette matière plastique est un *inhibiteur de corrosion*..., car elle *protège*..... le fer de tout contact extérieur.

## ACTIVITÉ

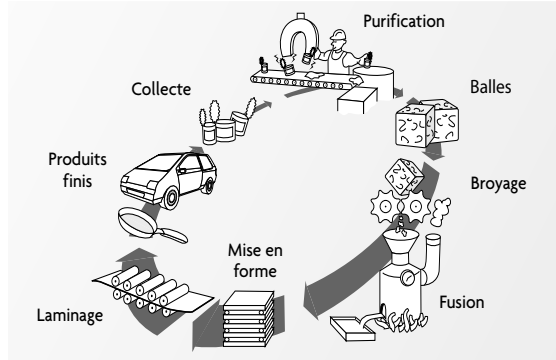
# 3

## Pourquoi une boîte de conserve résiste-t-elle à la corrosion ?

### DOC. 6 De l'acier à la boîte

Les boîtes de conserve sont fabriquées à partir de tôle d'acier étamée que l'on appelle aussi « fer blanc ». Par écrasement (laminage), l'acier est aplati en une feuille mince et souple. Ensuite cette tôle d'acier est revêtue d'une mince couche d'étain par électrolyse (étamage). Cette couche protège l'acier de l'oxydation qui rendrait le contenu de la boîte impropre à la consommation. L'acier étamé trouve de nombreuses applications dans d'autres domaines que l'emballage : l'automobile, le bâtiment, le domestique, l'électricité, l'électronique...

### DOC. 7 Cycle du fer blanc



### Travail 1 à réaliser De l'acier au fer blanc

1. **Citer** le principal métal qui constitue le fer blanc.

*Le fer blanc est constitué principalement d'acier.*

2. **Indiquer** la méthode pour réaliser un étamage.

*La méthode est une électrolyse.*

3. **Citer** l'utilité de ce procédé.

*Cette méthode permet de protéger l'acier de l'oxydation.*

4. **Écrire** la raison principale du tri des emballages en fer blanc.

*La raison principale est de récupérer l'acier pour le recycler.*

### Matériel

- un générateur de tension continue 6 V
- un bécher de 250 mL
- un agitateur magnétique
- une pince en bois
- un fiole jaugée de 100 mL
- un entonnoir
- un dispositif de chauffage
- de l'acétone
- de la toile de verre
- une lame d'acier
- de l'eau distillée
- de l'étain en baguette
- 3 g de sulfate d'étain en cristaux
- 0,2 g de naph-2-ol
- 0,1 g de gélatine en poudre
- 10 mL d'acide sulfurique concentré

### Travail 2 à réaliser TP Réalisation d'un étamage au laboratoire

5. **Réaliser** l'expérience suivante.

● **Introduire** environ 30 mL d'eau distillée dans une fiole jaugée de 100 mL.

● **Verser**, à l'aide d'un entonnoir, les cristaux de sulfate d'étain, le naph-2-ol et la gélatine.

● **Rincer** l'entonnoir à la pissette et compléter la fiole d'eau au trait de jauge.

● **Boucher et agiter** la fiole.

● **Verser** la solution ainsi obtenue dans le bécher.

● **Dégraisser** la lame de fer à l'aide d'un coton d'acétone et la **décaper** à la toile de verre.

● **Plonger** les lames de métaux dans le bécher en les reliant au générateur, comme indiqué sur le schéma ci-contre.

● **Régler** l'agitateur sur une agitation modérée.

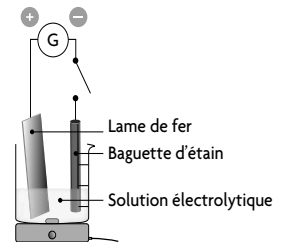
● **Fermer** l'interrupteur pendant cinq minutes puis l'ouvrir.

● **Retirer** la lame de fer du bain d'électrolyte sans la rincer ni l'essuyer.

● **Maintenir**, à l'aide d'une pince en bois, la lame au-dessus d'un dispositif de chauffage pour obtenir successivement l'évaporation de l'électrolyte, puis la fusion de l'étain sur la lame de fer.

6. **Écrire** les observations faites.

*Le fer est recouvert d'un dépôt métallique brillant.*



## ACTIVITÉ

## 4

## L'action d'un acide peut-elle être un moyen de protection ?

## Matériel

- deux béchers de 100 mL
- deux clous en fer décapés
- une solution d'acide nitrique 1 mol/L
- une solution d'acide nitrique fumant
- une spatule
- du papier absorbant
- une pissette d'eau distillée
- un bécher de 250 mL contenant de l'eau

**Attention !**  
Ces manipulations sont à effectuer sous la hotte

## Travail 1 à réaliser TP Action de l'acide nitrique

1. **Réaliser** les manipulations schématisées ci-dessous. Les clous sont trempés dans les solutions pendant environ une minute.

## Expérience 1



Clou en fer décapé et séché sur du papier absorbant  
Acide nitrique dilué de concentration 1 mol/L

## Expérience 2



Clou en fer décapé et séché sur du papier absorbant  
Acide nitrique fumant

• **Récupérer** les clous à l'aide d'une pince en bois, les **rincer** à la pissette au-dessus d'un bécher contenant de l'eau et les **sécher** à l'aide de papier absorbant.

2. **Noter** les observations dans le tableau ci-dessous.

Expérience 1	Expérience 2
<i>Le clou présente des taches de rouille.</i>	<i>Le clou est recouvert d'un dépôt métallique brillant.</i>
.....	.....
.....	.....
.....	.....

a. **Tremper** dans l'acide nitrique dilué une partie de la face brillante du clou de l'expérience 2.  
b. **Rincer** à la pissette au-dessus du bécher contenant de l'eau et **sécher** le clou à l'aide de papier absorbant.

3. **Noter** les observations faites.

*Le clou ne présente aucune trace de rouille à la différence de celui de l'expérience 1.*

4. **Donner** une interprétation des observations.

*Le dépôt métallique qui se forme lors de l'expérience 2 protège le clou en fer de l'oxydation.*

• **Piquer**, à l'aide d'une spatule, le dépôt d'oxyde de fer brillant.

• **Refaire** les étapes 2.a et 2.b.

5. **Noter** les observations faites.

*La rouille se manifeste à nouveau au niveau de la zone piquée.*

6. **Conclure.**

*Le dépôt métallique brillant, qui est un oxyde de fer, protège le fer de l'oxydation.*

## Matériel

- une spatule
- une lame de fer brute
- une lame de fer parkérisée
- un bécher
- deux pinces crocodile
- des fils de connexion
- un multimètre
- une solution saturée de chlorure de sodium
- de l'acide nitrique dilué
- un bécher de 250 mL contenant de l'eau
- une pissette d'eau distillée

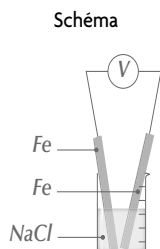
## Travail 2 à réaliser Action de l'acide ortho phosphorique

La parkérisation a été présentée en 1926 comme un procédé révolutionnaire de lutte contre la corrosion. Elle consiste à traiter les aciers par un mélange d'acide phosphorique et de phosphates. À l'aide du matériel mis à disposition :

7. **Comparer** les deux lames de fer.

*Une des deux lames de fer est de couleur plus foncée que l'autre.*.....

8. **Proposer** un protocole utilisant les deux lames de fer et permettant de mettre en évidence le changement intervenu sur la lame parkérisée.



### Protocole

Réaliser une pile avec une solution.....  
saturée de chlorure de sodium et les.....  
deux lames de fer. Mesurer la tension à.....  
ces bornes.....

9. **Noter** les observations faites.

*La pile débite alors qu'à priori elle est constituée de métaux de même nature.*.....

- **Piquer**, à l'aide d'une spatule, le dépôt noir de la lame parkérisée.
- **Tremper** la lame dans de l'acide nitrique dilué.
- **Rincer** la lame à la pissette au-dessus d'un bécher contenant de l'eau et la **sécher** à l'aide de papier absorbant.

10. **Noter** les observations faites.

*La lame parkérisée n'est pas oxydée par l'acide.*.....

11. Pendant la parkérisation, l'acide phosphorique ( $3H^+ ; PO_4^{3-}$ ) oxyde le fer en produisant un gaz. **Écrire** la réaction d'oxydoréduction qui se produit à la surface du métal.



12. Les ions fer II ( $Fe^{2+}$ ) réagissent immédiatement avec les ions phosphates pour produire le dépôt noir de phosphate de fer. **Équilibrer** l'équation de la réaction de formation du phosphate de fer.



## Mémo

- Les acides attaquent le fer mais ils peuvent aussi le *protéger*.....
- La passivation consiste à tremper un objet en fer dans de l'acide nitrique *fumant*..... Cette méthode crée un dépôt d'*oxyde de fer*..... à la surface de l'objet.
- La *parkérisation*..... consiste à former du *phosphate de fer*..... à la surface du métal. Cette méthode présente un intérêt notable dans la solidité de la protection.

## ACTIVITÉ

## 5

## L'oxydation naturelle d'un métal est-elle toujours néfaste ?

## DOC. 8 L'aluminium

Beaucoup d'objets destinés à un usage extérieur, comme les menuiseries, sont souvent fabriqués en aluminium. Ce dernier présente l'avantage d'être dit « inoxydable ». Pourtant, au regard de la classification électrochimique, l'aluminium s'oxyde spontanément au contact du dioxygène présent dans l'air. En effet, c'est une couche d'oxyde d'aluminium, appelée « couche d'alumine », qui protégera ce métal en le recouvrant.

Dans l'industrie, pour s'assurer que l'aluminium est bien protégé, on épaissit la couche d'alumine par électrolyse.



## Matériel

- quatre béchers de 100 mL étiquetés de n° 1 à n° 4
- quatre lames d'aluminium
- une solution d'acide chlorhydrique de concentration 0,5 mol/L.
- une solution d'eau de Javel
- de la toile de verre

## Travail 1 à réaliser



## L'aluminium à l'état naturel

## 1. Réaliser l'expérience suivante.

- **Préparer** les béchers n° 1 et n° 2 en versant dans chacun d'eux 20 mL d'acide chlorhydrique de concentration 0,5 mol/L.
- **Préparer** les béchers n° 3 et n° 4 en versant dans chacun d'eux 20 mL d'eau de Javel.
- **Plonger** dans les béchers n° 1 et n° 3 une lame d'aluminium et dans les béchers n° 2 et n° 4 les lames d'aluminium préalablement décapées avec la toile de verre.

## 2. Noter les observations dans le tableau ci-dessous.

Bécher 1 HCl + Al	Bécher 2 HCl + Al décapé	Bécher 3 Javel + Al	Bécher 4 Javel + Al décapé
Dégagement.....	Dégagement.....	Aucune réaction ne	Dégagement.....
gazeux après un.....	gazeux quasi.....	semble se produire.	gazeux quasi.....
temps d'attente.....	immédiat.....	.....	immédiat.....
relativement long.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

## 3. Noter les effets du décapage des lames d'aluminium.

– en termes d'aspect :

*Elles brillent alors que les lames d'aluminium sont mates.*.....

– en termes de réaction chimique :

*La réaction d'oxydation est immédiate.*.....

## 4. Citer, d'après le doc. 8, le produit qui rend l'aluminium mat.

*Le produit qui rend l'aluminium mat s'appelle l'alumine.*.....

## 5. Critiquer, d'après le doc. 8, la propriété dite « inoxydable » de l'aluminium.

*L'aluminium n'est pas inoxydable, puisqu'il s'oxyde en alumine. C'est l'alumine qui possède la propriété dite « inoxydable ».*.....

## 6. Critiquer, d'après les expériences, la propriété dite « inoxydable » de l'alumine.

*L'alumine n'est pas inoxydable, puisque les acides la détériorent.*.....

## Matériel

- un générateur de tension continue 6 V
- un rhéostat
- un ampèremètre
- deux béchers de 100 mL
- un bécher de 250 mL
- un bécher étiqueté « poubelle »
- deux pinces crocodile
- des fils de connexion
- un dispositif de chauffage
- une pissette d'acétone
- une solution d'hydroxyde de sodium de concentration 5 mol/L
- une solution d'acide sulfurique de concentration 2 mol/L
- une lame d'aluminium
- une électrode de graphite
- une pissette d'eau distillée
- une solution de rouge d'alizarine

## Travail 2 à réaliser Anodisation d'une lame d'aluminium

7. **Décaper** la lame avec de la toile de verre et la **rincer** avec de l'acétone.

● **Préparer** un bécher de 100 mL contenant 50 mL de solution d'hydroxyde de sodium de concentration 5 mol/L et **plonger** la lame dégraissée dans la solution pendant trois minutes.

● **Rincer** la lame à l'eau distillée en la maintenant au-dessus d'un bécher étiqueté « poubelle » et la **sécher** sur du papier absorbant.

● **Préparer** un bécher de 100 mL contenant 50 mL de solution d'acide sulfurique de concentration 2 mol/L et **plonger** la lame séchée dans la solution pendant trois minutes.

● **Rincer** la lame à l'eau distillée en la maintenant au-dessus d'un bécher étiqueté « poubelle » et la **sécher** sur du papier absorbant.

● **Réaliser** le montage décrit ci-contre et **fermer** l'interrupteur.

● **Régler** le curseur du rhéostat pour que l'ampèremètre indique 2 A.

● **Réaliser** l'électrolyse pendant environ dix minutes.

8. **Noter** les observations.

*On observe un dégagement gazeux aux deux bornes.*

*On observe également un dépôt gris blanchâtre sur la lame d'aluminium.*

9. **Nommer**, d'après le doc. 8, le dépôt gris blanchâtre autour de la lame.

*Le dépôt gris blanchâtre est une couche d'alumine.*

● **Ouvrir** l'interrupteur.

● **Porter** à ébullition 100 mL d'eau dans un bécher de 250 mL.

● **Récupérer** la lame anodisée. **Rincer** la lame à l'eau distillée en la maintenant au-dessus d'un bécher étiqueté « poubelle ».

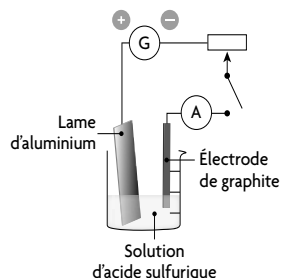
● **Plonger** la lame dans une solution de rouge d'alizarine de concentration 0,05 mol/L pendant cinq minutes puis dans l'eau bouillante.

● **Retirer** la lame et la poser sur du papier absorbant.

10. **Décrire** la lame.

*La partie de la lame ayant subi l'anodisation s'est recouverte d'un dépôt épais et uniforme coloré.*

**Attention !**  
Ces manipulations sont à effectuer sous la hotte



## Mémo

● L'oxydation de l'aluminium se produit de manière *naturelle*..... L'alumine formée *protège*..... le métal de l'attaque de certains oxydants.

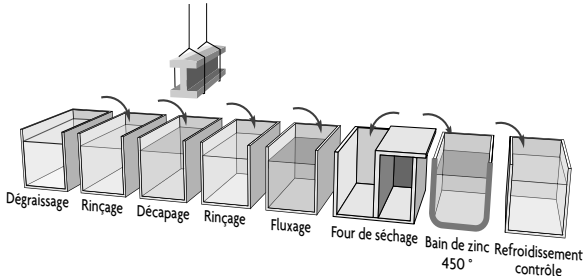
● Il est possible de forcer ce processus d'oxydation par électrolyse : c'est *l'anodisation*.....

Elle permet d'augmenter la protection du *métal*..... et de lui apporter une finition *colorée*.....

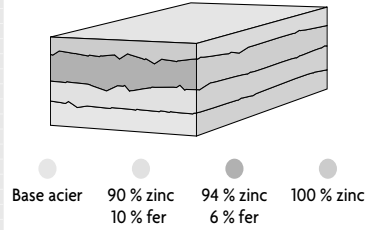


## Comment protéger industriellement les structures des véhicules ?

### DOC . 9 Méthode de galvanisation



### DOC . 10 Proportion des métaux



### DOC . 11 Principe de la galvanisation

Un produit fini galvanisé à chaud présente une très faible vitesse de corrosion dans le temps. On doit cette protection à la faculté qu'a le zinc de former une barrière efficace, par écran physique, entre l'acier et les agents agressifs des différents environnements.

Au contact de l'air, il se forme sur le zinc une couche passivante stable à base de carbonate de zinc pratiquement insoluble.

Source : galvazinc.com

### Pourquoi le zinc protège-t-il le fer ?

### Travail à réaliser

1. **Lister**, d'après le doc. 9, les étapes de préparation du produit avant l'immersion dans le bain de zinc.

*Dégraissage – décapage – fluxage*.....

2. **Justifier** l'expression « galvanisation à chaud ».

*Le bain de zinc est à une température de 450 °C.*.....

3. **Expliquer**, à l'aide du doc. 11, la différence entre la galvanoplastie (dépôt d'une fine couche de zinc par électrolyse) et la galvanisation à chaud.

*Le zinc se lie au fer en plusieurs couches dont la teneur en pourcentage des deux métaux évolue.*

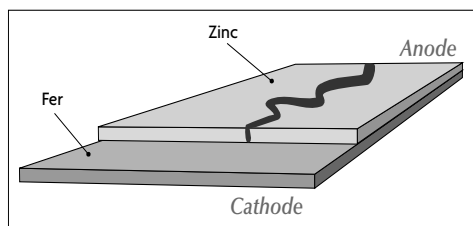
4. À l'aide des docs. 9 à 11, **relever** l'expression qui justifie la faible vitesse de corrosion du zinc.

*« Couche passivante stable à base de carbonate de zinc »*.....

5. En cas de rayure à la surface de l'acier galvanisé, une pile de corrosion se crée. **Écrire** la demi-équation d'oxydation correspondante.

*$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2 e^{-}$* .....

6. **Schématiser** la pile formée dans l'encadré ci-contre et **désigner** les bornes en utilisant les termes d'anode et de cathode.



*Le zinc forme l'anode de la pile fer-zinc. Il s'oxyde à la place du fer.*.....

## 1 Types de protection

- a. Faux
- b. Vrai
- c. Protection par couverture  
Protection cathodique  
Protection anodique

## 2 Couverture

- a. Vrai
- b. Faux
- c. Faux
- d. Faux
- e. Faux
- f. Faux
- g. Vrai

## 3 Châssis d'une caravane

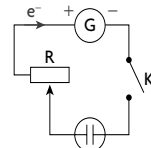
- a.  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  et  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$
- b. Le métal oxydé est le zinc (Zn).
- c. L'espèce chimique réduite est le dioxygène de l'air.
- d.  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ .
- e. Le métal protégé est le fer.

## 4 Aciers inoxydables

- a. Les métaux présents sont : le fer et le chrome.
- b. Le métal le plus réducteur est le fer.
- c. Le procédé de protection est l'étamage.

## 5 Nickelage

- a. d.



Anode : plaque en acier

Cathode : plaque en laiton

- b. c. Couples classés par pouvoir oxydant décroissant :  
 $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$  dans l'électrolyte  
 $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  dans l'électrode de laiton  
 $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  dans l'électrode d'acier  
 $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  dans l'électrode de laiton
- e. La cathode est le siège de la réduction. L'électrode de laiton reçoit le dépôt de nickel métallique.

### Peut-on protéger une lame de fer selon plusieurs méthodes ?

La corrosion du fer est une réaction lente. Afin de l'accélérer pour la modéliser au laboratoire, nous utiliserons une solution aqueuse d'eau de Javel, solution basique contenant des ions hydroxyde  $\text{HO}^-$  et des ions hypochlorite de sodium ( $\text{ClO}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ).

Le but des manipulations est de protéger des lames de fer de deux façons différentes, puis d'analyser celle qui s'avère la plus efficace dans la lutte contre la corrosion du fer.



Dégagement...  
de  $\text{Cl}_2$  et.....  
changement...  
de couleur.....  
de la solution.....

#### 1. Observation de la corrosion du fer

● **Verser**, sous la hotte, dans le tube à essai numéroté 1 environ  $5 \text{ cm}^3$  de solution d'hypochlorite de sodium.

● **Introduire** un clou décapé à la toile de verre dans le tube.

● **Positionner** le tube sur le porte-tube.

● **Noter** vos observations dans l'encadré ci-contre.

a. **Écrire** les demi-équations des réactions qui se produisent :

– oxydation du fer :  $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$

– réduction de l'ion hypochlorite :  $2\text{ClO}^- + 4\text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Les ions fer II formés réagissent avec les ions hydroxyde pour former un précipité d'hydroxyde de fer de couleur caractéristique.

b. **Indiquer** la couleur du précipité : *Précipité vert*



**Montrer le résultat de l'expérience au professeur.**  
**Faire vérifier les demi-équations.**



#### 2. Protection du fer

a. **Par couverture d'une couche de cuivre**

● Dans un tube à essai numéroté 2, **verser** quelques  $\text{cm}^3$  de concentration  $0,25 \text{ mol/L}$ .

● **Introduire** un clou en fer décapé dans la solution.

Le clou n'est que partiellement immergé.

b. **Par couverture d'une couche de zinc**

● **Réaliser** le montage électrique ci-contre :

– la cuve de l'électrolyseur contient une solution de sulfate de zinc de concentration  $0,25 \text{ mol/L}$  ;

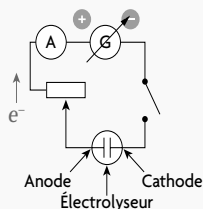
– l'anode est constituée d'une lame de zinc ;

– la cathode est constituée d'un clou en fer ;

– le clou ne sera immergé que partiellement dans la solution.

● **Mettre** le générateur sous tension et le **régler** afin qu'il débite une tension de  $12 \text{ V}$ .

● **Choisir** le calibre de l'ampèremètre afin que celui-ci mesure une intensité voisine de  $0,5 \text{ A}$ .



**Faire vérifier le montage et les réglages par le professeur avant de fermer l'interrupteur.**

● **Fermer** l'interrupteur puis **déplacer** le curseur du rhéostat pour que l'intensité débitée soit voisine de  $0,5 \text{ A}$ .

● L'expérience sera entretenue pendant dix minutes. **Déclencher** un chronomètre pour mesurer cette durée.

### c. Interprétation électrochimique

Pendant que les réactions décrites précédemment se réalisent, répondre aux questions suivantes.

- **Écrire** l'équation de réaction qui se produit entre le fer et les ions cuivre II.



- **Nommer** ci-contre le métal et l'ion formé. *Le cuivre et l'ion fer II*.....
- **Indiquer** sur le schéma du montage de l'électrolyse (2.b.) le sens de parcours des électrons. *Voir corrigé sur le schéma page 51.*
- **Compléter** : le zinc de l'anode subit une *oxydation*.....
- **Écrire** l'équation correspondante :  $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$ .....
- **Compléter** : les ions zinc II en solution subissent une *réduction*..... à la cathode.
- **Écrire** l'équation correspondante :  $Zn^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Zn$ .....

### d. Retour sur les expériences

- **Ouvrir** l'interrupteur et **débrancher** les électrodes.
- **Sortir** les électrodes du bain électrolytique, les **sécher** au sèche-cheveux.
- **Sortir** le clou du tube n° 2 et le **sécher** également.



**Faire vérifier l'interprétation électrolytique et les clous des expérimentations.**

### 3. Comportement face à la corrosion

Les deux clous sont recouverts partiellement d'un dépôt métallique. Cette couverture partielle simule un défaut dans la couverture d'un objet en fer protégé par un autre métal.

#### a. Hypothèse

- En utilisant l'extrait de la classification électrochimique ci-contre, **nommer** le métal qui va subir l'oxydation dans le cas du clou couvert de cuivre.

*Le fer*.....

- **Nommer** le métal qui va subir l'oxydation dans le cas du clou couvert de zinc.

*Le zinc*.....

Oxydant	Réducteur
$ClO^{-}$	$Cl_2$
$O_2$	$H_2O$
$Cu^{2+}$	$Cu$
$Fe^{2+}$	$Fe$
$Zn^{2+}$	$Zn$

Pouvoir réduction croissant ↓

- En **déduire** la couverture qui protège le fer de la corrosion, même en cas de défaut de couverture.

*La couverture par le zinc*.....

#### b. Vérification expérimentale

- **Verser**, dans deux tubes à essais numérotés respectivement 3 et 4, environ 5 cm<sup>3</sup> de solution d'hypochlorite de sodium.
- **Immerger** le clou cuivré dans le tube 3, et le clou zingué dans le tube 4.
- **Comparer** les produits obtenus avec le tube n° 1.

*Dans le tube n° 3, il se produit une réaction similaire à celle du tube n° 1.*.....

- L'hypothèse est-elle vérifiée ? *Dépend de l'hypothèse de l'élève*.....
- **Remettre** en état le poste de travail, en conservant la dernière expérience.



**Montrer l'expérimentation menée et la remise en état du poste de travail au professeur.**

## 5

# Corps immergés dans les fluides : que subissent-ils ?

Comment se manifeste l'action exercée par un fluide ?

► Activité 2

Quelles unités pour mesurer une pression ?

► Activité 4



Comment mesurer la pression atmosphérique ?

► Activité 2

En plongée, pourquoi faut-il respecter des paliers de décompression ?

► Situation de la vie quotidienne



## ACTIVITÉ

### Quand parle-t-on de pression exercée sur un solide ?

#### DOC. 1 Solides indéformables et solides déformables

**Solide** : corps constitué par des particules fortement liées ; il est délimité par des surfaces qui lui donnent une forme propre.

Un solide est dit « indéformable » lorsque les positions des particules qui le constituent restent fixes, sauf sous l'action de contraintes très fortes qui peuvent alors le briser. Sinon, il est « déformable ».

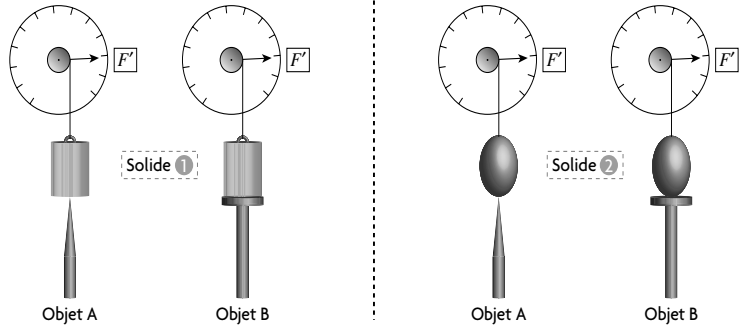
#### Matériel

- deux dynamomètres
- un solide en fer
- un solide en pâte à modeler
- un objet pointu
- un objet plat

#### Travail à réaliser

Deux solides, de poids d'environ 4 à 5 N, sont suspendus à deux dynamomètres.

On exerce sur la face inférieure une action verticale vers le haut de valeur  $F$ , à l'aide de différents objets, pour que la valeur  $F'$  lue sur le dynamomètre ne soit plus que de 2 N environ.



1. À l'aide des informations du doc. 1, compléter la phrase suivante :

le solide ① peut être qualifié de *indéformable*....., le solide ② de *déformable*.....

2. **Réaliser** la manipulation ; **noter** les observations faites :

– avec le solide ①, *on arrive à réaliser le nouvel équilibre sans déformation*.....

– avec le solide ② *l'objet A s'enfonce dans le solide ②, mais pas l'objet B*.....

3. **Indiquer** ce qu'il faut prendre en compte, en plus de la valeur  $F$  de l'action exercée, pour rendre compte de la situation : *l'aire de la surface de contact*.....

4. **Compléter** l'affirmation suivante : lorsqu'une action répartie agit sur un solide déformable, pour décrire la situation il faut tenir compte de *la valeur  $F$  de l'action exercée*..... et de *l'aire  $S$  de la surface sur laquelle s'exerce l'action*.....

On définit la pression  $p$  par la relation  $p = \frac{F}{S}$ . Si  $F$  est exprimée en newton et  $S$  en mètre carré,

l'unité de pression est le pascal (symbole Pa).

#### Mémo

- Lorsqu'une surface d'aire  $S$  d'un solide subit une action répartie de valeur  $F$ , on dit que cette surface du solide subit une *pression*..... notée  $p$  et définie par la relation  $p = F/S$ .....
- Si  $F$  est exprimée *en newton*..... et  $S$  en *mètre carré*....., l'unité de  $p$  est *le pascal (Pa)*.....

## ACTIVITÉ

## 2

## Comment se manifeste l'action exercée par un fluide ?

## DOC. 2 Qu'est-ce qu'un « fluide » ?

**Fluide** : corps composé de particules faiblement liées les unes aux autres et pouvant donc facilement se déplacer les unes par rapport aux autres.

Parmi les fluides, on distingue les liquides et les gaz.

Les particules d'un **liquide** ne se dispersent pas dans l'espace mais il n'a pas de forme propre : il prend la forme du récipient qui le contient et sa surface de séparation avec l'air est plane et horizontale.

Les molécules d'un **gaz** se dispersent dans tout l'espace qui leur est offert, on dit que le gaz est « expansible » ; il n'y a donc pas de surface de séparation avec l'air auquel il peut se mélanger.

Contrairement aux solides et aux liquides, les gaz sont facilement compressibles.

Travail 1 à réaliser  Différence entre fluide et solide

1. À l'aide des renseignements des docs 1 et 2, **citer** les différences qui distinguent les solides des fluides.

*Les particules d'un solide sont fortement liées contrairement à celles des fluides ; les solides ont des formes propres, les fluides n'en ont pas.*

## Matériel

- un béccher de 3 L
- un tube à embase rodée
- un disque de verre dépoli muni d'une ficelle
- de l'eau

Travail 2 à réaliser  Action d'un fluide sur un solide

2. Le disque étant maintenu en contact avec le tube grâce à la ficelle, on plonge lentement l'ensemble dans l'eau sur une dizaine de centimètres ; **décrire** ce qui se passe si on lâche la ficelle.

*Sous l'action exercée par l'eau, le disque reste en contact avec le tube.*

3. **Indiquer** pourquoi l'action exercée par l'eau sur le disque est nécessairement une action répartie.

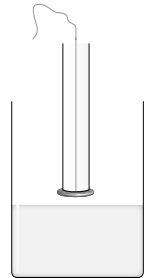
*Parce que l'eau est un fluide et les particules qui le composent se déplacent pour venir au contact de la surface du disque.*

4. **Préciser** selon quelle direction et dans quel sens s'exerce l'action de l'eau sur le disque.

*Elle s'exerce selon la direction verticale et vers le haut.*

5. **Compléter** la phrase suivante.

L'eau exerçant une action *répartie* sur la surface du disque, celle-ci subit donc de la part de l'eau *une pression qui maintient le disque contre le tube*.



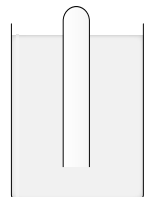
## Matériel

- un béccher de 3 L
- un tube à essai
- de l'eau

Travail 3 à réaliser  Cas de deux fluides

6. **Plonger** progressivement un tube à essai (position verticale, ouverture vers le bas) dans le béccher de 3 L rempli d'eau.

7. **Observer** ce qui se produit et **compléter** le schéma ci-contre.



**8. Proposer** une explication pour ce qui a été observé, en précisant quelle propriété des gaz est mise en jeu.

*Lorsque l'on plonge le tube, l'eau du béccher exerce une pression sur la surface de l'air du tube ; comme un gaz est compressible, l'eau monte dans le tube.*

## Matériel

- un béccher de 3 L
- une capsule manométrique
- un tube en U avec graduations
- un tube caoutchouc souple
- un support
- de l'eau

## Travail 4 à réaliser TP Réalisation d'un manoscope

**9. Réaliser** le montage ci-contre.

**10. Plonger** la capsule dans l'eau.

**11. Décrire** ce que l'on observe et **proposer** une explication.

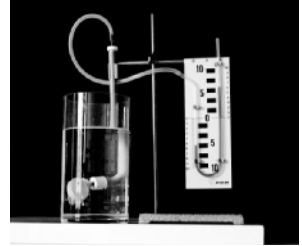
*La membrane souple se déforme, le liquide coloré se déplace dans le tube en U.*

*L'eau exerce une pression sur la membrane, qui se déforme ; la membrane exerce une pression sur l'air du tuyau et du tube qui exerce à son tour une pression sur la surface du liquide coloré, provoquant ainsi son déplacement.*

**12. Préciser** la direction et le sens suivant lesquels s'exerce la pression de l'eau.

*Elle s'exerce perpendiculairement à la membrane, du fluide vers la membrane.*

**13. Compléter** la phrase : ce dispositif permet *de mesurer la pression exercée par l'eau.*



## Matériel

- un béccher sans bec
- une feuille de papier
- de l'eau

## Travail 5 à réaliser TP Existence de la pression atmosphérique

**14. Réaliser** l'expérience correspondant à la photographie.

**15. Proposer** une explication au phénomène observé.

*L'air qui nous entoure est un fluide ; il exerce une pression sur la surface du papier, le maintient en contact avec le verre et maintient l'eau dans le verre.*

**16. Nommer** la pression due à l'air qui nous entoure :

*la pression atmosphérique.*

**17. Préciser** la direction et le sens de la pression exercée par l'air.

*Elle est perpendiculaire à la feuille de papier et dirigée vers le haut.*

a. **Donner** le nom de l'appareil qui sert à mesurer sa valeur : *un baromètre.*

b. **Rechercher** la valeur normale de cette pression :  *$p_{atm} = 101.325 \text{ Pa}$ .*



## Mémo

● Un fluide exerce toujours une action *répartie* sur la surface qui le sépare d'un solide ou d'un autre fluide ; il exerce alors une *pression p* sur la surface de séparation. L'action exercée est appelée la « force pressante », la surface qui subit la pression, la « surface pressée ».

● Cette *pression* est dirigée du fluide vers la surface pressée et toujours selon une direction *perpendiculaire* à cette surface.

● L'air au voisinage de la Terre exerce sur tout corps une pression appelée *pression atmosphérique* dont la valeur normale est  *$p_{atm} = 101.325 \text{ Pa}$* .

● Une pression se mesure à l'aide d'un appareil appelé « manomètre » ; dans le cas de la pression exercée par l'air au voisinage de la Terre, on utilise un *baromètre*.



## ACTIVITÉ

## 3

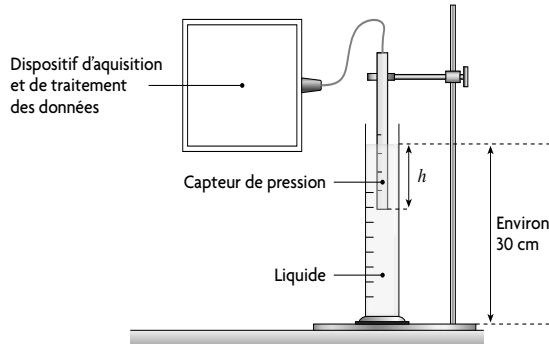
Peut-on calculer la pression  $p$  au sein d'un fluide ?

## Matériel

- un grande éprouvette sur pied
- un support
- un capteur de pression
- un dispositif de traitement des données
- de l'eau
- de l'alcool du commerce

## Travail à réaliser (TP)

On réalise des mesures de la pression  $p$  au sein d'un liquide en fonction de la profondeur  $h$ , à l'aide du dispositif expérimental suivant.



Dans un premier temps, on réalise l'expérience avec de l'eau dans l'éprouvette.

1. **Préparer** et **paramétrer** le dispositif d'acquisition et de traitement des données ; la profondeur sera exprimée en mètre.

2. **Placer** l'extrémité du capteur juste au niveau supérieur du liquide ; **entrer** au clavier la profondeur  $h = 0$  et **acquérir** la valeur  $p_0$  de la pression.

a. **Préciser** à quoi correspond  $p_0$ . *Elle correspond à la valeur de la pression atmosphérique.*

b. **Recommencer** les acquisitions pour des profondeurs variant de 50 mm en 50 mm jusqu'à 250 mm (*attention aux erreurs possibles de lecture*).

c. À l'aide des fonctionnalités du dispositif, **modéliser** l'évolution de la pression  $p$  (en pascal) au sein du liquide en fonction de la profondeur  $h$  (en mètre).

d. Le modèle est de la forme  $p = p_0 + k_e h$  ; **donner** les valeurs de  $p_0$  et de  $k_e$

$$p_0 = \text{valeur lue} \dots \dots \dots ; k_e = \text{valeur donnée par le dispositif} \dots \dots \dots$$

e. La pression  $p$  est la pression totale, composée de deux termes.

Un seul terme correspond à la pression exercée par le liquide ; elle est appelée « pression partielle » et sera notée  $p_l$ .

f. **Indiquer** l'expression de la pression partielle  $p_l$  due au liquide :  $p_l = k_e h$  .....

3. **Recommencer** l'ensemble du processus en utilisant comme liquide de l'alcool à brûler du commerce.

a. **Indiquer** la valeur  $p_0$  obtenue pour  $h = 0$  ;  $p_0 = \text{valeur lue} \dots \dots \dots$

b. **Préciser** si elle est identique à la valeur mesurée avec l'eau : *oui (à priori)* .....

c. **Noter** la valeur de  $k_a$  puis **donner** l'expression de la pression totale  $p$ .

$$p = p_0 \text{ (valeur lue)} + k_a \text{ (valeur dispositif)} \cdot h \dots \dots \dots$$

d. **Donner** l'expression de la pression partielle  $p_l$  :  $p_l = k_a \text{ (valeur dispositif)} \cdot h$  .....

4. À partir des résultats obtenus, **préciser**, en justifiant la réponse, si la pression partielle au sein d'un liquide est dépendante ou non de la nature du liquide.

*Les valeurs obtenues pour les coefficients  $k_e$  et  $k_a$  sont différentes ; la pression partielle exercée à une profondeur  $h$  au sein d'un liquide dépend du liquide.*

.....  
 .....

# ACTIVITÉS

Dépend  
des résultats  
précédents

**5. Recopier** les valeurs des coefficients  $k_e$  et  $k_a$  intervenant dans l'expression de la pression partielle en fonction de la profondeur pour chacun des liquides utilisés.

Pour l'eau :  $k_e = \dots\dots\dots$  – Pour l'alcool :  $k_a = \dots\dots\dots$ .

**a. Indiquer** les masses volumiques de l'eau et de l'alcool.

Pour l'eau  $\rho_e = 1\,000 \dots\dots\dots \text{ kg/m}^3$  – Pour l'alcool  $\rho_a = (\text{valeur sur bouteille}) \dots\dots\dots \text{ kg/m}^3$ .

**b. Comparer**  $k_e$  et  $k_a$  d'une part,  $\rho_e$  et  $\rho_a$  d'autre part :  $k_e > \dots\dots\dots k_a$  ;  $\rho_e > \dots\dots\dots \rho_a$ .

**c.** On peut émettre l'hypothèse que  $k$  et  $\rho$  sont proportionnels. **Faire** les calculs nécessaires pour confirmer cette hypothèse et dire si elle est acceptable.

.....  
.....  
.....  
.....

**6. Comparer** la valeur des rapports  $k/\rho_i$  et la valeur  $g$  de l'intensité de la pesanteur.

Les valeurs de  $k/\rho$  et de  $g$  sont très voisines (identiques, aux erreurs de mesure près).....

.....  
.....

**a. Écrire** alors l'expression de  $k_i$  :  $k_i = \rho_i g \dots\dots\dots$ .

**b. Écrire** les expressions de la pression partielle  $p_i$  et de la pression totale  $p$  à la profondeur  $h$  dans un liquide de masse volumique  $\rho$ .

$p_i = \rho_i g \cdot h \dots\dots\dots$  ;  $p = p_0 (\text{ou } p_{atm}) + \rho_i g \cdot h \dots\dots\dots$ .

**7.** On veut vérifier si les expressions trouvées donnent des résultats conformes à ceux que l'on peut mesurer.

**a. Faire** les calculs et les mesures permettant de compléter les tableaux ci-dessous.

Eau ( $\rho_e = 1\,000 \text{ kg/m}^3$ )		
Profondeur $h$	0,08 m	0,22 m
Calcul de $p$ $p = p_0 + \rho_e \cdot g \cdot h$		
Valeur de $p$ par mesure		

Alcool ( $\rho_a = \dots\dots\dots \text{ kg/m}^3$ )		
Profondeur $h$	0,11 m	0,19 m
Calcul de $p$ $p = p_0 + \rho_a \cdot g \cdot h$		
Valeur de $p$ par mesure		

**b. Indiquer** si les résultats trouvés sont en accord. (*à priori*) oui.....

Dépend  
des résultats  
précédents

Dépend  
des résultats  
précédents

Dépend  
des résultats  
précédents

Dépend  
des résultats  
précédents

## Mémo

- À une profondeur  $h$  au sein d'un liquide dont la surface libre est au contact de l'air, s'exerce une pression totale  $p$  due à la pression atmosphérique et au liquide.....
- La pression  $p_i$  due uniquement au liquide est appelée *pression partielle*.....
- Cette pression est dépendante *de la nature du liquide*.....
- La pression totale  $p$  se calcule par la relation :  $p = p_{atm} + \rho \cdot g \cdot h \dots\dots\dots$ , dans laquelle la grandeur  $\rho$  est la *masse volumique*..... du liquide.

## ACTIVITÉ

## 4

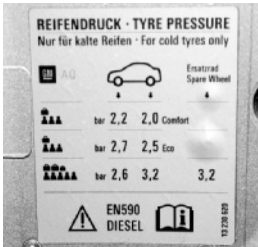
## Quelles unités pour mesurer des pressions ?

## DOC. 3 Unités de mesure d'une pression

L'unité de base du Système international pour la mesure de la pression est le **pascal** (Pa), du nom de Blaise Pascal (1623-1662). L'inconvénient de cette unité provient du fait qu'elle est petite par rapport aux pressions usuelles rencontrées : par exemple la pression atmosphérique de valeur « normale » 101 325 Pa.

D'autres unités usuelles sont donc souvent utilisées : le **bar** (bar), pression des pneumatiques ; l'**hectopascal** (hPa), en météorologie ; le **mm de mercure** (mmHg), encore appelé **torr**, en référence aux travaux de Torricelli (1608-1647) ; l'**atmosphère normale** (atm), utilisée dans certaines industries.

Les unités présentent l'avantage de pouvoir exprimer les résultats à l'aide de nombres « accessibles », compris environ entre 0,01 et 1 000 pour les usages courants.

Travail à réaliser 

1. La pression recommandée pour les pneumatiques des véhicules à moteur est indiquée en bars par les constructeurs. Le bar (bar) est égal à  $10^5$  Pa.

**Exprimer** en pascal la pression recommandée pour les roues arrière d'un véhicule très chargé.

*3,2 bar, soit 320 000 Pa.*

2. **Rappeler** la valeur de la pression atmosphérique normale : *101 325 Pa*.

En météorologie, on utilise l'hectopascal, égal à 100 Pa, mais aussi le millibar, égal au millième du bar.

**Exprimer** en hectopascal, en bar puis en millibar la pression atmosphérique normale.

*1 013,25 hPa ; 1,01325 bar ; 1 013,25 mbar.*

3. Torricelli (1608-1647) a réalisé un baromètre à mercure représenté sur le schéma ci-contre.

a. **Dire** quelle est la pression exercée sur le mercure au point A.

*La pression atmosphérique.*

b. Le point B est dans le même plan horizontal que le point A ; **indiquer** quelle est la pression au niveau du point B.

*Elle aussi est égale à la pression atmosphérique.*

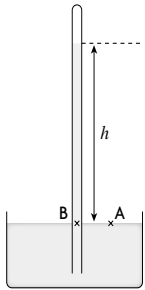
c. **Expliquer** pourquoi la hauteur  $h$  permet d'exprimer une valeur de la pression atmosphérique.

*Sur la surface de mercure qui se trouve en équilibre au niveau du point B, les pressions exercées sont égales à la pression atmosphérique.*

4. On donne : masse volumique du mercure  $\rho_{Hg} = 13\,583 \text{ kg/m}^3$  ;  $g = 9,815 \text{ N/kg}$ .

**Calculer** la pression atmosphérique pour  $h = 760 \text{ mm}$  :  $p = \rho_{Hg} \times g \times h$ .

*$p_{atm} = 13\,583 \text{ kg/m}^3 \times 9,815 \text{ N/kg} \times 0,760 \text{ m} = 101\,321,0302 \text{ Pa}$ .*



## MÉMO

- Le pascal est une unité peu pratique ; d'autres unités usuelles sont donc souvent utilisées.
- La plus courante est le bar (bar) dont la valeur en pascal est :  *$10^5 \text{ Pa}$* .
- En météorologie, on utilise l'hectopascal (hPa) dont la valeur en pascal est : *100 Pa*.
- Historiquement a été utilisé le mm de mercure (mmHg), appelé aussi « torr » ; la valeur de la pression atmosphérique normale, exprimée en mmHg, est : *environ 760 mmHg*.

# SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE

## En plongée, pourquoi faut-il respecter des paliers de décompression ?

En plongée, plus on descend en profondeur, plus la pression est importante. D'autre part, les gaz présents dans les alvéoles des poumons ( $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  sous forme de vapeur essentiellement) se dissolvent dans les tissus cellulaires et le sang. À la pression atmosphérique, un équilibre est établi. Lorsque la pression augmente, la quantité de gaz qui se dissolvent dans les tissus et le sang augmente pour atteindre un nouvel équilibre. Le problème est celui du diazote  $N_2$  qui ne participe pas aux échanges de la respiration et reste dissous dans les tissus et le sang. Lors de la remontée, la pression va diminuer. Mais comme le passage des gaz au travers des tissus est lent, il faut laisser le temps aux équilibres de se faire. La remontée doit donc se faire lentement (maximum 15 m/min) et il faut respecter des paliers de décompression suffisamment longs.

Quelle est la conséquence d'une remontée trop rapide ?

### Matériel

- un vase à filtration sous vide
- un capteur de pression
- un manomètre ou pressiomètre
- une pompe à vide
- eau gazeuse fraîchement ouverte

### Travail à réaliser

1. **Calculer**, en bar, la pression totale  $p$  exercée sur l'organisme d'un plongeur en eau douce à une profondeur de 30 m ; arrondir la valeur à l'unité.

On prend 1,02 bar pour la pression atmosphérique,  $1\,000\text{ kg/m}^3$  comme masse volumique de l'eau et  $9,81\text{ N/kg}$  pour la valeur de  $g$ .

$$p = 1,02\text{ bar} + (1\,000\text{ kg/m}^3 \times 9,81\text{ N/kg} \times 30\text{ m} \times 10^{-5})$$

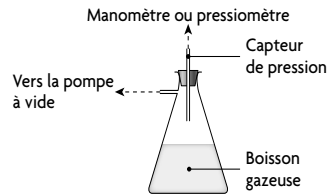
$$p = 1,02\text{ bar} + 2,943\text{ bar} = 3,963\text{ bar} ; \text{arrondi à l'unité, } p = 4\text{ bar}$$

2. À la pression atmosphérique, il y a environ 0,0133 L de diazote  $N_2$  dissous par litre de sang. La quantité de gaz dissous est proportionnelle à la pression. **Calculer** le volume  $V$  de diazote  $N_2$  supplémentaire dans les 5 L de sang du corps à la profondeur de 30 m.

$$V = 5 \times [(4 \times 0,0133\text{ L}) - 0,0133\text{ L}] = 5 \times 3 \times 0,0133\text{ L} = 0,1995\text{ L}$$

3. On veut observer l'effet produit par une baisse rapide de pression lorsque des gaz sont dissous dans un liquide (c'est le cas à l'ouverture d'une bouteille d'eau gazeuse ou lors de la remontée sans précaution durant une plongée).

On réalise le montage correspondant au schéma ci-contre.



a. **Noter** la valeur de la pression au début de la manipulation.

$$p = \dots \dots \dots \text{ (elle dépend du moment)}$$

b. **Mettre** en route la pompe à vide ; **noter** ce qui se produit au niveau du liquide et la valeur de la pression.

*Au niveau du liquide, des bulles se forment et remontent ;  $p =$  valeur lue.*

4. À partir des observations, **indiquer** quel risque il y a à remonter trop vite de plongée.

*Le risque est que les gaz dissous en quantité supplémentaire forment des bulles dans le sang, ce qui peut être mortel.*

5. **Préciser** quel est le rôle des paliers de décompression ?

*Ils laissent le temps aux équilibres gazeux de se rétablir lentement.*

#### 1 La notion de pression

- a. Faux.
- b. Vrai.
- c. Faux.
- d.  $p = F/S$

#### 2 Pression à une profondeur $h$ dans un fluide

- a. Faux.
- b. Vrai.
- c. Vrai.

#### 3 Calcul de pression

- a.  $p = F/S$ ;  $p = 500 \text{ N}/0,25 \text{ m}^2$ ;  $p = 2\,000 \text{ Pa}$ .
- b. Si on divise  $F$  par 2,  $p$  est divisée par 2 également ( $p$  proportionnelle à  $F$ ).
- c. Si on triple  $S$ ,  $p$  est divisée par 3 ( $p$  inversement proportionnelle à  $S$ ).

#### 4 Des objets bien utiles

- a.  $p = (m \times g)/S$ ;  $p = (85 \text{ kg} \times 9,81 \text{ N/kg})/0,03 \text{ m}^2$ ;  
 $p = 27\,795 \text{ Pa}$ .
- b. Son pied s'enfoncé car la pression exercée sur la neige provoque la déformation (tassement) de la neige.
- c. Pour limiter cette difficulté, on peut, ou diminuer le poids (pas facile et limité), ou augmenter l'aire de la surface

de contact. Les solutions pratiques : les raquettes, les skis et autres luges...

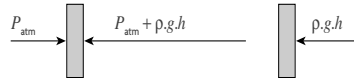
#### 5 Hublots d'observatoire sous-marin

a.  $p = p_{\text{atm}} + \rho \cdot g \cdot h$ ;  $p = 101\,000 \text{ Pa} + (1\,030 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ N/kg} \times 15 \text{ m}) = 252\,564,5 \text{ Pa}$ .

Valeur arrondie à la centaine :  $p = 252\,600 \text{ Pa}$ .

b.  $p_r = p - p_{\text{atm}}$  ou  $p_r = \rho \cdot g \cdot h$ ;  $p_r = 151\,600 \text{ Pa}$ .

La pression atmosphérique extérieure est compensée par la pression intérieure.



$p_r = 151\,600 \text{ Pa} = 1,516 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ; supérieurs à  $1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ; on ne pourra pas installer les hublots.

c.  $\rho \cdot g \cdot h_{\text{max}} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ;  $h_{\text{max}} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa} / \rho \cdot g$ ;  
 $h_{\text{max}} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa} / (1\,030 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ N/kg})$ ;  $h_{\text{max}} = 11,87613 \text{ Pa}$ , soit 11,88 m.

#### 6 Baromètre à eau

a.  $\rho \cdot g \cdot h = p_{\text{atm}}$ ;  $h = p_{\text{atm}} / \rho \cdot g$ ;  
 $h = 101\,300 \text{ Pa} / (1\,000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ N/kg})$ ;  
 $h = 10,32615 \text{ m}$ ; arrondie  $h = 10,326 \text{ m}$ .

b. Un tel baromètre ne serait pas utilisable pour des raisons d'encombrement et de lectures qui nécessiteraient l'utilisation d'une grande échelle.

## Comment déterminer une masse volumique à l'aide d'un tube en U ?

Lorsque deux liquides non miscibles et de masse volumique différente sont versés dans un tube en U, on constate que les niveaux supérieurs dans chaque branche sont différents. Comment expliquer cette différence ?

On dispose d'un tube en U muni d'une graduation en millimètres.

1. Verser de l'eau de masse volumique  $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$ , de façon à ce que les surfaces de séparation avec l'air se trouvent face à la graduation 0. A et B sont des points qui, dans chacune des branches, se situent sur la surface de l'eau.

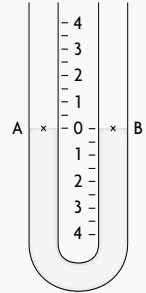
Préciser quelles sont les pressions  $p_A$  et  $p_B$  en chacun des points A et B ; justifier le fait que ces points A et B sont dans un même plan horizontal.

Les points A et B sont à la surface libre de l'eau ; ils sont à la pression.....

atmosphérique :  $p_A = p_B = p_{\text{atm}}$ .....

Étant à la même pression au sein du liquide, ils sont à la même.....

profondeur.....



2. Dans la branche du côté B, on verse de l'huile de masse volumique  $\rho_{\text{huile}}$ , à déterminer de façon à ce qu'il existe une différence de niveau visible entre les surfaces de séparation avec l'air.

A est un point de la surface de séparation air-eau ;

B est un point de la surface de séparation huile-air ;

C est un point de la surface de séparation huile-eau ;

D est un point de l'eau dans le même plan horizontal que le point C.

a. Indiquer quelles sont les pressions  $p_A$  et  $p_B$  en A et B, et la relation entre ces pressions.

$p_A = p_{\text{atm}}$  ;  $p_B = p_{\text{atm}}$  donc  $p_A = p_B$ .....

b. Justifier que les pressions  $p_C$  au point C et  $p_D$  au point D sont égales.

Les deux points sont dans le même plan horizontal.....

c. Exprimer, en fonction de  $\rho_{\text{huile}}$  et  $h_2$ , la pression totale  $p_C$ .

$p_C = p_{\text{atm}} + \rho_{\text{huile}} \cdot g \cdot h_2$ .....

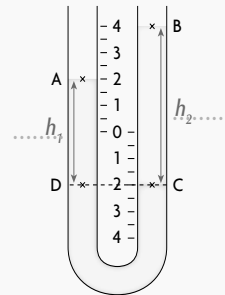
d. Exprimer, en fonction de  $\rho_{\text{eau}}$  et  $h_1$ , la pression totale  $p_D$ .

$p_D = p_{\text{atm}} + \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot h_1$ .....

e. Exprimer  $\rho_{\text{huile}}$  en fonction de  $\rho_{\text{eau}}$ ,  $h_1$  et  $h_2$ .

$\rho_{\text{huile}} \cdot h_2 = \rho_{\text{eau}} \cdot h_1$  ;  $\rho_{\text{huile}} = \rho_{\text{eau}} \cdot \frac{h_1}{h_2}$ .....

3. Mesurer les valeurs de  $h_1$  et  $h_2$ .  $h_1 =$  ..... ;  $h_2 =$  .....



Dépend  
de la réalisation



Faire vérifier les lectures par le professeur.

Dépend  
de la réalisation

4. Calculer, en  $\text{kg/m}^3$ , la valeur de  $\rho_{\text{huile}}$ .

## 6

# Les fluides : un solide peut-il s'y maintenir en équilibre ou s'y déplacer ?

Comment des corps creux peuvent-ils flotter sur l'eau ?

► Activité 4 et Situation de la vie quotidienne

Comment des corps peuvent-ils s'élever dans l'air ?

► Activités 5 et 6



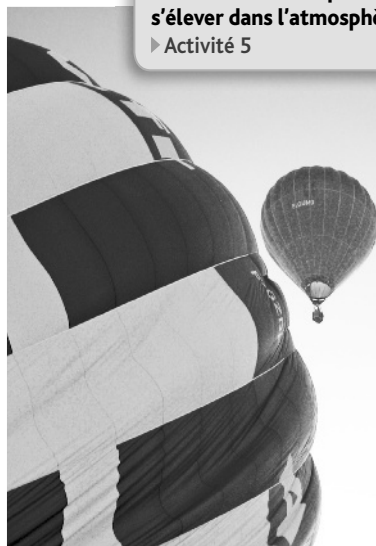
Pourquoi le transport par péniche est-il possible ?

► Activité 4



L'air est un fluide : peut-on s'élever dans l'atmosphère ?

► Activité 5



## ACTIVITÉ

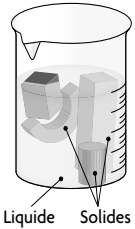
### Matériel

- trois béchers de 400 mL
- de l'eau
- de l'alcool à brûler
- de la glycérine
- un solide en métal
- un solide en plexiglas (PMMA)
- un solide en bois
- un solide en polyéthylène (PE)

## À quelle condition des solides pleins peuvent-ils flotter ?

### Travail à réaliser (TP)

- Dans trois béchers de 400 mL, **verser** environ 300 mL de liquide : bécher ❶ de l'eau ; bécher ❷ de l'alcool à brûler ; bécher ❸ de la glycérine.
- On dispose de quatre solides de matière différente :
  - solide **A** : en métal (fer ou cuivre) ;
  - solide **B** : en plexiglas (PMMA) ;
  - solide **C** : en bois (peuplier ou sapin) ;
  - solide **D** : en polyéthylène (PE-BD ou PE-HD).



Liquide Solides

1. **Placer** les quatre solides dans le bécher ❶ ; **noter** dans le tableau ci-dessous, pour chaque solide, s'il « flotte » ou s'il « ne flotte pas ».

	Solide A : métal	Solide B : plexiglas	Solide C : bois	Solide D : polyéthylène
Bécher ❶ : eau	<i>Ne flotte pas</i> .....	<i>Ne flotte pas</i> .....	<i>Flotte</i> .....	<i>Flotte</i> .....
Bécher ❷ : alcool	<i>Ne flotte pas</i> .....	<i>Ne flotte pas</i> .....	<i>Flotte</i> .....	<i>Ne flotte pas</i> .....
Bécher ❸ : glycérine	<i>Ne flotte pas</i> .....	<i>Flotte</i> .....	<i>Flotte</i> .....	<i>Flotte</i> .....

2. **Sortir** les solides et les **essuyer** complètement ; les **placer** dans le bécher ❷ et **noter** dans le tableau, pour chacun, s'il « flotte » ou s'il « ne flotte pas ».

3. **Recommencer** l'étape 2 en plaçant les solides dans le bécher ❸.

4. **Rechercher** ou **déterminer** la masse volumique de chacun des liquides et de chacun des solides.

a. liquide ❶ (eau) :  $\rho_e = 1\,000\text{ kg/m}^3$ ..... ; liquide ❷ (alcool) :  $\rho_a \approx 800\text{ kg/m}^3$ .....  
 liquide ❸ (glycérine) :  $\rho_g = 1\,250\text{ kg/m}^3$ .....

b. solide **A** :  $\rho_m = 7\,860\text{ kg/m}^3$  (fer)..... ; solide **B** :  $\rho_{pg} \approx 1\,180\text{ kg/m}^3$ .....  
 solide **C** :  $\rho_b \approx 400\text{ kg/m}^3$  (peuplier)..... ; solide **D** :  $\rho_{pe} \approx 920\text{ à }950\text{ kg/m}^3$ .....

5. **Classer** par ordre croissant l'ensemble de ces masses volumiques.

$$\rho_b < \rho_a < \rho_{pe} < \rho_e < \rho_{pg} < \rho_g < \rho_m$$

6. À partir du classement établi et avec le tableau de la question 1, **rédigé** une règle permettant de prévoir si un solide plein « flottera » ou « ne flottera pas » dans un liquide.

*Un solide plein flottera dans un liquide si sa masse volumique est inférieure à la masse volumique du liquide.*

### MÉMO

- Pour qu'un solide plein puisse flotter à la surface d'un liquide, il faut que sa masse volumique  $\rho_s$ ..... soit inférieure à la masse volumique  $\rho_l$  du liquide.....



## ACTIVITÉ 2

## Un liquide exerce-t-il une action sur un solide plein totalement immergé ?

## Matériel

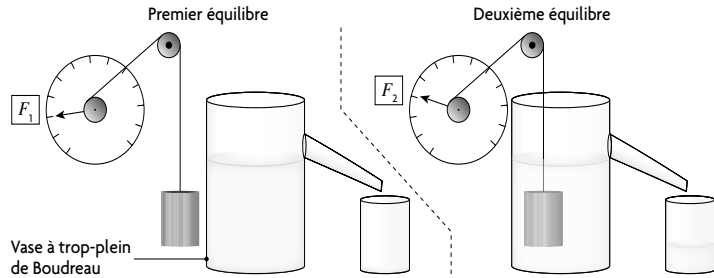
- un dynamomètre
- une masse à crochet
- une poulie
- un vase à trop-plein de Boudreau
- de la ficelle
- de l'eau

## Travail à réaliser (TP)

Certains solides pleins peuvent flotter (une partie des solides étant toutefois immergée dans le liquide), bien que soumis à la pesanteur.

1. Indiquer ce que l'on peut conclure de ce qui précède. *Le solide est donc soumis à une autre action que la pesanteur, laquelle assure son équilibre.*

2. On réalise les deux équilibres présentés sur les schémas avec de l'eau :



Valeur lue  $F_1$  : .....

Valeur lue  $F_2$  : .....

a. **Réaliser** le premier équilibre ; **noter** la valeur lue sur le dynamomètre.

b. **Préciser** à quoi correspond la valeur  $F_1$ . *À la valeur du poids du solide*

c. **Remplir** le vase à trop-plein ; **peser** le bêcher vide :  $m_1 =$  .....

d. **Réaliser** le second équilibre en récupérant le trop-plein d'eau dans le bêcher.

e. **Noter** la valeur lue sur le dynamomètre.

3. **Comparer** les valeurs  $F_1$  et  $F_2$  obtenues et **conclure**, en justifiant, sur l'existence d'une action exercée par l'eau sur le solide.  *$F_2 < F_1$ , ce qui montre que l'eau exerce une action sur le solide ; dans le cas contraire, on aurait  $F_2 = F_1$ .*

4. **Faire** le bilan des actions qui agissent sur le solide dans le premier équilibre.

*La pesanteur, l'action du dynamomètre.*

À partir du point **O** et en choisissant une unité graphique adaptée, **construire** la dynamique des forces correspondant à cet équilibre.

× O

× O'

5. **Faire** le bilan des actions qui agissent sur le solide dans le deuxième équilibre.

a. À partir du point **O'** et en gardant la même unité graphique, **construire** la dynamique des forces correspondant à cet équilibre.

Direction horizontale

b. **Déduire** des constructions précédentes quelle est la direction et quel est le sens de l'action exercée par l'eau sur le solide.

*L'action exercée par l'eau se fait selon la verticale et du bas vers le haut.*

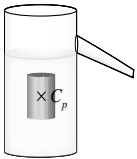
Valeurs  
dépendantes  
du solide utilisé

# ACTIVITÉS

Valeurs dépendantes du solide utilisé

6. **Peser** le bécher dans lequel a été récupéré le trop plein d'eau :  $m_2 = \dots\dots\dots$ 
  - a. **Donner** la valeur du volume  $v_1$  d'eau déplacé.  $v_1 = \dots\dots\dots$
  - b. **Préciser** à quel autre volume il correspond : *au volume d'eau déplacé*  $\dots\dots\dots$
  - c. **Calculer**, en newton, la valeur  $P_e$  du poids de l'eau déplacé :  $P_e = \dots\dots\dots$
  - d. **Comparer** la valeur obtenue à la différence  $F_1 - F_2$  :  $\dots\dots\dots$
  - e. **Compléter** la phrase :  
La valeur de l'action exercée par l'eau sur le solide plein qui y est totalement immergé a une valeur *égale au poids du liquide déplacé*  $\dots\dots\dots$ .
7. **Reprendre** l'ensemble du protocole de la manipulation mais en remplaçant l'eau par l'alcool.
  - a. **Noter** les valeurs lues sur le dynamomètre :  $F'_1 = \dots\dots\dots$  ;  $F'_2 = \dots\dots\dots$
  - b. **Noter** la valeur de la masse du bécher vide :  $m'_1 = \dots\dots\dots$  ;  
puis **noter** celle du bécher contenant le trop-plein d'alcool déplacé :  $m'_2 = \dots\dots\dots$
  - c. **Noter** le volume d'alcool déplacé :  $v'_1 = \dots\dots\dots$
  - d. **Calculer**, en newton, la valeur  $P'_a$  de l'alcool déplacé :  $P'_a = \dots\dots\dots$
  - e. **Comparer** la valeur obtenue à la différence  $F'_1 - F'_2$  :  $\dots\dots\dots$
  - f. **Indiquer** si la conclusion sur la valeur de l'action exercée par le liquide sur le solide plein qui y est immergé est encore vérifiée : (*à priori*) *oui*  $\dots\dots\dots$
8. Sur le schéma est représenté le volume d'eau déplacé.
  - a. **Rappeler** quel est le point d'application de son poids : *son centre de gravité*  $\dots\dots\dots$ .  
Pour le solide immergé, ce point est le point d'application de l'action vers le haut exercée par l'eau ; il est appelé « centre de poussée » et noté  $C_p$ .
  - b. **Rayer** la proposition inexacte :
    - l'eau est un corps homogène ;
    - l'eau est un corps hétérogène.
  - c. **Préciser** à quelle condition le centre de gravité  $G$  du solide et le centre de poussée  $C_p$  seront confondus. *Ils seront confondus si le solide plein est homogène*  $\dots\dots\dots$

Valeurs dépendantes du solide utilisé



## Mémo

- Lorsqu'un solide plein est plongé dans un liquide, il est soumis de la part du liquide à une action de direction *verticale*  $\dots\dots\dots$ , dont le sens est *vers le haut (de la Terre vers le solide)*  $\dots\dots\dots$  et dont la valeur est *égale au poids du liquide déplacé par la présence du solide*  $\dots\dots\dots$ .
- Cette action est appelée « poussée d'Archimède ».
- Elle peut être modélisée par une force dont le point d'application  $C_p$  a pour position celle du *centre de gravité du volume que le liquide occuperait s'il n'y avait pas le solide ; il est appelé centre de poussée (et peut être noté  $C_p$ )*  $\dots\dots\dots$ .
- Pour un solide immergé, son centre de gravité  $G$  et le centre de poussée  $C_p$  sont confondus si *le solide est homogène*  $\dots\dots\dots$ .

## ACTIVITÉ

## 3

## Quelle est la cause de la poussée d'Archimède ?

## DOC. 1 Pression, force pressante et surface pressée

Lorsqu'une surface pressée d'aire  $S$  subit une action représentée par une force pressante  $\vec{F}$ , elle est soumise à une pression  $p$ .

La valeur  $F$  de la force pressante est donnée par la relation :  $F = p \times S$



## Travail à réaliser

Un solide plein plongé dans un liquide subit la poussée d'Archimède. On considère le cas d'un parallélépipède plein dont les surfaces supérieures et inférieures ont pour aire  $s$  et les surfaces latérales pour aire  $S$ .

1. **Rappeler** les caractéristiques de la poussée d'Archimède.

*Direction verticale, vers le haut, valeur égale au poids du liquide...*

*déplacé.*

2. Chaque surface extérieure du solide est soumise à la pression partielle  $p$ .

a. **Rappeler** l'expression de la pression partielle  $p$  à la profondeur  $h$  si le liquide a une masse volumique  $\rho_l$

*$p = \rho_l \times g \times h$  ( $\rho_l$  : masse volumique du liquide).*

b. **Dire** rapidement pourquoi les forces pressantes exercées sur les faces latérales n'ont pas d'effet sur l'équilibre du solide.

*Parce qu'elles ont la même valeur, sont de même direction et de sens opposé.*

3. En utilisant les informations du doc. 1, **écrire** les expressions donnant les valeurs  $F_{\text{sup}}$  et  $F_{\text{inf}}$  des forces pressantes exercées sur les surfaces supérieure et inférieure du solide ; **préciser** également la direction et le sens de chacune de ces forces.

*$F_{\text{sup}} = \rho_l \times g \times h_1 \times s$  de direction verticale et dont le sens est vers le bas.*

*$F_{\text{inf}} = \rho_l \times g \times h_2 \times s$  de direction verticale et dont le sens est vers le haut.*

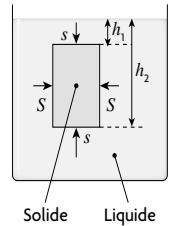
a. **Écrire** l'expression de  $F_{\text{inf}} - F_{\text{sup}}$  :  *$F_{\text{inf}} - F_{\text{sup}} = \rho_l \times g \times s \times (h_2 - h_1)$*

b. **Montrer** que  $F_{\text{inf}} - F_{\text{sup}}$  correspond au poids  $P_l$  du liquide déplacé.

*$s \times (h_2 - h_1)$  est le volume du solide et du liquide déplacé,  $\rho_l \times s \times (h_2 - h_1)$  est la masse du liquide déplacé et donc  $\rho_l \times s \times (h_2 - h_1) \times g$  son poids  $P_l$ .*

c. **Comparer** les caractéristiques de  $\vec{F}_{\text{inf}} - \vec{F}_{\text{sup}}$  avec celles de la poussée d'Archimède et **conclure**.

*Elles sont identiques ; la poussée d'Archimède est le résultat de l'ensemble des forces pressantes exercées par le liquide sur les surfaces du solide.*



- La poussée d'Archimède correspond au *résultat de l'ensemble des forces pressantes exercées par le liquide sur les surfaces du solide immergé.*

## ACTIVITÉ 4

### Matériel

- un cylindre creux en aluminium
- un bécher de 1 L
- un vase à trop-plein
- un bécher gradué
- une balance
- de l'eau

Valeurs dépendantes du solide utilisé

Valeurs dépendantes du solide utilisé

## Pourquoi un corps creux peut-il flotter ?

### Travail à réaliser (TP)

Un cylindre ouvert creux en aluminium a un diamètre extérieur  $D$ , une hauteur totale  $H$  et une épaisseur  $e$ .

1. **Mesurer** la masse  $m_c$  du cylindre et **calculer**, en newton, la valeur  $P_c$  de son poids.

(On prendra  $g = 9,8 \text{ N/kg}$ ) :  $m_c = \dots\dots\dots$  ;  $P_c = \dots\dots\dots$

2. **Positionner** le cylindre comme indiqué sur le schéma.

a. Le **lâcher** et **indiquer** s'il flotte ou non à la surface de l'eau : *non*.....

b. **Donner** la masse volumique de l'aluminium et **justifier** l'observation faite : *2 700 kg/m³ ; l'eau pénètre à l'intérieur, c'est donc le volume plein d'aluminium qui est immergé ; comme  $\rho_{al} > \rho_{eau}$ , le cylindre ne peut pas flotter.*.....

3. **Placer** le cylindre verticalement, extrémité fermée à la surface de l'eau d'un vase à trop-plein rempli.

a. Le **lâcher** ; **noter** ce qui se produit.

*Il s'enfonce en partie et flotte.*.....

b. **Citer** les actions qui agissent sur le cylindre.

*Son poids ; la poussée d'Archimède.*.....

c. **Préciser** si ces deux actions agissent sur la totalité du cylindre. *Le poids agit sur la totalité du cylindre, la poussée d'Archimède uniquement sur la partie immergée.*.....

d. **Relever** ou **calculer** le volume d'eau déplacé.

e. **Calculer** la valeur de la poussée d'Archimède et la **comparer** au poids  $P_c$ .

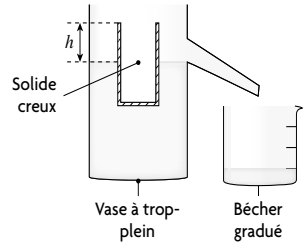
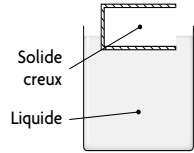
$P_{ar} = P_c$ .....

f. **Compléter** la phrase : un solide creux fabriqué dans un matériau de masse volumique supérieure à celle d'un liquide pourra y flotter si *la valeur de la poussée d'Archimède sur la partie immergée du solide est égale à celle du poids du solide.*.....

4. **Verser** lentement de la grenaille de fer à l'intérieur du cylindre.

a. **Noter** ce qui se produit au fur et à mesure. *Au fur et à mesure le solide s'enfonce dans le liquide ; lorsque le haut arrive au niveau de l'eau, il coule.*.....

b. **Proposer** une justification aux observations faites. *Le poids augmente ; le solide s'enfonce pour compenser et lorsque le poids augmente trop, il coule.*.....



### Mémo

- Un solide creux fabriqué dans un matériau de masse volumique supérieure à celle d'un liquide pourra flotter sur ce liquide si *la poussée d'Archimède agissant sur la partie immergée du solide peut garder une valeur égale à celle du poids du solide.*.....

## ACTIVITÉ

## 5

## L'air est un fluide : peut-on s'élever dans l'atmosphère ?

## DOC. 2 Ballons sondes et montgolfières



L'air est un fluide de masse volumique  $\rho_{\text{air}} = 1,293 \text{ kg/m}^3$  au voisinage du sol (jusqu'à quelques centaines de mètres), faible par rapport à celles des liquides.

Il est possible pour des solides de s'y élever ; c'est le cas des ballons sondes (destinés à emporter des appareils de mesure dans l'atmosphère) ou des montgolfières.

Ces deux types d'appareils ne fonctionnent pas sur le même principe : les ballons sondes sont remplis de gaz, les montgolfières sont remplies d'air que l'on chauffe grâce à un brûleur embarqué.

Travail à réaliser 

1. Un ballon sonde comprend une enveloppe, des accessoires et des appareils à emporter.

a. **Préciser** à quelles actions est soumis l'ensemble du ballon et des appareils.

*Il est soumis au poids total et à la poussée d'Archimède due à l'air.*

b. **Indiquer** à quelle condition l'ensemble pourra s'élever dans l'air.

*Si la poussée d'Archimède peut être supérieure au poids total.*

c. **Préciser** comment doit être la masse volumique du gaz remplissant le ballon par rapport à celle de l'air. *Elle doit être inférieure.*

d. **Indiquer** quel est l'intérêt d'un volume important pour l'enveloppe. *Avoir un volume d'air déplacé, donc une poussée d'Archimède importante.*

e. **Rechercher** le nom de quelques gaz pouvant remplir cette condition.

*Tout gaz de masse volumique faible par rapport à l'air :  $H_2$ , He...*

2. Les montgolfières sont constituées d'enveloppes hermétiques élastiques remplies d'air, d'une nacelle équipée d'un brûleur et de passagers.

a. **Préciser** pourquoi le fait de chauffer l'air contenu dans l'enveloppe permet à la montgolfière de s'élever dans l'air.

*L'air se dilate, le volume de l'enveloppe augmente et la masse volumique de l'air chaud est plus faible que celle de l'air ambiant ; le volume d'air ambiant déplacé augmente, ce qui augmente la poussée d'Archimède et permet l'envol.*

b. **Dire** pourquoi, en cours de vol, le pilote est obligé de rallumer de temps en temps le brûleur.

*Parce qu'au fur et à mesure l'air dans l'enveloppe se refroidit, ce qui fait diminuer le volume et donc la poussée d'Archimède.*



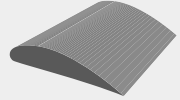
- L'air est un fluide ; des ballons constitués d'une enveloppe pourront s'y élever à condition de remplir l'enveloppe soit *avec un gaz de masse volumique plus faible que celle de l'air*, soit *avec de l'air que l'on chauffe pour augmenter son volume et diminuer sa masse volumique*.

## ACTIVITÉ 6

### Les avions : comment arrivent-ils à voler ?

#### DOC. 3 L'envol des avions

Le poids important des avions et leur volume extérieur ne leur permettent pas de voler grâce à la seule poussée d'Archimède.  
Le rôle des ailes est donc essentiel.  
La possibilité de voler est due à la forme particulière du profil des ailes.



#### Matériel

- une cuillère à soupe
- du fil
- un tube de Venturi
- une soufflerie
- des capteurs de pression



#### Travail à réaliser (TP)

Pour reproduire le phénomène dans un espace limité (laboratoire), on provoquera le déplacement du fluide, et notamment de l'air, sur un objet fixe, ce qui est plus facile que l'inverse.

- On observe l'effet de l'écoulement d'un liquide le long d'une surface courbe.
  - Au robinet d'eau, **établir** un écoulement régulier, pas trop puissant, le filet d'eau ayant à peu près une forme cylindrique.

a. **Approcher** très lentement la partie bombée de la cuillère du filet d'eau jusqu'à ce que l'eau vienne effleurer la cuillère ; **noter** ce qui se produit alors.

*La cuillère est attirée et vient se placer dans le filet d'eau...*

b. **Dire** si cela correspond à ce qui pouvait être attendu comme observation :

*Non, on pouvait plutôt s'attendre à ce que la cuillère soit repoussée.*

- À l'aide d'une soufflerie, on envoie un courant d'air de vitesse  $V$  dans un tube présentant un rétrécissement (tube de Venturi).

• **Mettre** en route la soufflerie.

a. En tenant compte de la forme du tube, **classer** par ordre croissant les vitesses  $V, V_1, V_2, V_3, V_4$  et  $V_5$  de l'air.

$$V < V_1 < V_2 < V_3 < V_4 < V_5$$

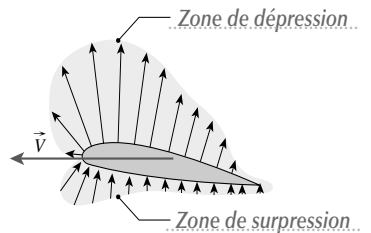
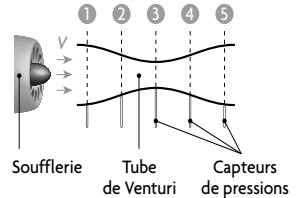
**Relever** les valeurs des pressions  $p_1, p_2, p_3, p_4$  et  $p_5$  et les **classer** par ordre décroissant.

*Les valeurs dépendent de la soufflerie.*

$$p_1 > p_2 > p_3 > p_4 > p_5$$

b. **Compléter** la conclusion après les observations : plus la vitesse de l'air est *grande*, plus la pression est *faible* ; c'est l'effet Venturi.

c. Sur le schéma ci-contre, qui schématise une aile d'avion en vol, **indiquer** la zone de dépression et la zone de surpression.



#### Mémo

- Lorsqu'un fluide est en mouvement le long d'un solide, plus la vitesse du fluide est *importante*, plus la pression sur la surface du solide est *faible*.
- Ce phénomène est connu sous le nom *d'effet Venturi*.

## Pourquoi lester les bateaux ?

Un bateau se trouve souvent soumis à des actions qui peuvent l'amener à prendre une certaine inclinaison par rapport à l'horizontale : on dit que le bateau « gîte », ce qui peut conduire jusqu'à son chavirage.

**Comment maintenir l'équilibre du bateau pour éviter qu'il ne chavire ?**



### Matériel

- un demi-parallépipède rectangle
- un cristalliseur
- de la grenaille de plomb
- de l'eau

### Travail à réaliser TP

Pour réaliser les expériences, on simule le bateau par un parallépipède creux à base carrée, coupé selon la diagonale du carré (en plexiglas, en verre ou en aluminium).

**1. Placer** le solide comme sur le schéma A-1 en essayant d'obtenir l'équilibre.

a. **Noter** vos observations.

*L'équilibre est très difficile à obtenir, le solide bascule.*

b. **Préciser** les actions qui agissent sur le solide.

*Son poids et la poussée d'Archimède.*

c. Ces deux actions constituent un couple. Sur le schéma A-2, **représenter** ce couple et **indiquer** le sens de son effet sur le bateau ; on prendra 3 cm pour la longueur des flèches.

d. À la suite de cette manipulation et de la construction sur le schéma, rédiger une phrase de conclusion.

*L'effet du couple de forces agissant sur le bateau va provoquer son chavirage, car il accentue la rotation.*

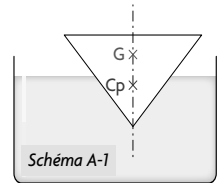


Schéma A-1

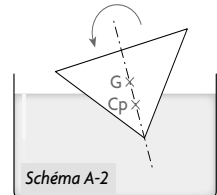


Schéma A-2

**2. Lester** le solide avec de la grenaille de plomb.

● **Recommencer** le protocole précédent avec le solide lesté.

a. Noter toutes les observations faites.

*Cette fois, l'équilibre est facile à obtenir. Lorsqu'on incline le solide, il revient à sa position après quelques oscillations.*

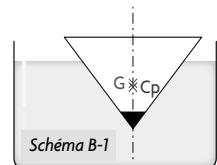


Schéma B-1

b. Sur le schéma B-2, **représenter** les forces (longueur des flèches : 3 cm) et **indiquer** le sens de l'effet du couple sur le solide.

3. Après ces manipulations, rédiger un court texte sur l'intérêt de lester un bateau.

*Le lest permet au couple poids-poussée d'Archimède de ramener le bateau vers sa position d'équilibre.*

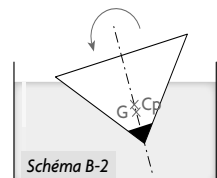


Schéma B-2

## 1 Solides pleins flottants

- a. Faux.
- b. Faux.

## 2 Poussée d'Archimède

- a. Vrai.
- b. Faux.
- c. Vrai.

## 3 Ballons sondes et montgolfières

- a. Faux.
- b. Vrai.

## 4 Effet Venturi

- a. Vrai.
- b. Vrai.

## 5 Valeur de la poussée d'Archimède

La valeur de la poussée d'Archimède dépend du matériel utilisé.

## 6 L'œuf flottant

- a. Dépend de l'objet choisi.

b. À priori il ne flottera pas, quel que soit l'œuf.

c. À priori, oui.

e. Progressivement, on observe que l'œuf va se mettre à flotter.

f. On augmente la masse volumique de la solution qui devient supérieure à celle de l'œuf.

## 7 Poids apparent

a. Parce que le corps subit la poussée d'Archimède.

b.  $P = m \cdot g$ ;  $m = \rho_f V$ ;  $V = c^2 L$ ;  $P = \rho_f c^2 L \cdot g$ ;  $P = 3,144 \text{ N}$ .

c.  $P_{\text{ap}} = P - F_A$  ( $F_A$  poussée d'Archimède);  $F_A = \rho_e c^2 L \cdot g$ ;  $F_A = 0,4 \text{ N}$ ;  $P_{\text{ap}} = 2,744 \text{ N}$ .

d. À priori, valeur conforme.

## 8 Poids apparent du corps humain.

a. Non.

b.  $P_{\text{ap}} = P - F_A$ ;  $P = m \cdot g - \rho_e \frac{m}{\rho_h} \cdot g$ ;  $P_{\text{ap}} = m \cdot g \cdot (1 - \frac{\rho_e}{\rho_h})$ ;

$P_{\text{ap}} = 19,5 \text{ N}$ .

c.  $250 \text{ g/L}$  équivalent à  $250 \text{ kg/m}^3$ ;  $\rho_m = 1250 \text{ kg/m}^3$ .

La masse volumique de l'eau de la mer Morte est supérieure à la masse volumique du corps humain. Si un homme essaie de s'immerger totalement, il n'y arrivera pas : il va flotter.



#### 9 Charge d'une péniche Frecynet

a. À l'équilibre,  $P = F_A$  ( $F_A$  poussée d'Archimède sur la partie immergée d'une hauteur  $T_v$ ).

$$\text{Donc } m \cdot g = \rho_e \cdot L \cdot l \cdot T_v \cdot g; T_v = \frac{m \cdot g}{\rho_e \cdot L \cdot l \cdot g}; T_v = \frac{m}{\rho_e \cdot L \cdot l}; T_v = 0,41 \text{ m.}$$

b. À l'équilibre,  $P = F_A$ ;  $F_A = \rho_e \cdot L \cdot l \cdot T_v \cdot g$ ;  $P = (m_v + m_c) \cdot g$ ;  
 $m_c = \rho_e \cdot L \cdot l \cdot T_v - m_v$ ;  $m_c \approx 270 \text{ T.}$

#### 10 Envol d'un ballon sonde

a. La poussée d'Archimède.

b. Celle du poids du ballon + appareils, soit  $m \cdot g$ ;  
 donc  $17 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 170 \text{ N.}$

c. Le dioxygène  $\text{O}_2$  car sa masse volumique est supérieure à celle de l'air.

L'hélium  $\text{He}$  et le dihydrogène  $\text{H}_2$ , de masse volumique très inférieure à celle de l'air.

d.  $F_A > P$ ;  $\rho_{\text{air}} \cdot V_m \cdot g > m \cdot g$ ;  $\rho_{\text{air}} \cdot V_m > m$ ;  $V_m > m / \rho_{\text{air}}$ .  
 $V_m > 17 \text{ kg} / 1,225 \text{ kg/m}^3$ ;  $V_m > 13,877 \text{ m}^3$ .

e.  $F_A = 1,225 \text{ kg/m}^3 \times 14,5 \text{ m}^3 \times 9,81 \text{ N/kg} = 174,25 \text{ N.}$

$P = 17 \text{ kg} \times 9,81 \text{ N/kg} = 166,77 \text{ N}$ ; donc on a bien  $F_A > P$ .

f.  $\text{H}_2$  serait plus intéressant car il a une masse volumique bien inférieure à celle de  $\text{He}$ . On ne l'utilise pas car il est très inflammable et il y avait un risque d'incendie (le passé l'a démontré).

#### 11 Préparation d'un vol en montgolfière

a.  $V_a = 0,75 \times V$ ;  $V_a = 0,75 \times 2\,700 \text{ m}^3 = 2\,025 \text{ m}^3$ .

Parce qu'en chauffant l'air va se dilater et qu'il faut donc prévoir de la place.

b.  $P_a = \rho_{\text{air}} \times V_a \times g$ ;  $P = P_a + m \cdot g$ ;

$P = (1,225 \text{ kg/m}^3 \times 2\,025 \text{ m}^3 \times 10 \text{ N/kg}) + (340 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg})$ ;  
 $P_a = 24\,806 \text{ N}$ ;  $P = 28\,206 \text{ N.}$

c.  $F_A = \rho_{\text{air}15^\circ\text{C}} \times V_1 \times g$ ;  $V_1 = P / (\rho_{\text{air}15^\circ\text{C}} \times g)$ ;

$V_1 = 28\,206 \text{ N} / (1,225 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ N/kg}) = 2\,302 \text{ m}^3$ .

$P_a = m_a \times g = \rho_{\text{air}} \times V_1 \times g$ ;  $\rho_{\text{air}} = m_a / V_1$ ;  $m_a = P_a / g$ ;

$\rho_{\text{air}} = P_a / (V_1 \times g)$ .

$\rho_{\text{air}} = 24\,806 \text{ N} / (2\,302 \text{ m}^3 \times 10 \text{ N/kg})$ ;  $\rho_{\text{air}} = 1,0775 \text{ kg/m}^3$ .

Pour obtenir cette valeur, il faut chauffer à plus de  $55^\circ\text{C}$ .

d.  $V_2 = (P_a / g) / \rho_{\text{air}90^\circ\text{C}}$ ;  $V_2 = (24\,806 \text{ N} / 10 \text{ N/kg}) / 0,972 \text{ kg/m}^3$ ;  
 $V_2 = 2\,552 \text{ m}^3$ .

$F_A = \rho_{\text{air}15^\circ\text{C}} \times V_2 \times g$ ;  $F_A = 1,225 \text{ kg/m}^3 \times 2\,552 \text{ m}^3 \times 10 \text{ N/kg}$   
 $= 31\,262 \text{ N.}$

$$\text{e. } N = \frac{F_A - P}{75 \text{ kg} \times g}; N = \frac{31\,262 \text{ N} - 28\,206 \text{ N}}{750 \text{ N}}; N = \frac{3\,056 \text{ N}}{750 \text{ N}};$$

$N = 4,0746 \dots$

On pourra embarquer quatre personnes : le pilote et trois passagers.

f. Pour prendre de l'altitude, il faut continuer à chauffer, de façon à augmenter encore le volume de l'enveloppe et ainsi à augmenter la poussée d'Archimède.

## Comment fabriquer un densimètre au laboratoire ?



Un densimètre est un appareil qui sert à mesurer la densité  $d$  d'un liquide par rapport à l'eau. La densité est un nombre sans dimension, défini comme le rapport de la masse volumique  $\rho_l$  du liquide à la masse volumique  $\rho_e$  de l'eau :  $d = \rho_l / \rho_e$

### 1. Préparer un densimètre artisanal.

- **Prendre** un tube à essai (diamètre 16 mm ; longueur 160 mm).
- **Découper** une bande de papier millimétré de 1 cm sur 10 cm.
- **Fixer** la bandelette sur le tube, comme sur le schéma ci-contre ; **protéger** par un papier adhésif ou un film plastique.
- **Peser** le tube et le **lester** (avec de la limaille de fer par exemple), de façon à ce que la masse de l'ensemble soit  $m = 25$  g.



**Faire vérifier la réalisation par le professeur.**

### Matériel

- un tube à essai
- du papier millimétré
- du papier adhésif ou du film plastique
- de la limaille de fer ou de la grenaille de plomb
- une balance
- de l'alcool dénaturé à 95°
- du sel de table
- de l'eau déminéralisée
- trois béchers hauts de 1 L
- un agitateur
- de l'huile d'olive
- du lait

### 2. Préparer une solution en ajoutant 150 g de sel de table (chlorure de sodium) dans un litre d'eau déminéralisée ; agiter jusqu'à dissolution complète.

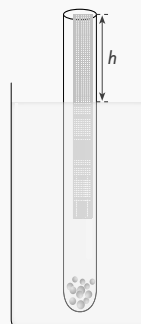
- a. **Indiquer** la masse de la solution obtenue :  $m_s = \dots\dots\dots$
- b. **Calculer**, en  $\text{kg}/\text{m}^3$ , la masse volumique de la solution :  $\rho_s = \dots\dots\dots$
- c. **Calculer** sa densité  $d_s$  par rapport à l'eau :  $d_s = \dots\dots\dots$

### 3. Étalonner le densimètre artisanal en complétant le tableau suivant.

Liquide	Alcool dénaturé à 95°	Eau déminéralisée	Solution de sel préparée
<b>Densité</b>	0,8		
<b>Hauteur <math>h</math> lue</b>			

*Dépend des conditions expérimentales*

- **Placer** délicatement le tube dans l'eau ; attendre la stabilisation.
- **Lire** sur le papier millimétré la valeur de la hauteur  $h$ .
- **Reporter** la valeur dans le tableau ci-dessus.
- **Sortir** le tube, l'**essuyer**. Recommencer en plaçant le tube d'abord dans l'alcool puis dans la solution de sel.
- **Sortir** le tube, l'**essuyer**. Sur le papier millimétré, au feutre indélébile, placer les positions correspondant aux trois liquides ; graduer avec les valeurs des densités.



### 4. Utiliser le densimètre réalisé pour mesurer :

- a. la densité de l'huile d'olive  $d_{\text{huile}} = \dots\dots\dots$  ;  
la densité du lait  $d_{\text{lait}} = \dots\dots\dots$
- b. À partir des valeurs trouvées **calculer** :  
la masse volumique de l'huile :  $\rho_{\text{huile}} = \dots\dots\dots$  ; celle du lait :  $\rho_{\text{lait}} = \dots\dots\dots$



**Faire vérifier les résultats par le professeur.**

### 5. Dans des tables de valeurs on trouve, pour les masses volumiques : huile d'olive : environ $920 \text{ kg}/\text{m}^3$ ; lait : environ $1\,030 \text{ kg}/\text{m}^3$ .

**Préciser** si on peut considérer que les valeurs lues avec le densimètre artisanal sont cohérentes avec les valeurs annoncées dans les tables de valeurs.

.....

# 7

## Matériaux : pourquoi des sensations différentes au toucher ?



Pourquoi le métal semble-t-il plus froid que le bois ?

► Activités 1, 2 et 3



Les matériaux ont-ils la même capacité à recevoir de l'énergie thermique ?

► Activité 3



Qu'est-ce qu'un bon conducteur thermique ?

► Activité 4

## ACTIVITÉ 1

### Matériel

- une chaise
- un thermomètre à cristaux liquides ou un thermomètre à infrarouge

## Objet chaud, objet froid : nos sensations sont-elles fiables ?

### Travail à réaliser (TP)



1. **Toucher brièvement** d'une main la structure métallique d'une chaise et de l'autre main le dossier en bois, comme indiqué sur la photo ci-contre.

2. **Noter** les sensations perçues.

*La chaise métallique me semble plus froide que la table en bois.*.....

3. **Relever**, à l'aide du thermomètre, la température  $t_1$  de la structure métallique de la chaise :

$t_1 = 20$ ..... °C.

4. **Relever** la température  $t_2$  du dossier en bois :  $t_2 = 20$ ..... °C.

5. **Comparer** ces deux températures :  $t_1 = t_2$ .....

6. **Indiquer** si ce résultat est conforme à votre sensation : *Non*.....

### Mémo

- Deux matériaux distincts *de même*..... température procurent des sensations de chaleur *différentes*.....

## ACTIVITÉ 2

### Matériel

- une plaque en métal
- une plaque en bois
- des morceaux de glace

## Matériaux : des transferts d'énergie thermique identiques ?

### Travail à réaliser (TP)

Deux plaques, l'une en métal, l'autre en bois, de mêmes dimensions, sont stockées (à l'ombre) dans la salle de classe depuis plusieurs jours.

1. **Expliquer**, avant la réalisation de l'expérience, ce qui va se produire si on pose deux glaçons identiques sur chacune de ces plaques.

*Exemples de réponses : « Le métal est plus froid, le glaçon fondra moins vite. » Ou : « Comme les deux plaques sont à la même température, les glaçons vont fondre à la même vitesse. »*.....

2. **Placer** un glaçon sur chacune des plaques.

3. **Observer et noter** ce qui se produit au bout d'un certain temps.

*Le glaçon placé sur la plaque métallique fond plus vite que celui placé sur le bois.*.....

4. **Indiquer** si cette observation est conforme avec votre réponse à la question 1.

*Réponse variable, cohérente avec la réponse à la question 1.*.....

5. **Proposer** une explication du phénomène observé.

*Le métal est un meilleur conducteur de chaleur que le bois ; donc, pendant un temps donné, il donnera plus de chaleur au glaçon que le bois.*.....

### Mémo

- Tous les matériaux n'ont pas la même aptitude à conduire la chaleur : le métal est un plus *grand*..... conducteur de chaleur que le bois.

## ACTIVITÉ

## 3

## Matériaux en contact : quel mode de transfert de la chaleur ?

## Matériel

- une mallette composée de deux blocs en acier, de deux tiges en plastique et d'une mousse isolante
- deux capteurs thermométriques
- un ordinateur équipé d'un système d'acquisition
- une plaque chauffante
- un bécher

## Travail à réaliser TP

1. **Réaliser** l'expérience suivante.

- **Plonger** un des blocs en acier, nommé bloc 1, dans un bécher d'eau chauffée à une température d'environ 90 °C pendant quelques minutes.

- **Placer** une sonde thermométrique dans le bécher.

- **Ouvrir la mallette et insérer** le second bloc, nommé bloc 2, dans le logement de gauche.

- **Paramétrer** le système d'acquisition de façon à suivre sur l'écran l'évolution de la température de chaque bloc en fonction du temps.

- **Sortir**, à l'aide de la tige en plastique, le bloc 1 du bécher d'eau et le **placer** à côté du bloc déjà dans la mallette.

- **Recouvrir** les blocs d'un cache isolant percé pour le passage des sondes thermométriques.

- **Placer** une sonde dans chacun des blocs.

- **Lancer** l'acquisition.

2. **Relever** la température initiale de chacun des blocs :

$t_1 = \dots\dots\dots^\circ\text{C}$      $t_2 = \dots\dots\dots^\circ\text{C}$     Résultats variables selon le matériel utilisé.

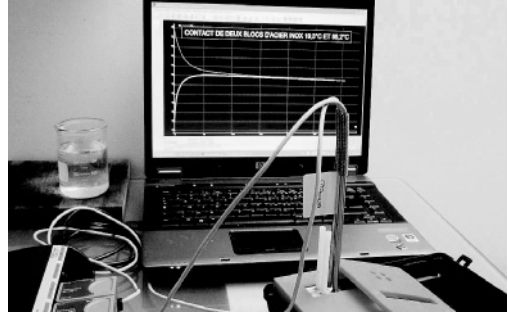
3. **Observer**, sur l'écran de l'ordinateur, l'allure des courbes obtenues et **préciser** l'évolution de la température dans chaque bloc.

*La température du bloc 1 diminue, celle du bloc 2 augmente. Les deux courbes tendent vers la même valeur de température.*

4. **Proposer** une explication du phénomène physique observé.

*Il y a un transfert d'énergie thermique sous forme de chaleur par conduction entre les deux blocs.*

5. Relever la température  $t_c$  commune aux deux blocs lorsque l'équilibre thermique est réalisé :  $t_c = \dots\dots\dots^\circ\text{C}$ .



Dépend  
des résultats  
expérimentaux

Mémo

- Élever la température d'un corps nécessite un apport *d'énergie thermique*.
- Lorsque deux matériaux de température différente sont *en contact*, l'énergie thermique peut se transmettre par conduction de chaleur du matériau le plus *chaud* au matériau le plus *froid* jusqu'à l'obtention d'un *équilibre thermique*.

## ACTIVITÉ

# 4

## Qu'est-ce qu'un bon conducteur thermique ?

### DOC. Conductivité thermique de quelques matériaux usuels

L'aptitude d'un matériau à conduire la chaleur peut être déterminée par la connaissance de sa conductivité thermique.

La **conductivité thermique** ( $\lambda$ ) est la puissance dissipée à travers une section d'aire de  $1 \text{ m}^2$ , entre deux faces distantes de  $1 \text{ m}$ , pour une différence de température d' $1 \text{ }^\circ\text{C}$  entre les deux faces.

L'unité de la conductivité thermique est le  $\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$

On utilise des tables (exemples ci-contre) pour connaître la conductivité thermique des matériaux.

Matériaux	Conductivité thermique ( $\lambda$ ) Valeurs pour une température de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ en $\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$
Cuivre	390
Aluminium	237
Fer	80
Acier inoxydable	26
Granit	2,2
Verre	1,2
Béton	0,92
Eau	0,60
Bois de chêne	0,16
Polystyrène expansé	0,036

### Travail à réaliser



1. **Indiquer** ce que représente la connaissance de la conductivité thermique d'un matériau :

*l'aptitude à conduire la chaleur.....*

2. **Noter** la valeur  $\lambda_{\text{acier}}$  de la conductivité thermique de l'acier inoxydable :

$\lambda_{\text{acier}} = 26 \dots\dots\dots \text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$ .

3. **Noter** la valeur  $\lambda_{\text{bois}}$  de la conductivité thermique du bois de chêne :

$\lambda_{\text{bois}} = 0,16 \dots\dots\dots \text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$ .

4. À partir des résultats de l'activité 2 et du doc., **expliquer** comment, entre deux matériaux, on peut identifier celui qui est le plus apte à conduire la chaleur.

*On peut rechercher la valeur de leur conductivité thermique puis comparer les valeurs.....*

*trouvées : le matériau qui a la plus grande valeur est le plus apte à conduire la chaleur.....*

5. **Proposer**, à partir des données du doc., une réponse à la question suivante : « Pourquoi peut-on chauffer l'extrémité d'une baguette en verre dans une flamme sans se brûler, alors que le forgeron doit porter des gants ? »

*Parce que le verre est un moins bon conducteur de chaleur que le métal. La chaleur sera.....*

*moins bien véhiculée jusqu'à la main dans le cas de la baguette de verre que dans le cas.....*

*d'un objet en métal.....*

### Mémo

● La **conductivité thermique**..... est la grandeur qui permet de quantifier l'**aptitude**..... d'un matériau à conduire la chaleur.

● Plus la conductivité d'un matériau est **élevée**....., plus celui-ci est un bon conducteur de chaleur.

● Un isolant thermique tel que le polystyrène expansé possède une **faible valeur**..... de conductivité thermique.

## ACTIVITÉ

## 5

## Matériaux : quelle capacité à recevoir de l'énergie thermique ?

## Matériel

- deux cylindres de matériaux différents (et de même masse)
- une potence
- des fils
- un torchon
- une balance
- un chronomètre
- un bêcher d'eau sur support chauffant
- un thermomètre à infrarouge

## Travail à réaliser TP

1. **Peser** chaque cylindre et **noter** sa masse.

$$m_{\text{bloc1}} = \dots\dots\dots m_{\text{bloc2}} = \dots\dots\dots$$

Résultats variables selon le matériel utilisé.

2. **Relever** rapidement, à l'aide du thermomètre la température initiale de chaque cylindre :

$$t_{\text{bloc1 initiale}} = 23 \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{bloc2 initiale}} = 23 \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$$

● **Plonger** les cylindres dans le bêcher d'eau, chauffée préalablement et maintenue à 50 °C, comme illustré par la photo ci-dessus.

3. **Déclencher** le chronomètre et **attendre** 5 min. Pendant ce temps, **justifier** le fait que l'eau fournit aux deux cylindres le même apport d'énergie thermique.

*L'eau transfère de l'énergie thermique aux deux cylindres. Étant donné que les conditions expérimentales sont identiques, on peut supposer que ce transfert est identique pour chacun d'eux.*

4. **Sortir** les cylindres et les poser sur le torchon. **Relever** rapidement la température de chaque cylindre et compléter le tableau ci-dessous.

	Cylindre en acier.....	Cylindre en plomb.....
Température (en °C)	$t_1 = 42 \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$	$t_2 = 48 \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$
Variation de température (en °C)	$t_1 - t_{\text{initiale}} = 19 \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$	$t_2 - t_{\text{initiale}} = 25 \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$

5. **Comparer** les variations de température des cylindres de matériaux différents.

*La variation de température du cylindre en plomb est supérieure à celle du cylindre en acier.*

6. **Conclure** quant à la capacité de chaque cylindre à recevoir une même quantité d'énergie thermique.

*L'élévation de la température de chaque cylindre est différente pour une même quantité d'énergie reçue et pour une même masse ; seule leur matière est différente. Cela signifie que leur capacité à recevoir de l'énergie dépend de la matière dont ils sont constitués.*



● Un même apport d'énergie à deux matériaux entraîne une variation de température différente..... selon la *nature*..... du matériau.

● Chaque matériau ..... possède..... sa propre capacité à recevoir une quantité d'énergie. On dit que lui correspond une capacité thermique massique spécifique notée  $c$  et exprimée en  $\text{J.Kg}^{-1}.\text{C}^{-1}$ .

## ACTIVITÉ 6

### Quantité de chaleur transférée : comment la calculer ?

#### Matériel

- un dispositif électrique chauffant (calorimètre + résistance)
- un joulemètre
- des fils de connexion
- une éprouvette graduée
- un chronomètre
- deux béchers
- de l'eau
- un thermomètre
- un générateur de courant continu
- un interrupteur
- des fils de connexion
- fichier Excel fourni
- un ordinateur

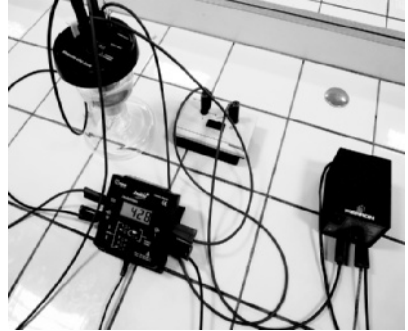
*Les résultats dépendent des conditions expérimentales*

#### Travail à réaliser TP

L'objectif est de déterminer une expression de la quantité d'énergie transférée sous forme de chaleur.

Pour cela, on utilise un dispositif électrique chauffant associé à un joulemètre, comme indiqué sur la photographie.

On admettra que l'énergie indiquée par le joulemètre correspond à la quantité de chaleur contenue dans le dispositif et transférée à l'eau.



1. Réaliser l'expérience suivante.

● **Prélever** 150 mL d'eau à l'aide d'une éprouvette graduée.

2. **Indiquer**, en kg, la masse correspondante :  $m_{\text{eau}} = \dots\dots\dots$  kg.

● **Verser** l'eau dans la cuve du calorimètre.

3. **Relever** la température initiale de l'eau :  $t_i = \dots\dots\dots$  °C.

● **Mettre** en marche le dispositif et **ouvrir** le fichier « 7\_quantité de chaleur » mis à votre disposition.

● **Agiter** régulièrement l'eau contenue dans la cuve.

4. **Relever**, toutes les minutes, la température  $t_f$  de l'eau contenue dans le calorimètre et simultanément la quantité de chaleur  $Q$  transférée à l'eau et indiquée par le joulemètre. **Saisir** les données dans le tableau du fichier.

5. **Observer** le graphique obtenu pour la représentation de la quantité de chaleur  $Q$  en fonction de la variation de température  $(t_f - t_i)$  et **émettre** une hypothèse quant à la relation possible entre elles deux.

*Les points de coordonnées  $((t_f - t_i); Q)$  sont alignés selon une droite qui passe  $\dots\dots\dots$*

*par l'origine du repère, ce qui signifie qu'il existe une relation de proportionnalité  $\dots\dots\dots$*

*entre la quantité de chaleur  $Q$  et la variation de température  $(t_f - t_i)$ , soit l'expression :  $\dots\dots\dots$*

*$Q = \text{constante} \times (t_f - t_i)$ .  $\dots\dots\dots$*

$\dots\dots\dots$   
 $\dots\dots\dots$   
 $\dots\dots\dots$

#### MÉMO

● Lorsque la température d'un corps solide ou liquide varie d'une valeur initiale  $t_i$  à une valeur finale  $t_f$ , la quantité de chaleur  $Q$  qui lui est transférée est telle que :

$$Q = m \times c \times (t_f - t_i)$$

Unités :  $Q$  en J,  $c$  en  $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$ ,  $m$  en kg,  $(t_f - t_i)$  en °C.

● C'est la quantité de chaleur transférée au corps qui provoque la sensation de froid ou de chaud, et non la différence de température  $(t_f - t_i)$ .



## ACTIVITÉ

## 7

## Comment déterminer la capacité thermique massique d'un matériau ?

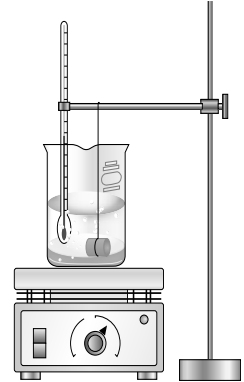
## Matériel

- un dispositif électrique chauffant
- une balance
- un calorimètre et ses accessoires
- une éprouvette graduée
- un bécher
- de l'eau
- un bloc de fer
- un thermomètre
- une potence
- du fil

## Travail à réaliser (T.P.)

L'objectif est de vérifier la valeur de la capacité thermique massique d'un métal.

- Réaliser l'expérience suivante.
- Peser** un cylindre de fer  $m = 114$  ..... g et le **plonger** dans de l'eau très chaude. Le bloc ne touche pas le fond du récipient.
  - **Arrêter** le chauffage du récipient avant ébullition.
- Attendre** 2 à 3 min afin que la température du métal s'uniformise. **Relever** la température initiale de l'eau du bécher, on suppose que celle du métal est  $t_m = 76$  ..... °C.
  - **Introduire** 300 g d'eau dans le calorimètre.
  - **Attendre** l'équilibre thermique.
- Relever** la température de l'eau du calorimètre :  $t_i = 19,9$  ..... °C.
  - **Retirer** le cylindre de l'eau. Le plonger aussitôt dans le calorimètre et fermer.
  - **Agiter** légèrement. Lorsque la température se stabilise, c'est que les transferts de chaleur à l'intérieur du calorimètre sont terminés.
- Relever** la température finale :  $t_f = \theta_f = 22,2$  ..... °C.
- Calculer** la quantité de chaleur  $Q_{\text{eau}}$  absorbée par l'eau :  
 $Q_{\text{eau}} = m_{\text{eau}} \times 4\,180 \times (t_f - t_i) = 0,3 \times 4\,180 \times (22,2 - 19,9)$  .....
- $c_{\text{fer}}$  est la capacité thermique massique du fer. **Exprimer**, en fonction de  $c_{\text{fer}}$ , la quantité de chaleur  $Q_{\text{fer}}$  cédée par le métal à l'eau :  
 $Q_{\text{fer}} = 0,114 \times \dots \dots \dots c_{\text{fer}} \times (22,2 - 76)$  .....
- On considère que le calorimètre est isolé, qu'il n'y a pas d'échange de chaleur avec le milieu extérieur et on néglige la quantité de chaleur reçue par le calorimètre, donc  $Q_{\text{eau}} + Q_{\text{fer}} = 0$ . **Déduire** des deux calculs précédents la valeur de  $c_{\text{fer}}$  :  
 $c_{\text{fer}} = 0,3 \times 4\,180 \times (22,2 - 19,9) / (0,114 \times (22,2 - 76)) = 470,3$  .....
- Dans les tables, on trouve  $c_{\text{fer}} = 444 \text{ J.kg}^{-1}\text{.}^\circ\text{C}$ .  
**Conclure** : La valeur de  $c_{\text{fer}}$  obtenue expérimentalement est différente, cela provient des...  
*dépense d'énergie thermique, et de l'hypothèse que  $t_{\text{métal}}$  correspond à  $t_{\text{eau}}$  qui n'est pas exacte à la question 3.*



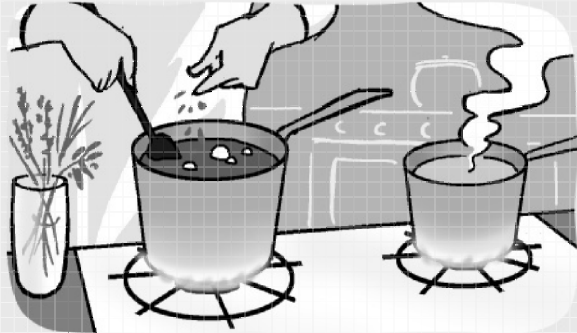
## MÉMO

- Pour une transformation sous pression atmosphérique, la quantité de chaleur  $Q_B$  reçue ..... par le corps froid B est égale ..... à l'opposé de celle  $Q_A$  cédée ..... par le corps chaud A :  $Q_A + Q_B = 0$ . D'où  $Q_B = -Q_A$ .
  - La capacité thermique massique d'un corps est égale à la quantité de chaleur qu'il faut fournir à une unité de masse de ce corps pour élever sa température de 1 °C sans modification de son état physique. Elle diffère selon *la nature du corps* .....
- Par exemple :  $c_{\text{cuivre}} = 385 \text{ J.kg}^{-1}\text{.}^\circ\text{C}^{-1}$  ;  $c_{\text{fer}} = 444 \text{ J.kg}^{-1}\text{.}^\circ\text{C}^{-1}$  ;  $c_{\text{eau}} = 4\,180 \text{ J.kg}^{-1}\text{.}^\circ\text{C}^{-1}$ .

## Pourquoi les cuisiniers utilisent-ils des casseroles en cuivre ?

Dans la restauration, les cuisiniers utilisent plutôt des casseroles en cuivre que des casseroles en aluminium.

La notion de conductivité thermique peut-elle nous aider à comprendre l'intérêt d'une telle utilisation ?



### Matériel

- deux plaques chauffantes
- une éprouvette graduée
- un chronomètre
- deux béciers
- de l'eau
- deux thermomètres
- deux supports pour les thermomètres
- une casserole en aluminium
- une casserole en cuivre ou avec un fond en cuivre

### Travail à réaliser

1. **Proposer**, à partir du matériel à votre disposition, un protocole expérimental permettant de comprendre quel est l'intérêt pour un cuisinier d'utiliser une casserole en cuivre plutôt qu'en aluminium.

*Prélever 300 mL d'eau à l'aide de l'éprouvette graduée.*.....

*Verser l'eau dans la casserole en aluminium.*.....

*Recommencer l'opération en versant l'eau dans la casserole en cuivre.*.....

*Poser chaque casserole sur une plaque chauffante.*.....

*Placer dans l'eau de chaque casserole un thermomètre en le maintenant avec le support afin qu'il ne soit pas en contact avec les parois de la casserole. Régler sur la même position moyenne les thermostats de chaque plaque chauffante. Allumer les plaques et déclencher le chronomètre.*.....

*Au bout de 5 min, relever la température de l'eau contenue dans chaque casserole.*.....

.....

2. **Rédiger** une conclusion de l'expérience réalisée.

*Au bout de 5 min, l'eau de la casserole en cuivre est à une température supérieure à celle de la casserole en aluminium, alors que les casseroles sont chauffées de la même façon. L'aptitude à conduire la chaleur est plus grande pour le cuivre que pour l'aluminium.*.....

.....

3. La conductivité thermique du cuivre  $\lambda_{Cu}$  est égale à 390 W/m°C, celle de l'aluminium  $\lambda_{Al} = 237$  W/m°C. **Proposer** une explication à l'utilisation de casseroles en cuivre plutôt qu'en aluminium par le cuisinier.

*Le cuisinier utilise des casseroles en cuivre parce qu'elles offrent une meilleure répartition de la chaleur sur leur surface. Cela est dû au fait que le cuivre possède une aptitude à conduire la chaleur  $\lambda_{Cu}$  supérieure à  $\lambda_{Al}$ .*.....

.....

#### 1 Capacité thermique massique – conductivité thermique

- a. Vrai
- b. Vrai
- c. Faux
- d. Faux, on ne connaît pas sa masse.

#### 2 Quelle unité de mesure ?

Grandeur	Symbole de la grandeur	Symbole de l'unité
Capacité thermique massique	$c$	$\text{J}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{C}^{-1}$
Quantité de chaleur	$Q$	en joules
Température finale	$t_f$	$^{\circ}\text{C}$
Conductivité thermique	$\lambda$	$\text{W}/\text{m}\cdot\text{C}$

#### 3 Quantité de chaleur

$$Q = 0,7 \times 1,045 \times (17 - 80) = -46$$

#### 4 Température à l'équilibre thermique

- a.  $Q_1 = 0,2 \times 4\,180 \times (t_f - 50) = 836 t_f - 41\,800$
- b.  $Q_2 = 0,12 \times 4\,180 \times (t_f - 80) = 501,6 t_f - 40\,128$
- c.  $Q_1 = -Q_2$  revient à  $836 t_f - 41\,800 = -501,6 t_f + 40\,128$ , soit  $1\,337,6 t_f = 81\,928$   
 $t_f = 81\,928 / 1\,337,6 = 61,3$

#### 5 Quelle température initiale ?

- a.  $Q_1 = 0,3 \times 4\,180 \times (22 - 18) = 5\,016$
- b.  $Q_1 + Q_2 = 0$ ,  
ce qui revient à  $5\,016 + 0,155 \times 444 \times (22 - t_i) = 0$   
 $5\,016 + 1\,514,04 - 68,82 t_i = 0$   
 $t_i = 94,9$

#### 6 Capacité thermique du calorimètre

- $Q_1 = 0,2 \times 4\,180 \times (26,3 - 24,1) = 1\,839,2$
- $Q_2 = 0,045 \times 4\,180 \times (26,3 - 37) = -2\,012,67$
- $Q_1 + \mu_c \times (26,3 - 24,1) + Q_2 = 0$   
 $1\,839,2 + \mu_c \times 2,2 - 2\,012,67 = 0$   
 $\mu_c = 173,47 / 2,2 = 79$   
 $\mu_c = 79 \text{ J}\cdot\text{C}^{-1}$

## Comment déterminer la capacité thermique $\mu_c$ d'un calorimètre ?

Vous disposez du matériel présenté sur la photo ci-contre.

Le calorimètre permet, grâce à un relevé de température, de déterminer les quantités de chaleur échangées entre les corps enfermés dans son enceinte.

Cependant, avec ses accessoires, il participe aussi au bilan thermique. C'est pour cela que le constructeur du calorimètre indique sur la notice sa capacité thermique  $\mu_c$ .



*Les résultats dépendent des conditions expérimentales*

**1. Peser** le calorimètre et ses accessoires

$m = \dots\dots\dots$  kg.

**2. Verser** de l'eau froide dans le calorimètre.

**3. Peser** l'ensemble et **déterminer**, en kg, la masse  $m_1$  d'eau froide introduite.

$m_1 = \dots\dots\dots$

**4. Attendre** la fin des transferts de chaleur entre l'intérieur du calorimètre et l'eau introduite, puis **relever** la température initiale  $t_1$ .  $t_1 = \dots\dots\dots$  °C

**5. Relever** la température  $t_2$  de l'eau chaude.  $t_2 = \dots\dots\dots$  °C

**6. Verser** l'eau chaude dans le calorimètre et le **fermer. Agiter** légèrement pour mélanger.

**7. Attendre** la fin des transferts de chaleur entre l'intérieur du calorimètre et l'eau introduite, puis **relever** la température initiale  $t_3$ .  $t_3 = \dots\dots\dots$  °C

**8. Peser** le calorimètre et son contenu. **Indiquer**, en kg, sa masse  $m'$ .  $m' = \dots\dots\dots$  kg



**Faire vérifier les résultats par le professeur.**

**9. Déterminer**, en kg, la masse  $m_2$  d'eau chaude introduite dans le calorimètre.

$m_2 = \dots\dots\dots$  kg.

L'eau chaude cède la quantité de chaleur  $Q_2$  telle que  $Q_2 = m_2 \cdot c_{\text{eau}} \cdot (t_3 - t_2)$

**Calculer**, en J,  $Q_2$  sachant que  $c_{\text{eau}} = 4\,180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$ .

$Q_2 = \dots\dots\dots$

**10. L'ensemble calorimètre et eau froide reçoit** la quantité de chaleur  $Q_1$ , telle que

$$Q_1 = m_1 \cdot c_{\text{eau}} \cdot (t_3 - t_1) + \mu_c (t_3 - t_1).$$

Sachant qu'à l'équilibre thermique  $Q_1 + Q_2 = 0$ , **calculer**  $\mu_c$ .

$\dots\dots\dots$

**11. Comparer** la valeur de  $\mu_c$  obtenue avec celle indiquée par le constructeur.



**Faire vérifier les résultats et la remise en état du poste de travail par le professeur.**

# 8

## Chauffer ou se chauffer : comment utiliser l'électricité ?

Qu'ont en commun les appareils électriques chauffant ?

► Activité 1

Quelle consommation d'énergie pour les appareils électriques ?

► Situation de la vie quotidienne



Comment intervient la valeur de la résistance ?

► Activité 5



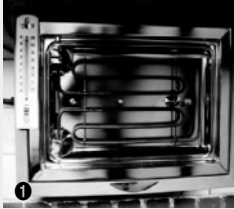
De quels paramètres dépend la consommation d'énergie ?

► Activités 3 et 4

## ACTIVITÉ

### Quels points communs entre les appareils destinés à chauffer ou à se chauffer ?

#### DOC. 1 Des dispositifs électriques servant à chauffer ou à se chauffer



#### Travail à réaliser

1. **Observer** les photographies du doc. 1. et, dans le tableau, **nommer** chacun des appareils présentés. **Indiquer** quelle est leur finalité lorsqu'ils sont en fonctionnement.

Numéro de la photographie	Nom de l'appareil présenté	Finalité lorsque l'appareil est en fonctionnement
Photo ❶	<i>Appareil à pierrade.....</i>	<i>Chauffer une pierre pour faire cuire de la viande.....</i>
Photo ❷	<i>Chauffe-ballon.....</i>	<i>Chauffer de l'eau dans un ballon en laboratoire.....</i>
Photo ❸	<i>Radiateur d'appoint.....</i>	<i>Chauffer ponctuellement un local d'habitation (ou autre).....</i>
Photo ❹	<i>Réchaud électrique.....</i>	<i>Chauffer des aliments, de l'eau.....</i>

#### FICHE MÉTHODE 7

2. **Rappeler** sous quelle forme se retrouve stockée l'énergie transférée lorsqu'on élève la température d'un corps. *Énergie thermique.....*

3. **Donner** le nom usuel et le nom scientifique de l'élément constitutif essentiel commun à chacun de ces appareils, qui leur permet de répondre à la finalité souhaitée.

*Une résistance ou dipôle ohmique ou dipôle résistif.....*

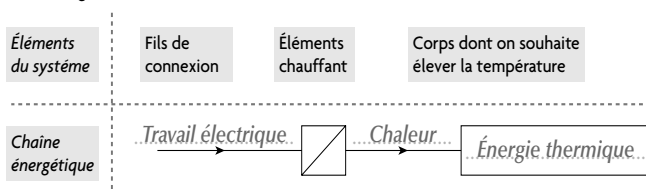
4. **Préciser** d'un point de vue énergétique :

a. le mode de transfert entre cet élément et le corps dont on élève la température :

*la chaleur.....*

b. la fonction de cet élément dans la chaîne énergétique correspondant à toutes ces situations de chauffage : *transformer l'énergie reçue en chaleur.....*

5. **Compléter** le schéma représentant la chaîne énergétique commune à ces différentes situations de chauffage.



## ACTIVITÉ

## 2

## Résistances électriques\* : quelles grandeurs électriques mises en jeu ?

## Matériel

liste à établir  
par l'élève

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Travail à réaliser (TP)

\* Acception usuelle de *dipôle ohmique*.

1. **Dessiner** le schéma du montage permettant de faire fonctionner une résistance électrique, de valeur  $R$ , et de mesurer les deux grandeurs électriques permettant de décrire les conditions de fonctionnement.

2. Conditions de fonctionnement d'un appareil chauffant usuel.

a. **Mesurer**, à l'ohmmètre, la valeur  $R$  de la résistance électrique de l'appareil.

$R =$  (dépend du matériel fourni).....

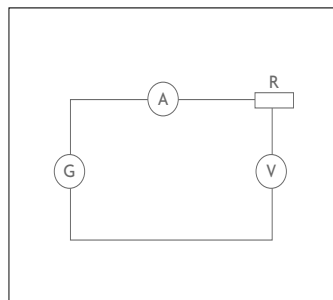
b. **Établir** la liste du matériel nécessaire et **réaliser** le montage.

c. **Mesurer** les valeurs de la tension électrique  $U$  aux bornes de l'appareil et de l'intensité  $I$  du courant électrique qui circule dans le circuit.

$U =$ .....  $I =$ ..... Dépend du matériel utilisé

d. À partir des valeurs lues, **calculer**, en ohm, la valeur de la résistance  $R$  de l'appareil et dire si elle est conforme à la valeur mesurée.

Utilisation de la relation  $U = R \cdot I$  ; dépend du matériel utilisé ; à priori les valeurs doivent... être proches.....



## ACTIVITÉ

## 3

## La consommation d'une résistance électrique dépend-elle de sa durée de fonctionnement ?

## Matériel

- un panneau transfert d'énergie équipé de sa cuve à eau et de sa résistance électrique
- un générateur
- un chronomètre
- un ohmmètre
- une éprouvette graduée
- des fils de connexion
- de l'eau
- une éprouvette graduée

## Travail à réaliser (TP)

On réalise le chauffage d'une quantité donnée d'eau selon le montage ci-contre qui permet de mesurer l'énergie consommée.

1. **Rappeler** quelle est l'unité de mesure d'une quantité d'énergie  $E$  : *le joule*.....

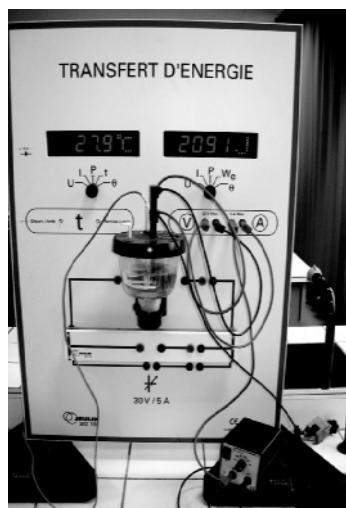
2. **Réaliser** le montage, interrupteur ouvert.

3. Protocole de la manipulation

● **Verser** exactement 100 mL d'eau (à température de la pièce) dans la cuve.

● **Ajuster** la valeur de la tension sur le générateur à  $U_1 = 5 \text{ V}$ .

a. **Relever** la température  $\theta_1$  de l'eau et la quantité d'énergie  $E_1$  consommée avant la fermeture de l'interrupteur.



Valeurs dépendant de la manipulation

b. **Fermer** l'interrupteur ; **relever** la température et la quantité d'énergie consommée au bout de 60 s et de 120 s ; **porter** les valeurs relevées dans le tableau.

Durée $t$ (s)	0	60	120
Température $\theta_1$ (°C)			
Énergie $E_1$ (J)			

● **Ouvrir** l'interrupteur, **vider** l'eau et **remettre** les affichages à 0.

4. **Justifier** qu'apparemment l'énergie  $E$  (J) est proportionnelle à la durée  $t$  (s).

*La quantité d'énergie double lorsque la durée double.*.....

## ACTIVITÉ

# 4

## La consommation d'une résistance électrique dépend-elle de la tension électrique de fonctionnement ?

### Matériel

- un panneau transfert d'énergie équipé de sa cuve à eau et de sa résistance électrique
- un générateur
- un chronomètre
- un ohmmètre
- une éprouvette graduée
- des fils de connexion
- de l'eau
- une éprouvette graduée

### Travail à réaliser TP

● **Recommencer** deux fois le protocole de la manipulation de l'activité 3 en ajustant la valeur de la tension à  $U_2 = 10$  V, puis  $U_3 = 15$  V.

a. **Porter** les valeurs des mesures dans les tableaux suivants.

Durée $t$ (s)	0	120
Température $\theta_2$ (°C)	<i>Valeurs dépendant de la manipulation</i>	
Énergie $E_2$ (J)		

Durée $t$ (s)	0	120
Température $\theta_3$ (°C)		
Énergie $E_3$ (J)		

b. **Justifier** que l'énergie  $E$  (J) n'est pas proportionnelle à la tension  $U$  (V).

*Les rapports  $E/U$  ne sont pas égaux.*.....

c. **Comparer** entre elles les valeurs des énergies consommées au bout de 120 secondes, puis celles des tensions électriques en complétant le tableau suivant.

<b>Comparaison des énergies</b>	$\frac{E_2}{E_1} =$	$\frac{E_3}{E_1} =$	$\frac{E_3}{E_2} =$
<b>Comparaison des tensions</b>	$\frac{U_2}{U_1} =$	$\frac{U_3}{U_1} =$	$\frac{U_3}{U_2} =$

d. **Compléter** la phrase : l'énergie consommée  $E$  varie comme *carré*  $U^2$ ..... de la tension électrique  $U$ .

Valeurs dépendant de la manipulation

### Mémo

- Une résistance électrique (nom usuel d'un dipôle ohmique) est un *convertisseur*..... d'énergie qui transforme en *chaleur*..... toute l'énergie qu'il reçoit lorsqu'il est soumis à une tension  $U$ .
- L'énergie consommée  $E$  par une résistance électrique de valeur  $R$  qui fonctionne pendant une durée  $t$  sous une tension électrique  $U$  est *proportionnelle à la durée  $t$  de fonctionnement*..... et *proportionnelle au carré  $U^2$  de la tension électrique  $U$* .....



## ACTIVITÉ

## 5

## La quantité d'énergie consommée $E$ est-elle dépendante de la valeur $R$ de la résistance électrique ?

## Matériel

- la résistance du panneau transfert d'énergie
- un ohmmètre

## Travail à réaliser (TP)

1. À l'ohmmètre, **mesurer**, en ohm, la valeur  $R$  de la résistance électrique utilisée pour les manipulations.  $R =$  (*dépend du matériel*) .....

2. Pour traduire la proportionnalité entre l'énergie consommée par une résistance de valeur  $R$  avec la durée de fonctionnement  $t$  et le carré de la tension électrique d'alimentation  $U$ , trois relations sont proposées :

$$E = k \cdot \frac{U^2}{t} \quad E = k \cdot U^2 \cdot t \quad E = k \cdot \frac{t}{U^2}$$

dans lesquelles  $k$  est un coefficient qu'il faudra essayer de déterminer.

a. **Entourer** la relation qui correspond réellement aux résultats établis.

b. **Recopier** les résultats des mesures obtenues dans l'activité 4 pour  $t = 120$  s :

pour  $U_2 = 10$  V,  $E_2 =$  ..... pour  $U_3 = 15$  V,  $E_3 =$  .....

c. En utilisant la relation retenue pour l'expression de  $E$ , **calculer** la valeur du coefficient  $k$  pour les deux valeurs de la tension :

pour  $U_2$ ,  $k =$  .....

pour  $U_3$ ,  $k =$  .....

**Comparer** les valeurs obtenues. *En principe, elles sont à peu près égales.* .....

d. **Proposer** une relation entre  $k$  et  $R$ .  $k = 1/R$  .....

3. **Écrire** la relation permettant de calculer l'énergie consommée  $E$  par une résistance électrique  $R$  qui fonctionne pendant une durée  $t$  sous une tension  $U$ .

$$E = \frac{U^2 \cdot t}{R}$$

.....  
.....

4. En utilisant la valeur mesurée  $R$  pour la résistance et la relation précédente,  
– **calculer** l'énergie consommée  $E$  pour une durée  $t = 120$  s et une tension d'alimentation  $U = 5$  V.

.....  
.....  
.....

– **Indiquer** si la valeur obtenue est en accord avec les mesures effectuées à l'activité 3 :

Oui  Non

Valeurs  
de l'activité 4

Dépend  
des valeurs  
mesurées

MÉMO

- L'énergie consommée  $E$  par une résistance électrique  $R$  qui fonctionne pendant une durée  $t$  sous une tension électrique  $U$  est donnée par la relation  $E = \frac{U^2 \times t}{R}$  .....
- Si  $U$  est mesurée en volt,  $t$  en seconde et  $R$  en ohm,  $E$  est exprimée *en joule* .....

## Peut-on prévoir la consommation d'un appareil électrique chauffant ?

### DOC 2 Plaque signalétique d'un appareil électrique

La plaque signalétique de la photographie ci-contre est celle d'une bouilloire électrique. Elle fournit des indications sur les conditions de fonctionnement de l'appareil.



À partir des informations de sa plaque signalétique, peut-on prévoir la consommation d'énergie d'un appareil ?

### Travail à réaliser

1. **Indiquer** le nom des grandeurs, et le nom de leur unité de mesure, pour les indications figurant sur la plaque signalétique du document 2.

- a. AC 230 V : *tension électrique alternative en volt* .....
- b. 50 Hz : *fréquence de la tension électrique en hertz* .....
- c. 750 W : *puissance de l'appareil en watt* .....

2. **Préciser** pourquoi il n'y a aucune indication concernant l'énergie  $E$  consommée.

*Parce qu'elle dépend de la durée  $t$  de fonctionnement.* .....

3. **Indiquer** quelle indication permet de calculer l'énergie consommée  $E$  lors d'une période de fonctionnement. *La puissance  $P$ .* .....

4. **Rappeler** la relation, vue en classe de seconde, qui existe entre la puissance  $P$ , l'énergie  $E$  et la durée  $t$  lors du fonctionnement d'un appareil.

$P = E/t$  .....

5. Le mémo de l'activité 3 donne la relation permettant de calculer l'énergie  $E$  consommée par une résistance électrique  $R$  fonctionnant sous une tension électrique  $U$  pendant une durée  $t$ .

À partir de cette relation et de celle de la question 2, **établir** la relation donnant la puissance  $P$  en fonction de  $U$  et  $R$ .

$E = U^2 \cdot t/R$  ;  $P = E/t$  donc,  $P = U^2/R$  .....

6. À partir des données indiquées sur la plaque, **calculer** :

a. La valeur, en ohm, de la résistance électrique  $R$  de la bouilloire ; arrondir la valeur à l'unité :

$P = U^2/R$  ;  $R = U^2/P$  ;  $R = (230 \text{ V})^2/750 \text{ W}$  ;  $R = 71 \Omega$  .....

b. L'énergie  $E$ , en joule, consommée pour une durée  $t = 3$  min de fonctionnement :

$E = P \times t$  ;  $E = 750 \text{ W} \times 3 \times 60 \text{ s} = 135\,000 \text{ J}$  .....

### Mémo

- La puissance consommée  $P$  par une résistance électrique  $R$  qui fonctionne pendant une durée  $t$  sous une tension électrique nominale  $U$  est donnée par la relation  $P = U^2/R$  .....
- Si  $U$  est mesurée en volt et  $R$  en ohm, alors  $P$  est exprimée en *watt* .....

### 1 Résistance électrique

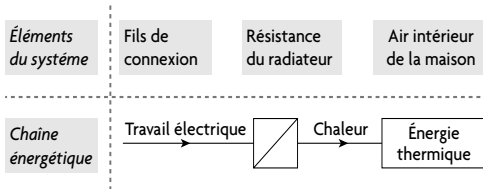
- a.
- Vrai
  - Faux
- b.
- Vrai
  - Faux
- c.
- Vrai
  - Vrai
  - Vrai

### 2 Énergie consommée et puissance d'une résistance électrique en fonctionnement

- a.
- est proportionnelle à la durée  $t$  d'utilisation
  - est inversement proportionnelle à  $R$
- b.  $P = U^2/R$

### 3 Radiateur électrique

a.



b. La totalité de l'énergie reçue par le radiateur est transformée en chaleur ; le radiateur étant dans la pièce, cette chaleur est récupérée en totalité par l'air de la pièce pour augmenter sa température.

S'il y a des pertes, ce sont à posteriori par les murs et les ouvertures.

### 4 Puissance et énergie consommée

- a.
- $$P = U^2/R ; P = (30 \text{ V})^2/7,5 \Omega ; P = 120 \text{ W}$$
- b.
- $$E = P \times t ; E = 120 \text{ W} \times 7 \times 60 \text{ s} ; E = 50\,400 \text{ J}$$

### 5 Puissance ajustable

- a.
- $$P = E/t ; P = 36\,000 \text{ J}/900 \text{ s} ; P = 40 \text{ W}$$
- b.
- $$P = U^2/R ; U^2 = P.R \quad U = \sqrt{P.R} ; U = \sqrt{40.10} \text{ V} ; U = 20 \text{ V}$$

### 6 Chauffe-eau électrique

- a.
- $$Q = 150 \text{ kg} \times 4\,186 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times (80^\circ\text{C} - 11,2^\circ\text{C}) ; Q = 43\,199\,520 \text{ J}$$
- ou  $Q = 43\,199,52 \text{ kJ}$
- b.
- $$Q = 43\,199,52 \text{ kJ}/3,6 \cdot 10^3 \text{ kJ} ; Q = 11,999 \text{ kWh}$$
- donc  $Q = 12 \text{ kWh}$
- c.
- $$P = Q/t ; P = 12 \text{ kWh}/6 \text{ h} ; P = 2 \text{ kW}$$
- ou  $p = 2\,000 \text{ W}$
- d.
- $$P = U^2/R ; R = U^2/P ; R = (230 \text{ V})^2/2\,000 \text{ W} ; R = 26,45 \Omega$$

## La relation entre $P$ , $U$ et $R$ se vérifie-t-elle expérimentalement ?

### Matériel

- un calorimètre et ses équipements (agitateur, résistances)
- un générateur variable
- un voltmètre
- un interrupteur
- un thermomètre
- un chronomètre
- des fils de connexion

À l'aide d'un calorimètre et des résistances électriques fournies avec, on veut vérifier si, pour une tension électrique  $U$  donnée, la relation donnant la puissance  $P$  de la résistance en fonction de  $U$  et de  $R$  est vérifiée.

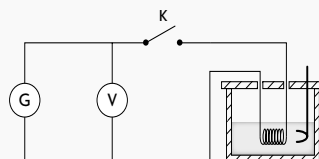
1. **Rappeler** quelle est cette relation et les unités de base dans le système international :

$P = U^2/R$  .....

Unités :  $P$  en joule (J),  $U$  en volt (V),  $R$  en ohm ( $\Omega$ ).

2. Protocole d'expérimentation

● **Réaliser** le montage pour  $R = 2 \Omega$ .



Faire vérifier le montage par le professeur.

- **Verser** une masse  $m = 0,4$  kg d'eau dans le calorimètre.
  - **Ajuster** la valeur de la tension électrique à  $U = 20$  V.
  - **Noter** dans le tableau ci-dessous la température initiale  $\theta_i$  de l'eau.
  - **Fermer** l'interrupteur et **déclencher** simultanément le chronomètre ; **vérifier** que la valeur de la tension électrique est bien 20 V, sinon, ajuster à 20 V.
  - Faire **fonctionner** pendant une durée  $t = 3$  min en agitant doucement l'eau ; **ouvrir** l'interrupteur et **noter** dans le tableau la température finale  $\theta_f$  de l'eau.
3. **Vider** le calorimètre, l'essayer ; **recommencer** l'ensemble de la manipulation pour  $R = 4 \Omega$ .
4. **Vider** le calorimètre, l'essayer ; **recommencer** l'ensemble de la manipulation pour  $R = 6 \Omega$ .
5. **Faire** les calculs permettant de compléter l'ensemble du tableau puis **compléter** le tableau.

On donne  $c = 4\,185 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$  ;  $Q$  est la quantité d'énergie reçue par l'eau et  $P_u$  désigne la puissance utile au chauffage de l'eau.

	$R = 2 \Omega$	$R = 4 \Omega$	$R = 6 \Omega$
$\theta_i$			
$\theta_f$			
$\theta_f - \theta_i$	<i>Dépend des conditions expérimentales</i>		
$Q = m.c.(\theta_f - \theta_i)$			
$P_u = Q/t$			
$U^2/R$			

6. En tenant compte du fait qu'il existe toujours des incertitudes sur les mesures, peut-on considérer que la relation donnant la puissance  $P$  en fonction de  $U$  et  $R$  est vérifiée ?

*La relation semble vérifiée aux incertitudes expérimentales près.* .....

.....

.....

.....

# 9

## Chauffer ou se chauffer : comment utiliser les ressources combustibles ?

Quelles techniques de chauffage à combustibles ?

► Activité 1

À quelle famille chimique appartiennent les combustibles usuels ?

► Activité 2



Quelle est la problématique du chauffage d'un local d'habitation ?

► Situation de la vie quotidienne



Que se passe-t-il lors de la combustion d'un hydrocarbure ?

► Activité 3

## ACTIVITÉ

### Quelles techniques de chauffage à combustibles ?

#### DOC . 1 Dispositifs chauffants à combustibles



#### Travail à réaliser TP

1. **Proposer** un nom pour chacun des dispositifs visibles sur les photographies.

- ① *cheminée d'intérieur* ..... ② *brûleur de plaque de cuisson* .....  
 ③ *barbecue* ..... ④ *chaudière d'un chauffage central* .....

2. **Indiquer** le point commun dans l'utilisation de ces différents dispositifs.

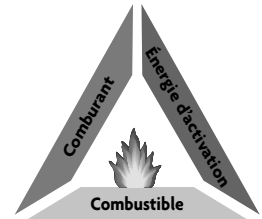
*Provoquer un dégagement de chaleur.* .....

3. Pour ces dispositifs, **préciser** le phénomène chimique qui se produit et qui est identifiable grâce à la présence d'une flamme.

*La combustion (chimique).* .....

4. **Rappeler** (ou **rechercher**) les significations précises, y compris au niveau chimique, des termes suivants.

– **Combustion** : *fait pour un corps de brûler, souvent avec présence d'une flamme et dégagement de chaleur ; réaction chimique conduisant à la destruction de corps par combinaison avec des corps tels que le dioxygène.* .....



Le triangle du feu

– **Combustible** : *corps susceptible de subir une combustion ; corps susceptible de subir une oxydation vive en présence d'un oxydant.* .....

– **Comburant** : *corps qui, par combinaison avec un autre corps, conduit à la combustion de ce dernier. Produit l'oxydation vive d'autres corps.* .....

5. **Indiquer** quel est **précisément** le comburant dans les combustions qui sont réalisées dans la vie quotidienne.

*Le dioxygène contenu dans l'air.* .....

## ACTIVITÉ

## 2

## À quelle famille chimique appartiennent les combustibles usuels ?

## DOC. 2 Constitution chimique de combustibles et de carburants usuels

Combustible ou carburant	État à température et pression ordinaires	Constituants chimiques	Formule chimique brute
Gaz naturel (ou de ville)	Gazeux	Mélange de : méthane (essentiellement) éthane (un peu)	$\text{CH}_4$ $\text{C}_2\text{H}_6$
Gaz stockés en bouteille ou en cuve	Gazeux (mais liquide en bouteille ou en cuve)	Propane Butane	$\text{C}_3\text{H}_8$ $\text{C}_4\text{H}_{10}$
Essence (SP 95 ou 98)	Liquide	Mélange de heptane et octane principalement	$\text{C}_7\text{H}_{16}$ $\text{C}_8\text{H}_{18}$
Gazole	Liquide	Mélange de plusieurs constituants dont le dodécane	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$

Travail 1 à réaliser  Combustibles et carburants usuels

1. **Faire une remarque** relative aux noms des différents constituants chimiques cités dans le tableau du doc. 2.

*Ils ont tous une terminaison en -ane.*.....

2. **Nommer** les éléments chimiques présents dans les formules brutes des constituants cités dans le doc. 2.

*Le carbone (C) et l'hydrogène (H).*.....

3. Tous ces constituants appartiennent à une même famille chimique : les alcanes. **Proposer** une formule chimique brute générale pour un alcane dont la molécule contient  $n$  atomes de carbone.

$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ .....

4. **Justifier** le nom d'« hydrocarbure » donné à ces constituants.

*Hydro pour la présence d'hydrogène, carbure pour la présence du carbone.*.....

## Matériel

- une boîte de modèles moléculaires

Travail 2 à réaliser  Construction de modèles moléculaires

5. À l'aide de modèles moléculaires, **réaliser** les représentations des molécules des quatre premiers alcanes (contenant 1, 2, 3 et 4 atomes de carbones).

## MÉMO

- Les principaux constituants des combustibles et carburants usuels appartiennent tous à une même famille chimique, les *alcanes*....., dont les molécules sont formées uniquement d'atomes *de carbone*..... et *d'hydrogène*.....

- Ils ont pour formule chimique brute générale  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ..... ; ce sont des *hydrocarbures*.....

## ACTIVITÉ

# 3

### Que se passe-t-il lors de la combustion d'un hydrocarbure ?

#### DOC. 3 Combustion dans l'air d'un hydrocarbure

La combustion est une réaction chimique au cours de laquelle les réactifs disparaissent pour laisser apparaître de nouveaux corps, les produits de la réaction.



#### Matériel

- un tube à essai
- une coupelle
- cristaux de sulfate de cuivre anhydre
- eau de chaux
- un hydrocarbure liquide (heptane ou hexane)

#### Travail à réaliser

1. Lors de la combustion complète d'un hydrocarbure dans l'air, le comburant est le dioxygène  $O_2$  et il est présent en quantité suffisante.

a. **Indiquer** les produits de combustion que l'on peut s'attendre à rencontrer, sachant que le carbone peut établir quatre liaisons covalentes, l'oxygène deux et l'hydrogène une seule.

*Du dioxyde de carbone  $CO_2$  et de l'eau  $H_2O$ .*

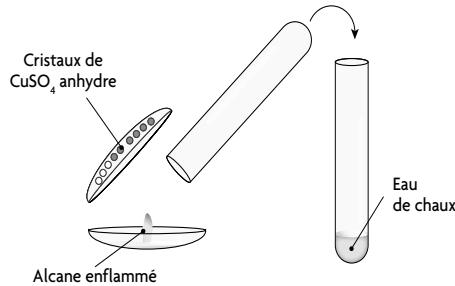
b. **Indiquer** par quels procédés il est possible d'identifier ces produits.

*Dioxyde de carbone : trouble l'eau de chaux.*

*Eau : teinte en bleu des cristaux de sulfate de cuivre anhydre (blanc).*

2. **Réaliser**, dans les conditions de sécurité nécessaires, la combustion d'un hydrocarbure et **mettre en œuvre** les procédés d'identification des produits.

a. **Étapes** de la manipulation :



b. Description **des observations** faites au cours de la manipulation.

*$CuSO_4$  anhydre devient bleu : présence d'eau  $H_2O$ .*

*L'eau de chaux contenue dans le tube à essai se trouble : présence de dioxyde de carbone  $CO_2$ .*

3. **Compléter** l'expression du bilan de la combustion complète.

Hydrocarbure + dioxygène = eau ..... + dioxyde de carbone .....

4. **Écrire et équilibrer** l'équation chimique de la combustion complète dans le dioxygène d'un hydrocarbure de formule chimique brute générale  $C_nH_{2n+2}$ .

*$2C_nH_{2n+2} + (3n+1)O_2 = (2n+2)H_2O + 2nCO_2$ .*

### Mémo

- La combustion complète d'un hydrocarbure dans le dioxygène produit de l'eau et du dioxyde de carbone ....., selon la réaction  $2C_nH_{2n+2} + (3n+1)O_2 = (2n+2)H_2O + 2nCO_2$  .....



## ACTIVITÉ

## 4

## La combustion d'un hydrocarbure est-elle toujours complète ?

## DOC. 4 Extrait d'une note d'information éditée par le gouvernement

- Chaque année, on recense 6 000 intoxications et 300 décès dus au monoxyde de carbone CO. Le monoxyde de carbone est un gaz incolore, inodore, de densité voisine de celle de l'air ; sa présence résulte de la combustion incomplète des combustibles : bois, butane, charbon, essence, fuel, gaz naturel...
- Il agit comme un gaz asphyxiant très toxique : 0,1 % de CO dans l'air tue en une heure, 1 % tue en 15 minutes et 10 % immédiatement.
- C'est pourquoi, dès les premiers froids, une nouvelle campagne nationale d'information sur les risques d'intoxication est lancée par la direction de la Défense et de la Sécurité civile à l'attention des consommateurs et des professionnels de la filière énergétique (constructeurs, installateurs...) par diffusion aux radios locales et nationales, presse..., qui insiste sur deux conseils simples : l'entretien des appareils de chauffage et de production d'eau chaude, et l'aération des locaux d'habitation.

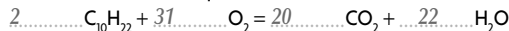
## Matériel

- un tube à essai
- une bécher en pyrex
- une coupelle
- du pétrole lampant
- de l'eau de chaux
- un détecteur de monoxyde de carbone (CO)

## Travail à réaliser TP

Le pétrole lampant est essentiellement constitué par un hydrocarbure de formule chimique brute  $C_{10}H_{22}$ .

1. **Équilibrer** la réaction de combustion complète du pétrole lampant dans le dioxygène en indiquant les coefficients stœchiométriques.



2. **Rédiger** une remarque sur la quantité d'air nécessaire à cette combustion complète.

*La quantité d'air nécessaire est très importante.*.....

3. **Placer** un peu de pétrole lampant dans le fond d'un bécher.

4. **Enflammer** le pétrole, **placer** au-dessus du bécher une coupelle blanche et un tube à essai retourné puis **noter** les observations sur :

a. l'aspect de la flamme : *flamme jaune* ; .....

b. la surface de la coupelle : *traces de noir de fumée*.....

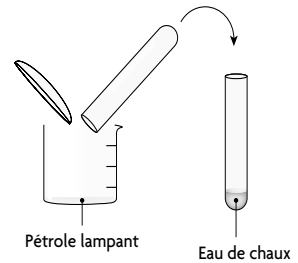
*et d'eau* ; .....

c. l'eau de chaux : *elle ne se trouble pratiquement pas*.....

5. **Préciser** si après ces observations on peut estimer la combustion complète ; si non, **proposer** une explication :

*Les traces de noir, l'absence de dioxyde de carbone, la flamme jaune ne sont pas les caractéristiques d'une combustion complète. Manque de carburant ( $O_2$ ).*.....

6. **Recommencer** la combustion et **placer** au-dessus du bécher un détecteur de monoxyde de carbone ; **indiquer** ce qui se produit : *signal d'alarme*.....



- Le manque de dioxygène ne permet pas la *combustion complète*..... d'un hydrocarbure.
- La combustion est alors *incomplète*..... et produit un dégagement de *monoxyde de carbone* CO....., gaz très toxique et donc très dangereux.

## ACTIVITÉ

# 5

## Combustion d'un hydrocarbure : quels aspects énergétiques ?

### DOC. 5 Les combustions ont un rôle essentiel au quotidien

Que ce soit pour le chauffage intérieur des habitations, directement ou par l'intermédiaire d'un chauffage central, ou pour les usages quotidiens, la production d'eau chaude ou préparation des aliments, un des moyens encore le plus utilisé est la combustion de divers combustibles. L'énergie libérée au cours de la combustion est ensuite transférée pour élever la température.



### Travail à réaliser

#### FICHE MÉTHODE 7

- Indiquer** quelle est la forme d'énergie contenue :
  - dans le mélange combustible + comburant : *de l'énergie chimique* ; .....
  - dans les corps dont la température a été élevée : *de l'énergie thermique* .....
- Indiquer** quel est le mode de transfert qui permet d'apporter l'énergie à un corps pour élever sa température : *la chaleur* .....
- D'un point de vue énergétique, **indiquer** quelle est la fonction des objets tels que les brûleurs, et quel nom général portent de tels objets.

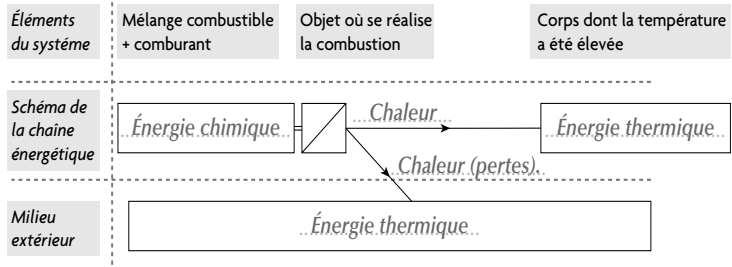
*Fonction : transformer l'énergie chimique en chaleur* .....

*Nom : convertisseurs d'énergie* .....

- Préciser** si toute l'énergie libérée est utile à la finalité des situations ; si non, **indiquer** comment qualifier la part d'énergie non utile.

*Non. On peut la qualifier de « pertes »* .....

- Compléter** la représentation de la chaîne énergétique d'une situation de combustion en indiquant les noms des formes d'énergie et des modes de transfert mis en jeu.



### Mémo

- D'un point de vue énergétique, la combustion d'un hydrocarbure *libère* ..... de l'énergie. C'est une réaction exothermique. L'énergie libérée est ensuite transmise au corps dont on veut élever la température par un mode de transfert qui est *la chaleur* .....

# SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE

## Quelle est la problématique du chauffage d'un local d'habitation ?

Parmi les éléments de confort, maintenir en hiver une température ambiante suffisante (de l'ordre de 18 °C à 20 °C) à l'intérieur des locaux d'habitation est l'un des plus importants.

Un des problèmes du chauffage tient au fait que, dans une maison d'habitation, les différentes pièces sont en général séparées les unes des autres par des cloisons et des portes.

Comment répondre au besoin de chauffer chacune des pièces ?

### Travail 1 à réaliser



### Utilisation de convecteurs électriques

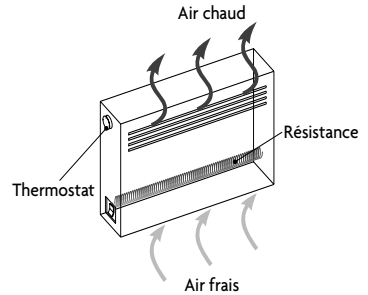
Si cela est techniquement possible, une première solution peut être de disposer d'un dispositif de chauffage dans chaque pièce, par exemple au moyen de radiateurs électriques, encore appelés « convecteurs ».

1. **Préciser** pourquoi, dans la situation ci-contre, il n'y a pas de pertes au niveau du convecteur.

*Parce qu'il est installé au sein même de l'air de la pièce.*

2. **Indiquer** par quel procédé la chaleur libérée au niveau de la résistance se répartit dans toute la pièce.

*Il s'établit une circulation d'air au sein de la pièce ; l'air chaud s'élevant entraîne l'arrivée d'air froid par le bas du convecteur ; il y a convection.*



### Travail 2 à réaliser

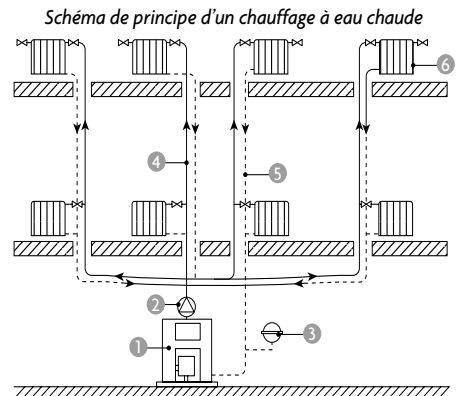


### Utilisation d'un chauffage central

Une solution pratique consiste à réaliser la combustion d'un combustible dans une chaudière, puis à véhiculer l'énergie libérée au niveau de chaque pièce : c'est le principe du chauffage central à eau chaude, dont un schéma est donné ci-dessous.

Légende :

- ① : Chaudière
- ② : Pompe accélérateur d'eau
- ③ : Vase d'expansion
- ④ : Départ eau chaude
- ⑤ : Retour eau refroidie
- ⑥ : Radiateur

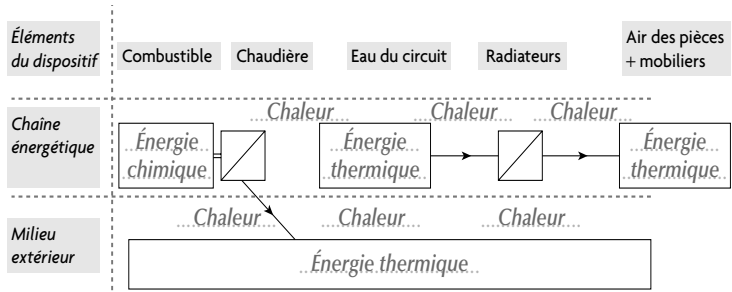


3. **Compléter** la légende à l'aide des termes suivants : radiateur, départ eau chaude, chaudière, vase d'expansion, retour eau refroidie, pompe accélérateur d'eau.

# SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE

## FICHE MÉTHODE 7

4. Pour décrire la chaîne énergétique correspondant au dispositif de principe précédent, on propose le schéma ci-dessous. **Compléter** cette chaîne énergétique en indiquant les noms des formes d'énergie et des modes de transfert mis en jeu au cours de l'opération de chauffage.



5. **Indiquer** l'élément du dispositif qui ne figure pas sur le schéma de principe.

*La cuve de stockage du fuel.*

6. Seule une partie des tuyauteries et les radiateurs sont à l'intérieur des pièces habitées ; **citer** les raisons principales qui le justifient.

*Cuve à fuel et chaudière prennent beaucoup de place ; risques de mauvaises odeurs, bruit, etc.*

7. **Préciser**, d'un point de vue énergétique, l'inconvénient que cela entraîne.

*Cela entraîne des pertes d'énergie au niveau de la chaudière et des tuyauteries à l'extérieur.*

8. Le transfert d'énergie entre l'eau chauffée et l'air des pièces ne se fait pas par contact direct ; ce transfert se fait au niveau des radiateurs.

a. **Proposer** une explication au fait que les radiateurs sont généralement métalliques.

*Les métaux sont des solides rigides et de bonne tenue au vieillissement ; ils sont de bons conducteurs thermiques.*

b. **Préciser** le phénomène mis en jeu dans le transfert d'énergie de l'eau à l'air au travers de la matière des radiateurs : *la conduction.*

### Mémo

Le mode de transfert de l'énergie thermique est la chaleur ; ce transfert peut se faire :

- au travers des matériaux : c'est le phénomène de *conduction*..... ;
- au sein d'un fluide dans lequel s'établit une circulation de matière à cause d'une différence de température : c'est le phénomène de *convection*.....

**1 Combustions**

- a. Faux
- b. Vrai
- c. Faux

**2 Hydrocarbures**

- a. Faux
- b. Vrai

**3 Combustion des hydrocarbures**

- a. Faux
- b. Vrai
- c. Faux
- d. Vrai

**4 Combustions incomplètes**

- a. Faux
- b. Vrai
- c. Vrai

**5 Formule et combustion d'un alcane**

- a.  $C_n H_{2n+2}$ .
- b.  $M = (n \times 12) + [(2n+2) \times 1] = 12n + 2n + 2 = 14n + 2 = 44$  ;  $n = 42/14$  ;  $n = 3$ .

Formule brute :  $C_3H_8$  ; c'est le propane.

- c.  $C_3H_8 + 5O_2 = 3CO_2 + 4H_2O$ .
- d. On place une coupelle au-dessus des gaz produits ; on observe la formation de buée ; des cristaux blancs de sulfate de cuivre anhydre se colorent en bleu, ce qui prouve la présence d'eau.

On place un tube à essai pour récupérer les gaz produits ; le tube redressé, on y verse de l'eau de chaux et on agite. Le trouble de l'eau de chaux prouve la présence de dioxyde de carbone.

**6 Combustion incomplète du butane dans l'air**

- a. Formule brute du butane :  $C_4H_{10}$  ;  $M_b = 58$  g/mol.
- b. Dans le cas d'une combustion complète, la flamme est bleue, très peu éclairante ; dans le cas d'une combustion incomplète, la flamme est plus éclairante, de couleur jaune et fuligineuse.
- c.  $2C_4H_{10} + 9O_2 = 8CO + 10H_2O$ .
- d.  $M_b = 58$  g/mol ; 116 g correspondent donc à 2 moles.

D'après l'équation, dans les conditions stœchiométriques, il faudra 9 moles de dioxygène.

Donc  $V_o = 9 \times 24$  L = 216 L ; 20 % de dioxygène dans l'air donc  $V_a = 216$  L  $\times 5 = 1\,080$  L.

Dans les conditions stœchiométriques, il se formera 8 moles de monoxyde de carbone.

Donc  $V_m = 8 \times 24$  L = 192 L.

- e.  $CO\% = \frac{192}{56\,000} \times 100$  ;  $CO\% \approx 0,34$  %.

Il agit comme un gaz asphyxiant très toxique : 0,1 % de CO dans l'air tue en une heure, 1 % tue en 15 minutes et 10 % immédiatement.

On est dans les pourcentages mortels, dans des délais relativement courts.

**7 Énergie libérée par combustion des alcanes**

- a. Méthane :  $CH_4$  ; propane :  $C_3H_8$  ; butane :  $C_4H_{10}$
- b. Mole de méthane :  $Q(1) = (210 + 664)$  kJ ;  $Q(1) = 874$  kJ  
Mole de propane :  $Q(3) = (210 + 664 \times 3)$  kJ ;  $Q(3) = 2\,202$  kJ  
Mole de butane :  $Q(4) = (210 + 664 \times 4)$  kJ ;  $Q(4) = 2\,866$  kJ
- c.  $Q = (13\,000 \text{ g}/58 \text{ g}) \times 2\,866 \text{ kJ} \approx 642\,380$  kJ

## Comment qualifier la combustion du bio-éthanol ?

Parmi les additifs que l'on trouve maintenant régulièrement dans les combustibles usuels figure le bio-éthanol ; il s'agit en fait d'éthanol, le préfixe *bio* signifiant qu'il est produit à partir de plantes.

1. La formule chimique brute de l'éthanol est  $C_2H_6O$ .

a. **Préciser**, en justifiant la réponse, s'il s'agit d'un hydrocarbure :

*Il ne s'agit pas d'un hydrocarbure car l'oxygène entre dans sa composition.*

b. À l'aide de la boîte de modèle moléculaire, **réaliser** la représentation de la molécule d'éthanol.



**Faire vérifier la réalisation par le professeur.**

2. Dans une coupelle, **verser** quelques  $cm^3$  d'éthanol ; sous la hotte et en respectant les conditions de sécurité, **enflammer** l'éthanol.

a. **Observer** et **décrire** l'allure de la flamme : *Flamme bleue.*

b. Suite à cette observation, **proposer** une hypothèse sur la nature de la combustion de l'éthanol dans le dioxygène de l'air :

*La combustion de l'éthanol dans l'air semble identique à celle d'un hydrocarbure.*

3. **Décrire** le protocole permettant de valider l'hypothèse faite.

Pour cela, **établir** la liste du matériel, **décrire** les activités à mettre en œuvre et **réaliser** un schéma des manipulations à effectuer.

Liste du matériel	Schéma des manipulations
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

Identiques à ceux de l'activité 3

Manipulations à réaliser
.....
.....
.....



**Faire vérifier la proposition par le professeur.**

4. **Réaliser** les manipulations ; **noter** les observations et conclure sur la nature de la combustion de l'éthanol dans le dioxygène de l'air.

*La combustion de l'éthanol dans l'air forme du dioxyde de carbone et de l'eau.*

5. **Compléter** l'équation de la combustion en indiquant les produits formés et les coefficients stœchiométriques :



**Faire vérifier la proposition par le professeur.**

# 10

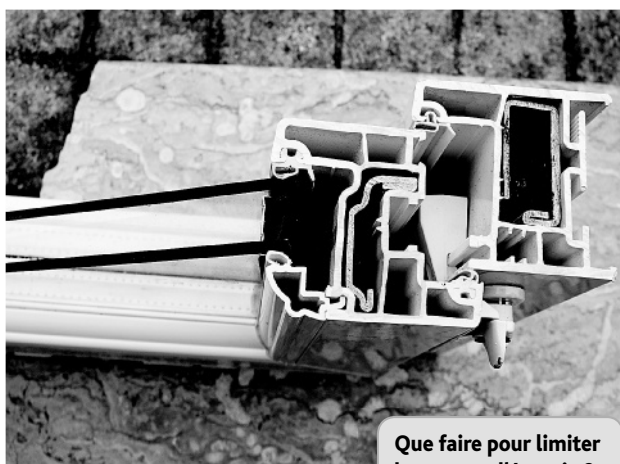
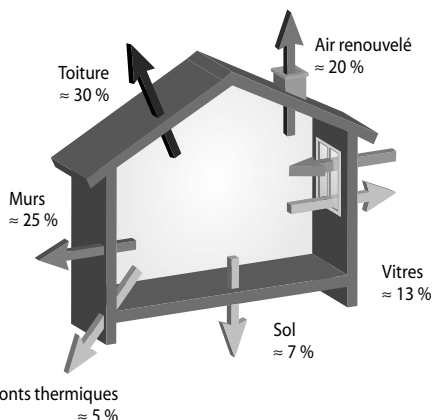
## Énergie : pourquoi et comment économiser l'énergie ?

Pourquoi économiser l'énergie ?

► Activité 1

Comment agir sur le rendement ?

► Activité 6



Que faire pour limiter les pertes d'énergie ?

► Activité 7

Comment limiter les pertes d'énergie d'une maison ?

► Activité 5 et situation de la vie professionnelle

## ACTIVITÉ

## L'énergie : quelles raisons incitent à l'économiser ?

### DOC. 1 Les impacts de la consommation d'énergie

#### Les conclusion des experts

##### Températures

- **Accélération** ces dernières années (11 des 12 dernières années ont été les plus chaudes jamais enregistrées)
- **Entre + 1,8 à + 4 °C** : hausse attendue d'ici à la fin du siècle



- Canicule plus intense
- Fortes précipitations à certains endroits ; sécheresses dans les régions subtropicales

##### Océans

- Hausse probable du niveau de la mer de + 0,18 m à 0,59 m
- Les océans absorbent 80 % du surplus de chaleur
- Moins de glace en Arctique et Antarctique



- Cyclone et tempête plus violents
- Possible **disparition des glaces** l'été en Arctique d'ici la fin du siècle

Les gaz à effet de serre émis par l'homme principaux responsables du réchauffement



N° Vert 0800 18 19 20

#### Fioul domestique

PUHT : 469,90 €/100L

Quantité livrée : 1707 L  
 Montant HT : 802,12 €  
 TVA (19,6 %) : 157,22 €  
**Montant total : 959,33 €**

Prix moyen d'une bouteille de gaz butane de 13 kg en janvier 2010 : **25,80 €**



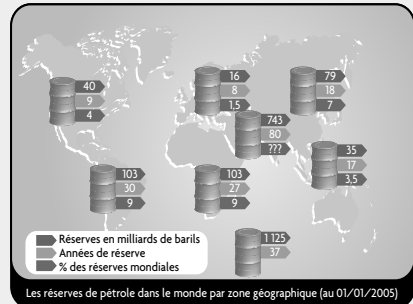
Conséquences sur les forêts des pluies acides dues à la pollution atmosphérique



EDF bleu ciel

#### Évolution de votre consommation en kWh Électricité

Oct 08		Oct 09	
montant HT en euros	6368	TVA	11303
taxes locales	86,08	total TTC en euros	1217,23



### Travail à réaliser

À partir de l'observation des éléments du doc. 1, **donner**, en argumentant, trois raisons qui incitent à économiser l'énergie.

Première raison : *L'énergie a un coût pour l'utilisateur. Consommer de l'énergie, quelle que soit sa forme, nécessite de payer ; on a donc intérêt à essayer de réduire les coûts.*

Deuxième raison : *les stocks des énergies, notamment de pétrole, ne sont pas inépuisables. Pour assurer une continuité et essayer de prolonger leur utilisation, il y a intérêt à éviter de les utiliser.*

Troisième raison : *l'utilisation d'énergie s'accompagne souvent de pollution. Ces pollutions peuvent engendrer des conséquences sur la nature ou le climat.*



## ACTIVITÉ 2

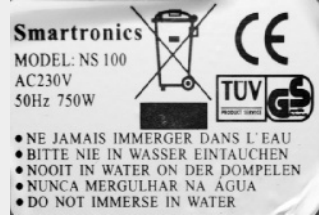
## Y a-t-il des pertes énergétiques au niveau de la bouilloire ?

## DOC . 2 Fonctionnement de la bouilloire électrique



La plaque signalétique indique les conditions de fonctionnement.

La bouilloire est munie d'un dispositif qui coupe l'alimentation électrique dès que l'eau est proche de l'ébullition.



## Matériel

- une bouilloire électrique
- un joulemètre
- un chronomètre
- un thermomètre
- une éprouvette graduée
- des fils de connexion

Travail à réaliser 

1. Sur la plaque signalétique, **relever** la tension nominale de fonctionnement et la puissance.

$$U = 230 \text{ V} \dots\dots\dots P = 750 \text{ W} \dots\dots\dots$$

- **Brancher** la bouilloire en insérant un joulemètre.

2. **Placer** dans la bouilloire un volume  $v = 0,8 \text{ L}$  d'eau. **Relever** la température initiale de l'eau.

$$\theta_i = \dots\dots\dots$$

3. **Mettre** en fonctionnement et **déclencher** au même instant le chronomètre. **Stopper** le chronomètre à l'arrêt du chauffage. **Noter** :

a. la durée de chauffage :  $t = \dots\dots\dots$  ;

b. la température finale de l'eau :  $\theta_f = \dots\dots\dots$  ;

c. **Relever** la quantité  $E_c$  d'énergie consommée pour chauffer l'eau :  $E_c = \dots\dots\dots$ .

4. À partir des valeurs de  $P$  et de  $t$ , **calculer** l'énergie  $E_{th}$  théoriquement consommée.

$$E_{th} = \dots\dots\dots$$

**Comparer** cette valeur à la valeur de  $E_c$  :  $\dots\dots\dots$ .

5. **Calculer** la quantité d'énergie  $Q$  reçue par l'eau. On donne :

$$Q = m.c.(\theta_f - \theta_i) ; \rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3 ; c_{\text{eau}} = 4\,186 \text{ J/(kg}\cdot\text{°C)} ;$$

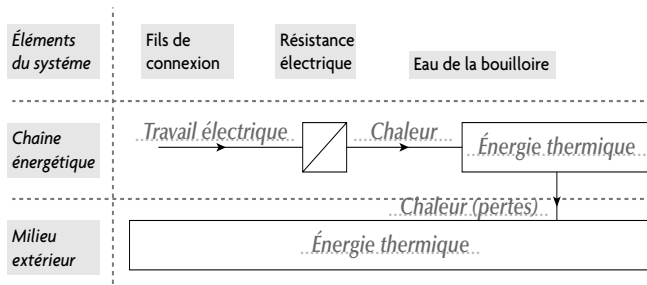
$$Q = \dots\dots\dots$$

**Comparer** cette valeur à  $E_c$  :  $\dots\dots\dots$ .

6. Si les valeurs sont différentes, **proposer** une explication pour cette différence et **justifier** que l'on parle alors de « pertes ».

*Les valeurs sont effectivement différentes. Cette différence vient du fait qu'une partie de l'énergie consommée chauffe le corps de la bouilloire et l'air ambiant.*

7. **Compléter** la chaîne énergétique schématisant cette situation :



Réponses  
en fonction  
des mesures  
réalisées

## ACTIVITÉ

### 3

## Quel est le rendement d'un brûleur à gaz ?

### DOC. 3 Plaques de cuisson à gaz butane

Les plaques de cuisson à gaz sont, en général, équipées de quatre brûleurs de puissance différente permettant de chauffer de manière plus ou moins rapide. Les brûleurs arrière sont les *feux moyens* ( $P = 2\,000\text{ W}$ ), l'avant-gauche le *feu rapide* ( $P = 3\,500\text{ W}$ ) et l'avant-droit le *feu auxiliaire* ( $P = 1\,000\text{ W}$ ).



### Travail à réaliser



1. La quantité de chaleur dégagée lors de la combustion d'un kilogramme de gaz (appelée « pouvoir calorifique inférieur », noté PCI) a, pour le butane, une valeur PCI = 49 500 kJ/kg. Le débit de gaz au niveau du brûleur *feu moyen* est  $d = 2,42\text{ g/min}$ .

a. **Calculer**, en watt, la puissance  $P$  d'un brûleur *feu moyen* (doc. 3); arrondir la valeur à l'unité.

$$P = E/t; P = (2,42 \cdot 10^{-3}\text{ kg} \times 49\,500\text{ kJ/kg}) \div 60\text{ s} = 1996,5\text{ W}; P = 1\,997\text{ W}$$

b. **Indiquer** si la valeur calculée est en accord avec la valeur annoncée : *oui*

2. Sur un brûleur *feu moyen* (doc. 3), on chauffe 1 litre d'eau, à la température initiale  $\theta_i = 9,5\text{ }^\circ\text{C}$ , jusqu'à l'amener à une température finale  $\theta_f = 100\text{ }^\circ\text{C}$ .

La durée nécessaire à cette opération est  $t = 6\text{ min }45\text{ s}$ .

a. **Calculer**, en joule, la quantité d'énergie  $Q$  absorbée par l'eau.

On donne :  $Q = m.c.(\theta_f - \theta_i)$ ; masse volumique de l'eau :  $\rho_{\text{eau}} = 1\,000\text{ kg/m}^3$ ;  
 $c_{\text{eau}} = 4\,185\text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$ .

$$Q = 1\text{ kg} \times 4\,185\text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)} \times (100\text{ }^\circ\text{C} - 9,5\text{ }^\circ\text{C}) = 378\,742,5\text{ J}$$

b. En prenant la valeur  $P$  du brûleur *feu moyen* (doc. 3), **calculer**, en joule, la quantité d'énergie  $E_c$  consommée lors de la combustion du butane durant le chauffage.

$$E_c = P \times t; E_c = 2\,000\text{ W} \times 405\text{ s} = 810\,000\text{ J}$$

3. **Calculer**  $E_c - Q$  et **préciser** à quoi correspond cette différence :

$E_c - Q = 431\,257,5\text{ J}$ . Cette différence correspond à la chaleur dissipée dans l'air, donc des pertes.

4. Le rendement  $r$ , exprimé en %, de l'opération de chauffage est donné par :

$$r = \frac{\text{énergie utile}}{\text{énergie consommée}} \times 100.$$

**Calculer** le rendement  $r$  pour la situation.

$$r = (378\,742,5\text{ J} / 810\,000\text{ J}) \times 100 = 46,758\text{ \%}; r \approx 46,8\text{ \%}$$

### Mémo

- L'énergie  $E_c$  consommée pour apporter une quantité de chaleur  $Q$  lors d'une opération de chauffage n'est pas, sauf dans quelques cas, en totalité utile à cette opération; la différence  $E_c - Q$  correspond donc à *des pertes*.

- L'importance de ces *pertes* est également estimée en calculant le *rendement*.

de l'opération en pourcentage à partir de la relation :  $r = \frac{\text{énergie utile}}{\text{énergie consommée}} \times 100$ .

## ACTIVITÉ

## 4

## Une paroi peut-elle limiter les échanges thermiques ?

## DOC. 4 Les pertes thermiques dans les locaux

Les éléments de gros œuvre (murs, toiture, sol...) des locaux, notamment d'habitation, servent entre autres choses, à protéger les occupants de l'intérieur contre des températures extérieures trop basses. Toutefois, ils sont constitués de différents matériaux plus ou moins bons conducteurs de la chaleur ; en cas de températures extérieures basses, des pertes énergétiques vont donc se produire vers l'extérieur.

## Matériel

- un calorimètre à vase Dewar
- deux capteurs thermométriques
- un dispositif de traitement de données
- un système de chauffage
- un chronomètre

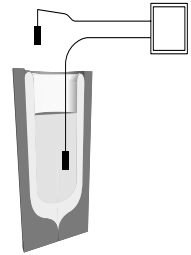
## Travail à réaliser TP

1. On observe le comportement de différents matériaux, à l'aide d'un calorimètre à vase Dewar pour lequel on considère qu'il n'y a aucune perte par les parois et le fond.

● **Placer** dans le calorimètre 0,7 L d'eau bouillante.

● **Disposer** deux capteurs de température, un dans l'eau du calorimètre, l'autre environ 10 cm au-dessus de l'ouverture du calorimètre ; **relier** les capteurs à un dispositif de traitement des données.

● **Lancer** les acquisitions et **observer** les courbes obtenues durant 8 minutes.



2. **Noter** les températures initiales et finales.

Pour l'eau :  $\theta_i = \dots\dots\dots$ ,  $\theta_f = \dots\dots\dots$ .

Pour l'air :  $\theta_i = \dots\dots\dots$ ,  $\theta_f = \dots\dots\dots$ .

3. **Rédiger** une rapide conclusion. *L'eau se refroidit, l'air s'échauffe peu.*.....

4. **Recommencer** l'opération, en fermant l'ouverture du calorimètre à chaque fois par un disque de matériau différent, ou de même matériau mais d'épaisseur différente.

Prévoir un petit trou pour le passage du capteur thermométrique.

Pour chaque matériau et chaque épaisseur, **compléter** les cases du tableau suivant.

Matériaux		Température initiale de l'eau	Température finale de l'eau	Température initiale de l'air	Température finale de l'air
Cuivre	Épaisseur				
	Épaisseur				
Polystyrène	Épaisseur				
	Épaisseur				

5. À partir des valeurs obtenues pour l'eau et pour l'air et de celles du tableau, **rédiger** une ou deux phrases pour interpréter les observations.

*Le fait d'intercaler une paroi entre l'eau chaude et l'extérieur a pour effet de limiter les échanges thermiques. Cet effet dépend des matériaux utilisés et de l'épaisseur de ces matériaux.*.....

.....

.....

.....

Résultats  
dépendant  
de l'expérience

6. **Recommencer** le protocole de la question 1 mais en plaçant le couvercle fourni en laissant une ouverture réduite.

Pour chaque matériau et chaque épaisseur, **compléter** les cases du tableau.

Matériaux		Température initiale de l'eau	Température finale de l'eau	Température initiale de l'air	Température finale de l'air
Cuivre	Épaisseur				
	Épaisseur				
Polystyrène	Épaisseur				
	Épaisseur				

7. **Préciser** quelle grandeur a été modifiée entre les manipulations de la question 2 et celle de la question 6. *La surface  $S$  d'échange entre eau et air.*.....

8. Observer les valeurs des deux tableaux et indiquer s'il y a ou non des modifications, et si oui, lesquelles. *La température de l'eau baisse moins vite, même si on retrouve une différence entre le cuivre et le polystyrène.*.....

9. Sur le calorimètre contenant 0,7 L d'eau bouillante, on place un disque de cuivre sur lequel on pose un bécher rempli de glace pilée. Les capteurs thermométriques sont positionnés dans l'eau et au niveau supérieur de la glace pilée du bécher.

● **Lancer** les acquisitions et **observer** les courbes obtenues durant 8 min.

10. **Noter** les températures initiales et finales pour l'eau et la glace pilée.

Eau :  $\theta_i =$  .....,  $\theta_f =$  .....      Glace pilée :  $\theta_i =$  .....,  $\theta_f =$  .....

11. **Comparer** les valeurs obtenues avec celles du tableau de la question 2 pour le disque de cuivre de même épaisseur. *On constate que, dans ce cas, la température de l'eau baisse plus vite et devient plus basse.*.....

12. **Rédiger** une conclusion après cette comparaison. *Plus la différence de température entre l'eau et l'extérieur est grande, plus il y a d'échanges.*.....

13. **Compléter** : lorsqu'on intercale une paroi entre un corps chaud de température  $\theta_1$  et un corps froid de température  $\theta_2$  ( $\theta_1 > \theta_2$ ), elle a tendance à *limiter les échanges thermiques du corps chaud vers le corps froid.*.....

Cette tendance dépend *du matériau de la paroi, de son épaisseur  $e$ , de l'aire  $S$  de sa surface et de l'écart entre les températures  $\theta_1$  et  $\theta_2$ .*.....

## Mémo

- Lorsqu'une paroi de surface  $S$  et d'épaisseur  $e$  est intercalée entre un corps à une température  $\theta_1$  et un corps de température  $\theta_2$  ( $\theta_1 > \theta_2$ ), elle a tendance à *limiter les échanges thermiques*.....
- Cette tendance dépend *du matériau utilisé, de son épaisseur  $e$ , de l'aire  $S$  de la surface d'échange et de l'écart entre les températures  $\theta_1$  et  $\theta_2$ .*.....

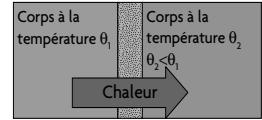
## ACTIVITÉ

## 5

## Pourquoi parle-t-on de résistance thermique pour une paroi ?

### Travail à réaliser

On peut représenter la situation d'une paroi de surface  $S$  et d'épaisseur  $e$  constituée d'un matériau donné, intercalée entre un corps chaud et un corps froid comme sur le schéma ci-contre.



1. **Indiquer** selon quelle modalité se fait le transfert d'énergie par la chaleur entre les corps.

*Par conduction.*

2. **Préciser** quelle grandeur caractéristique du matériau il va falloir prendre en compte dans une telle situation. *Sa conductivité thermique*

3. En reprenant les valeurs numériques de l'activité 3, **compléter** la phrase suivante :

la quantité d'énergie  $Q$  transférée pendant une durée  $t$  à travers la paroi *augmente* avec la surface  $S$  de la paroi, *diminue* avec son épaisseur  $e$ , *augmente* avec l'écart de température  $\theta_1 - \theta_2$  entre les corps.

4. **On admet** pour un matériau de conductivité thermique  $\lambda$ , d'épaisseur  $e$ , de surface  $S$ , que la quantité de chaleur  $Q$  est donnée par :  $Q = \frac{\lambda \cdot S}{e} \cdot (\theta_1 - \theta_2) \cdot t$ .

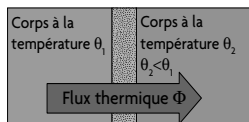
5. Les durées  $t$  de transfert peuvent être différentes. Pour comparer différentes situations, il est donc préférable d'utiliser le débit d'énergie  $Q/t$  à travers une paroi, appelé « flux thermique » et noté  $\Phi$ , *indépendant de la durée*.

a. **Écrire** l'expression de  $\Phi$  en fonction de  $\lambda$ ,  $S$ ,  $e$  et  $\theta_1 - \theta_2$  :  $\Phi = \frac{\lambda \cdot S}{e} \cdot (\theta_1 - \theta_2)$

b. **Écrire** l'expression de  $\theta_1 - \theta_2$  en fonction de  $\lambda$ ,  $S$ ,  $e$  et  $\Phi$  :  $\theta_1 - \theta_2 = \frac{\Phi \cdot e}{\lambda \cdot S}$

6. On compare la situation ci-dessus et la situation d'une résistance électrique.

#### Situation d'une paroi

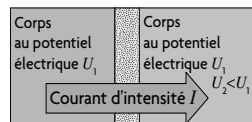


Entre les corps existe une différence de température  $\theta_1 - \theta_2$ .  
Il existe un débit d'énergie  $Q/t$  appelé « flux thermique  $\Phi$  ».

La relation entre les grandeurs est :

a.  $\theta_1 - \theta_2 = \frac{e}{\lambda \cdot S} \cdot \Phi = R_{th} \cdot \Phi$

#### Situation d'une résistance électrique



Entre les corps existe une différence de potentiel  $U_1 - U_2$ .  
Il existe un débit de quantité d'électricité  $Q_e/t$ , appelé « intensité  $I$  » du courant.

La relation entre les grandeurs est :

b.  $U_1 - U_2 = R \cdot I$

Par analogie avec l'électricité, on appelle « résistance thermique » la grandeur  $R_{th}$ .

c. **Écrire** l'expression de  $R_{th}$  en fonction de  $\lambda$ ,  $S$  et  $e$ .  $R_{th} = \frac{e}{\lambda \cdot S}$

## ACTIVITÉ 6

### Économiser l'énergie : comment agir sur le rendement ?

#### DOC. 5 L'appareil utilisé est-il adapté à l'usage ?

Pour chauffer une quantité limitée d'eau dans une petite casserole, on envisage les deux possibilités présentées ci-contre.



#### Travail à réaliser

1. **Indiquer**, en justifiant, quel rendement sera vraisemblablement le meilleur entre les deux possibilités représentées sur le doc. 5.

*Meilleur rendement dans le second cas ; dans le premier, une grande partie de la flamme n'est pas au contact de la casserole et chauffe l'air ambiant.*

2. **Proposer** une ou deux recommandations permettant d'économiser de l'énergie.

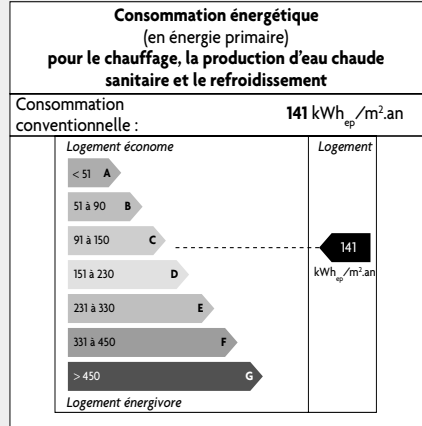
*Utiliser du matériel adapté à la situation.*

*Régler correctement l'allure de fonctionnement des appareils.*

## ACTIVITÉ 7

### Économiser l'énergie : comment limiter les pertes ?

#### DOC. 6 Les performances énergétiques d'un local d'habitation



#### Travail à réaliser

1. **Indiquer** les parties d'une habitation par lesquelles peuvent se faire les pertes thermiques vers l'extérieur. *Par les ouvertures (portes, fenêtres) ; par sortie d'air chaud et entrée d'air froid ; au travers des différentes surfaces (murs, vitres, toiture, sol) par conduction.*

2. **Proposer** quelques solutions pour limiter ces pertes.

*S'assurer que les battants des portes et fenêtres joignent bien ; mettre du double vitrage ; isoler murs et toiture avec des revêtements isolants thermiques.*

## Comment connaître les performances isolantes des matériaux ?

### DOC . 7 Les matériaux d'isolation

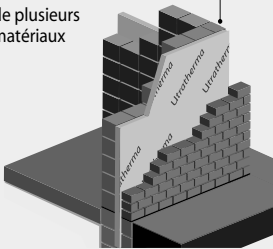
Les grandeurs utiles aux professionnels pour prévoir les performances des matériaux en matière d'isolation thermique figurent sur les étiquettes apposées sur ces matériaux.

Épaisseur	R en K/W	λ W/m.K	Épaisseur mm	
A2	1,32	0,038	50	
Surface	Capacité calorifique		Longueur mm	Largeur mm
3,60	3		1200	1800
NOM PRODUIT			Code barre	
XXXXXX				
N° contrôle + série				



### DOC . 8 Quelle résistance thermique pour un mur constitué de plusieurs matériaux ?

Mur constitué de plusieurs matériaux



Les murs des locaux d'habitation sont généralement constitués de plusieurs couches de matériaux différents. Chaque matériau possède sa propre conductibilité thermique et leurs épaisseurs sont souvent différentes. En matière d'échanges thermiques entre l'intérieur et l'extérieur chaque couche joue son propre rôle. Pour estimer les performances, il faut donc accéder à la résistance thermique globale du mur.

Quelle indication pour choisir un matériau isolant ?

### Travail 1 à réaliser Décodage d'une étiquette

1. **Relever**, sur l'étiquette du doc. 7, la valeur et l'unité de l'épaisseur  $e$  et de la conductibilité thermique  $\lambda$  du matériau.

$e = 50 \text{ mm}$ ..... ;  $\lambda = 0,038 \text{ W/m.K}$ ..... ; **convertir**  $e$  en mètre :  $e = 0,05 \text{ m}$ .....

2. En utilisant l'expression de la résistance thermique  $R_{th}$  de l'activité 5, **calculer** la valeur de  $R_{th}$  pour une paroi de surface  $S = 10 \text{ m}^2$  et **indiquer** son unité ; arrondir la valeur au millième.

$R_{th} = e/(\lambda \cdot S)$  ;  $R_{th} = 0,05 \text{ m}/(0,038 \text{ W/m.K} \times 10 \text{ m}^2)$  ;  $R_{th} = 0,132 \text{ K/W}$ .....

3. Sur l'étiquette figure une valeur de résistance thermique :  $R = 1,32 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ . Calculer  $R_{th}$  pour une surface de  $1 \text{ m}^2$  et **préciser** à quoi correspond  $R$ .

$R_{th} = 0,05 \text{ m}/(0,038 \text{ W/m.K} \times 1 \text{ m}^2)$  ;  $R_{th} = 1,32 \text{ K/W} = R$  ;  $R$  représente donc la résistance thermique pour une surface de  $1 \text{ m}^2$  de paroi.....

4. **Expliquer** succinctement pourquoi cette indication est très utile aux professionnels du bâtiment :

Connaître l'aire  $S$  de la surface d'un mur, par exemple, permet par simple division par  $S$  de connaître la résistance thermique d'une couche d'isolant posée sur le mur :.....

$R_{th} = R/S$ .....

5. **Écrire** l'expression de  $R$  en fonction de  $e$  et  $\lambda$ .  $R = R_{th} \cdot S$  ;  $R = e/\lambda$ .....

6. L'expression du flux thermique (quantité d'énergie qui traverse la paroi en une seconde)  $\Phi$  à travers une paroi de résistance thermique  $R_{th}$  lorsque la différence de température entre ses faces est  $\theta_1 - \theta_2$ , est donnée par la relation :  $\Phi = \frac{\theta_1 - \theta_2}{R_{th}}$ . **Écrire** l'expression de  $\Phi$  en fonction de  $\theta_1 - \theta_2$ ,  $R$  et  $S$  :

$\Phi = \theta_1 - \theta_2 / (R/S)$  ;  $\Phi = (\theta_1 - \theta_2) \times S/R$ .....

# SITUATION DE LA VIE PROFESSIONNELLE

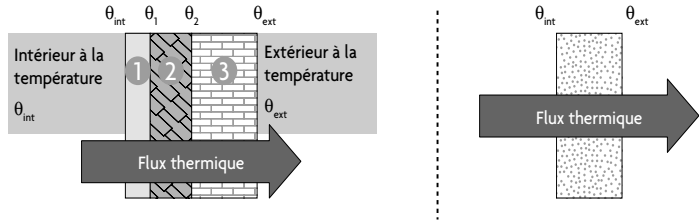
7. **Calculer**, en W, le flux thermique  $\Phi$  à travers une paroi construite avec le matériau de l'étiquette, de surface  $S = 12,5 \text{ m}^2$  et avec une différence de température entre ses faces intérieure et extérieure de  $\theta_1 - \theta_2 = 21 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$\Phi = (\theta_1 - \theta_2) \times S/R; R = 1,32 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}; \Phi = (21 \text{ }^\circ\text{C} \times 12,5 \text{ m}^2) / 1,32 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W} \dots\dots\dots$$

$$\Phi \approx 199 \text{ J/s} \dots\dots\dots$$

## Travail 2 à réaliser Résistance thermique globale d'un mur

Un mur séparant l'intérieur d'une habitation, à la température  $\theta_{\text{int}}$ , et l'extérieur, à la température  $\theta_{\text{ext}}$  ( $\theta_{\text{int}} > \theta_{\text{ext}}$ ), est constitué de trois couches de matériaux différents ; le mur est représenté ci-dessous en coupe.



On considère que les contacts entre les couches sont parfaits : la température extérieure d'une couche est égale à la température intérieure de la couche suivante.

Il n'y a pas d'accumulation au sein du mur ; c'est donc le même flux thermique  $\Phi$  qui traverse les trois couches.

Les résistances thermiques des matériaux sont notées  $R_{th1}$ ,  $R_{th2}$  et  $R_{th3}$ .

On cherche quelle est la résistance thermique  $R_{th}$  d'un mur de même surface et constitué d'un matériau unique qui remplacerait les trois couches.

8. **Écrire** la différence  $\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}$  en fonction de  $\theta_1$  et  $\theta_2$ .

$$\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}} = (\theta_{\text{int}} - \theta_1) + (\theta_1 - \theta_2) + (\theta_2 - \theta_{\text{ext}}) \dots\dots\dots$$

9. **Écrire** les expressions du flux thermique  $\Phi$  à travers chacune des couches et **écrire** les égalités traduisant le fait que ce flux est le même.

$$\Phi = \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_1}{R_{th1}} \quad \Phi = \frac{\theta_1 - \theta_2}{R_{th2}} \quad \Phi = \frac{\theta_2 - \theta_{\text{ext}}}{R_{th3}} \quad \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_1}{R_{th1}} = \frac{\theta_1 - \theta_2}{R_{th2}} = \frac{\theta_2 - \theta_{\text{ext}}}{R_{th3}} \quad 2$$

**Utiliser** les propriétés de proportions pour faire apparaître l'expression établie à la question 1.

$$\frac{\theta_{\text{int}} - \theta_1}{R_{th1}} = \frac{\theta_1 - \theta_2}{R_{th2}} = \frac{\theta_2 - \theta_{\text{ext}}}{R_{th3}} = \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_{th1} + R_{th2} + R_{th3}} \dots\dots\dots$$

10. **Écrire** l'expression du flux  $\Phi$  dans le cas du mur constitué d'un seul matériau et de résistance thermique  $R_{th}$ .

$$\Phi = \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_{th}} \dots\dots\dots$$

11. Les deux situations étant équivalentes, **exprimer**  $R_{th}$  en fonction de  $R_{th1}$ ,  $R_{th2}$  et  $R_{th3}$ .

$$R_{th} = R_{th1} + R_{th2} + R_{th3} \dots\dots\dots$$



## 1 Des raisons d'économiser l'énergie

- a. Vrai
- b. Faux

## 2 Le rendement des appareils

- a. Faux
- b. Vrai
- c. Faux

## 3 La notion de résistance thermique

- a. Faux
- b. Vrai
- c. • Faux
- Vrai
- Vrai

## 4 Les moyens de limiter les pertes d'énergie

- Vrai
- Faux
- Vrai

## 5 Économies d'énergie réalisées

	Heures creuses	Heures pleines	Total
<b>Consommation 2008-2009</b>	2 161	2 832	4 993
<b>Consommation 2009-2010</b>	1 325	1 461	2 786
<b>Économies brutes</b>	836	1 371	2 207
<b>Économies en %</b>	38,7 %	48,4 %	44,2 %

## 6 Calcul de résistance thermique

a.

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda \cdot S}; R_{th} \approx 0,0114 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}$$

b.

$$\Phi = \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_{th}}; \Phi \approx 1\,754 \text{ J/s}; Q = \Phi \cdot t;$$

$$Q = 6\,314\,400 \text{ J} = 6\,314,4 \text{ kJ}$$

c.

$$R_{th} = R/S; R_{th} = 0,286$$

d.

$$R_{thtotal} = R_{thbéton} + R_{thisolant}; R_{thtotal} = 0,0114 + 0,286 = 0,2974$$

$$\Phi = \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_{th}}; \Phi = 67,25 \text{ J/s}; Q = \Phi \cdot t; Q = 242\,100 \text{ J} = 242,1 \text{ kJ}$$

## 7 Association de surfaces de différents matériaux

a.

$$\Phi_1 = \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_{th1}}; \Phi_2 = \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_{th2}}; \Phi = \Phi_1 + \Phi_2$$

b.

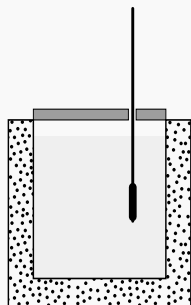
$$\Phi = \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_{th}} = \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_{th1}} + \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_{th2}}$$

$$= (\theta_{int} - \theta_{ext}) \left( \frac{1}{R_{th1}} + \frac{1}{R_{th2}} \right)$$

$$\text{Donc } \frac{1}{R_{th}} = \frac{1}{R_{th1}} + \frac{1}{R_{th2}} \text{ ou } R_{th} = \frac{R_{th1} \cdot R_{th2}}{R_{th1} + R_{th2}}$$

On retrouve la relation identique à celle de résistances électriques montées en parallèle.

## L'additivité des résistances thermiques est-elle vérifiée ?



On réalise expérimentalement l'association de couches successives de résistances thermiques différentes.

### • Protocole expérimental

On place une masse  $m = 1$  kg d'eau bouillante dans un récipient. Le récipient est placé dans une protection en polystyrène ; on admet que les seuls échanges entre l'eau du récipient et l'extérieur ne peuvent se faire que par l'ouverture supérieure.

On ferme l'ouverture supérieure par un couvercle de dimensions légèrement supérieures à l'ouverture et d'épaisseur  $e$  uniforme.

Un trou est aménagé pour passer un thermomètre.

### • Formules utiles

$$Q = m.c.(\theta_f - \theta_i) \quad c = 4\,185 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C}) \text{ pour l'eau} \quad \Phi = Q/t; (\theta_1 - \theta_{\text{ext}}) = R_{th}\cdot\Phi.$$

### Matériel

- un récipient
- des plaques de polystyrène
- un thermomètre
- une plaque de cuivre
- une plaque de verre

1. Relever la température de la pièce notée  $\theta_{\text{ext}}$ .  $\theta_{\text{ext}} = \dots\dots\dots$

2. Verser la masse  $m = 1$  kg d'eau bouillante dans le récipient.

● Positionner le couvercle de matériau ① (cuivre) sur le récipient.

a. Relever la température initiale de l'eau  $\theta_i$ .  $\theta_i = \dots\dots\dots$

b. Relever la température finale  $\theta_f$  de l'eau au bout de  $t = 10$  min.  $\theta_f = \dots\dots\dots$



Faire vérifier les résultats par le professeur.

3. Calculer la quantité d'énergie  $Q_1$  échangée entre l'eau du récipient et l'air extérieur.

.....

4. Calculer le flux thermique  $\Phi_1$  à travers le couvercle, puis la résistance thermique  $R_{th1}$  du couvercle.

.....



Faire vérifier les résultats par le professeur

5. Vider le récipient, l'essuyer puis reproduire l'ensemble des étapes 2 à 4 du protocole en utilisant le couvercle de matériau ② (verre).

– Relever les valeurs nécessaires et effectuer les calculs.

$$\theta_1 = \dots\dots\dots \quad \theta_f = \dots\dots\dots \quad Q_2 = \dots\dots\dots \quad \Phi_2 = \dots\dots\dots \quad R_{th2} = \dots\dots\dots$$

6. Vider le récipient, l'essuyer puis reproduire l'ensemble des étapes 2 à 4 du protocole en plaçant cette fois les deux couvercles superposés sur l'ouverture.

– Relever les valeurs nécessaires et effectuer les calculs.

$$\theta_1 = \dots\dots\dots \quad \theta_f = \dots\dots\dots \quad Q_3 = \dots\dots\dots \quad \Phi_3 = \dots\dots\dots \quad R_{th3} = \dots\dots\dots$$



Faire vérifier les résultats par le professeur.

7. Calculer  $(R_{th1} + R_{th2})$  et comparer le résultat à  $R_{th3}$ .

.....

8. Rédiger une phrase de conclusion. ....

.....

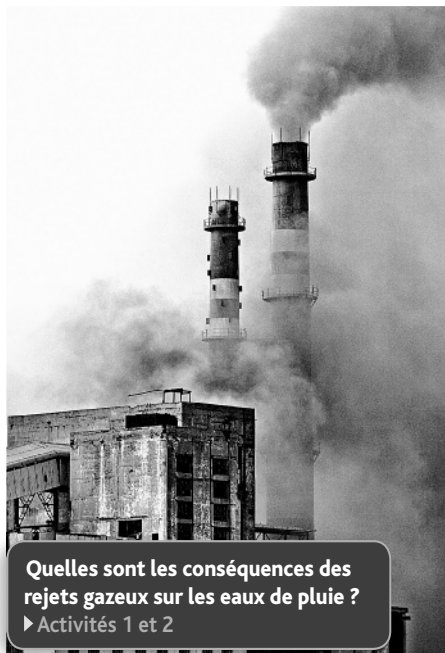
Les calculs dépendent des valeurs expérimentales.

11

# Les eaux naturelles : pourquoi ne sont-elles pas pures ?

Comment se forment les pluies acides ?

► Activités 3 et 4



Quelles sont les conséquences des rejets gazeux sur les eaux de pluie ?

► Activités 1 et 2

Quelles sont les conséquences visibles des pluies acides ?

► Activité 6

Comment traiter de l'eau de pluie récupérée ?

► Situation de la vie quotidienne



## ACTIVITÉ

### Eau pure, eau naturelle : quelle différence ?

#### DOC. 1 Les eaux naturelles et le cycle de l'eau

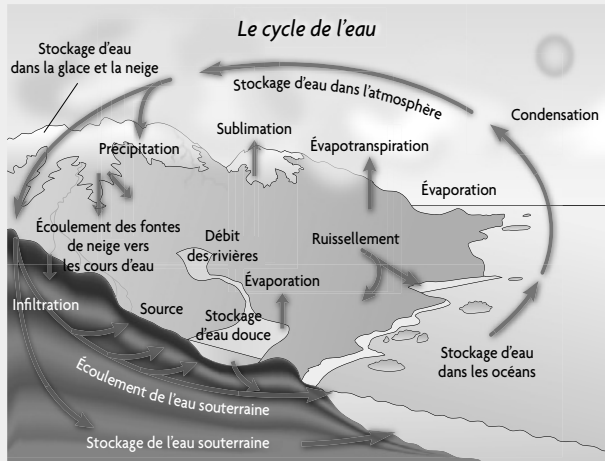
Toutes les eaux utilisées, que ce soit en agriculture, dans les industries ou pour les usages domestiques, sont au départ des eaux naturelles : pluie, lacs, rivières ou nappes souterraines.

En fait toutes ces eaux participent à une série de transformations appelée le « cycle de l'eau » dont le principe est donné sur le schéma ci-contre.

Au cours de ce cycle, l'eau est donc amenée à traverser l'atmosphère (évaporation, précipitations) et/ou à traverser des sols solides perméables (infiltration).

D'autre part, une des propriétés fondamentales de l'eau est d'être un solvant pour un grand nombre de corps.

Au cours de son cycle, l'eau peut donc dissoudre des gaz et réagir avec eux, ou dissoudre des solides et ainsi se charger en particules, essentiellement sous la forme d'ions.



#### Travail à réaliser

1. Lire attentivement le doc. 1.
2. À l'aide de connaissances antérieures et du doc. 1, **compléter** les phrases suivantes.
  - a. La condition pour que l'eau soit pure est qu'elle contienne :

*Uniquement des molécules d'eau H<sub>2</sub>O et rien d'autre.*.....

b. Le pH de l'eau pure est *égal à 7*..... ; on dit qu'elle est *neutre*.....

3. **Justifier** le fait qu'une eau naturelle ne puisse pratiquement pas être pure.

*Du fait de son pouvoir solvant, une eau naturelle peut dissoudre des gaz dans l'atmosphère ou dissoudre des solides lors de l'infiltration.*.....

#### Mémo

- L'eau pure est une eau *qui ne contient que des molécules d'eau H<sub>2</sub>O*..... ; son pH est *égal à 7*..... ; on dit qu'elle est *neutre*.....
- L'eau est un *solvant*..... pour de nombreux corps gazeux ou solides.
- Les eaux naturelles ne peuvent pratiquement pas être pures parce qu'elles *vont dissoudre des gaz et/ou des solides sous forme d'ions au cours du cycle de l'eau*.....

## ACTIVITÉ

## 2

## L'eau de pluie traverse l'atmosphère : quelles conséquences ?

## DOC. 2 Les rejets gazeux dans l'atmosphère

En l'absence de rejets gazeux, l'air est constitué environ de 78,05 % de diazote ( $N_2$ ), de 20,97 % de dioxygène ( $O_2$ ), de 0,03 % de dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) et de 0,95 % d'un mélange d'autres gaz, chacun en très petite quantité.

Dans la nature, du fait du cycle de l'eau (voir doc. 1.), l'eau de pluie en l'absence de rejets gazeux a un pH de l'ordre ou un peu inférieur à 5,6.

Les activités industrielles ou humaines comme se chauffer, se déplacer, rejettent des gaz dans l'atmosphère :

- du dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) au cours des combustions, notamment celles des hydrocarbures ;
- du dioxyde de soufre ( $SO_2$ ) provenant de la combustion du soufre S contenu dans certains combustibles ;
- des oxydes d'azote ( $NO_x$ ), dont le dioxyde  $NO_2$ , qui se forment notamment dans les moteurs à haute température par combinaison du dioxygène et du diazote contenus dans l'air.

Cela va avoir comme conséquence, dans les régions urbanisées, de rendre les pluies acides.

## Matériel

- de l'eau déminéralisée
- un bécher
- un stylo pH
- trois flacons bouchés munis de deux tubes
- du diazote
- du dioxygène
- du dioxyde de carbone

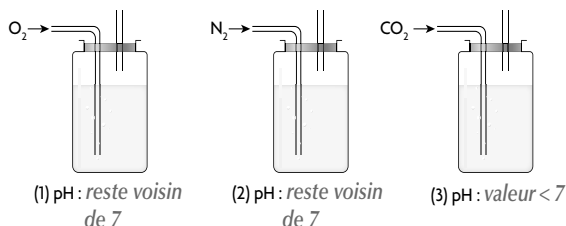
## Travail à réaliser TP

## 1. Réaliser l'expérience suivante.

a. Dans un bécher, verser un peu d'eau déminéralisée ayant été à l'abri de l'air (bouteille hermétiquement fermée). Relever la valeur de son pH : voisine de 7.....

b. Verser de cette eau dans trois flacons bouchés et munis de deux tubes ; faire barboter pendant quelques minutes du dioxygène dans le premier (1), du diazote dans le second (2) et du dioxyde de carbone dans le troisième (3).

c. Ôter le bouchon et relever ensuite la valeur du pH de l'eau dans chacun des flacons :



d. Pour chaque gaz, indiquer si son contact avec de l'eau a une influence sur le pH et si oui, laquelle :

Le contact avec le dioxygène  $O_2$ , ou le diazote  $N_2$ , n'a pas d'influence sur l'acidité ; le dioxyde de carbone  $CO_2$  fait baisser la valeur du pH.....

2. À l'aide du doc. 2 et des expériences réalisées, préciser quel gaz est la cause de ce caractère légèrement acide de l'eau de pluie : le dioxyde de carbone ( $CO_2$ ).....

3. Relever le pH d'eau de pluie récupérée au lycée. (résultat variable selon lieu).....

Indiquer si la mesure faite est cohérente avec ce qui précède : OUI.....

- Au contact de l'eau, le dioxyde de carbone se dissout..... dans cette eau. Cela a pour conséquence de donner à la solution obtenue un pH inférieur..... à 7, c'est-à-dire de lui donner un caractère acide.....

### Le caractère acide de l'eau de pluie : comment apparaît-il ?

#### DOC. 3 L'acidité normale de l'eau pure

L'eau pure contient bien sûr des molécules d'eau  $H_2O$ , mais aussi, en très faible quantité, des ions : les ions hydroxonium  $H_3O^+$  et les ions oxonium  $HO^-$ .

Ces ions proviennent de molécules d'eau qui se sont scindées en un ion  $HO^-$  et un proton  $H^+$ .

Le proton  $H^+$  va se combiner avec une molécule d'eau pour former un ion  $H_3O^+$ .

Dans l'eau pure, les concentrations en ions  $H_3O^+$  et  $HO^-$  sont identiques et égales à  $10^{-7}$  mol/L :

$$[H_3O^+] = [HO^-] = 10^{-7} \text{ mol/L.}$$

De plus, dans une solution où l'eau est le solvant (solution aqueuse), le produit  $[H_3O^+].[HO^-]$  reste constant et a une valeur égale à  $10^{-14}$ .

#### Travail à réaliser

1. Lire attentivement le doc. 3. Une solution aqueuse a un caractère « acide » si  $[H_3O^+] > 10^{-7}$  mol/L, un caractère « basique » si  $[H_3O^+] < 10^{-7}$  mol/L. Justifier que l'eau pure soit considérée comme « neutre ».

Dans l'eau pure  $[H_3O^+] = [HO^-] = 10^{-7}$  mol/L.....

2. Lorsque le dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) se dissout dans l'eau, ses molécules se combinent avec les ions oxonium  $HO^-$  pour former des ions hydrogénocarbonate.

a. Compléter l'équation de cette réaction :  $CO_2 + HO^- = HCO_3^-$ .....

b. Indiquer ce qui se passe alors pour la concentration  $[HO^-]$  en ions  $HO^-$  dans la solution.

Elle diminue puisque les ions  $HO^-$  sont consommés.....

c. Puisque dans la solution le produit  $[H_3O^+].[HO^-]$  doit rester constant et de valeur  $10^{-14}$ , indiquer comment doit évoluer la concentration  $[H_3O^+]$  en ions hydronium.

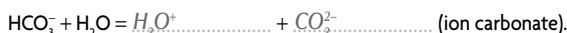
Elle doit augmenter pour compenser la diminution de  $[HO^-]$ .....

d. Préciser comment cette évolution peut se faire. Par formation d'ions  $H_3O^+$ .....

e. Justifier que, dans la solution, la concentration  $[H_3O^+]$  en ion  $H_3O^+$  soit supérieure à  $10^{-7}$  mol/L.

Dans l'eau pure  $[H_3O^+] = 10^{-7}$  mol/L. Si  $[H_3O^+]$  augmente, alors  $[H_3O^+] > 10^{-7}$  mol/L.....

3. Dans la solution, une partie des ions hydrogénocarbonate perd le proton  $H^+$  qui va se fixer sur une molécule d'eau (solution d'acide carbonique). Compléter l'équation de cette réaction.



Il se forme alors de l'acide carbonique de formule brute  $H_2CO_3$ .

#### Mémo

- L'eau pure contient en quantités égales des ions  $H_3O^+$  et  $HO^-$ ; les concentrations de ces ions sont  $[H_3O^+] = [HO^-] = 10^{-7}$  mol/L..... ; dans une solution aqueuse  $[H_3O^+].[HO^-] = 10^{-14}$ .....
- Du fait de la dissolution du dioxyde de carbone  $CO_2$  contenu dans l'air, l'eau de pluie a naturellement un caractère *acide*..... par formation d'*acide carbonique*  $H_2CO_3$ ..... ; son pH est  $< 7$ .....

## ACTIVITÉ

## 4

## Les gaz industriels : quelles conséquences sur l'eau de pluie ?

## Travail à réaliser (TP)

## Matériel

- de l'eau de pluie
- un stylo pH
- un bouchon
- Reste du matériel sur fiche méthode 3

## FICHE MÉTHODE 3

La présence normale dans l'air du dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$  conduit l'eau de pluie à prendre naturellement un caractère acide. Mais quelle influence peut avoir la présence des autres rejets gazeux ?

1. On veut réaliser un protocole expérimental permettant de mettre en évidence l'influence de la dissolution du dioxyde de soufre  $\text{SO}_2$  sur l'acidité de l'eau.

• À l'aide de la fiche méthode 3, **préparer** le dioxyde de soufre  $\text{SO}_2$  sous la hotte.

• **Réaliser** la réaction avec l'eau :

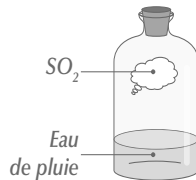
– **mesurer** le pH de l'eau de pluie.  $\text{pH} = \text{dépend de l'eau} \dots\dots\dots$  ;

– **verser** l'eau de pluie dans le flacon puis le **reboucher** ;

– **remuer** afin de dissoudre le gaz.

2. **Noter** toutes vos observations et **relever**, après réaction, la valeur du pH de la solution contenue dans le flacon.

Schéma



Observations et valeur du pH après réaction

La valeur du pH dépend des conditions...  
expérimentales mais  $\text{pH}_{\text{après}} < \text{pH}_{\text{avant}} \dots\dots\dots$   
donc eau de pluie plus acide.....

.....

.....

.....

3. **Compléter** et **équilibrer** les équations des différentes réactions qui se produisent.

a.  $\text{SO}_2 + \text{HO}^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HSO}_3^- \dots\dots\dots$  (ion hydrogénosulfite)

b.  $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_3^{2-} \dots\dots\dots$  (ion sulfite)

c. 2.....  $\text{SO}_3^{2-} + \text{O}_2 = 2\text{SO}_4^{2-} \dots\dots\dots$  (ion sulfate)

d. Il se forme alors de l'acide sulfurique de formule brute  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

4. Les gaz industriels contiennent également des oxydes d'azote  $\text{NO}_x$  dont le dioxyde d'azote  $\text{NO}_2$ . Ils conduisent à la présence également d'un acide. **Rechercher** quel est cet acide et quelle est sa formule générale.

.....

.....

## MÉMO

• Les activités industrielles et quotidiennes rejettent des gaz dans l'air notamment lors des combustions ; les principaux sont :  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  dont  $\text{NO}_2$ ...

• En se dissolvant dans l'eau, ces gaz réagissent avec elle. Ces réactions conduisent à des solutions dont le pH est *inférieur* à 7..... et qui ont un caractère *acide*.....

• Le pH de l'eau de pluie va donc *diminuer*..... Les pluies deviennent alors *acides*..... et contiennent principalement les « acides » suivants : *acide sulfurique*  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , *acide nitrique*  $\text{HNO}_3$ .....

## ACTIVITÉ

# 5

### Le pH d'une solution : pourquoi diminue-t-il quand la concentration en ions $H_3O^+$ augmente ?

#### Matériel


- une solution d'acide chlorhydrique 0,1 mol/L
- quatre fioles jaugées de 100 mL avec bouchon
- une pipette jaugée
- une pissette d'eau déminéralisée
- un stylo pH

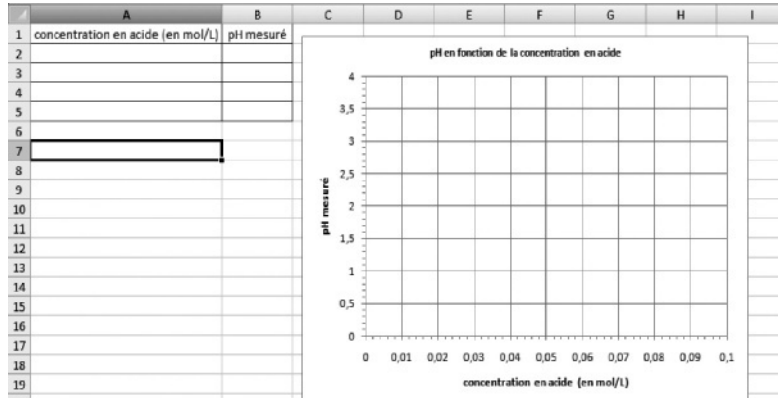
#### Travail à réaliser

1. En vous aidant de la fiche méthode 4, **préparer**, à partir d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration 0,1 mol/L, des solutions de plus en plus diluées à 0,01 mol/L ; 0,001 mol/L ; 0,0001 mol/L.

On admettra que la concentration en ions  $H_3O^+$  est égale à la concentration de la solution d'acide chlorhydrique.

2. **Mesurer** le pH de chaque solution, à l'aide d'un pH-mètre.

3.  **Ouvrir** le fichier « 12\_relation entre pH et concentration en acide » fourni par le professeur.



4. **Saisir**, dans chacune des colonnes, les valeurs des concentrations, en mol/L, et les pH mesurés.

5. **Observer** le graphique obtenu et **émettre** une hypothèse quant à la relation possible entre la valeur du pH et la concentration en ions  $H_3O^+$  que l'on notera  $[H_3O^+]$ .

*Au vu du graphique obtenu c'est une relation de type logarithmique.*

6. En utilisant les fonctionnalités du tableur (ajouter une courbe des tendances), **établir** cette relation.

*Sur Excel on obtient une expression du type  $pH = -0,43 \ln [H_3O^+]$ .*

*Or  $\log = \frac{\ln}{0,43} \approx 0,43 \ln$ , donc  $pH = -\log [H_3O^+]$ .*

## Mémo

• Le pH d'une solution aqueuse est un nombre simple qui caractérise la *concentration*..... en ions hydronium  $H_3O^+$ .....

• On peut calculer ce pH grâce à la relation suivante :  $pH = -\log [H_3O^+]$ ....., dans laquelle  $[H_3O^+]$  désigne la concentration en ions hydronium  $H_3O^+$  en mol/L.



## ACTIVITÉ

## 6

## Les pluies acides : quelle conséquence sur les bâtiments ?

## DOC. 4 Le calcaire et les pluies acides

Le calcaire est une roche abondante dans la nature, facile à extraire et à travailler qui a depuis longtemps été utilisée en architecture (moellons, pierres de taille, marbre), pour la construction d'habitations et de nombreux monuments. On constate que les constructions en calcaire qui sont exposées à l'eau de pluie se dégradent et que cette dégradation est plus importante dans les zones urbanisées et industrialisées.

On nomme « calcaire » toutes les roches contenant au moins 50 % de carbonate de calcium (ou calcite), de formule chimique  $\text{CaCO}_3$  ; y sont souvent associées des variétés contenant un carbonate mixte  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  (dolomite).

## Matériel

- un flacon bouchon
- une solution d'acide chlorhydrique 0,01 mol/L
- du carbonate de calcium
- une spatule
- une pissette d'eau déminéralisée
- deux tubes à essai
- de l'eau de chaux
- de l'oxalate d'ammonium
- un entonnoir
- un filtre

## FICHE MÉTHODE 1

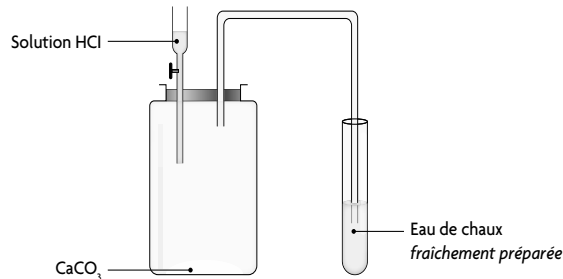
## Travail à réaliser (TP)

On veut observer l'effet d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique de pH voisin de celui des pluies très acides sur le carbonate de calcium (calcite).

1. Relever le pH exact de la solution acide :  $\text{pH} \approx 2$ .....
2. Tester à l'oxalate d'ammonium la présence ou non d'ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  dans cette solution.

*Pas de précipité, donc pas d'ions  $\text{Ca}^{2+}$ .*.....

3. Réaliser le montage correspondant au schéma ci-dessous.



4. Faire écouler la solution acide sur le carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$  ; noter les observations faites.

*Dégagement gazeux qui trouble l'eau de chaux, donc  $\text{CO}_2$ .*.....

*Disparition progressive du carbonate de calcium.*.....

5. Après avoir laissé agir quelques minutes, récupérer et filtrer le liquide du flacon. Relever son pH et tester la présence d'ions  $\text{Ca}^{2+}$ .

$\text{pH} = \text{pH}_{\text{avant réaction}}$  ; présence d'ions  $\text{Ca}^{2+}$  : oui  non

6. Recommencer le protocole en remplaçant la solution acide par de l'eau déminéralisée.

*Aucune réaction, pas de présence d'ions  $\text{Ca}^{2+}$  avant et après.*.....

7. En comparant les deux réactions, rédiger une conclusion sur la conséquence de l'acidité des pluies sur les bâtiments en calcaire.

*L'acidité des eaux de pluie provoque la détérioration des bâtiments en calcaire.*.....

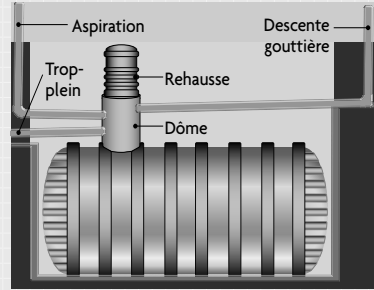
## Comment traiter de l'eau de pluie récupérée ?

Guy Barret a acheté une cuve de récupération d'eau de pluie afin d'arroser son jardin. Il mesure le pH de l'eau de pluie et constate qu'elle présente une acidité relativement importante.

À partir des ressources en ligne, il trouve l'article suivant sur les risques de l'eau de pluie :

« Les pluies acides ne détruisent pas directement les arbres, mais dissolvent et emportent les éléments minéraux (ou éléments nutritifs) contenus dans le sol. Les feuilles des arbres sont ainsi endommagées (taches) et tombent : c'est la défoliation. »

Il se renseigne alors sur les remèdes possibles et trouve une réponse : traiter l'eau de pluie avec de la « soude caustique ».



### Comment vérifier en laboratoire si le traitement par la soude caustique est efficace ?

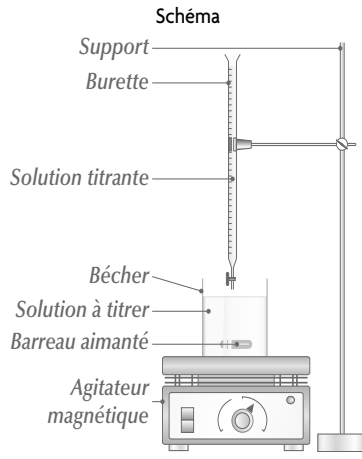
#### Matériel

- une solution d'acide nitrique  $\text{HNO}_3$  de concentration  $0,01 \text{ mol/L}$  simulant l'eau de pluie
- une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $0,1 \text{ mol/L}$  pour la soude caustique

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

#### Travail à réaliser

1. En utilisant le matériel adéquat, **proposer** un protocole expérimental permettant de mesurer avec précision à quelles conditions a lieu cette neutralisation.



#### Protocole

Réalisation d'un dosage.....  
 Voir fiche méthodes dosage pour.....  
 le protocole et le schéma.....

- .....
- .....
- .....
- .....

2. **Écrire** l'équation de la réaction de neutralisation.



3. **Indiquer** les conditions de neutralisation.

pH = de l'ordre de 7.....	$V_{\text{soude versée}} =$ ..... mL
---------------------------	--------------------------------------

4. **Calculer** le nombre de moles d'acide au départ et le nombre de moles de soude versée. **Comparer** les deux valeurs.

$n_{\text{acide départ}} =$ .....	$n_{\text{soude versée}} =$ .....
-----------------------------------	-----------------------------------

Cela dépend des conditions expérimentales mais, normalement, les valeurs sont équivalentes.....

Dépend des conditions expérimentales

#### 1 Acidité et pH

- a. hydronium
- b.  $< 7$
- c.  $< 5,6$
- d.  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$

#### 2 Gaz industriels et pluies acides

- a. faux
- b. vrai
- c. faux

#### 3 Calcul de pH

- a.  $0,001 \text{ mol/L} : \text{pH} = -\log 0,001 = 3.$   
 $0,1 \text{ mol/L} : \text{pH} = -\log 0,1 = 1.$   
 $10^{-8} \text{ mol/L} : \text{pH} = -\log 10^{-8} = 8.$
- b.  $\text{pH} = -\log 0,05 = 1,3.$
- c.  $\text{pH} = -\log 0,015 = 1,8.$

#### 4 Acide, basique ou neutre

$[\text{H}_3\text{O}^+]$ en mol/L	$10^{-4}$	$10^{-11}$	$10^{-7}$
$[\text{HO}^-]$ en mol/L	$10^{-10}$	$10^{-3}$	$10^{-7}$
pH de la solution	4	11	7
Nature de la solution	acide	basique	neutre

#### 5 Acide sulfurique

- a.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}.$
- b.  $[\text{H}_3\text{O}^+] = C_A = 0,1 \text{ mol/L} = 10^{-1} \text{ mol/L}.$   
 $[\text{HO}^-] = 10^{-11} \text{ mol/L}.$   
 $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,5 [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,05 \text{ mol/L}.$
- c.  $\text{pH} = -\log 10^{-1} = 1.$

#### 6 Décapage

- a.  $\text{pH} = -\log 0,013 = 1,9.$
- b.  $C = 0,00013 \text{ mol/L}.$
- c.  $\text{pH} = -\log 0,00013 = 3,9.$
- d. le pH a augmenté.
- e. La solution diluée est moins acide.

#### 7 Jus de citron

$\text{pH} = -\log 0,0011 = 3.$

#### 8 Traitement et neutralisation

- a.  $\text{pH} = -\log 0,05 = 1,3.$
- b.  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^- = 2\text{H}_2\text{O}.$
- c.  $V = 0,01 \times 5 = 0,05 \text{ L} = 50 \text{ mL}.$

## La combustion de matières plastiques : quelle influence sur les pluies ?

### Matériel

- un cristalliseur
- de l'eau de pluie
- un stylo pH

La combustion du polychlorure de vinyle (PVC) produit du chlorure d'hydrogène (HCl) qui est impliqué dans le mécanisme des pluies acides.

Cette matière plastique (PVC) est fabriquée à partir de chlorure de vinyle de formule  $C_2H_3Cl$ .

1. La combustion complète du chlorure de vinyle dans le dioxygène  $O_2$  produit du dioxyde de carbone  $CO_2$ , de l'eau et du chlorure d'hydrogène HCl.

**Compléter et équilibrer** l'équation de la combustion complète.



2. On veut réaliser un protocole expérimental permettant de mettre en évidence l'influence de la dissolution du chlorure d'hydrogène sur l'acidité de l'eau.

Le professeur vous fournit le chlorure d'hydrogène, préparé à l'aide de la fiche méthode 3, contenu dans un ballon équipé d'un bouchon muni d'un capillaire.

a. **Réaliser** la réaction avec l'eau.

– **Remplir** un cristalliseur d'eau de pluie ; **relever** la valeur de son pH.

$$pH = \text{variable selon l'eau}$$

– **Retourner** le ballon et **faire tremper** le capillaire dans l'eau.

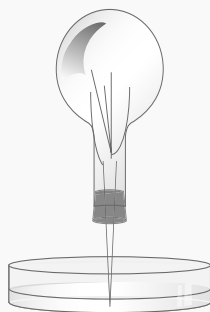


**Faire vérifier la mesure par le professeur puis effectuer la préparation devant lui.**

b. **Faire** un schéma de ce dernier montage qui montre l'action en train de se produire.

c. **Noter** toutes vos observations et **relever** après réaction la valeur du pH de la solution contenue dans le ballon.

Schéma



Observations et valeur du pH après réaction

Eau aspirée.....

Jet d'eau dans le ballon.....

$pH_{\text{après réaction}} < pH_{\text{avant réaction}}$ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



**Faire vérifier la mesure de pH par le professeur.**

1. **Comparer** les deux mesures de pH et **conclure** quant à l'influence du chlorure d'hydrogène sur l'eau.

Lorsque le chlorure d'hydrogène se dissout dans l'eau, le pH diminue et donc l'acidité..... augmente.....

2. **Compléter et équilibrer** l'équation de la réaction qui se produit.



# 12

## Les eaux domestiques : pourquoi du tartre se forme-t-il ?

Pourquoi et comment se forme le tartre?

► Activités 1, 2 et 4



Les risques de formation de tartre : comment les prévoir ?

► Activité 3



Comment résoudre ce problème ?

► Situation de la vie quotidienne

## ACTIVITÉ

### Les eaux domestiques : pourquoi encrassent-elles les appareils et les canalisations ?

#### DOC. 1 L'eau et les risques de tartre

Que ce soit sur les appareils ménagers, les appareils de petit et gros électroménager ou les canalisations et accessoires, au bout d'un temps plus ou moins long selon les régions, survient un problème gênant pouvant entraîner le non-fonctionnement : **la formation de tartre**.  
Son apparition et sa vitesse de formation se trouvent manifestement liées à la qualité de l'eau utilisée.



#### Matériel

- cinq tubes à essai et un support
- un système de chauffage
- une pince
- une pissette d'eau déminéralisée
- de l'eau Volvic
- de l'eau Hépar
- de l'eau de pluie
- de l'eau du robinet

#### Travail à réaliser (TP)

1. **Chercher et noter**, à l'aide des ressources en ligne et de votre établissement, la définition du mot « tartre » et les formules chimiques de ses principaux constituants.

*Ce sont les carbonates qui se trouvent dans l'eau (carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$ , carbonate de magnésium  $\text{MgCO}_3$ ).*

2. On souhaite vérifier expérimentalement le lien entre le dépôt de tartre et la présence dans l'eau des ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et magnésium  $\text{Mg}^{2+}$ .

● Dans un tube à essai, **verser** environ 3 mL d'eau déminéralisée ; **porter** à ébullition jusqu'à totale évaporation de l'eau.

a. **Indiquer** dans le tableau ci-dessous la présence ou non d'un dépôt semblable au tartre.

b. **Recommencer** le processus pour les autres eaux proposées et **indiquer** dans le tableau la présence ou non de tartre.

c. À l'aide de la fiche méthode 2, **indiquer** les réactifs nécessaires à la mise en évidence des ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et magnésium  $\text{Mg}^{2+}$ . **Préciser** pour chaque cas la couleur du précipité.

–  $\text{Ca}^{2+}$  : *oxalate de potassium ; précipité blanc.*

–  $\text{Mg}^{2+}$  : *jaune de thiazole + hydroxyde de sodium ; coloration rouge rosé.*

d. **Déterminer** la présence ou non des ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  dans les différentes eaux proposées. **Noter** les résultats dans le tableau ci-dessous.

	Eau déminéralisée	Eau de pluie	Eau du robinet	Eau Volvic	Eau Hépar
Présence de tartre	<i>Non</i> .....	<i>Non</i> .....	<i>Oui</i> .....	<i>Oui</i> .....	<i>Oui</i> .....
Présence des ions $\text{Ca}^{2+}$	<i>Non</i> .....	<i>Non</i> .....	<i>Oui</i> .....	<i>Oui</i> .....	<i>Oui</i> .....
Présence des ions $\text{Mg}^{2+}$	<i>Non</i> .....	<i>Non</i> .....	<i>Oui</i> .....	<i>Oui</i> .....	<i>Oui</i> .....

3. **Rechercher** sur les étiquettes des eaux minérales proposées la teneur en calcium et magnésium :

– Volvic : *9,9 + 6,1 mg/L*.....

– Hépar : *555 + 110 mg/L*.....

#### Mémo

- Les eaux domestiques conduisent à la formation de tartre qui est du *carbonate de calcium et de magnésium*..... Sa formation est liée à la présence dans ces eaux des ions  *$\text{Mg}^{2+}$  et  $\text{Ca}^{2+}$* .....

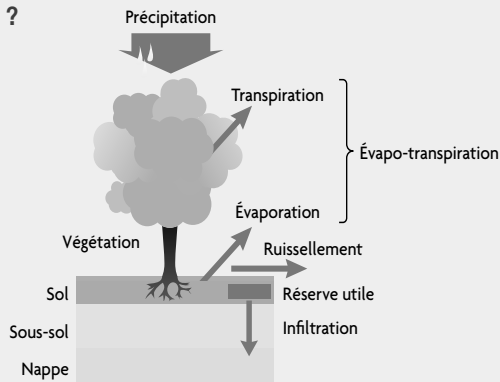
## ACTIVITÉ

2

## Les ions $\text{Ca}^{2+}$ et $\text{Mg}^{2+}$ dans les eaux domestiques : pourquoi y sont-ils présents ?

### DOC. 2 D'où viennent les eaux domestiques ?

Les eaux domestiques, qu'elles soient du robinet ou en bouteille, sont toutes puisées dans la nature (sources, rivières, lacs, nappes souterraines).



## Matériel

- un entonnoir
- du papier-filtre
- du carbonate de calcium
- une pissette d'eau déminéralisée
- un bécher
- une solution acide de pH de l'ordre de 2 ou 3
- de l'oxalate d'ammonium

### Travail à réaliser (TP)

1. À l'aide des éléments contenus dans le doc. 2, du schéma du cycle de l'eau (doc. 1, page 126) et des éléments sur le calcaire (doc. 4, page 121), **proposer** une explication au fait que les eaux domestiques contiennent des ions  $\text{Ca}^{2+}$ .

*Dans la nature, les nappes phréatiques contiennent du carbonate de calcium très soluble dans les eaux de pluies acides. Il se forme alors des ions  $\text{Ca}^{2+}$ .*

2. On se propose de trouver une cause à la présence des ions  $\text{Ca}^{2+}$  dans les eaux d'infiltration.

- Dans un entonnoir, **placer** un papier-filtre ; y **verser** du carbonate de calcium en poudre sur une hauteur d'environ 5 cm. **Verser** dessus de l'eau déminéralisée et **recupérer** le liquide après filtration (filtrat) dans un bécher.

a. Dans le filtrat, **rechercher** la présence ou non d'ions  $\text{Ca}^{2+}$  et **noter** le résultat.

*Pas de présence d'ions  $\text{Ca}^{2+}$ .*

b. **Indiquer** si on peut considérer le carbonate de calcium comme soluble dans l'eau déminéralisée. *Il est non soluble.*

c. **Recommencer** toutes les opérations précédentes en utilisant cette fois une solution acide de pH de l'ordre de 2 ou 3 simulant l'eau de pluie.

d. **Conclure** sur la possibilité du passage des ions calcium dans cette solution.

*On note la présence  $\text{Ca}^{2+}$ , donc le carbonate de calcium est soluble dans une solution acide.*

e. **Compléter** les phrases :

Le carbonate de calcium est *peu soluble* dans l'eau déminéralisée.

Le passage en solution des ions  $\text{Ca}^{2+}$  est dû au caractère *acide* des solutions, lequel traverse le carbonate de calcium par infiltration.

## FICHE MÉTHODE 2

MÉMO

- Du fait du cycle de l'eau, les eaux de pluie sont amenées à traverser les couches perméables *calcaires*. Les eaux provenant des eaux de pluie présentent un caractère *acide* qui est responsable du passage en solution des ions  $\text{Ca}^{2+}$ .
- Les eaux domestiques sont alors puisées dans la nature (sources, rivières, lacs, nappes souterraines).

## ACTIVITÉ

# 3

### Les risques de formation de tartre : comment les prévoir ?

#### DOC. 3 Une classification des eaux selon leur dureté



Une centrale vapeur est en principe conçue pour pouvoir fonctionner en utilisant l'eau du robinet. Toutefois, il est recommandé de tester la dureté de l'eau avant de l'utiliser car une eau trop dure amène des risques importants de détérioration par formation de tartre. Dans le commerce on trouve des bandelettes qui permettent de tels tests renseignant sur la qualité de l'eau.

	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Qualité de l'eau</b>	très douce	douce	semi-dure	dure	très dure

#### Matériel

- quatre béchers
- quatre bandelettes-tests
- une eau Volvic
- une eau Hépar
- une pissette d'eau déminéralisée

#### Travail à réaliser (T.P.)

- On se propose de **tester** la dureté de quelques eaux à l'aide des bandelettes citées dans le doc. 3.
  - **Immerger** pendant une seconde une bandelette dans un bécher contenant de l'eau déminéralisée.
  - **Retirer** la bandelette et l'**agiter** durant quelques instants pour la faire sécher.
  - **Attendre** une minute et **consulter** le doc. 3 pour **conclure**.
    - Porter** le résultat dans le tableau ci-dessous.
    - Recommencer** l'opération pour les autres eaux proposées.
  - Reporter** les résultats dans le tableau.

	Eau déminéralisée	Eau du robinet	Eau Volvic	Eau Hépar
<b>Qualité de l'eau</b>	<i>Très douce</i> ..... .....	<i>Dépend de la</i> ... <i>région</i> .....	<i>Douce</i> ..... .....	<i>Très dure</i> ..... .....

- Le test précédent permet d'obtenir un classement qualitatif. D'un point de vue quantitatif, la dureté  $D$  de l'eau (ou titre hydrotimétrique) en  $f$  se calcule par la relation :

$$D(^{\circ}f) = 10^4 ([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}])$$

dans laquelle  $[Ca^{2+}]$  et  $[Mg^{2+}]$  sont les concentrations en mol/L des ions calcium et des ions magnésium dans la solution. On distingue :

Qualité de l'eau	Très douce	Douce	Semi-dure	Dure	Très dure
<b>Dureté <math>D</math> (<math>^{\circ}f</math>)</b>	$D < 5$	$5 < D < 15$	$15 < D < 25$	$25 < D < 35$	$D > 35$

**Calculer** la dureté de chacune des eaux minérales et **comparer** aux résultats expérimentaux.

- Volvic :  $D(^{\circ}f)_{\text{volvic}} = 10^4 \left( \frac{9,9 \times 10^{-3}}{40,1} + \frac{6,1 \times 10^{-3}}{24,3} \right) = 5.^{\circ}f$  eau douce.....

- Hépar :  $D(^{\circ}f)_{\text{hepar}} = 10^4 \left( \frac{555 \times 10^{-3}}{40,1} + \frac{110 \times 10^{-3}}{24,3} \right) = 183.^{\circ}f$  eau très dure.....

### Mémo

- La dureté  $D$  d'une eau se calcule par la relation  $D(^{\circ}f) = 10^4 ([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}])$  avec  $[Ca^{2+}]$  et  $[Mg^{2+}]$  en mol/L.....



## ACTIVITÉ

## 4

## Les dépôts de tartre : par quoi sont-ils favorisés ?

## Matériel

- une pissette d'eau déminéralisée
- deux béchers de 250 mL
- du dioxyde de carbone
- un entonnoir
- du papier-filtre
- du carbonate de calcium
- un dispositif de chauffage
- trois tubes à essai
- un support pour tube à essai
- une pince en bois
- de la solution d'hydroxyde de sodium 0,1 mol/L
- un dispositif pompe à vide
- un erlenmeyer

## Travail à réaliser TP

## 1. Préparer la solution suivante.

● **Faire barboter** du dioxyde de carbone dans l'eau déminéralisée afin de la saturer en ions carbonate (voir activité 3 du chapitre 11).

## a. Mesurer le pH.

pH = *variable selon l'expérience mais de toute façon acide*.....

● Dans un entonnoir, **placer** un papier-filtre ; **mettre** du carbonate de calcium en poudre sur une hauteur d'environ 5 cm. **Verser** dessus l'eau saturée en ions carbonate et **recupérer** le liquide après filtration (filtrat) dans un bécher (voir ci-dessus, activité 2).

## b. Décrire le filtrat.

*Il est limpide.*.....

## c. Mesurer le pH.

pH = *variable selon l'expérience mais de toute façon acide*.....

2. **Verser** quelques millilitres de filtrat dans un tube à essai puis **faire chauffer** le tube. Noter les observations faites.

*Dépôt de tartre sur les parois du tube*.....

.....

3. **Verser** quelques millilitres de filtrat dans deux tubes à essai. Dans l'un des tubes, **verser** quelques mL de solution d'hydroxyde de sodium puis **comparer** les deux tubes. Noter les observations faites.

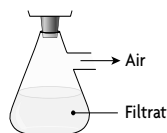
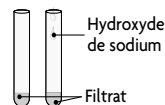
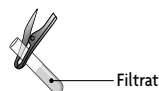
*Le filtrat se trouble, on voit le tartre se former.*.....

.....

4. **Verser** 50 mL de filtrat dans un erlenmeyer. À l'aide d'un dispositif adapté, faire diminuer la pression dans l'erlenmeyer. Noter les observations faites.

*Même réponse qu'à la question 3.*.....

.....



● Les dépôts de tartre sont favorisés par :

- l'augmentation de température..... ;
- l'augmentation du pH..... ;
- la diminution de pression.....

## Comment traiter l'eau du robinet pour éviter la formation de tartre ?

### DOC 4 L'adoucisseur

Un adoucisseur est un appareil qui modifie les caractéristiques chimiques de l'eau pour éviter la formation de tartre.

Le fonctionnement consiste à faire passer l'eau du réseau sur une « résine échangeuse d'ions » ; il y a remplacement des ions responsables du tartre par des ions sodium  $\text{Na}^+$  (présents dans le chlorure de sodium  $\text{NaCl}$ , le sel ordinaire).

On obtient au final une eau plus douce.

Lorsque la résine est saturée en ions calcium et magnésium, elle est rincée à l'aide d'une solution concentrée en ions sodium. C'est la régénération.

Toutefois, une eau trop douce est agressive : il y a risque de corrosion des tuyauteries et donc risque de fuites d'eau.

### Comment démontrer l'effet d'un adoucisseur sur l'eau du robinet ?

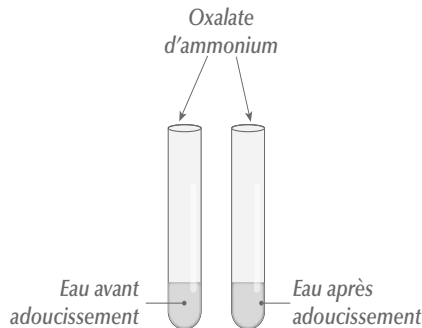
#### Matériel

- de l'eau du robinet
- de l'eau du robinet à la sortie de l'adoucisseur
- deux tubes à essai
- oxalate d'ammonium
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

#### Travail à réaliser TP

1. **Rappeler** quels sont les ions qui, présents dans une eau, sont responsables de la formation du tartre.  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  .....
2. **Imaginer** un protocole expérimental permettant de montrer l'effet de l'adoucisseur sur l'eau du robinet. Pour cela, vous disposez de deux échantillons d'eau du robinet (une eau extraite avant l'adoucisseur et une eau extraite à la sortie de l'adoucisseur).

Schéma



Protocole

Verser quelques mL d'eau extraite .....  
avant adoucissement dans un tube à .....  
essai.....

Mettre quelques gouttes d'oxalate .....  
d'ammonium dans le tube.....

Recommencer l'opération dans un .....  
autre tube avec quelques mL d'eau .....  
extraite après adoucissement.....

D'autres protocoles sont possibles.....

.....

.....

3. **Noter** vos observations et **conclure** quant à l'effet de l'adoucisseur.

On remarque un précipité dans les deux tubes.....

Le précipité du premier tube est beaucoup plus abondant que celui du deuxième, ce qui prouve la présence plus abondante d'ions  $\text{Ca}^{2+}$  dans l'eau avant adoucissement.....

.....

.....

## 1 Eau et dureté

- a. calcium.  
b. 25.

## 2 Lecture d'étiquette

- a. L'eau la plus acide est la Badoit car son pH est le plus petit.  
b. Les ions responsables de la dureté de l'eau sont les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ .  
c. L'eau minérale la plus dure est l'eau Hépar puisqu'elle présente les plus grandes concentrations massiques en ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ , soit respectivement 555 mg/L et 20 mg/L.  
d. L'eau qui serait la plus adaptée pour une centrale vapeur est la Volvic, car c'est la plus douce.

e.  $[\text{ion}] = \frac{C_m}{M}$  or  $M_{\text{Ca}} = 40,1 \text{ g/mol}$   
et  $M_{\text{Mg}} = 24 \text{ g/mol}$

	$[\text{Ca}^{2+}]$ (en mol/L)	$[\text{Mg}^{2+}]$ (en mol/L)
<b>Hépar</b>	$\frac{555 \cdot 10^{-3}}{40,1} = 13,4 \cdot 10^{-3}$	$\frac{110 \cdot 10^{-3}}{24,3} = 4,53 \cdot 10^{-3}$
<b>Vittel</b>	$\frac{202 \cdot 10^{-3}}{40,1} = 5,03 \cdot 10^{-3}$	$\frac{36 \cdot 10^{-3}}{24,3} = 1,48 \cdot 10^{-3}$
<b>Évian</b>	$\frac{78 \cdot 10^{-3}}{40,1} = 1,95 \cdot 10^{-3}$	$\frac{24 \cdot 10^{-3}}{24,3} = 0,99 \cdot 10^{-3}$
<b>Volvic</b>	$\frac{9,9 \cdot 10^{-3}}{40,1} = 0,25 \cdot 10^{-3}$	$\frac{6,1 \cdot 10^{-3}}{24,3} = 0,25 \cdot 10^{-3}$
<b>Badoit</b>	$\frac{200 \cdot 10^{-3}}{40,1} = 4,99 \cdot 10^{-3}$	$\frac{100 \cdot 10^{-3}}{24,3} = 4,12 \cdot 10^{-3}$

f. Hépar :  $D = 10^4 (13,4 \cdot 10^{-3} + 4,53 \cdot 10^{-3}) = 179,3 \text{ } ^\circ\text{f}$   
Vittel :  $D = 10^4 (5,03 \cdot 10^{-3} + 1,48 \cdot 10^{-3}) = 65,1 \text{ } ^\circ\text{f}$   
Évian :  $D = 10^4 (1,95 \cdot 10^{-3} + 0,99 \cdot 10^{-3}) = 29,4 \text{ } ^\circ\text{f}$   
Volvic :  $D = 10^4 (0,25 \cdot 10^{-3} + 0,25 \cdot 10^{-3}) = 5 \text{ } ^\circ\text{f}$   
Badoit :  $D = 10^4 (4,99 \cdot 10^{-3} + 4,12 \cdot 10^{-3}) = 91,1 \text{ } ^\circ\text{f}$

- g. L'eau la plus douce est la Volvic.  
L'eau la plus dure est l'Hépar.

## 3 Dureté de l'eau Contrex

- a. Calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et magnésium  $\text{Mg}^{2+}$   
b.  $\text{Ca}^{2+}$ : 468 mg/L ;  $\text{Mg}^{2+}$ : 74,5 mg/L  
c.  $[\text{Ca}^{2+}] = \frac{468 \cdot 10^{-3}}{40,1} = 1,17 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$

$$[\text{Mg}^{2+}] = \frac{74,5 \cdot 10^{-3}}{24,3} = 3,07 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

d.  $D = 10^4 (1,17 \cdot 10^{-2} + 3,07 \cdot 10^{-3}) = 47,7 \text{ } ^\circ\text{f}$

## 4 Carafe filtrante

- a.  $([\text{Mg}^{2+}] + [\text{Ca}^{2+}]) = V_E \times 10^{-3}$   
Eau n° 1 :  $([\text{Mg}^{2+}] + [\text{Ca}^{2+}]) = 6,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$   
Eau n° 2 :  $([\text{Mg}^{2+}] + [\text{Ca}^{2+}]) = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$   
b. Eau n° 1 :  $D_1 = 10^4 \cdot 6,7 \cdot 10^{-3} = 67 \text{ } ^\circ\text{f}$   
Eau n° 2 :  $D_2 = 10^4 \cdot 2,9 \cdot 10^{-3} = 29 \text{ } ^\circ\text{f}$

- c. L'eau la plus dure est la n° 1, car  $D_1 > D_2$ .  
d. La carafe est efficace car l'eau filtrée est plus douce.

e.  $D = 10^4 \left( \frac{78 \cdot 10^{-3}}{40,1} + \frac{24 \cdot 10^{-3}}{24,3} \right) = 29 \text{ } ^\circ\text{f} = D_2$

## Comment mesurer quantitativement la dureté d'une eau au laboratoire ?

On a vu en activité 3 page 128, deux manières d'évaluer la qualité de l'eau. En laboratoire lorsque l'on ne dispose pas de bandelettes de test ou d'étiquette, pour calculer la dureté d'une eau, on réalise un dosage.

**1. Préparer** le dispositif de dosage à l'aide de la fiche méthode 5.

– Solution à titrer : 10 mL d'eau Contrex (+ 20 mL de solution tampon pH = 10).

– Solution titrante : solution d'EDTA à 0,01 mol.L<sup>-1</sup>.

– Indicateur de fin de réaction : 10 gouttes de solution de noir ériochrome T (noté NET).



**Faire vérifier la mise en place du matériel et le réglage de la burette par le professeur.**

**2. Réaliser** le dosage rapide et **compléter** le tableau suivant.

<b>Volume d'EDTA versé (en mL)</b>	0	5	10	12	14	16	17	18	19	20
<b>Couleur de la solution</b>										

Résultats variables

**3.** La solution a changé de couleur lorsque le volume  $V_A$  de solution d'EDTA a été versé. **Indiquer** ce volume par un encadrement.

..... mL <  $V_A$  < ..... mL



**Faire vérifier l'encadrement par le professeur.**

**4. Réaliser** le dosage précis et **noter** la valeur du volume précis  $V_E$  = ..... mL.



**Faire vérifier la valeur du volume par le professeur.**

**5.** À l'équivalence, les ions magnésium Mg<sup>2+</sup> et les ions calcium Ca<sup>2+</sup> sont tous deux dosés.

On a alors :

$$\begin{aligned}
 & ([\text{Mg}^{2+}] + [\text{Ca}^{2+}]) = V_E \times 10^{-3} \\
 & V_E \text{ le volume à l'équivalence (en mL) et} \\
 & ([\text{Mg}^{2+}] + [\text{Ca}^{2+}]) \text{ la concentration molaire en ions Mg}^{2+} \text{ et Ca}^{2+} \text{ en mol/L}
 \end{aligned}$$

**Calculer**  $([\text{Mg}^{2+}] + [\text{Ca}^{2+}])$  en mol/L.

Résultats variables selon les produits utilisés.....



**Faire vérifier le résultat par le professeur.**

**6. Calculer** la dureté de l'eau Contrex.

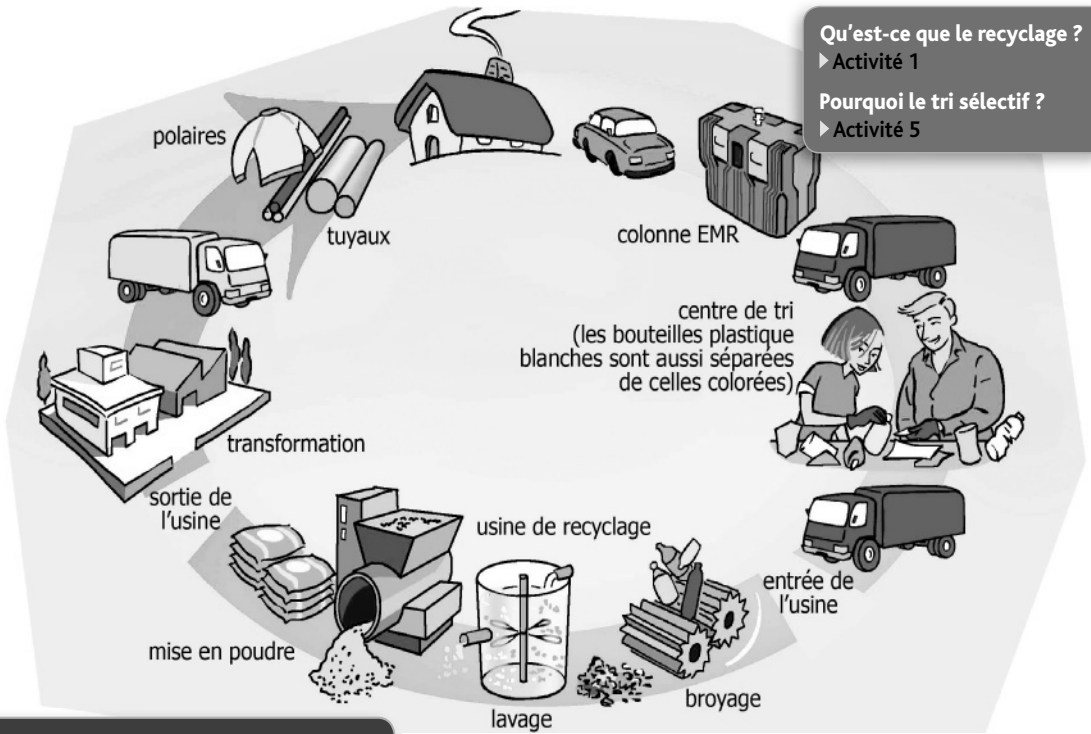
Résultats variables selon les produits utilisés, mais en théorie, elle est égale à 147.°f.....

**7. Indiquer**, selon la classification de l'activité 3, à quel type d'eau appartient l'eau minérale Contrex.

Résultats variables selon les produits utilisés mais, en théorie, c'est une eau très dure.....

# 13

## Les matières plastiques peuvent-elles être recyclées ?



Comment identifier une matière plastique recyclable ? ▶ Activité 3

Différentes familles de matières plastiques ▶ Activité 4

Quelles normes pour les matières plastiques en électricité ?

▶ Situation de la vie quotidienne



## ACTIVITÉ

### Qu'est-ce que le recyclage ?

#### DOC . 1 Les deux modes de valorisation des emballages plastique

Les emballages plastique sont valorisés de deux manières : le recyclage ou l'incinération. Le **recyclage** permet de produire de la matière première secondaire sous forme de paillettes ou de granulés pour fabriquer de nouveaux objets, tout en permettant d'économiser du pétrole. Les applications des plastiques recyclés sont très diverses et concernent des secteurs variés comme le textile, la plasturgie ou bien encore la chimie. Le recyclage concerne les déchets plastiques de moyenne ou de grande taille, faciles à nettoyer comme les bouteilles, les flacons ou autres fûts, les seaux... Ce recyclage peut s'effectuer de façon mécanique (à partir d'emballages plastique usagés, on produit une nouvelle matière qui peut être mélangée à la matière vierge pour fabriquer de nouveaux objets en économisant du pétrole), ou de façon chimique on décompose le plastique pour en faire des éléments réactifs (soit par voie chimique, soit par voie thermique). Les autres emballages : petits et difficiles à nettoyer tels que les barquettes, les pots et les sachets sont **incinérés**. Ils brûlent très facilement et entraînent la combustion des autres déchets. Cette technique économise donc de l'énergie et en produit par la même occasion : celle-ci servira par exemple à chauffer des logements, des piscines, des établissements scolaires, des hôpitaux... Ces deux modes de valorisation sont complémentaires et permettent une gestion efficace de la fin de vie des emballages plastique.

#### Travail à réaliser

- D'après le doc. 1, quels sont les deux procédés assurant la fin de vie des matières plastiques ?  
*Le recyclage et l'incinération*.....
- Quelle est la finalité de chacun de ces deux procédés ?  
*Le recyclage : fabriquer de nouveaux objets en économisant du pétrole*.....  
*L'incinération : économiser du pétrole et fabriquer de l'énergie*.....
- Quelles sont les matières plastiques concernées par le recyclage ?  
*Les matières plastiques de plus ou moins grande taille et pouvant être facilement nettoyées.*.....
- Quels sont les deux types de recyclage possibles ?  
*Le recyclage mécanique et le recyclage chimique*.....
- En vous appuyant sur le dessin de la page d'ouverture du chapitre, **énoncer** les différentes étapes constituant le recyclage mécanique.  
*Broyage ; ... mise en poudre ; lavage ; ... envoi vers une usine de transformation*.....
- Quels sont les trois grands domaines d'application des plastiques recyclés ?  
*Le textile, la plasturgie et la chimie*.....

#### Mémo

- Le recyclage est un moyen d'économiser..... de l'énergie et de fabriquer..... de nouvelles matières dans de grands domaines comme le *textile*....., la *chimie*..... et la *plasturgie*.....
- Il existe deux procédés de recyclage : le recyclage *mécanique*..... et le recyclage *chimique*.....

## ACTIVITÉ 2

## Toutes les matières plastiques peuvent-elles être recyclées ?

## DOC. 2 Les deux familles de plastiques

Dans le domaine du recyclage, on distingue deux sortes de familles de plastiques : les thermodurcissables et les thermoplastiques. Une **matière thermoplastique** désigne une matière qui se ramollit d'une façon répétée lorsqu'elle est chauffée au-dessus d'une certaine température mais qui, au-dessous, redevient dure. Cette qualité rend le matériau thermoplastique potentiellement recyclable après broyage. Cela implique que la matière ramollie ne soit pas thermiquement dégradée et que les contraintes mécaniques de cisaillement introduites par un procédé de transformation ne modifient pas la structure moléculaire. Une **matière thermodurcissable**, au contraire, ne peut être mise en forme qu'une seule fois, elle ne pourra plus être fondue sans dégradation par un chauffage éventuel, elle est donc non recyclable.

## Matériel

- une coupelle contenant 8 échantillons de matières plastiques numérotés
- une baguette de verre
- une soucoupe
- un dispositif de chauffage à la flamme
- des allumettes
- des gants, des lunettes et une blouse

Travail 1 à réaliser  Différencier deux familles

1. À partir du doc. 2, **nommer** les deux familles de plastiques citées.

*Les thermoplastiques et les thermodurcissables* .....

2. Quelle propriété physique les différencie ?

*Leur réaction à une élévation ou à une baisse de température* .....

3. Pourquoi ne recycle-t-on que les thermoplastiques ?

*Ils se ramollissent à volonté à une certaine température ; il est donc possible de les reformer à volonté en d'autres matières sans modifier leurs structures.* .....

Travail 2 à réaliser  Test de reconnaissance

4. Réaliser l'expérience suivante.

- **Prendre** un échantillon de votre choix et le **poser** dans une soucoupe.
- **Chauffer** l'agitateur de verre avec le dispositif de chauffage à la flamme et le mettre au contact de l'échantillon.

Si l'échantillon se ramollit ou fond, il s'agit d'un thermoplastique. Sinon, il s'agit d'un thermodurcissable.

5. **Observer** et **compléter** le tableau ci-dessous en précisant si l'échantillon concerné est de la famille des thermoplastiques en répondant par « oui » ou par « non ».

Numéro de l'échantillon	1	2	3	4	5	6	7	8
Famille des thermoplastiques								

*Réponses variables selon le choix et le nombre d'échantillons thermoplastiques* .....

6. **Recommencer** avec les autres échantillons et **finir** de compléter le tableau.

## Mémo

- Dans le domaine du recyclage, seuls les plastiques *thermoplastiques* ..... sont recyclables car ils ont une structure malléable à *la chaleur* ....., ce qui leur permet ainsi d'être transformés sans contraintes ni modifications de leurs structures.
- Les plastiques *thermodurcissables* ....., à l'inverse, ne sont pas *recyclables* ..... car ils sont fragiles et cassants à la chaleur.

## ACTIVITÉ

# 3

### Comment identifier une matière plastique recyclable ?

#### DOC. 3 Exemples de matières plastiques



Matière plastique A

Matière plastique B

#### Travail à réaliser

À l'aide du doc. 3 et des échantillons mis à votre disposition par le professeur, **répondre** aux questions suivantes.

1. Visuellement, pensez-vous que les échantillons de matières plastiques proposés sont de même nature ? Justifier votre réponse.

*Tous les échantillons proposés ne semblent pas être fabriqués dans la même matière..... plastique car ils n'ont pas tous la même apparence : ils sont soit transparents soit opaques, soit mous soit rigides. Ils diffèrent donc dans leur composition.....*

2. Visualise-t-on un même logo gravé sur chacun des objets ? *Oui.....*

3. **Représenter** ce logo.



4. Quelle est, selon vous, la signification de ce logo ?

*Il indique que la matière plastique est recyclable.....*

5. **Rechercher**, à partir des ressources en ligne et de votre établissement, le nom de ce logo.

*Ce logo se nomme l'anneau de Möbius.....*

6. Visualise-t-on une indication à l'intérieur de ce logo ? *Oui.....*

7. Quelle est la nature de cette indication ? *C'est un chiffre.....*

8. Cette indication est-elle identique pour chacun des plastiques ? *Non.....*

9. Quel est, selon vous, le rôle de cette indication inscrite à l'intérieur du logo ?

*Elle permet de distinguer les différentes familles de matières plastiques existantes.....*

### Mémo

- Chaque matière plastique *recyclable*..... possède un *logo*..... gravé dans la matière appelé anneau de *Möbius*....., dans lequel est inscrit un *chiffre*.....
- Ce chiffre indique la *nature*..... de la matière plastique.

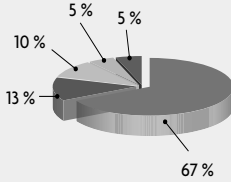


## ACTIVITÉ

## 4

## Quelles sont les différentes familles de matières plastiques ?

## DOC. 4 La grande famille des matières plastiques



- ▶ PEhd, PEbd, PP
- ▶ PET
- ▶ PS
- ▶ PVC
- ▶ Divers : polyamide (PA), nylon, etc.



## Travail à réaliser



## Recherche d'informations

- Rechercher**, à partir des ressources en ligne et de votre établissement, la signification des symboles employés pour différencier chacune des familles de matières plastiques visualisées sur le doc. 4.
- Compléter** le tableau ci-dessous.

Symboles	Signification	Chiffre correspondant à la famille	Exemples de matières plastiques (échantillons exhaustifs, à la liberté du professeur)
PEhd	<i>Polyéthylène haute densité</i> .....	2.....	<i>Bouteille de lait, bidon</i> .....
PEbd	<i>Polyéthylène basse densité</i> .....	4.....	<i>Bouchons plastiques, sachets</i> .....
PP	<i>Polypropylène</i> .....	5.....	<i>Gobelet, boîte de vis</i> .....
PET	<i>Polyéthylène, téréphtalate</i> .....	1.....	<i>Bouteille d'eau minérale, flacon de lave-vitre</i> .....
PS	<i>Polystyrène</i> .....	6.....	<i>Pot de yaourt, barquette alimentaire</i> .....
PVC	<i>Polychlorure de vinyle</i> .....	3.....	<i>Film d'emballage, blister</i> .....
PA	<i>Polyamide</i> .....	7.....	<i>Fil nylon pour taille herbe, prise électrique</i> .....

3. En vous aidant des échantillons de matières plastiques proposés par votre professeur et du doc. 4, **associer** chaque symbole au chiffre de la famille qu'il représente, puis **compléter** la troisième colonne du tableau ci-dessus.

4. **Rechercher**, chez vous, un ou plusieurs exemples de chaque famille de matières plastiques énumérées ci-dessus et **inscrire** vos réponses dans la dernière colonne du tableau.

- Il existe 7..... familles de matières plastiques.
  - Chaque famille est représentée par un *nom*....., un *sigle*..... et un chiffre.
- Exemple : la famille des polystyrènes, de sigle *PS*..... et numérotée 6.....

## Pourquoi le tri sélectif ?

### DOC. 5 Le tri sélectif

Tout particulier et toute entreprise peuvent, en triant leurs déchets d'emballages plastique, leur assurer une seconde vie et protéger ainsi les ressources naturelles. Tous ces déchets arrivent dans un centre de tri spécialisé, où ils sont séparés et compactés sous forme de balles, de manière à être envoyés dans les usines capables de les recycler. Il est vrai que les techniques de tri ont évolué et qu'au démarrage de la collecte sélective, on préférerait recycler les bouteilles séparées de leurs bouchons. Mais, aujourd'hui, les industriels savent recycler l'ensemble. Le bouchon est généralement composé d'un plastique nommé PEhd, différent de celui du corps de flaconnage composé d'un plastique nommé PET. L'industriel qui régénère cette bouteille va, dans un premier temps, broyer l'ensemble en fines paillettes et séparer les deux matières plastiques de nature différente en plongeant les paillettes dans l'eau. En tenant compte de leur densité différente, on arrive à séparer les deux matières et à recycler séparément le plastique de la bouteille et celui de son bouchon.



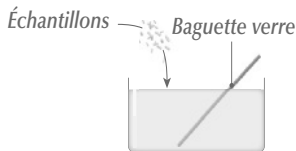
### Matériel

- une cuve à eau
- une baguette de verre
- un échantillon d'une bouteille d'eau (famille 2)
- un échantillon du bouchon de la bouteille (famille 1)
- de l'eau

### Travail à réaliser

1. Pourquoi est-il nécessaire de séparer les matières plastiques de nature différente lors du tri ?  
*Pour les diriger vers des usines capables de les recycler.*.....
2. Quelle propriété physique permet de séparer la matière plastique nommée PEhd et celle nommée PET ? *Leur densité.*.....
3. Selon vous, qu'observe l'industriel lorsqu'il plonge l'ensemble des paillettes dans l'eau ?  
*Plongées dans l'eau, certaines paillettes vont couler et les autres vont flotter.*.....
4. **Proposer** un protocole et une liste de matériel permettant de vérifier la séparation de ces deux matières plastiques dans l'eau.

#### Schéma



#### Protocole

..On coupe en petits morceaux un .....  
échantillon du corps de la bouteille ainsi...  
que des petits morceaux de son bouchon.  
..On plonge ces morceaux dans l'eau en...  
les maintenant au fond du récipient.....  
quelques secondes à l'aide de la baguette  
de verre, puis on observe.....

5. **Réaliser** l'expérience, puis **rédigé** le compte rendu de vos observations et votre conclusion.  
*Les morceaux du corps de la bouteille coulent et ceux du bouchon flottent : le PET est plus dense que le PEhd.*.....

### Mémo

- Le tri sélectif consiste à *adapter*..... le recyclage à la *nature*..... de la matière plastique.
- Ce tri est basé sur les *propriétés*..... physiques ou chimiques de chacune des matières plastiques triées.

## ACTIVITÉ

## 6

## Quelles sont les propriétés des plastiques recyclables ?

## Matériel

- sept coupelles repérées par le logo normalisé de chaque famille, contenant chacune sept échantillons de chaque famille
- un bécher de 250 mL
- un agitateur
- de l'eau du robinet
- un dispositif de chauffage à la flamme
- des allumettes
- sept tiges de cuivre montées sur support isolant (bouchon en liège)
- une coupelle
- une éprouvette graduée de 10 mL
- six tubes à essai et six bouchons
- un porte-tube
- une baguette en verre
- un flacon portant la mention « récupération de solvants » avec un bouchon
- un flacon d'acétone
- un flacon portant la mention « poubelle »
- une hotte aspirante
- des gants, des lunettes et une blouse

Travail à réaliser 

## 1. Test de densité

a. **Utiliser** le tableau ci-dessous et **nommer** toutes les matières plastiques qui flottent à la surface de l'eau. (Rappel : densité de l'eau = 1.)

*Les matières qui flottent sont celles qui possèdent une densité plus faible que l'eau, soit le polypropylène, PP, et le polyéthylène à haute densité, PEhd.*.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Matières plastiques	PP	PET	PS	PA	PEhd	PEbd	PVC
Densité	0,91	1,38	1,04	1,14	0,94	1,18	1,40

- **Réaliser** le test suivant : verser environ 100 mL d'eau du robinet dans un bécher de 250 mL et y **placer** un échantillon en l'immergeant, si besoin est, à l'aide d'un agitateur.
- b. **Inscrire** dans le tableau de la page suivante, l'indication « flotte » si l'échantillon reste à la surface, ou l'indication « coule » s'il remonte à la surface.
- c. **Recommencer** l'expérience sur les six autres échantillons, puis compléter le tableau.
- **Jeter** les échantillons dans le flacon portant la mention « poubelle ».

## 2. Test de Belstein

- **Allumer** et **régler** le dispositif de chauffage sous la hotte aspirante.
- **Placer** le premier échantillon à tester dans une soucoupe et **chauffer** fortement l'extrémité d'un fil de cuivre propre dans la flamme.
- **Mettre** le fil au contact de l'échantillon à tester et en **prélever** une petite quantité.
- **Remplacer** le fil de cuivre dans la flamme et **observer** la couleur de la flamme.
- a. **Noter** la couleur de la flamme dans le tableau de la page suivante.
- b. **Recommencer** avec les six autres échantillons en changeant de fil de cuivre à chaque test.
- **Éteindre** le dispositif de chauffage après le dernier test et **nettoyer** au papier de verre chaque fil de cuivre.
- **Jeter** les échantillons dans le flacon portant la mention « poubelle ».

## 3. Test de solubilité dans l'acétone

## a. Lecture de l'étiquette








- **Lister**, à la lecture de l'étiquette du produit et d'une fiche de sécurité, les risques encourus et les précautions à prendre pour manipuler l'acétone.

Risques encourus : *lecture d'étiquette et fiche de sécurité.*.....

Précautions à prendre : *lecture d'étiquette et fiche de sécurité.*.....

## b. Réalisation du test

- **Verser**, à l'aide d'une éprouvette de 10 mL, sous la hotte aspirante et loin de toute flamme, environ 3 mL d'acétone dans un tube à essai et **reboucher** la bouteille d'acétone.
- Y **plonger** un échantillon d'une des matières plastiques ; **fermer** le tube avec un bouchon et le **placer** dans le porte-tubes.
- **Attendre** environ 3 minutes et **verser** le contenu du tube à essai dans le flacon de récupération des solvants. **Récupérer** l'échantillon à l'aide d'une baguette en verre et **refermer** le flacon.
- **Observer** si l'échantillon a ramolli sous l'action du solvant. Dans ce cas, **inscrire** la mention « oui » dans le tableau ; sinon, **inscrire** « non ».
- **Recommencer** avec les autres échantillons.
- **Récupérer** le solvant dans le flacon portant la mention « récupération des solvants » et les échantillons dans celui portant la mention « poubelle ».

Logo	Nom	Abréviation	Test de densité	Test de Belstein	Test du solvant
	Polyéthylène..... téréphtalate.....	PET.....	coule.....	jaune.....	non.....
	Polyéthylène..... haute densité.....	PEhd.....	flotte.....	jaune.....	non.....
	Polychlorure..... de vinyle.....	PVC.....	coule.....	verte.....	oui.....
	Polyéthylène..... basse densité.....	PEbd.....	coule.....	jaune.....	à tester.....
	Polypropylène.....	PP.....	flotte.....	jaune.....	à tester.....
	Polystyrène.....	PS.....	coule.....	jaune.....	oui.....
	Polyamide.....	PA.....	coule.....	jaune.....	non.....

## Quelles normes pour les matières plastiques en électricité ?

### DOC 6 Normes de sécurité

Dans le domaine de l'électricité, nombreux sont les composants fabriqués en matière plastique, par exemple les gaines électriques, les prises électriques, les couvercles de boîtiers électriques encastrables. Ces objets sont soumis à divers tests permettant de vérifier s'ils respectent les normes de sécurité européennes obligatoires pour toute installation domestique ou industrielle. La norme européenne référencée 60695-2-10 indique que le matériel électrique employé possède la propriété indispensable, en électricité, d'être auto-extinguible.



### Comment vérifier en laboratoire la norme électrique 60695-2-10 ?

#### Matériel

- un échantillon de prise électrique
- un échantillon d'isolant électrique
- un cristalliseur rempli d'eau
- une pince métallique
- un dispositif de chauffage à la flamme
- des allumettes
- un flacon portant la mention « poubelle »

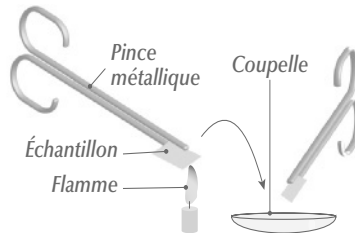
#### Travail à réaliser TP

##### 1. Rechercher dans le dictionnaire la définition du mot « auto-extinguible ».

*Se dit d'une matière pouvant brûler dans une flamme mais s'éteignant d'elle-même dès qu'on l'en retire.*

##### 2. Proposer un protocole expérimental permettant de vérifier cette propriété physique sur un échantillon de matériel électrique.

#### Schéma



#### Protocole

- Prendre un échantillon à l'aide d'une pince métallique et l'enflammer en le plaçant à l'extrémité de la flamme.
- Retirer l'échantillon de la flamme et observer au-dessus d'une soucoupe si la combustion s'arrête ou se propage.
- Placer l'échantillon dans un cristalliseur rempli d'eau sans le toucher avec la main, puis le jeter dans un flacon poubelle.

##### 3. Réaliser l'expérience après l'accord de votre professeur.

##### 4. Rédiger le compte rendu de vos observations et votre conclusion.

*La combustion de l'échantillon de prise électrique ne se propage pas après qu'il a été chauffé fortement. La matière plastique utilisée pour la prise électrique est auto-extinguible, conformément à la norme électrique européenne 60695-2-10.*

##### 5. Vérifier que votre expérience est reproductible en testant le deuxième échantillon électrique fourni par votre professeur.

## 1 Vrai ou faux

- a. faux
- b. vrai
- c. vrai
- d. vrai
- e. faux

## 2 Les petits mots en « -able »

- a. recyclable et recyclé.
- b. Le terme recyclable suppose qu'une matière est susceptible d'être recyclée alors que le terme recyclé est le produit d'un recyclage.
- c. « biodégradable » et « biodégradé »

## 3 Le recyclage et les symboles

- a. Ce logo signifie que les producteurs d'emballages contribuent financièrement à un dispositif aidant les communes à développer des collectes sélectives des déchets d'emballages.
- b. Ce logo se nomme l'« anneau de mobius ».
- c. Ici, dans cet exemple, il signifie que l'emballage est en PVC (polychlorure de vinyle) et qu'il est recyclable
- d. Films d'emballage, blisters...

## 4 Identifier différentes matières plastiques

- a. b.  
Pehd : Polyéthylène haute densité famille numérotée 2  
PVC : polychlorure de vinyle famille numérotée 3  
PS : Polystyrène famille numérotée 6

c. Premier test : le test de densité permettant d'identifier la famille 2

Deuxième test : le test de Belstein qui permet d'identifier la famille 3

## 5 Emballages à usage alimentaire

- a. Échantillon A : PVC  
Échantillon B : Pehd
- b. Les matières plastiques auto-extinguibles sont des matières qui peuvent brûler dans une flamme mais s'éteignent d'elles-mêmes dès qu'on les retire de la flamme.
- c. Échantillon A : PVC

## 6 Les composites

- a. Les composites sont des matières légères, de grande résistance mécanique et chimique et surtout très malléables au contact de la chaleur.
- b. Une matière thermoplastique désigne une matière qui se ramollit d'une façon répétée lorsqu'elle est chauffée au-dessus d'une certaine température mais qui, au-dessous, redevient dure.  
Une matière thermodurcissable, au contraire, ne peut être mise en forme qu'une seule fois, elle ne pourra plus être fondue sans dégradation par un chauffage éventuel.
- c. Prendre un échantillon de votre choix et le poser dans une soucoupe. Chauffer un agitateur de verre avec un dispositif de chauffage à la flamme et le mettre au contact de l'échantillon.  
Si l'échantillon se ramollit ou fond, il s'agit d'un thermoplastique. Sinon, il s'agit d'un thermodurcissable.
- d. Exemples possibles : la bakélite (manche de poêle de cuisson) est un thermodurcissable. Le PVC est un thermoplastique.

### Que contiennent nos poubelles jaunes ?

Après avoir été ramassées, nos poubelles jaunes sont directement acheminées vers un centre de tri où, dans un premier temps, le papier et les boîtes métalliques sont séparés des matières plastiques. Ensuite, chacune des familles de matières plastiques présentes dans nos poubelles jaunes est transformée en paillettes, séparée puis dirigée vers une usine de recyclage appropriée à leur nature.

Seules trois familles de matières plastiques sont collectées dans nos poubelles : le PVC, le PEhd et le PET.

**Comment trier le contenu d'une poubelle jaune, identifier et séparer les familles de matières plastiques ?**

#### Partie 1 : observer et trier le contenu d'une poubelle jaune

1. **Décrire** les objets en plastique jetés dans une poubelle jaune.

*Uniquement des flacons et bouteilles.*

2. **Expliquer** pourquoi on ne jette pas, dans cette même poubelle, tous les emballages légers et souillés tels que les pots à yaourts, les sacs plastique...

*Ce sont des objets dont le recyclage n'est pas rentable car ils sont trop petits et trop souillés.*

3. **Décrire**, à l'aide des plastiques mis à votre disposition, trois flacons appartenant aux trois familles PVC, PEhd et PET.

J'observe	le flacon 1	le flacon 2	le flacon 3
<b>La matière est-elle :</b> – opaque ? – transparente et brillante ?	<i>Opaque</i>	<i>Transparent</i>	<i>Transparent</i>
<b>La matière possède-t-elle des pliures blanches au pliage ?</b>		<i>Non</i>	<i>Oui</i>
<b>Dessiner le fond du flacon</b>			
<b>Dessiner le logo de la matière</b>			
<b>À quoi servait ce plastique avant d'être jeté ?</b>	<i>Réponse en fonction du flacon choisi</i>	<i>Réponse en fonction du flacon choisi</i>	<i>Réponse en fonction du flacon choisi</i>

#### Partie 2 : identifier et séparer les matières plastiques

À partir d'un lot de paillettes issues d'une poubelle jaune, effectuer trois tests en classe pour identifier les familles recueillies dans les poubelles jaunes.

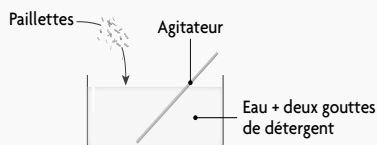
##### Test de densité

4. **Réaliser** l'expérience ci-contre.

● **Remplir** à moitié un bécher avec de l'eau du robinet.

● **Ajouter** deux gouttes de détergent, puis **plonger** les paillettes au fond du récipient.

Si un échantillon remonte à la surface, il est moins dense que l'eau : il s'agit alors du polyéthylène haute densité PEhd.



##### Matériel

- une coupelle contenant un ensemble de paillettes
- un bécher de 250 mL
- un agitateur en verre
- de l'eau du robinet
- un flacon compte-gouttes contenant du détergent
- une blouse

**Ne pas réaliser les tests suivants avec les paillettes en PEhd.**

- a. **Noter** les observations faites. *Seules les paillettes opaques flottent*.....
- b. **Conclure**. *Les flacons opaques ainsi que les bouchons appartiennent à la famille des PEhd, soit la famille 1.*.....



**Faire vérifier les résultats du test de densité à votre professeur.**

## Matériel

- une coupelle contenant des paillettes de trois matières plastiques
- un dispositif de chauffage à la flamme
- allumettes
- des tiges de cuivre montées sur support isolant (bouchon en liège)
- une coupelle
- une hotte aspirante
- une blouse

## Test de Belstein



**Réaliser les manipulations suivantes devant le professeur.**

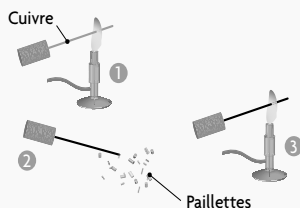
### 5. Réaliser l'expérience ci-contre.

- **Allumer** le dispositif de chauffage puis **chauffer** fortement l'extrémité d'une tige de cuivre.
- **Poser** cette tige sur une paillette encore non identifiée pour en prélever une petite quantité.
- **Replacer** la tige au-dessus de la flamme.

**Si celle-ci se colore en vert pomme, la matière plastique est du PVC.**

- **Recommencer** avec les autres paillettes, en utilisant une nouvelle tige de cuivre à chaque fois, puis **éteindre** le dispositif de chauffage.

- a. **Noter** les observations faites. *Certaines paillettes transparentes donnent une flamme verte...*
- b. **Conclure** : *Parmi les paillettes transparentes certaines sont en PVC.*.....



## Test au pliage

### 6. Plier une paillette de chacune des deux familles de matières transparentes.

- a. **Noter** les observations faites : *Certaines paillettes gardent des marques blanches au pliage.*
- b. **Conclure**. *Ce sont les paillettes en PVC qui marquent au pliage, soit la famille 3.*.....
7. **Remettre** le poste de travail en état.

## Partie à réaliser : bilan des tests TP

8. **Récapituler**, à l'aide du tableau de la partie 1, la nature du contenu de la poubelle jaune en relevant les résultats de chacun des tests effectués.

Matières plastiques	logo	Nom de la famille
Paillettes opaques	2.....	PEhd.....
Paillettes transparentes	1.....	PET.....
Paillettes transparentes possédant des fissures blanches au pliage	3.....	PVC.....



## 14

# Rayons lumineux : comment peuvent-ils être déviés ?



Qu'arrive-t-il aux rayons lumineux lorsqu'ils rencontrent la surface de l'eau ? ▶ Activité 4

La lumière se propage-t-elle différemment selon les milieux ? ▶ Activité 1

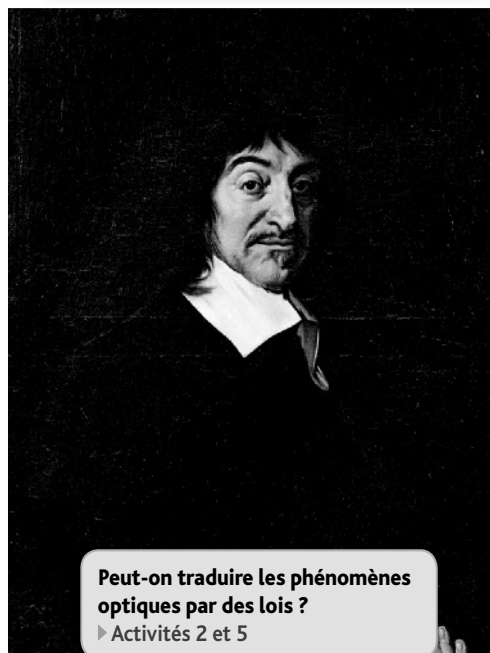


Comment un miroir plan dévie-t-il les rayons lumineux ?

▶ Activité 2

Comment une image se forme-t-elle dans un miroir plan ?

▶ Activité 3



Peut-on traduire les phénomènes optiques par des lois ?

▶ Activités 2 et 5

## ACTIVITÉ

### La lumière se propage-t-elle différemment selon les milieux ?


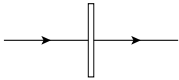
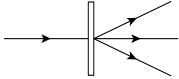



#### DOC . 1 La propagation de la lumière

Certaines propriétés de la lumière et les phénomènes qui y sont associés (réflexion, réfraction, diffusion, dispersion, absorption...) sont souvent décrits ou expliqués en fonction du milieu de propagation. On utilise ainsi plusieurs qualificatifs relatifs aux milieux de propagation :

- **milieu homogène**, si les rayons lumineux s'y propagent de manière rectiligne ;
- **milieu diffusant** ou **translucide**, si la lumière s'y propage de façon désordonnée dans toutes les directions ;
- **milieu dispersif**, si les radiations constituant la lumière sont séparées et transmises dans des directions différentes ;
- **milieu transparent**, qui laisse facilement la lumière le traverser sans diffusion ni dispersion ;
- **milieu absorbant**, si la lumière lui cède tout ou partie de son énergie lorsqu'elle le rencontre ;
- **milieu opaque** ou **milieu réfléchissant**, qui ne laisse pas passer la lumière et qui renvoie tout ou partie de son rayonnement.

#### Travail à réaliser

À partir des informations du doc. 1 et d'observations de la vie quotidienne ou de petites expériences réalisées en classe, **compléter** le tableau.

Caractère du milieu	Exemples	Schématisation des observations
Homogène	Air, eau	
Transparent ..... Translucide .....	eau, verre ..... .....	
Diffusant ..... Translucide .....	papier calque, verre dépoli ..... .....	
Opaque ..... Réfléchissant .....	Miroir, mur ..... .....	
Transparent ..... Absorbant .....	Filtre de couleur ..... Vitre teintée .....	
Homogène .....	Prisme ..... Gouttes de pluie .....	

#### Mémo

- Dans un milieu homogène, la lumière se propage de manière *rectiligne*..... . Lorsqu'elle change de milieu ou rencontre un obstacle, on peut observer différents phénomènes : réflexion, réfraction, diffusion....., absorption....., dispersion.....

ACTIVITÉ 2

## Comment un miroir plan dévie-t-il les rayons lumineux ?

**Matériel**

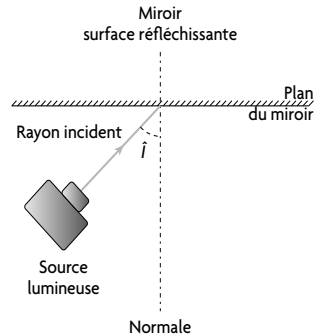
- un miroir plan
- une source lumineuse
- une feuille A4
- une équerre, un rapporteur

**Travail à réaliser** (TP)

1. **Réaliser** le montage schématisé ci-contre après avoir préalablement tracé sur une feuille les deux droites représentant le plan du miroir et l'axe perpendiculaire à celui-ci, appelé « la normale ».

2. **Mettre** en marche la source lumineuse et **la positionner** de manière à ce que le rayon émis forme un angle d'incidence  $i$  de  $45^\circ$  avec la normale. Puis **tracer** le rayon incident sur la feuille.

3. **Tracer** le rayon réfléchi et **mesurer** l'angle de réflexion  $r$  qu'il forme avec la normale, puis compléter le tableau.



$i$ en ( $^\circ$ )	0	.....	45	.....	.....
$r$ en ( $^\circ$ )	0	.....	45	.....	.....

4. **Renouveler** l'expérience pour d'autres angles de votre choix et **compléter** le tableau ci-dessus.
5. **Retranscrire**, à l'aide d'une phrase et d'une relation, les conclusions de vos observations et de vos mesures.

*Les mesures des angles d'incidence et de réflexion sont égales :  $i = r$  ou  $i = r$ .*

6. **Citer** d'autres situations pour lesquelles ce phénomène de réflexion existe.

*Reflet dans l'eau, dans une vitre.*

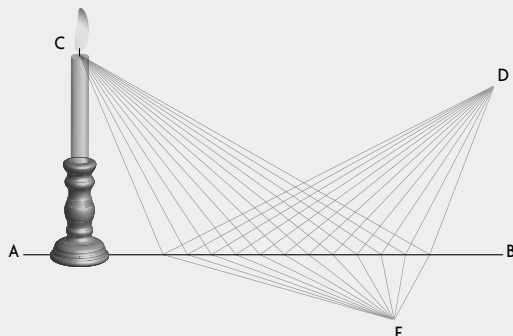
ACTIVITÉ 3

## Comment une image se forme-t-elle dans un miroir plan ?

**DOC. 2** Image dans un miroir

Au  $xvii^e$  siècle, le philosophe français René Descartes tentait d'expliquer le phénomène de formation de l'image d'une bougie dans un miroir plan au moyen du dessin ci-contre.

Le point C représente la flamme de la bougie et E son image vue par un observateur dont l'œil est placé en D.



*D'après illustration extraite de La Dioptrique [R. Descartes, 1637].*

## Travail 1 à réaliser

### La représentation de Descartes

- En référence à l'activité 2, **réaliser**, sur le doc. 2, pour un rayon incident, le tracé du rayon réfléchi.
- Vérifier** si cette représentation est conforme aux observations et conclusions de l'activité 2. **Conclure** par une phrase.

*Les tracés confirment en partie la représentation de Descartes pour le point D mais pas... pour le point E.*

## Matériel

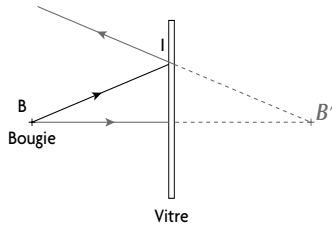
- une vitre en verre
- une bougie

## Travail 2 à réaliser

### L'image d'une bougie à travers une vitre

- Réaliser** l'expérience décrite dans le doc. 3.
- Indiquer** s'il y a analogie avec ce qui est observable dans un miroir plan (surface réfléchissante).  
*Oui, on observe bien une image de la bougie.*
- À partir de vos observations, **positionner** sur le doc. 4 l'image B' de la bougie B.

### DOC. 4



### DOC. 3

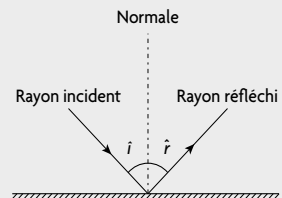


- Exprimer**, à l'aide d'un vocabulaire mathématique, la position de B' par rapport à B.  
*B' est le symétrique de B par rapport au plan du miroir.*

- Sur le doc. 4, **compléter**, en appliquant vos observations de l'activité 2, le tracé du rayon lumineux BI puis **effectuer** les tracés qui justifient la position de l'image B'. On utilise des pointillés pour représenter les « traces » des rayons réfléchis derrière la vitre.

## Mémo

- Lorsqu'un rayon lumineux arrive sur une surface réfléchissante, le rayon réfléchi est tel que les mesures des angles d'incidence  $\hat{i}$  et de réflexion  $\hat{r}$  sont *égales* :  $i = r$ .
- Cette loi explique aussi la formation d'une *image* dans un miroir ou à la surface de l'eau par exemple.  
L'image virtuelle ainsi observée est *symétrique* par rapport au miroir.



ACTIVITÉ

4

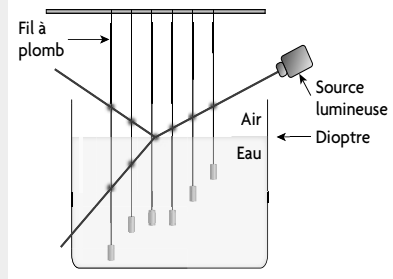
## Qu'arrive-t-il aux rayons lumineux lorsqu'ils rencontrent la surface de l'eau ?

DOC. 5 Phénomène de réfraction



L'observation du comportement de la lumière lors de son passage de l'air à l'eau est toujours source d'interrogations. Ce phénomène a longtemps étonné de nombreux philosophes et scientifiques.

Quoique la civilisation arabe ait découvert les lois liées à ce phénomène, il a fallu attendre les lois de Snell-Descartes, au début de XVII<sup>e</sup> siècle pour que soit établie la loi de la réfraction de la lumière.



**Travail 1 à réaliser** Étude documentaire

1. À la lecture et à l'observation attentive des photos du doc. 5, **compléter** le texte ci-dessous relatif à la première partie de l'énoncé des lois de Snell-Descartes.

Lorsqu'il rencontre un dioptre (par exemple l'interface air-eau), un rayon lumineux se divise en deux : un rayon réfracté, qui se *approche* de la normale et un rayon *réfléchi*. Il se comporte alors de la manière suivante :

- les rayons incidents, réfléchis et réfractés et la normale au dioptre au point d'incidence se trouvent dans un même *plan* ;
- l'angle entre le rayon incident et la normale est égal à l'angle entre le rayon *réfléchi* et la *normale*.

**Matériel**

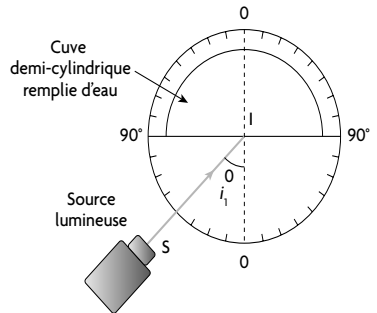
- un dispositif d'étude de la réfraction
- une source lumineuse
- une cuve remplie d'eau

**Travail 2 à réaliser** Étude expérimentale

2. **Réaliser** le montage expérimental ci-contre.

3. **Régler** le dispositif de manière à ce que le rayon incident SI passe de l'air dans le liquide, au centre du disque gradué, et que l'angle d'incidence ait pour mesure  $i_1 = 50^\circ$ .

4. **Indiquer**, à l'aide d'une phrase, en quoi les observations faites concordent avec les informations du travail documentaire réalisé précédemment (lois de Snell-Descartes).



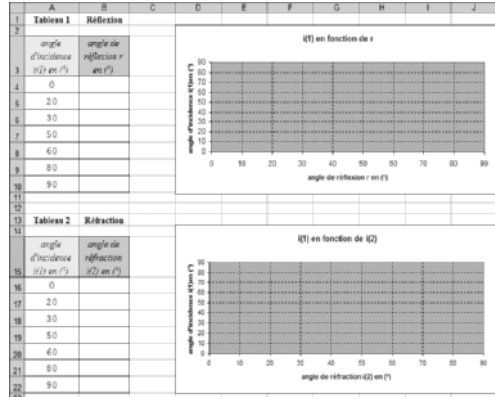
*On observe bien un rayon réfléchi et un rayon réfracté.*

*Ces rayons sont dans le même plan que le rayon incident.*

*Le rayon réfracté se rapproche de la normale.*

5. **Tracer**, sur le schéma du montage, le rayon réfracté IR ainsi que le rayon réfléchi.

6. Ouvrir le fichier « 14\_réflexion et réfraction » fourni par votre professeur, puis saisir pour un angle d'incidence  $i_1 = 50^\circ$  :
- dans le tableau 1, la valeur, en degrés ( $^\circ$ ), de l'angle de réflexion  $r$  ;
  - dans le tableau 2, la valeur, en degrés ( $^\circ$ ), de réfraction  $i_2$ .



7. **Recommencer** l'expérience, les mesures et les saisies pour les autres valeurs de l'angle d'incidence  $i_1$  indiquées dans les tableaux 1 et 2.

8. **Formuler** des remarques quant à l'évolution des valeurs prises par l'angle  $i_2$  en fonction des valeurs de  $i_1$ .

*Les valeurs de  $i_2$  et  $i_1$  ne sont pas identiques.*.....

*Les valeurs de  $i_2$  ne semblent pas pouvoir dépasser une valeur d'environ  $50^\circ$ .*.....

9. **Observer** les graphiques obtenus et **formuler** des hypothèses quant aux relations possibles entre les angles pour la réflexion et pour la réfraction.

*Pour la réflexion, la loi est la même que pour le miroir.*.....

*Pour la réfraction, il n'y a pas de relation évidente.*.....

## Mémo

• Lorsqu'un rayon lumineux se propageant dans l'air rencontre la surface de l'eau, on observe une réflexion..... et une réfraction..... Ces phénomènes s'effectuent dans le même plan.....

• Le phénomène de réflexion..... suit les mêmes règles que pour un miroir plan. Au contraire, pour la réfraction, on ne peut pas énoncer de loi simple entre les mesures des angles d'incidence..... et des angles de réfraction..... On remarque cependant une réfraction limite pour  $i_1 = 90^\circ$ , l'angle de réfraction  $i_2$  ne pouvant dépasser la valeur de  $49^\circ$ .....

ACTIVITÉ 5

Peut-on traduire le phénomène de réfraction par une loi ?

Matériel

- un dispositif d'étude de la réfraction
- une source lumineuse
- une cuve remplie d'eau

Travail 1 à réaliser TP Cas de l'eau

1. Si, comme le montre l'activité 4, il n'existe pas de relation simple entre les angles  $i_1$  et  $i_2$ , peut-être en existe-il une entre leurs rapports trigonométriques ? **Citer**, dans ce cas, les rapports trigonométriques envisageables.

*Cosinus, sinus, tangente.*

2. **Ouvrir** le fichier « 14\_loi de la réfraction » puis y **saisir** les mesures réalisées lors de l'activité 4, travail 2.

3. **Observer** les graphiques obtenus et indiquer celui pour lequel une relation trigonométrique semble possible.

*Le graphique correspondant aux sinus des angles.*

4. En utilisant les fonctionnalités du tableur (ajouter une courbe des tendances), **établir** et **noter** cette relation.

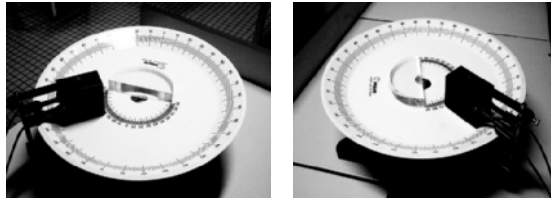
*On obtient  $\sin i_1 \approx 1,3 \sin i_2$ .*

Matériel

- un dispositif d'étude de la réfraction
- une source lumineuse
- un demi-cylindre de plexiglas

Travail 2 à réaliser TP Cas du plexiglas

5. **Réaliser** de nouveau le montage de l'activité 4, travail 2, en remplaçant la cuve remplie d'eau par un demi-cylindre de plexiglas.



6. **Renouveler** l'expérience, les mesures et le traitement de celles-ci par le tableur (fichier « 14\_loi de la réfraction »).

7. **Indiquer** ci-dessous vos observations comparatives quant à :  
 – l'évolution des valeurs prises par l'angle  $i_2$  en fonction des valeurs de  $i_1$ ;

*Les valeurs de  $i_2$  sont différentes de celles obtenues pour l'eau.*

– la relation établie ;

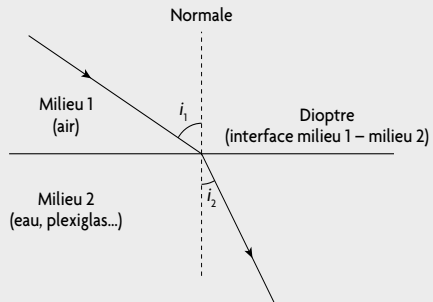
*$\sin i_1 \approx 1,5 \sin i_2$ .*

– la présence d'une limite de réfraction et la valeur de l'angle correspondant.

*Il y a un angle limite d'environ  $42^\circ$ .*

Mémo

- Lors d'une réfraction de l'air vers l'eau, les rayons subissent une **déviation** ..... selon la relation suivante :  $\sin i_1 \approx 1,33 \sin i_2$  .....
- Lors d'une réfraction de l'air vers le plexiglas, la relation est :  $\sin i_1 \approx 1,5 \sin i_2$  .....



## ACTIVITÉ 6

### Peut-on calculer la déviation de la lumière lors d'une réfraction ?

#### DOC. 6 Indices de réfraction

Le phénomène de réfraction peut être expliqué par la différence de vitesse de propagation de la lumière en fonction du milieu qu'elle traverse.

Ainsi, lorsque les rayons passent, par exemple, de l'air à l'eau, leur vitesse diminue, ce qui induit leur réfraction.

On définit ainsi, pour chaque milieu, un **indice de réfraction**, noté  $n$ , qui caractérise le phénomène et les propriétés du milieu considéré.

Dans ces conditions, une loi peut être énoncée pour le phénomène de réfraction :

Lorsqu'un rayon lumineux d'angle d'incidence de mesure  $i_1$  passe d'un milieu transparent et homogène d'indice  $n_1$  à un milieu transparent et homogène d'indice  $n_2$ , l'angle de réfraction de mesure  $i_2$  est tel que :

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

Milieu transparent considéré	Valeur de l'indice de réfraction $n$
Air/vidé	1,00
Eau	1,33
Éthanol	1,36
Glycérol	1,45
Verre/Plexiglas	1,50
Cristal	2,00
Diamant	2,42

#### Travail à réaliser

1. **Indiquer** en quoi les informations du doc. 6 confirment les conclusions des activités 4, 5 et 6.

*En remplaçant les valeurs des indices donnés dans le tableau, on retrouve les relations découvertes.*

.....

.....

.....

2. **Vérifier** par le calcul, puis **effectuer** les tracés et **comparer** vos mesures avec les deux cas suivants :

● la valeur de l'angle de réfraction pour une incidence de  $50^\circ$  :

$$\sin 50^\circ = 1,33 \sin i_2 \dots\dots\dots$$

$$\sin i_2 = \sin 50^\circ / 1,33 \dots\dots\dots$$

$$i_2 = 35,2^\circ \dots\dots\dots$$

● la valeur de l'angle de réfraction (angle limite) pour une incidence de  $90^\circ$  :

$$\sin 90^\circ = 1,5 \sin i_2 \dots\dots\dots$$

$$\sin i_2 = 1 / 1,5 \dots\dots\dots$$

$$i_2 = 41,8^\circ \dots\dots\dots$$

air $n_1 = 1$	Tracés cohérents avec les calculs
eau $n_2 = 1,33$	

air $n_1 = 1$	Tracés cohérents avec les calculs
plexiglas $n_2 = 1,5$	



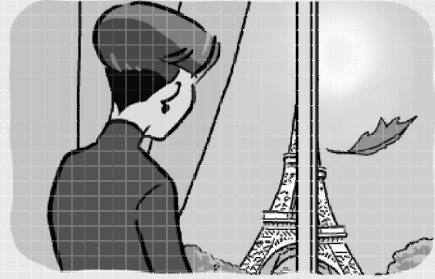
# SITUATION DE LA VIE QUOTIDIENNE

## La lumière subit-elle une déviation dans une vitre ?

Chez soi, lorsqu'on regarde dehors à travers une fenêtre ou une porte vitrée, on n'observe pas de déformation du paysage.

Cependant, dans certains cas particuliers de vitres très épaisses, un léger décalage est perceptible.

Comment expliquer ce phénomène de décalage ?



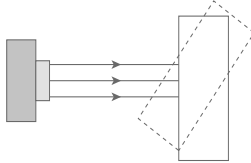
### Matériel

- une source lumineuse
- une lame de verre ou de plexiglas à faces parallèles
- une feuille A4
- une équerre
- un rapporteur

### Travail à réaliser

1. En utilisant une lame de verre ou de plexiglas, **proposer** un protocole expérimental permettant d'étudier la situation décrite ci-dessous.

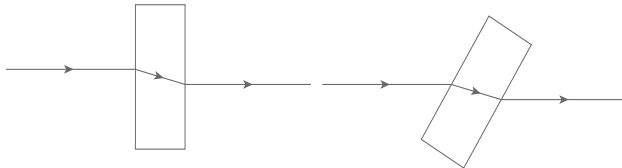
Schéma



Protocole

Éclairer une lame à faces à l'aide de .....  
 rayons parallèles.....  
 Observer.....  
 Reproduire sur papier le phénomène .....  
 observé.....

2. **Reproduire** ci-dessous le chemin suivi par un rayon de votre choix pour deux positions différentes de la lame (épaisseurs différentes).



3. **Indiquer** comment les observations faites justifient le décalage observable dans certaines conditions à travers une vitre.

*Lorsque des rayons lumineux traversent une vitre (lame à faces parallèles), ils subissent .....  
 deux déviations successives mais ressortent parallèles.....*

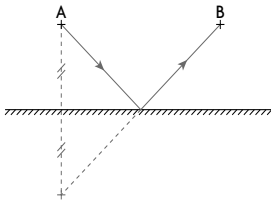
*Il n'y a donc pas de déformation, simplement un petit décalage dû à l'épaisseur de la vitre.*

## 1 Propagation de la lumière

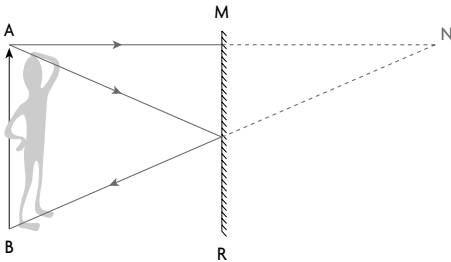
- a. rectiligne
- b. réflexion
- c. réflexion ; réfraction
- d. vrai
- e. faux

## 2 Réflexion de la lumière

a.



b.

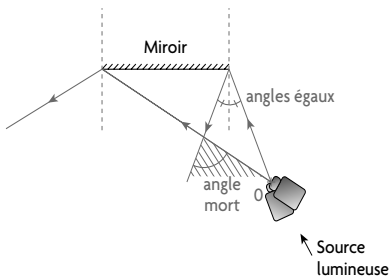


d.

$$- MR = \frac{1}{2} AB$$

- Non

## 3 Champ d'un miroir plan



## 4 Réfraction de la lumière

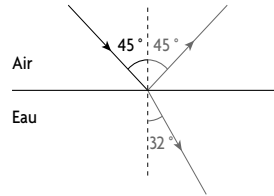
$$a. n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

$$\sin i_2 = \frac{n_1 \sin i_1}{n_2}$$

$$\sin i_2 = \frac{1 \times \sin 45^\circ}{1,33}$$

$$i_2 = 32^\circ$$

b.



## 5 Déviation de la lumière par un prisme

a. Calculs :

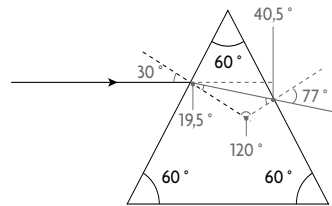
incidence (1) :  $30^\circ$

$$\text{réfraction (1)} : \sin i_2 = \frac{\sin 30^\circ}{1,5} \quad i_2 = 19,5^\circ$$

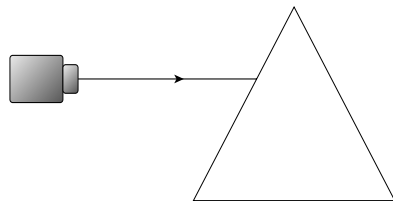
incidence (2) :  $40,5^\circ$  ( $180^\circ - 120^\circ - 19,5^\circ$ )

$$\text{réfraction (2)} : \sin i_3 = \frac{1,5 \sin 40,5^\circ}{1} \quad i_3 = 77^\circ$$

b. Déviation mesurée :



c. Montage attendu :



### Comment analyser une solution par réfractométrie ?

La réfractométrie est une méthode de dosage et d'analyse utilisée en chimie pour déterminer la nature d'un liquide ou sa concentration lorsqu'il est dilué.

#### Partie 1 : détermination de l'indice de réfraction d'un liquide inconnu

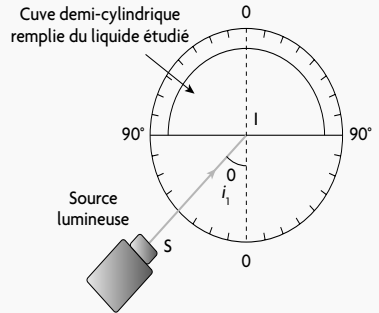
1. Réaliser le montage schématisé ci-contre.



Faire vérifier le montage puis effectuer devant le professeur une première mesure.

2. Réaliser, pour deux valeurs de  $i_1$  de votre choix, les mesures de  $i_2$  correspondantes puis compléter le tableau.

$i_1$ en degrés		
$i_2$ en degrés		
$\sin i_1$		
$\sin i_2$		



Selon les choix de l'élève

3. Montrer, en transformant la relation  $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$  et sachant que l'indice de l'air est  $n_1 = 1$ , que l'indice  $n_2$  du liquide inconnu peut être déterminé à l'aide de la relation suivante :

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \dots \dots \dots n_2 = \frac{\sin i_1}{\sin i_2}$$

4. Calculer, à l'aide de la relation précédente et des deux mesures que vous avez effectuées, une valeur moyenne de l'indice  $n_2$  du liquide inconnu.

Selon les mesures et les choix, valeur proche de 1,45.

5. En déduire, à l'aide des informations du tableau ci-dessous, la nature du liquide inconnu.

$n$	Liquide
1,5	Eau salée saturée
1,45	Glycérol
1,36	Éthanol
1,33	Eau

Glycérol

## Matériel

- un dispositif d'étude de la réfraction
- une source lumineuse
- une cuve
- un flacon A contenant de l'eau déminéralisée
- trois flacons B, C et D contenant respectivement des solutions de glycérol à 25 %, 50 % et 100 %
- un flacon X contenant une solution diluée de glycérol inconnue

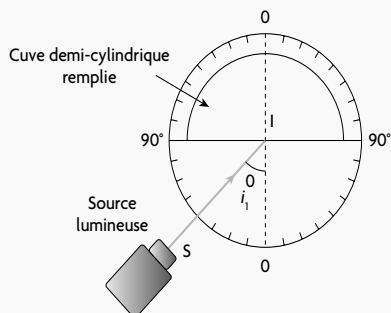
## Partie 2 : détermination de la concentration d'une solution diluée

6. Réaliser le montage expérimental ci-contre.

7. Régler le dispositif de manière à ce que le rayon incident SI passe de l'air dans le liquide au centre du disque gradué, et que l'angle d'incidence ait pour mesure  $i_1 = 50^\circ$ .



Faire vérifier le montage et les réglages et, devant le professeur, effectuer la mesure suivante.



8. Mesurer l'angle de réfraction  $i_2$  correspondant et compléter le tableau.

Solution	A	B	C	D	X
Concentration en glycérol (en %)	0	25	50	100	
Mesure de l'angle de réfraction $i_2$ (en°) pour une incidence $i_1$ de $50^\circ$					

Dépend des résultats expérimentaux

9. En conservant le même angle d'incidence, renouveler l'expérience pour les solutions B, C, D et X et compléter le tableau.



Faire vérifier les mesures par le professeur.

10. En utilisant le support de votre choix (papier millimétré ou tableau), représenter graphiquement le tableau de mesures.

11. En déduire, en explicitant la démarche adoptée, la concentration en glycérol de la solution X.

.....

.....

.....

Dépend des résultats expérimentaux



Faire vérifier les réponses et la remise en état du poste de travail par le professeur.

15

# Ondes sonores : comment se propagent-elles ?



Un son se propage-t-il dans tous les milieux ?

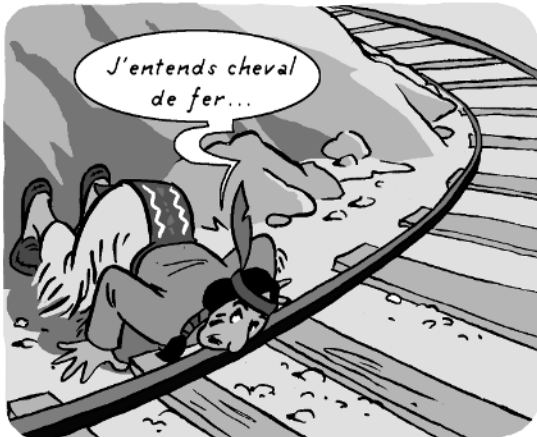
► Activité 6

Un son se propage-t-il en ligne droite ?

► Activité 1

Un son se propage-t-il à la même vitesse, quel que soit le milieu ?

► Activité 7



Comment fabriquer un échographe simplifié ?

► Situation de la vie quotidienne

## ACTIVITÉ

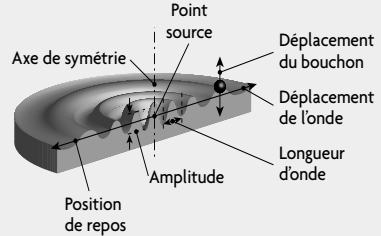
### Un son se propage-t-il en ligne droite ?

#### DOC. 1 Propagation du son

Les sons sont émis par des corps animés d'un mouvement vibratoire. Ces vibrations sont transmises à l'air qui nous entoure sous forme de variations de pression qui se propagent dans toutes les directions et de proche en proche.

À l'image des ronds dans l'eau, pour lesquels on peut observer des vagues, seule la déformation progresse, les objets à la surface de l'eau ne subissant qu'un déplacement vertical sans s'éloigner du centre des cercles ainsi formés.

Il en est de même pour une onde sonore, qui progresse sous forme de sphères concentriques à partir de la source.



#### Travail à réaliser

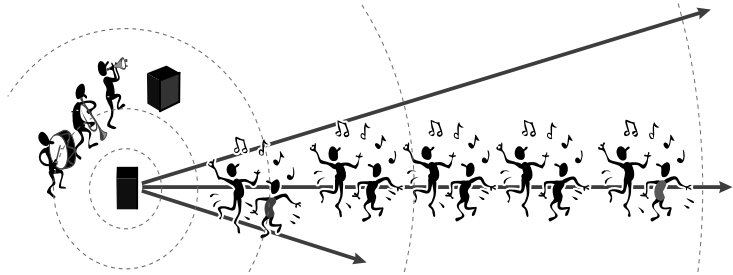
1. À partir des informations du doc. 1, **indiquer** si la représentation schématique ci-dessous de la propagation du son émis par le haut-parleur au premier plan paraît correcte. Si tel n'est pas le cas, **proposer** un autre mode de représentation et le **dessiner** sur l'illustration.

*La représentation schématique n'est pas correcte, car elle n'indique pas la totalité des..... directions de propagation du son. Une représentation sous forme de cercles..... concentriques serait mieux adaptée.*

.....

.....

Tracés attendus plus nombreux.



2. Après avoir réalisé de nouveaux tracés, **indiquer** si tous les personnages présents perçoivent le son au même moment. **Justifier** la réponse.

*Les cercles tracés permettent de représenter la progression de l'onde sonore. Donc le..... personnage en rouge percevra le son avant le personnage en bleu.....*

.....

#### Mémo

- Un son est une onde qui se propage dans *toutes les directions*..... à partir de la source sonore, sous la forme de *sphères*..... concentriques.
- L'onde sonore est une *onde progressive*....., ce qui explique qu'un son ne soit pas perçu au même *instant*..... par différents récepteurs.

ACTIVITÉ 2

Matériel

- un GBF
- un haut-parleur
- un interrupteur
- deux bougies

Peut-on visualiser la progression d'une onde sonore ?

Travail 1 à réaliser TP Visualisation qualitative

1. Réaliser le montage schématisé ci-dessous (GBF en signal sinusoïdal, bouton d'amplitude à mi-course, fréquence de 30 Hz).



2. Fermer l'interrupteur K, observer les flammes des deux bougies, puis indiquer si les observations faites permettent de justifier un des phénomènes décrits lors de l'activité 1.

*Les flammes des deux bougies ne vacillent pas en même temps, ce qui justifie le fait que le son ne les atteint pas au même moment.*

FICHE MÉTHODE 6

Matériel

- un GBF
- un haut-parleur
- un interrupteur
- deux microphones
- un oscilloscope
- des fils de connexion

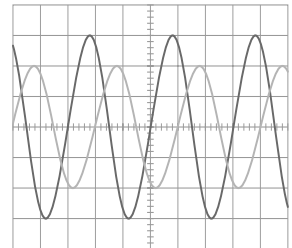
Travail 2 à réaliser TP Visualisation à l'oscilloscope

3. Proposer une liste de matériel permettant d'observer ce phénomène à l'oscilloscope.  
 4. Réaliser le montage et l'expérience en conservant, pour le GBF, les mêmes réglages que ceux indiqués dans le travail 1.

5. Reproduire ci-contre l'allure de l'oscillogramme qui apparaît à l'écran.

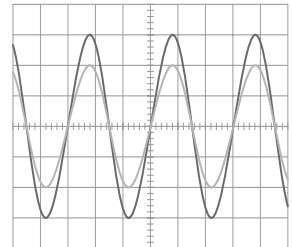
6. Indiquer comment la progression de l'onde sonore est observable à l'écran.

*Les deux signaux observés sont décalés. Le signal n'arrive donc pas au même instant aux deux microphones.*



7. Indiquer, en modifiant les positions relatives des deux microphones, les situations pour lesquelles il est possible d'observer des signaux non décalés.

*C'est possible lorsque les microphones sont à la même distance du haut-parleur ainsi qu'à chaque fois qu'on éloigne le second microphone du premier de la même distance.*



8. Reproduire, pour l'une des situations, l'allure de l'oscillogramme qui apparaît à l'écran.

FICHE MÉTHODE 6

### À quoi le décalage perçu peut-il être associé ?

#### DOC. 2 Longueur d'onde

Une onde sonore possède une double périodicité :

- une périodicité temporelle, caractérisée par la fréquence  $f$  mesurée en hertz (Hz) ;
- une périodicité spatiale, définie par sa longueur d'onde  $\lambda$  mesurée en mètre (m) et correspondant à la distance parcourue par l'onde pendant une période temporelle.

La longueur d'onde est proportionnelle à la période du signal  $T$ . On a alors :  $\lambda/T = \text{constante}$ .

Ces deux grandeurs sont aussi liées à la vitesse  $v$ , en m/s, de propagation de l'onde par la relation  $\lambda = v.T$ .

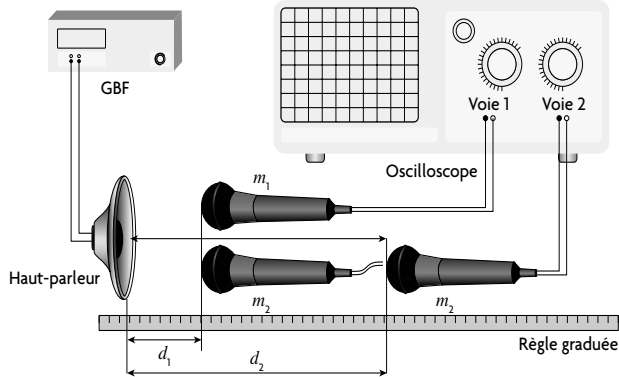
#### Matériel

- un GBF
- un haut-parleur
- un interrupteur
- deux microphones
- un oscilloscope
- une règle graduée
- des fils de connexion

#### Travail à réaliser (TP)

1. **Réaliser** le montage ci-dessous et **effectuer** les réglages suivants :

- GBF : signal sinusoïdal, bouton d'amplitude à mi-course et fréquence 1 000 Hz ;
- microphones  $m_1$  et  $m_2$  placés à 5 cm devant et dans l'axe du haut-parleur.



2. **Mettre** le GBF en marche puis **régler** l'oscilloscope pour obtenir à l'écran un oscillogramme couvrant au moins deux périodes des signaux observés (les signaux doivent être confondus, en phase).

3. Le microphone  $m_1$  demeurant à 5 cm du haut-parleur, **éloigner** le microphone  $m_2$  jusqu'à obtenir à nouveau les deux signaux en phase.

4. **Relever** et **noter** la distance  $d_2$  entre le haut-parleur et le microphone  $m_2$ , puis **effectuer** le calcul proposé.

$$d_2 = 38 \dots\dots\dots \text{ cm} \quad d_2 - d_1 = 33 \dots\dots\dots \text{ cm}$$

5. **Éloigner** le microphone  $m_2$  jusqu'à obtenir de nouveau les deux signaux en phase, **relever** et **noter** la distance  $d_3$  entre le haut-parleur et le microphone  $m_2$ , puis **effectuer** le calcul proposé.

$$d_3 = 71 \dots\dots\dots \text{ cm} \quad d_3 - d_2 = 33 \dots\dots\dots \text{ cm}$$

6. À partir des informations du doc. 2, **expliquer** pourquoi les mesures effectuées permettent de déterminer la longueur d'onde de l'onde sonore émise par le haut-parleur.

*Lorsque les signaux sont de nouveau en phase, on retrouve la distance parcourue par l'onde pendant une période d'oscillation. Ici  $\lambda = 33 \text{ cm}$ .*

.....  
 .....  
 .....



ACTIVITÉ 4

La longueur d'onde dépend-elle de la fréquence du signal ?

Matériel

- un GBF
- un haut-parleur
- un interrupteur
- deux microphones
- un oscilloscope
- une règle graduée
- des fils de connexion

Travail à réaliser 

1. **Reprendre** le montage de l'activité 3, et **renouveler** l'expérience pour les fréquences données dans le tableau ci-dessous.

Fréquence $f$ (Hz)	1 000	2 000	3 000
Période $T$ (s)	0,001.....	0,0005.....	0,0003.....
$\lambda$ (m)	0,33.....	0,17.....	0,11.....
$\frac{\lambda}{T}$	330.....	340.....	330.....

2. **Compléter** le tableau et **conclure** quant aux valeurs de  $\frac{\lambda}{T}$ .

*Les rapports  $\lambda/T$  sont constants.....*

ACTIVITÉ 5

Comment déduire la valeur de la vitesse du son dans l'air ?

Travail à réaliser 

1. À partir des informations du doc. 2, **déterminer** la relation permettant de calculer la vitesse de propagation d'une onde sonore en fonction de sa longueur d'onde et de sa fréquence en hertz.

*$\lambda = v \cdot T$  et  $T = 1/f$  d'où  $v = \lambda \cdot f$ .....*

2. À partir des mesures effectuées dans les activités 3 et 4, **calculer** la valeur, en m/s, de la vitesse de propagation du son dans l'air. Effectuer au moins deux calculs.

*Valeur moyenne de 330 m/s.....*

3. La valeur en m/s communément acceptée pour la vitesse du son dans l'air étant de 340, **comparer** cette valeur avec vos résultats (question 2). **Justifier**, s'il y a lieu, les différences observées.

*La valeur est très proche. Si on observe quelques différences elles sont dues aux imprécisions expérimentales.....*

Mémo

- Une onde sonore peut être caractérisée par sa fréquence  $f$ , correspondant à sa périodicité temporelle....., mais aussi par sa longueur d'onde  $\lambda$ , correspondant à sa périodicité spatiale.....
- La longueur d'onde est proportionnelle à la période du signal  $T$ . On a alors :  $\lambda/T = \text{constante}$ .....
- La vitesse  $v$  de propagation de l'onde est donnée par la relation  $v = \lambda/T$  ou  $v = \lambda f$ .....

## ACTIVITÉ 6

### Un son se propage-t-il dans tous les milieux ?

#### Matériel

- une cloche à vide et son dispositif d'aspiration
- une source sonore autonome

#### Travail 1 à réaliser Propagation du son dans le vide

1. **Placer**, sous la cloche à vide, une source sonore autonome.
2. **Mettre** la source sonore en fonctionnement.
3. **Faire** progressivement le vide sous la cloche.
4. **Indiquer** ci-dessous vos remarques concernant vos perceptions auditives.

*Progressivement, au fur et à mesure que l'on fait le vide sous la cloche, le son devient de moins en moins audible jusqu'à disparaître.*

.....

.....

.....



#### Travail 2 à réaliser Propagation du son dans l'eau

5. En vous référant au doc. 3, **indiquer** si, lorsqu'on est sous l'eau :
  - les sons extérieurs sont audibles ;
  - les sons émis sous l'eau sont audibles ;
  - leur perception est identique à celle ressentie à l'extérieur de l'eau.

*Lorsqu'on est sous l'eau, on entend les sons produits à l'extérieur et dans l'eau, mais ceux-ci sont déformés.*

.....

.....

.....

#### DOC 3 Sous l'eau



#### Matériel

- un diapason
- une longue tige métallique

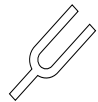
#### Travail 3 à réaliser Propagation du son dans un métal

6. **Émettre** un son à l'aide d'un diapason, **écouter** le son, puis **mettre** l'extrémité du diapason en contact avec une tige métallique et **écouter** de nouveau.

7. **Exprimer** à l'aide d'une phrase vos observations.

*Le son se propage dans le métal mais la perception est différente de celle ressentie dans l'air.*

.....



#### Mémo

- La propagation d'une onde sonore nécessite un milieu matériel. Un son ne se propage donc pas dans le vide..... En revanche, il peut se propager dans d'autres milieux que l'air. Dans ce cas, notre perception *auditive*..... est différente.

ACTIVITÉ 7

Un son se propage-t-il à la même vitesse, quel que soit le milieu ?

DOC. 4 Expérience de démonstration

Votre professeur dispose d'un système d'acquisition permettant de déterminer, à partir d'un « clap » réalisé à l'aide de deux baguettes métalliques, la vitesse de propagation d'un son dans l'air. L'acquisition se lance automatiquement lorsque les deux baguettes s'entrechoquent, ce qui provoque simultanément un son (« clap ») et la fermeture du circuit électrique alimentant le système d'acquisition.

Le principe de ce protocole réside dans la mesure du décalage entre le lancement de l'acquisition (supposé comme instantané) et la réception du signal sonore par un capteur microphone.



Système d'acquisition



Capteur microphone



Baguettes métalliques

Travail 1 à réaliser Vitesse du son dans l'air

1. Pour une acquisition réalisée pour une distance entre les baguettes et le capteur microphone de 25 cm, on mesure un décalage temporel de 0,44 ms.

**En déduire**, à l'aide des indications du professeur et du doc. 2, la valeur, en m/s, de la vitesse de propagation du son dans l'air.

*Distance en mètres : 0,25 ; décalage en secondes : 0,00075 ; d'où  $v (m/s) = 333$ .*

Travail 2 à réaliser Vitesse du son dans l'eau

Matériel

- un ordinateur équipé d'un système d'acquisition
- un capteur microphone équipé de bonnettes étanches
- deux baguettes métalliques
- une cuve remplie d'eau
- des fils de connexion

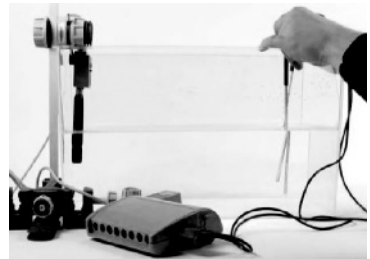
2. **Réaliser** l'expérience décrite précédemment dans une cuve remplie d'eau.

3. **Déterminer** par le calcul la vitesse de propagation d'une onde sonore dans l'eau.

*Environ 1 500 m/s.*

4. **Comparer** la valeur obtenue avec les informations données dans le tableau ci-contre.

*La valeur obtenue est proche de la valeur donnée dans le tableau.*



Milieu	Vitesse de propagation (en m/s)
Air	343
Eau	1 480
Glace	3 200
Acier	5 200
Verre	5 300

● Le son ne se propage pas à la même vitesse....., quel que soit le milieu considéré.

## ACTIVITÉ 8

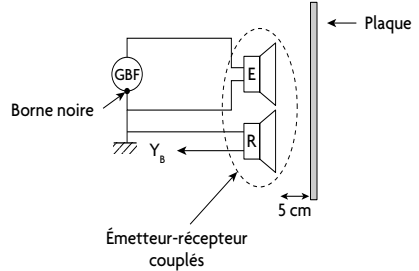
### Que se passe-t-il lorsqu'un son rencontre un obstacle ?

#### Matériel

- un GBF
- un émetteur ultrasons
- un récepteur ultrasons
- un oscilloscope
- une plaque métallique
- un morceau de mousse ou de tissu

#### Travail 1 à réaliser TP Réflexion et absorption

1. **Réaliser** le montage schématisé ci-contre. Le récepteur est relié à un oscilloscope réglé sur 0,1 V/div et 0,1 ms/div.
2. **Mettre** en marche l'alimentation de l'émetteur E puis **observer**, à l'oscilloscope, le signal reçu par le récepteur.
3. **Recouvrir** la plaque métallique d'un morceau de mousse ou de tissu, et **observer** le nouveau signal.



4. **Indiquer** dans quel cas il y a réflexion de l'onde sonore et dans quel cas il y a absorption.

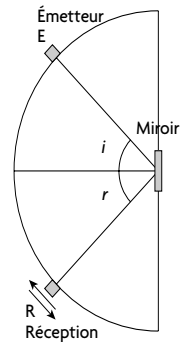
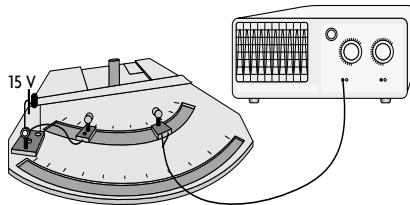
*La plaque métallique réfléchit l'onde sonore. En revanche, lorsqu'elle est recouverte de mousse ou de tissu, il y a absorption du son.*

#### Matériel

- un GBF
- un émetteur ultrasons
- un récepteur ultrasons
- un oscilloscope
- une plaque métallique ou un miroir
- un plateau semi-circulaire gradué
- des fils de connexion

#### Travail 2 à réaliser TP Loi de la réflexion

5. **Réaliser** le montage schématisé ci-dessous. L'oscilloscope est réglé sur 0,1 V/div et 0,1 ms/div.



6. **Positionner** l'émetteur E afin que l'angle d'incidence  $\hat{i}$  soit de  $10^\circ$  par rapport à la normale.
7. **Mettre** en marche l'alimentation de l'émetteur E puis déplacer le récepteur R source lumineuse, afin d'obtenir à l'écran de l'oscilloscope un signal d'amplitude maximale.
8. **Noter** la mesure de l'angle de réflexion  $\hat{r}$  dans le tableau.

$\hat{i}$ en ( $^\circ$ )	10		
$\hat{r}$ en ( $^\circ$ )	10.....		

*Fonction du choix de l'élève*

9. **Renouveler** l'expérience pour deux autres angles de votre choix et **compléter** le tableau.
10. **Retranscrire**, à l'aide d'une phrase et d'une relation, les conclusions des observations et des mesures faites.

*Les mesures des angles d'incidence et de réflexion sont égales. On peut noter  $i = r$ .....*

#### Mémo

- Certains matériaux peuvent réfléchir le son, d'autres peuvent *l'absorber*.....
- Dans le cas d'un matériau réfléchissant, la loi est la même que celle concernant la réflexion de la *lumière*....., soit  $i = r$ .

## Comment fabriquer un échographe simplifié ?

L'échographie est une technique d'imagerie avec ultrasons. Ses applications sont multiples, notamment dans le domaine médical. Formé à partir des mots grecs *êkhô*, « écho » et *graphein*, « écrire », le terme *échographe* signifie l'« écrit par écho ».

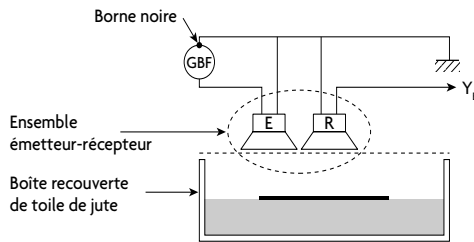


**Comment fabriquer un échographe de manière simplifiée avec le matériel de laboratoire ?**

### Matériel

- un ensemble émetteur-récepteur à ultrasons
- un GBF
- un oscilloscope
- une boîte recouverte d'une toile de jute sur laquelle est tracé le quadrillage de la question.
- un objet caché dans la boîte
- des fils de connexion

### Travail à réaliser



1. Réaliser le montage ci-dessus.
2. **Faire glisser** doucement l'ensemble émetteur-récepteur sur chacune des cases du tableau tracé sur la toile de jute, en veillant à ce qu'il soit sur une seule case à la fois.  
**La présence d'un objet, ou une partie de l'objet, est mise en évidence par l'existence d'un signal sur la voie B de l'oscilloscope : c'est la réflexion.**
3. Quand un signal apparaît, le **noter** dans la case correspondante du quadrillage ci-dessous.

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4						
5						
6						

4. **Citer** une application dans le domaine médical, qui repose sur ce principe.

.....

.....

*Dépend  
des conditions  
expérimentales*

## 1 Propagation du son

- a. d'un milieu matériel
- b. à la période
- c. à une vitesse différente

## 2 Quelques applications

- a. Vrai
- b. Vrai

## 3 Vitesse de propagation dans différents milieux

- a. la même vitesse
- b. 340 m/s
- c. inférieure
- d. différente

## 4 L'effet Doppler

$$V = 52 \text{ m/s}$$

$$V = 52 \times 3,6 = 187 \text{ km/h}$$

## 5 Le sonar

$$V = d/t = 2 \times d'/t$$

$$\text{soit } d' = (t \times v)/2$$

$$d' = (0,1 \times 1\,500)/2$$

$$d' = 75 \text{ mètres}$$

## 6 Le rail de chemin de fer

$$\text{a. } t = d/v$$

$$= 800/340 = 2,35 \text{ s}$$

- b. « Avec précaution », mettre son oreille sur le rail.

Question « clin d'œil » à la photo de l'Indien dans cette situation.

Le son se propage plus vite dans un métal que dans l'air.

- c. Voir activité 6, travail 2 à réaliser.

## 7 Son émis par un instrument de musique

- a. Le signal est périodique.

La période est symbolisée par la flèche.

$$\text{b. } T = 2,2 \times 0,5 = 1,1$$

$$T = 1,1 \text{ ms, soit } 0,0011 \text{ s}$$

$$\text{c. } \lambda = c \times T = 340 \times 0,0011$$

$$= 0,374 \text{ m,}$$

$$\text{soit } 374 \text{ mm}$$

### La nature de l'émetteur influence-t-elle la propagation du son ?

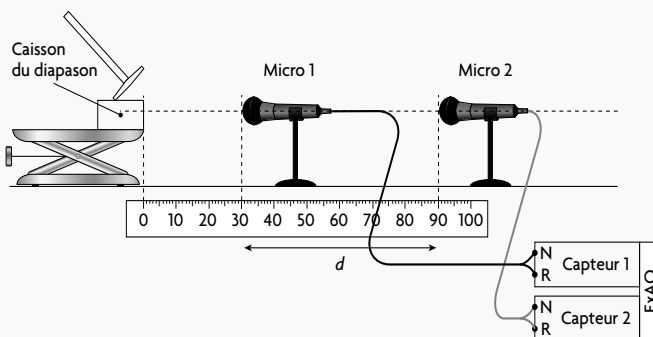
D'après « Exemples de TP de bac pro avec ExAO ».

#### Matériel

- un ordinateur équipé d'un système d'acquisition
- deux capteurs microphones
- un diapason muni de son caisson et de son maillet
- une règle graduée
- un support élévateur
- des fils de connexion

#### Partie 1 : Bruit émis par un choc

1. Réaliser le montage expérimental suivant.



Faire vérifier le montage par le professeur et demander la préparation du système d'acquisition.

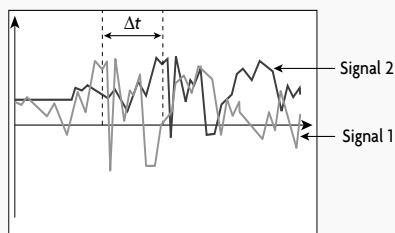
Dépend des résultats expérimentaux

2. **Effectuer** une première acquisition en suivant le protocole ci-dessous :

- mettre les deux microphones en fonctionnement, si cela est nécessaire ;
- démarrer l'acquisition ;
- taper d'un coup sec sur le caisson avec le maillet ;
- arrêter l'acquisition.

3. En utilisant la fonctionnalité de pointage du logiciel de traitement, lire à l'écran le temps  $\Delta t$  (voir schéma ci-contre) en ms ; c'est le temps qui sépare le passage du signal entre les deux microphones :

$$\Delta t = \dots\dots\dots \text{ s}$$



4. En déduire par le calcul la célérité  $c_1$ , en m/s, du son dans l'air, en utilisant la relation :  $c = \frac{d}{\Delta t}$

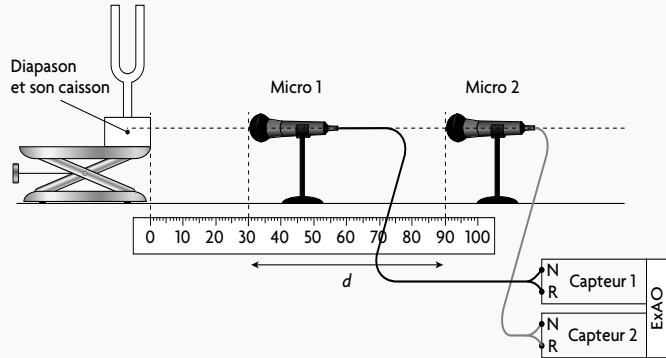
$$d = 0,60 \text{ m}$$

$$\Delta t \dots\dots\dots \text{ s}$$

$$c_1 = \dots\dots\dots$$

## Partie 2 : Son émis par un diapason

5. Réaliser le montage expérimental suivant.



Faire vérifier le montage par le professeur et demander la préparation du système d'acquisition.

Dépend des résultats expérimentaux

6. **Effectuer** une première acquisition en suivant le protocole ci-dessous :

- mettre les deux microphones en fonctionnement, si cela est nécessaire ;
- démarrer l'acquisition ;
- taper d'un coup sec sur le diapason avec le maillet ;
- arrêter l'acquisition.

7. En utilisant la fonctionnalité de pointage du logiciel de traitement, lire à l'écran le temps  $\Delta t$  (voir schéma ci-contre) en ms ; c'est le temps qui sépare le passage du signal entre les deux microphones :

$$\Delta t = \dots\dots\dots \text{ s}$$

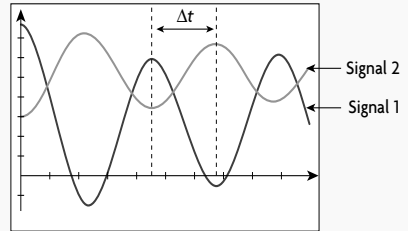
8. En déduire par le calcul, la célérité  $c_2$ , en m/s, du son dans l'air, en utilisant la relation :

$$c = \frac{d}{\Delta t}$$

$$d = 0,60 \text{ m}$$

$$\Delta t \dots\dots\dots \text{ s}$$

$$c_2 = \dots\dots\dots$$



## Partie 3 : Comparaison des résultats

9. **Cocher** la case qui correspond aux résultats trouvés.

- La célérité du son dépend de la nature de l'émetteur du bruit.
- La célérité du son ne dépend pas de la nature de l'émetteur du bruit.



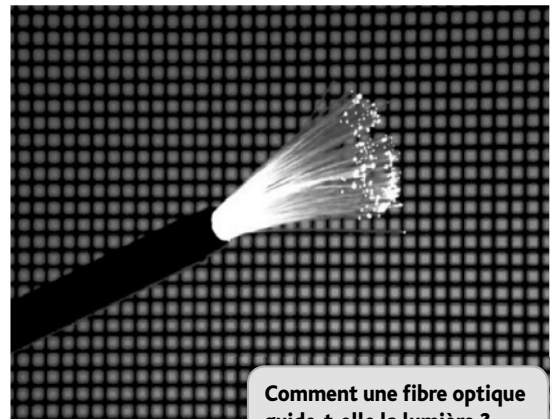
## 16

# Fibres optiques : comment guident-elles la lumière et transmettent-elles l'information ?



La lumière peut-elle être guidée par un corps transparent ?

▶ Activité 1



Comment une fibre optique guide-t-elle la lumière ?

▶ Activités 2 et 5

## ACTIVITÉ

## La lumière peut-elle être guidée par un corps transparent ?

### DOC . 1 Fontaines lumineuses

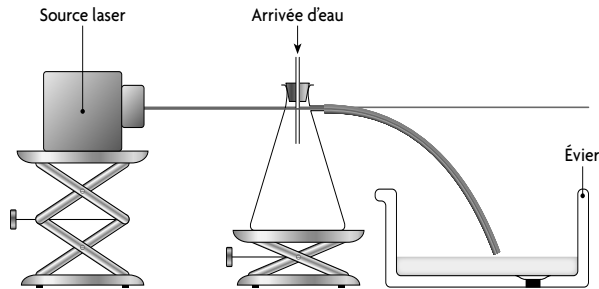


### Matériel

- une source laser et son alimentation
- un erlenmeyer de filtration relié à un robinet d'arrivée d'eau
- deux supports élévateurs

### Travail à réaliser TP

1. **Réaliser**, sous le contrôle du professeur, le montage expérimental schématisé ci-dessous, en respectant les règles de sécurité relatives à la présence de matériel électrique à proximité d'un point d'eau.



2. **Mettre** la source laser en marche puis **représenter** en rouge sur le schéma le rayon observé à l'état initial.
3. **Alimenter** progressivement l'arrivée d'eau afin d'obtenir un léger jet d'eau au niveau du tube de sortie. **Observer** le comportement du rayon lumineux.
4. **Compléter** le schéma en indiquant en gris le jet d'eau et en bleu le comportement du rayon lumineux.
5. **Indiquer**, à l'aide d'une phrase, en quoi le phénomène observé semble ne pas respecter les lois de la réfraction. **Nommer** alors le phénomène observé dans le jet d'eau.

*Le phénomène observé semble ne pas respecter les lois de la réfraction car l'eau devrait dévier le rayon lumineux et non le courber. Le rayon devrait ressortir du jet d'eau. Il semble qu'il y ait ici réflexion dans le jet d'eau.*

.....

.....

## ACTIVITÉ

## 2

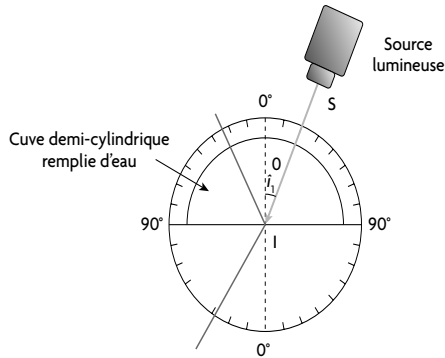
## Dans quelles conditions ce phénomène se produit-il ?

## Matériel

- un dispositif d'étude de la réfraction
- une source lumineuse
- une cuve remplie d'eau

## Travail 1 à réaliser (TP) Réfraction de l'eau vers l'air

1. Réaliser le montage expérimental suivant :



• Régler le dispositif de manière à ce que le rayon incident SI passe dans la cuve remplie d'eau et par le centre I du disque gradué en formant un angle d'incidence de mesure  $i_1 = 20^\circ$ .

2. Nommer le ou les phénomènes observés et tracer sur le schéma les différents rayons observés.

*On observe une réfraction et une réflexion.*

3. Noter la mesure  $i_2$  de l'angle de réfraction pour  $i_1 = 20^\circ$  :  $i_2 = 27^\circ$ .

4. Indiquer en quoi la déviation du rayon lumineux diffère du cas du passage « air-eau » (il est possible de faire pivoter le plateau afin d'observer de nouveau le phénomène.)

*Dans le cas air-eau, le rayon était dévié et se rapprochait de la normale. Dans le cas contraire, le rayon s'éloigne de la normale.*

5. À partir des mesures des angles  $i_1$  et  $i_2$ , vérifier si la loi de la réfraction  $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$  s'applique à la situation observée.

(Rappel : indice de réfraction de l'eau  $n_1 = 1,33$  ; de l'air  $n_2 = 1$ )

$n_1 \sin i_1$  devient  $1,33 \times \sin 20^\circ = 0,455$ .

$n_2 \sin i_2$  devient  $1 \times \sin 27^\circ = 0,453$ .

*Compte tenu de l'imprécision des mesures, on peut conclure que la loi de la réfraction s'applique bien à la situation étudiée.*

6. Faire pivoter le disque gradué afin d'observer si le phénomène de réfraction se produit quelle que soit l'inclinaison du rayon incident, puis indiquer, s'il y a lieu, la mesure  $i_1$  de l'angle d'incidence pour laquelle il n'y a plus réfraction.

$i_1 = 49^\circ$ .

7. **Indiquer** alors, en termes de phénomène observé et de luminosité des rayons, ce qu'on observe pour des incidences plus importantes.

*On n'observe plus de rayon réfracté, mais uniquement un rayon réfléchi dont la luminosité est plus intense.*

.....  
 .....

## Matériel

- un dispositif d'étude de la réfraction
- une source lumineuse
- une cuve remplie d'eau
- un demi-cylindre de plexiglas

## Travail 2 à réaliser TP Étude pour d'autres cas de figures

8. **Remplacer** la cuve remplie d'eau par un demi-cylindre de plexiglas.

● **Renouveler** l'expérience afin d'observer ou non le même phénomène.

9. **Indiquer**, s'il y a lieu, la mesure  $i'_1$  de l'angle d'incidence pour lequel la réfraction n'est plus observable.

$i'_1 = 42^\circ$ .....

● **Renouveler** l'expérience en mettant en vis-à-vis la cuve remplie d'eau et le demi-cylindre de plexiglas.

10. **Indiquer** les conditions (sens du trajet de la lumière et mesure de l'angle d'incidence) pour lesquelles le phénomène est observable.

a. Sens du trajet de la lumière : *plexiglas - eau*.....

b. Mesure de l'angle d'incidence :  $i''_1 = 62^\circ$ .....

11. En considérant les valeurs des indices de réfraction des matériaux étudiés, **indiquer** les conditions pour lesquelles le phénomène est observable.

(Rappel : indice de réfraction de l'eau 1,33 ; du plexiglas 1,5 ; de l'air 1.)

*Le phénomène n'est observable que lorsque le milieu 1 a un indice de réfraction supérieur à celui du milieu 2.*

.....  
 .....

12. **Indiquer** comment ces conclusions expliquent, en termes d'indices et d'angle d'incidence, le phénomène observé lors de l'activité 1.

*Dans l'expérience du jet d'eau, nous sommes bien dans les conditions étudiées : indice de l'eau supérieur à celui de l'air et angle d'incidence supérieur à  $49^\circ$ .*

.....  
 .....

## Mémo

● Lors d'une réfraction de l'eau (ou du plexiglas) vers l'air, les rayons subissent une *dévi*ation..... qui vérifie la loi de la *réfraction*..... jusqu'à une valeur limite de l'angle d'incidence pour laquelle on observe une *réflexion*..... totale.

● Ce phénomène n'est observable que si l'indice de réfraction du milieu 1 est *supérieur*..... à celui du milieu 2 ; la valeur de l'angle limite dépend alors des *indices*..... des milieux considérés.

## ACTIVITÉ

## 3

## Peut-on calculer la valeur de la mesure de cet angle limite ?

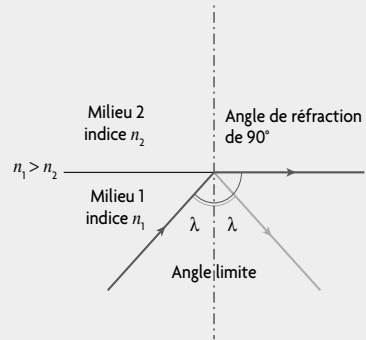
## DOC. 2 Réflexion totale

Le schéma ci-contre représente la situation limite où, dans le cas du passage d'un rayon lumineux d'un milieu 1 d'indice  $n_1$  à un milieu 2 d'indice  $n_2$  de valeur inférieure, il y a réflexion totale (en vert).

Dans ce cas, le phénomène de réfraction (en bleu) est tel que l'angle de réfraction est de  $90^\circ$ .

Dans ces conditions, on peut montrer que l'angle limite  $\lambda$  est tel que :

$$\sin \lambda = \frac{n_2}{n_1}$$



## Travail à réaliser

1. En appliquant la loi de la réfraction et en utilisant des notations algébriques, **montrer** que l'angle limite  $\lambda$  peut être déterminé à l'aide de la relation donnée dans le doc. 2.

$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$  avec  $i_1 = \lambda$  et  $i_2 = 90^\circ$  devient  $n_1 \sin \lambda = n_2 \sin 90^\circ$  soit  $n_1 \sin \lambda = n_2$  car  $\sin 90^\circ = 1$ .

$$\sin \lambda = \frac{n_2}{n_1}$$

2. **Véifier** par le calcul la valeur de  $\lambda$  pour deux des cas étudiés lors de l'activité 2, puis **comparer** le résultat avec la mesure expérimentale.

a. Cas « eau-air » ( $n_1 = 1,33$  et  $n_2 = 1$ ) :

$$\sin \lambda = \frac{1}{1,33} \text{ d'où } \lambda = 48,75^\circ$$

Résultat très proche de la mesure expérimentale :  $49^\circ$ .

b. Cas « plexiglas-air » ( $n_1 = 1,5$  et  $n_2 = 1$ ) :

$$\sin \lambda = \frac{1}{1,5} \text{ d'où } \lambda = 41,81^\circ$$

Résultat très proche de la mesure expérimentale :  $42^\circ$ .

• Lors d'une réfraction d'un milieu 1 vers un milieu 2, on peut observer une **réflexion totale**..... si les valeurs des indices  $n_1$  et  $n_2$  de ces milieux sont telles que  $n_1 > n_2$ .

• Dans ce cas, l'angle limite  $\lambda$  peut être calculé par la relation  $\sin \lambda = \frac{n_2}{n_1}$ .

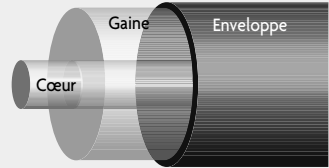
## ACTIVITÉ

# 4

## Comment une fibre optique guide-t-elle la lumière ?

### DOC. 3 Fibre optique à saut d'indice

La fibre optique à saut d'indice est constituée d'un cylindre de verre ou de plastique très mince (le *cœur*) entouré d'une *gaine* généralement de même matériau mais présentant un indice de réfraction optique plus faible. Le tout est protégé par une *enveloppe* protectrice extérieure.



### Travail à réaliser

1. **Expliquer** pourquoi les informations du doc. 3 permettent de justifier qu'une fibre optique puisse guider la lumière.

*Le cœur ayant un indice de valeur plus élevé que la gaine, le phénomène de réflexion totale pourra avoir lieu et la lumière pourra donc être guidée.*

2. En considérant la fibre optique à saut d'indices schématisée en bas de page, **déterminer** la valeur, en degré, arrondie à l'unité, de l'angle limite  $\lambda$  pour qu'il y ait réflexion totale entre le cœur et la gaine.

$$\sin \lambda = \frac{1,4}{1,5} \text{ d'où } \lambda = 69^\circ$$

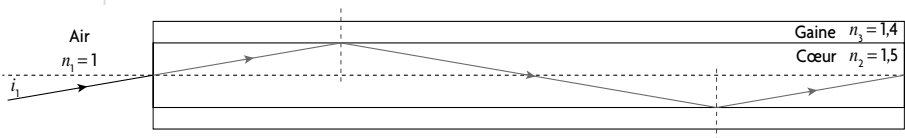
3. **Compléter** la troisième ligne du tableau afin de calculer les différents angles qui permettent de définir la marche d'un rayon dans la fibre.

Air $n_1 = 1$	Cœur $n_2 = 1,5$	Gaine $n_3 = 1,4$
Angle d'incidence	Angle de réfraction	Angle d'incidence
$i_1$	$i_2 = \frac{n_1 \times \sin i_1}{n_2}$ (*)	$i_3 = 90^\circ - i_2$ (*)
$20^\circ$	$13^\circ$	$77^\circ$
Réfraction <input type="checkbox"/>	Réflexion totale <input type="checkbox"/>	Réfraction <input type="checkbox"/> Réflexion totale <input checked="" type="checkbox"/>

(\*) Formules explicitées dans l'exercice 3.

4. **Indiquer** dans la dernière ligne du tableau le phénomène observé en vous référant, dans chacun des cas, aux valeurs des angles limites.

5. **Tracer**, pour une incidence de  $20^\circ$ , sur le schéma, la marche du rayon lumineux dans la fibre considérée.



## ACTIVITÉ

## 5

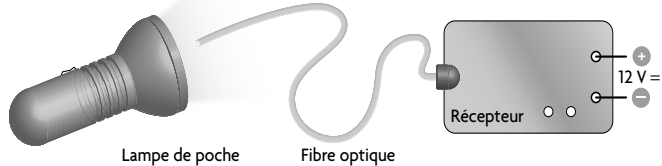
## Comment transmettre un signal lumineux par fibre optique ?

## Matériel

- une lampe de poche
- un boîtier de réception équipé d'un photorécepteur relié à une fibre optique
- une alimentation continue 12 V

## Travail à réaliser (TP)

1. Réaliser le montage schématisé ci-dessous.



2. Le récepteur est équipé d'une diode (LED) permettant de détecter la présence d'un signal électrique. **Indiquer** l'état initial de la LED.

*La LED est éteinte.*

3. **Allumer** la lampe torche et la faire « clignoter », puis indiquer ce qui est observable au niveau de la LED.

*La LED s'allume en même temps que la lampe torche.*

## ACTIVITÉ

## 6

## Comment transformer un signal électrique en signal lumineux ?

## Matériel

- un boîtier de réception équipé d'un photorécepteur
- un boîtier de réception équipé d'un photorécepteur
- deux alimentations continues 12 V
- un générateur de fonctions (GBF)

## Travail à réaliser (TP)

1. Réaliser le montage schématisé ci-contre.

- **Régler** le GBF afin qu'il délivre un signal sinusoïdal de fréquence 5 Hz.

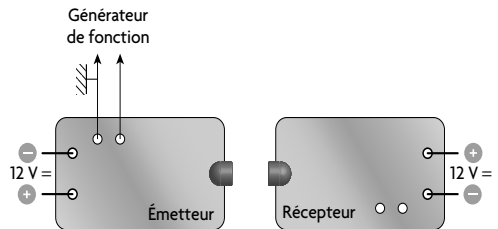
- **Alimenter** le GBF et l'émetteur.

2. L'émetteur est équipé d'une diode (LED) permettant de détecter la présence d'un signal électrique et d'une diode infrarouge (IR) qui transforme le signal électrique en signal lumineux. **Indiquer** l'état initial de la LED de l'émetteur lorsque le GBF est en fonction.

*La LED clignote.*

3. **Alimenter** l'émetteur puis **comparer** l'état des deux DEL (émetteur et récepteur).

*Les LED « clignent » de manière similaire.*



- Un signal *lumineux* ..... peut être transmis par fibre optique et converti en signal *électrique* .....
- Un signal *électrique* ..... peut être converti en signal *lumineux* ..... à l'aide d'un photo-composant, telle qu'une *diode* ..... infrarouge.

## Comment un son peut-il être transmis à la vitesse de la lumière ?

La téléphonie a connu ces dernières années des révolutions technologiques avec, notamment, les systèmes de transmission via ADSL dont la transmission est assurée par des réseaux de fibres optiques.

Quels sont les éléments de cette chaîne de transmission ?

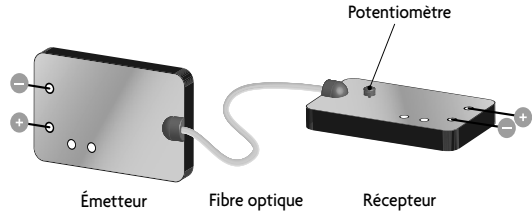


### Matériel

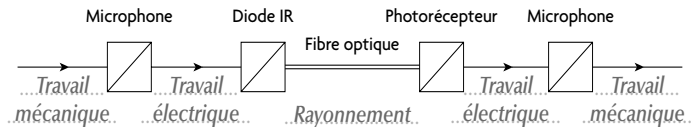
- un boîtier de réception équipé d'un photorécepteur
- un boîtier de réception équipé d'un photorécepteur
- une fibre optique de 5 m
- deux alimentations continues 12 V
- un diapason muni de son caisson
- un oscilloscope

### Travail à réaliser TP

1. **Réaliser** l'expérience schématisée ci-dessous en éloignant l'émetteur du récepteur d'environ 4 m (les placer dans deux salles différentes si possible).



2. **Compléter** le schéma de la chaîne de transmission du signal sonore réalisée, en utilisant les groupes de mots suivants : travail mécanique, travail électrique, rayonnement.



3. **Justifier**, à l'aide d'une phrase, pourquoi cette technologie permet de transmettre un son à la vitesse de la lumière.

*L'onde sonore étant convertie en signal lumineux, le signal se propage bien à la vitesse de la lumière dans la fibre avant d'être reconverti en signal sonore.*

.....

.....

4. En utilisant un diapason à l'émetteur et un oscilloscope au niveau du récepteur, **vérifier** si la fibre optique ne « dégrade » pas la fréquence du signal émis.

5. **Conclure.**

*Le diapason émet un signal de fréquence 440 Hz, on observe à l'oscilloscope un signal de fréquence identique.*

.....

.....



## 1 Réfraction ou réflexion totale.

- a. Vrai
- b. Passage de l'eau vers l'air  
Passage du verre vers l'air
- c. L'angle de réfraction atteint  $90^\circ$ .
- d. Faux
- e.  $n_1 > n_2$

## 2 Angle limite

- a. Il faut que  $n_1 > n_2$ , donc le phénomène est observable pour les cas listés dans la question b.
- b.  
Du verre vers l'air  $\lambda = 42^\circ$   
De l'eau vers l'air  $\lambda = 49^\circ$   
Du cristal vers l'air  $\lambda = 30^\circ$   
Du verre vers l'eau  $\lambda = 62^\circ$   
Du cristal vers l'eau  $\lambda = 42^\circ$   
Du cristal vers le verre  $\lambda = 49^\circ$

## 3 Fibres optiques

- a. Fibres à saut d'indices, fibres à gradient d'indices.

$$b. i_2 = \frac{n_1 \times \sin i_1}{n_2}; i_3 = 90^\circ - i_2$$

- c.  $\lambda = 70^\circ$ ; d'où, pour les différents cas :

Air $n_1 = 1$	Cœur $n_2 = 1,5$	Gaine $n_3 = 1,4$	Remarque
$15^\circ$	$10^\circ$	$80^\circ$	Réflexion totale
$25^\circ$	$16,5^\circ$	$73,5^\circ$	Réflexion totale
$35^\circ$	$22,5^\circ$	$67,5^\circ$	Réfraction

- d.  $77^\circ$
- e.  $49^\circ$

## 4 Vitesse de la lumière – Vitesse du son

- a. Pour évaluer la distance (en m) à laquelle se trouve un orage du lieu où l'on est, il suffit de multiplier le temps (en s) qui s'écoule entre l'éclair et la perception du tonnerre par la vitesse du son.
- b.  $5 \times 330 = 1\,650$  m, soit 1,65 km.

## Comment déterminer l'ouverture numérique d'une fibre optique ?

On nomme ouverture numérique  $\alpha$  d'une fibre optique l'angle incidence maximal permettant un guidage de la lumière.  $\alpha$  peut être calculée, pour une fibre à saut d'indices (indices  $n_1$  pour le cœur et  $n_2$  pour le gain), à l'aide de la relation suivante :

$$\sin \alpha = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

### Partie 1 : Calcul de l'ouverture numérique de la fibre utilisée

1. À partir des informations fournies avec la fibre optique utilisée, **calculer** l'ouverture numérique  $\alpha$  attendue.

$n_1 = 1,5$  et  $n_2 = 1,4$  par exemple donne  $\alpha = 32,5^\circ$ .....

.....

.....

.....

### Partie 2 : Détermination expérimentale

2. **Réaliser** le montage ci-contre en respectant, pour la fibre optique et le rayon initial de la source laser, un alignement selon la normale (axe du disque gradué comprenant les deux graduations « 0 »).



**Faire vérifier le montage puis effectuer les manipulations décrites ci-dessous devant le professeur.**

3. **Alimenter** la source laser et vérifier que le rayon est bien guidé par la fibre (extrémité de la fibre lumineuse).

4. **Faire pivoter** le disque gradué jusqu'à ce que l'extrémité de la fibre ne soit plus lumineuse.

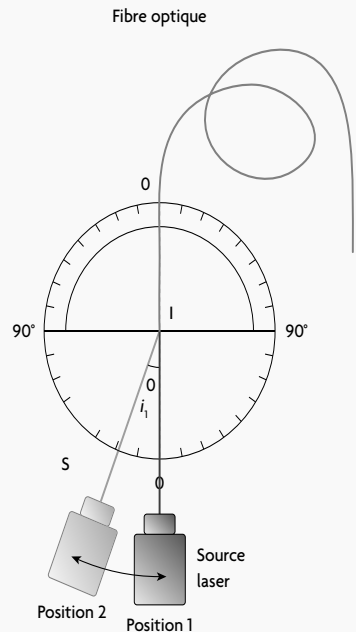
5. **Noter** la valeur expérimentale de  $\alpha'$  mesurée et la **comparer** à la valeur calculée dans la question 1.

*La valeur mesurée est très proche de la valeur calculée : 30 à 35°*.....

.....

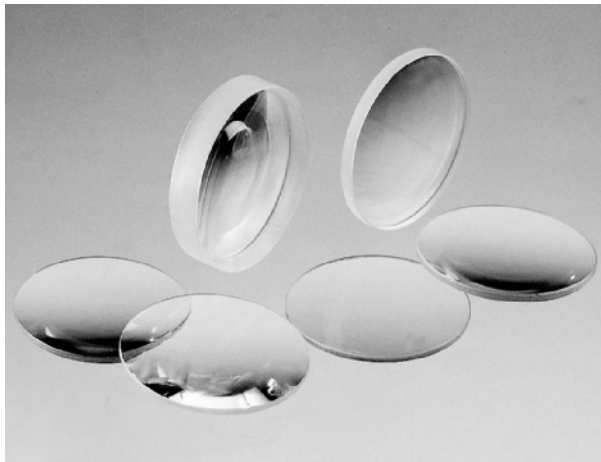
.....

.....



## 17

# Lentilles convergentes : comment forment-elles des images ?



Existe-t-il différents types de lentilles ?  
 ▶ Activité 1

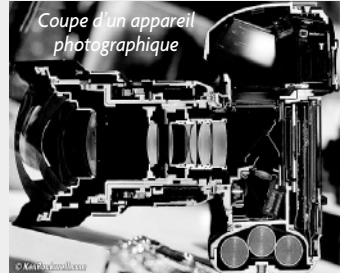
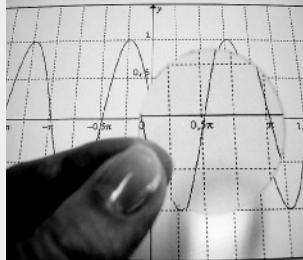
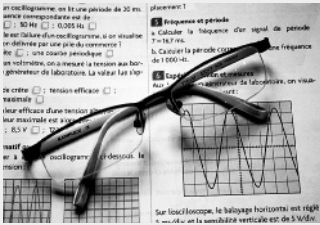


Comment un appareil de projection fonctionne-t-il ?  
 ▶ Situation de la vie quotidienne

## ACTIVITÉ

## Existe-t-il différents types de lentilles ?

### DOC. 1 Lentilles et objets de la vie quotidienne



### Matériel

- un ensemble de lentilles de laboratoire (lentilles pour banc optique et lentilles coupées transversalement)

### Travail 1 à réaliser Différents types de lentilles

1. À partir des informations du doc.1, d'observations de la vie quotidienne et du matériel fourni, **citer** des exemples d'usage des lentilles.

*Corriger les défauts oculaires*.....

*Grossir de petits objets*.....

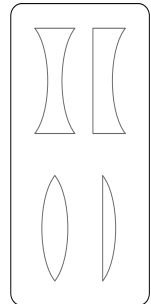
*Voir plus loin*.....

2. **Représenter**, par un croquis, les différents types de lentilles que l'on peut rencontrer.

3. **Caractériser** leurs différences par des termes liés à leurs formes.

*Bombées, creuses*.....

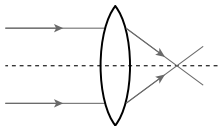
*Convexes, concaves*.....



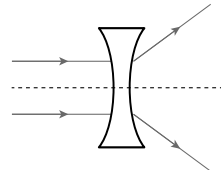
### Travail 2 à réaliser Différentes propriétés

4. **Éclairer** à l'aide d'un faisceau parallèle chacun des types de lentilles ci-dessous et **représenter** la marche du faisceau dans chacun des cas, puis qualifier chacune d'entre elles à l'aide des mots *convergente* et *divergente*.

*convergente*.....



*divergente*.....



### Mémo

- Il est possible de classer les lentilles en deux catégories : les lentilles *convergentes*..... et les lentilles *divergentes*..... Elles sont caractérisées par leur *forme*..... ou par la manière dont elles dévient la lumière.

## ACTIVITÉ

## 2

## Comment caractériser une lentille convergente ?

## DOC. 2 Vergence et distance focale d'une lentille

Une lentille peut être caractérisée par sa vergence  $C$  en fonction de ses propriétés de focalisation des rayons lumineux. La vergence est une grandeur algébrique, qui peut être positive (lentille convergente) ou négative (lentille divergente) ; elle s'exprime en dioptrie ( $\delta$ ). Les propriétés de focalisation d'une lentille peuvent aussi être définies par sa distance focale  $f$ , exprimée en mètre (m), les valeurs qui y sont associées pouvant, elles-aussi, être positives ou négatives.

Ces deux grandeurs sont liées par la relation  $f = \frac{1}{C}$ .

## Matériel

- un ensemble de lentilles convergentes de laboratoire identifiées par la valeur de leur vergence

## Travail à réaliser



Vous disposez d'un jeu de quatre lentilles étiquetées  $4\delta$ ,  $8\delta$ ,  $10\delta$  et  $20\delta$ .

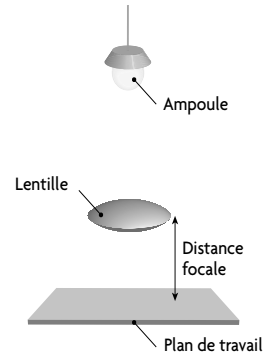
1. En utilisant ces lentilles comme des loupes, les **classer** en fonction de leur grossissement croissant. **Compléter** le tableau suivant.

Grossissement croissant	$+4\delta$ .....	$+8\delta$ .....	$+10\delta$ .....	$+20\delta$ .....
-------------------------	------------------	------------------	-------------------	-------------------

2. **Exprimer**, à l'aide d'une phrase, la façon dont évolue le grossissement des lentilles en fonction de leur vergence.

*Plus la valeur de la vergence est importante, plus le grossissement est important.* .....

3. En plaçant, comme indiqué sur le schéma ci-contre, les lentilles fournies sous un éclairage de type plafonnier, **mesurer** la distance pour laquelle on obtient une image nette de l'ampoule sur le plan de travail. **Compléter** la première ligne du tableau ci-dessous.



4. **Exprimer**, à l'aide d'une phrase, la façon dont évolue la distance focale des lentilles en fonction de leur vergence.

*La valeur de la distance focale évolue inversement à celle de la vergence.* .....

5. En utilisant la relation donnée dans le doc. 2, **calculer**, pour chacune des lentilles, la distance focale (en mètre) correspondant à la valeur de la vergence (en dioptrie). **Compléter** la deuxième ligne du tableau ci-dessous.

Référence de la lentille	$+4\delta$	$+8\delta$	$+10\delta$	$+20\delta$
Distance focale mesurée (en m)	$0,25$ .....	$0,125$ .....	$0,1$ .....	$0,05$ .....
Distance focale calculée (en m)	$0,25$ .....	$0,125$ .....	$0,1$ .....	$0,05$ .....

## MÉMO

- Les lentilles sont caractérisées par leur *vergence* .....  $C$ , exprimée en *dioptrie* ..... ( $\delta$ ) ou par leur distance *focale* .....  $f$ , exprimée en mètre (m). On a alors, avec ces unités, la relation  $f = \frac{1}{C}$  .....

## ACTIVITÉ 3

### Quels rayons particuliers pour une lentille convergente ?

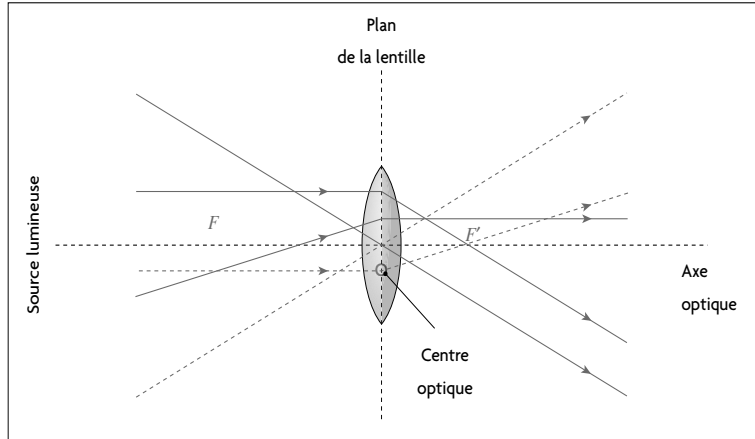
#### Matériel

- une lentille de démonstration adaptée à la taille d'un format A4\*
- une source lumineuse
- une feuille de format A4

\* Note pour le professeur : les lentilles de démonstration généralement disponibles ont une focale 100 mm

#### Travail à réaliser TP

1. **Préparer** une feuille de format A4 en traçant un axe horizontal et un axe vertical. **Annoter** le schéma comme indiqué ci-dessous. **Positionner** sur la feuille la lentille fournie.



2. **Éclairer** la lentille par quelques rayons passant par le centre optique O. **Tracer** sur la feuille les rayons observés.
3. **Éclairer** la lentille par un ensemble de rayons parallèles à l'axe optique, puis tracer sur la feuille les rayons observés. **Noter**  $F'$  le point de focalisation des rayons.
4. **Placer**, à l'avant de la lentille, le point  $F$ , symétrique de  $F'$  par rapport à O.
5. **Éclairer** la lentille par un rayon passant par le point  $F$ , puis **tracer** les rayons observés.
6. **Mesurer** la distance  $OF' = OF$ . **Comparer** la mesure à la distance focale de la lentille utilisée (fournie par le professeur).

*La distance  $OF'$  correspond à la distance focale de la lentille fournie.*

.....

.....

.....

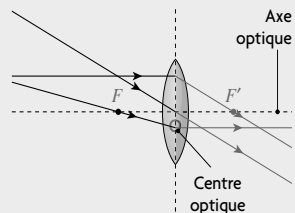
.....

.....

#### Mémo

Lors du passage de rayons particuliers dans une lentille convergente, on observe les propriétés suivantes :

- les rayons passant par le *centre optique*..... ne sont pas déviés ;
- les rayons parallèles à l'*axe optique*..... convergent vers le point  $F'$ ....., appelé « foyer image » de la lentille ;
- les rayons passant par le point  $F$ ....., foyer objet de la lentille, ressortent *parallèles*..... à l'axe optique de la lentille.



## ACTIVITÉ

## 4

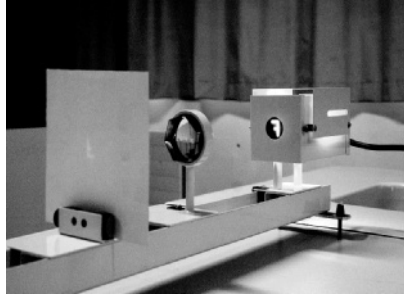
## Comment obtenir une image à travers une lentille ?

## Matériel

- un banc optique gradué
- une source lumineuse munie d'un « objet » (lettre F par exemple)
- une lentille de focale 100 mm
- un écran muni d'une portion de papier millimétré
- une lentille de focale 50 mm

## Travail à réaliser TP

1. Réaliser le montage expérimental suivant.

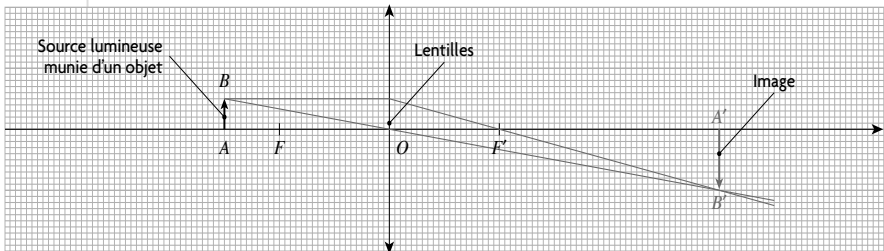


2. Placer la source lumineuse sur la graduation 0 du banc et la lentille à 15 cm de la graduation. Alimenter la source lumineuse puis régler le dispositif afin d'obtenir une image nette de l'objet sur l'écran.

3. Indiquer vos observations sur les caractéristiques de l'image observée.

*L'image est agrandie et inversée.*

4. En traçant les rayons particuliers observés lors de l'activité 3, reproduire à l'échelle 1/5<sup>e</sup> le phénomène observé.



5. Ouvrir le fichier « 17\_image-lentille convergente » fourni par le professeur et indiquer si la construction dynamique proposée correspond aux tracés précédents.

*La construction dynamique correspond aux tracés précédents.*

En utilisant les fonctionnalités de la construction dynamique, faire varier la distance objet-lentille  $AO$ , puis indiquer, en reliant les propositions ci-dessous, quelles doivent être les conditions quant à la position de l'objet par rapport au foyer objet  $F$  pour obtenir sur l'écran une image :

- |                                     |   |   |                         |
|-------------------------------------|---|---|-------------------------|
| – de même taille que l'objet        | • | • | $AO > 2 \times OF$      |
| – de plus petite taille que l'objet | • | • | $OF < AO < 2 \times OF$ |
| – de plus grande taille que l'objet | • | • | $AO = 2 \times OF$      |

6. Vérifier expérimentalement ces observations sur banc d'optique et conclure.

*L'étude expérimentale donne des résultats analogues aux observations faites par la construction.*

7. En utilisant alternativement le montage expérimental et la construction dynamique, **observer** l'image produite et **conclure** sur sa position pour les deux autres conditions expérimentales suivantes.

– Objet très éloigné de la lentille :

*Lorsque l'objet est très éloigné de la lentille, l'image est très petite et se forme très près du foyer objet  $F$ .*.....

– Objet très proche du foyer  $F$  de la lentille :

*Lorsque l'objet est très proche du foyer objet  $F$  de la lentille, l'image est très grande et se forme très loin de la lentille.*.....

8. **Reprendre** les réglages expérimentaux de la question 2, puis **remplacer** la lentille de focale 100 mm par une autre lentille de focale 50 mm.

9. **Indiquer** en quoi la focale de la lentille influence-t-elle sur la taille et la position de l'image.

*Plus la focale de la lentille est petite, plus l'image est petite et proche de la lentille.*.....

10. **Vérifier** les conclusions précédentes à l'aide de la construction dynamique et **indiquer** si elles sont confirmées.

*La construction confirme que, plus la focale de la lentille est petite, plus l'image est petite et proche de la lentille, et inversement.*.....

## Mémo

● L'image  $A'B'$  d'un objet  $AB$  dans une lentille convergente est *inversée*..... L'image peut être :

- de même taille, si  $AO = 2 \times OF$ ..... ;  $O$  est le centre optique de la lentille ;
- réduite, si  $AO > 2 \times OF$ ..... ;  $F$  est le foyer objet de la lentille ;
- agrandie, si  $OF < AO < 2 \times OF$ ..... ;  $A$  est la base de l'objet  $AB$ .

● La taille de l'image dépend aussi de la focale (ou de la vergence) de la lentille :

- plus la focale est *grande*....., plus l'image est *agrandie*..... ;
- plus la *vergence*..... est grande, plus l'image est réduite.

● La position de l'image dépend aussi de différents paramètres : la *position*..... de l'objet et la *focale (ou la vergence)*..... de la lentille.

● L'image d'un objet très éloigné est située au *foyer objet  $F$* ..... On dit aussi que l'image d'un objet situé à l'infini se forme dans le plan focal.

● L'image d'un objet très proche du *foyer objet  $F$* ..... est très *éloignée*..... de la lentille. On dit aussi que l'image d'un objet placé au *foyer objet  $F$* ..... se forme à l'infini.



ACTIVITÉ

5

Peut-on prévoir la taille et la position de l'image ?

DOC. 3 Formules des lentilles minces convergentes

Dans le cas où la distance objet-lentille est supérieure à la distance focale, on peut démontrer que :

- le grandissement  $\gamma$  peut être donné par la relation  $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$  ;
- la position de l'image peut être déterminée à partir de la formule de conjugaison suivante :  $\frac{1}{OA'} + \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF}$ .

Matériel

- un banc optique gradué
- une source lumineuse munie d'un « objet » (lettre F par exemple)
- une lentille de focale 100 mm
- un écran muni d'une portion de papier millimétré

Travail 1 à réaliser TP Mesures

1. **Reprendre** le montage et le protocole expérimental de l'activité 4.
2. **Mesurer** la hauteur, en cm, de l'objet utilisé.  $AB = \dots\dots\dots$  cm.
3. **Réaliser**, pour trois positions différentes de la source lumineuse (objet), de la lentille et de l'écran (image), les mesures permettant de compléter le tableau ci-dessous.

*Dépend des résultats expérimentaux*

Hauteur de l'image (en cm)	Distance objet-lentille (en cm)	Distance lentille-image (en cm)
$A'B'$	$OA$	$OA'$
.....	.....	.....
<i>Dépend des résultats expérimentaux</i>		
.....	.....	.....

Travail 2 à réaliser TP Exploitation

4. **Compléter** le tableau ci-contre puis **conclure** quant à la relation du doc. 3 donnant le grandissement  $\gamma$ .

Conclusion :

*Les calculs permettent de vérifier la relation.*

$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$ .....


$\frac{A'B'}{AB}$	$\frac{OA'}{OA}$
.....	.....
<i>Dépend des résultats expérimentaux</i>	
.....	.....

5. **Compléter** le tableau ci-dessous puis **conclure** sur la validité de la formule de conjugaison donnée dans le doc. 3 (on rappelle qu'ici  $OF = OF' = 10$  cm).

$\frac{1}{OA'}$	$\frac{1}{OA}$	$\frac{1}{OF}$	$\frac{1}{OA'} + \frac{1}{OA}$
.....	.....	.....	.....
<i>Dépend des résultats expérimentaux</i>			
.....	.....	.....	.....

Conclusion :

Les calculs permettent de confirmer la validité de la formule de conjugaison.....

6.  Ouvrir le fichier « 17\_formules\_lentilles » fourni par le professeur et indiquer, en faisant varier les différents paramètres, si ces formules sont vérifiées aussi par construction géométrique.

La construction dynamique et le tableau associé permettent de vérifier la validité des formules des lentilles convergentes.....

Mémo

- Le grandissement  $\gamma$  d'une lentille convergente est donné par la relation  $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$ .....
- La position de l'image donnée par une lentille convergente est fonction de la position de l'objet..... et de la distance focale..... La formule de conjugaison s'écrit alors :

$$\frac{1}{OA'} + \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$$

## ACTIVITÉ 6

### Comment déterminer précisément la distance focale ?

#### Matériel

- un banc optique gradué
- une source lumineuse munie d'un « objet » (lettre F par exemple)
- une lentille de focale inconnue
- un écran muni d'une portion de papier millimétré

#### Travail à réaliser

1. En utilisant le matériel mis à votre disposition et en vous basant sur les protocoles précédents, **réaliser** deux séries de mesures permettant de déterminer précisément la distance focale de la lentille mise à votre disposition.

2. **Regrouper** les mesures dans le tableau ci-dessous puis **effectuer** les calculs nécessaires.

$OA$	$OA'$	$\frac{1}{OA'}$	$\frac{1}{OA}$	$\frac{1}{OF'}$	$OF'$
.....	.....	<i>Dépend des résultats expérimentaux</i>			.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....

3. **En déduire** une valeur moyenne de la distance focale de la lentille utilisée.

La valeur moyenne attendue doit être proche de la valeur de la focale de la lentille inconnue fournie par le professeur.....

Mémo

- À partir de la formule de conjugaison  $\frac{1}{OA'} + \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$ ....., il est possible, connaissant  $OA$  et  $OA'$ , de déterminer  $OF'$ ..... et donc la distance focale  $f$  d'une lentille convergente.

## ACTIVITÉ

## 7

## Comment observer de petits objets ?

## Matériel

- une lentille de focale 200 mm
- un banc optique gradué
- une source lumineuse munie d'un « objet » (lettre  $F$  par exemple)
- un écran

Travail à réaliser 

1. En utilisant la lentille fournie comme une loupe, **observer** un petit objet afin de le grossir puis **mesurer** la distance  $OA$  à laquelle elle se trouve de l'objet.

$OA \approx 5 \text{ cm}$ .....

2. **Déterminer**, en référence à l'activité 2, la valeur approximative de la distance focale de la lentille utilisée, puis **la comparer** à la distance entre objet et lentille mesurée précédemment.


$OF \approx 20 \text{ cm}$ .....

3. **En déduire**, dans ces conditions, la position de l'objet observé par rapport au foyer objet de la lentille « loupe ».

*L'objet est situé entre la lentille et le foyer objet.*.....

4. Sur le banc d'optique, **placer** la source lumineuse objet et la lentille dans des positions correspondant aux observations précédentes puis **rechercher** l'image à l'aide de l'écran.

*On n'obtient pas d'image sur l'écran.*.....

5.  **Ouvrir** le fichier « 17\_loupe » fourni par le professeur et **indiquer**, en référence à la construction proposée, où se forme l'image de l'objet observé.

*L'image se forme à l'arrière de la lentille.*.....

6. **Justifier** pourquoi cette image est dite « virtuelle » et non « réelle ».

*L'image est virtuelle car on ne peut pas l'observer sur un écran.*.....

7. En prenant des valeurs orientées ou mesures algébriques\* pour  $OA$ ,  $OA'$  et  $OF'$  sur la construction dynamique, **vérifier** si la formule de conjugaison notée sous la forme  $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$  peut s'appliquer à une telle situation.

\* Valeurs positives ou négatives tenant compte du sens de marche des rayons lumineux (cf. première ligne du tableau relatif au fichier « 17\_loupe » à l'ouverture).

$\overline{OA'}$	$\frac{1}{\overline{OA'}}$	$\overline{OA}$	$\frac{1}{\overline{OA}}$	$\overline{OF'}$	$\frac{1}{\overline{OF'}}$	$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$
-0,2	-5	-0,1	10	0,2	5	-5 - (-10) = 5
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Conclusion : *la nouvelle notation de la formule est vérifiée.*.....

## MÉMO

- Lors de l'utilisation d'une lentille convergente comme loupe, l'objet est situé entre la lentille et le foyer objet..... L'image qui se forme alors est virtuelle..... et elle est située derrière la lentille.

- La formule de conjugaison s'écrit alors :  $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$ .....

## Comment un appareil de projection fonctionne-t-il ?

Les appareils de projection (projecteurs cinéma, projecteurs de diapositives, vidéoprojecteurs ou rétroprojecteurs) fonctionnent tous selon le même principe : l'objet à projeter sur l'écran est éclairé (ou retroéclairé) par une lampe ; une lentille ou un système de lentilles (objectif) est intercalé entre l'objet et l'écran ; une image de l'objet est projetée sur l'écran. Des systèmes de miroirs, comme pour le rétroprojecteur par exemple, peuvent être utilisés afin que les plans objet et image ne soient pas parallèles. La lentille ou l'objectif sont mobiles afin de régler la netteté de l'image.



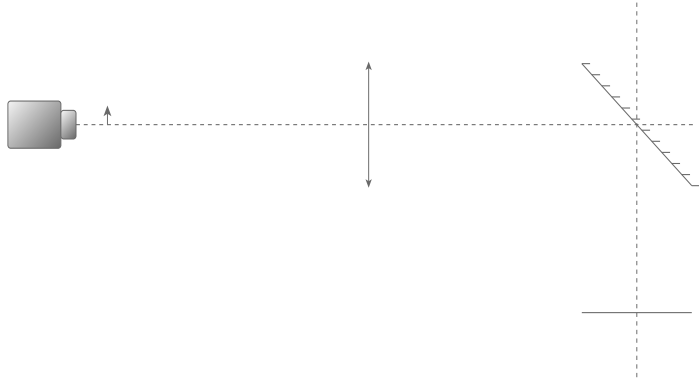
Comment modéliser ce type d'appareil au laboratoire ?

### Matériel

- une lentille de focale 200 mm
- un miroir
- une source lumineuse munie d'un « objet » (lettre *F* par exemple)
- un écran

### Travail à réaliser TP

1. En utilisant le matériel de laboratoire à votre disposition, **schématiser** et **réaliser** un montage permettant de reproduire le fonctionnement d'un appareil de projection.
2. **Schématiser** le dispositif en utilisant une échelle adaptée.



3. **Rechercher**, lorsque l'objet et l'écran sont fixes, les différentes positions de la lentille permettant d'obtenir une image nette sur l'écran.
4. **Indiquer** le nombre de positions trouvées et les observations relatives à chacune d'entre elles.

*On trouve deux positions : pour l'une, l'image est agrandie ; pour l'autre, elle ne l'est pas.*

.....  
.....

5. **Construire** sur le schéma le chemin des rayons lumineux pour l'une des situations rencontrées.

#### 1 Caractéristiques d'une lentille convergente

- a. distance focale ; sa courbure.
- b. dioptrie ( $\delta$ ).
- c.  $f = \frac{1}{C}$  ;  $C = \frac{1}{f}$ .

#### 2 Chemin d'un rayon lumineux à travers une lentille convergente :

- a. Vrai.
- b. Faux.
- c. Vrai.

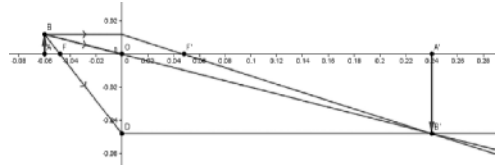
#### 3 Image d'un objet par une lentille convergente

- a. Voir schéma en bas de page
- b.  $AO > 2 \times OF$ .
- c.  $AO = 2 \times OF$ .
- d. au foyer.

#### 4 Formules des lentilles

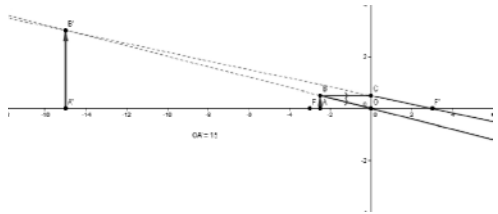
- a.  $C = \frac{1}{0,2} = 5 \delta$
- b.  $f = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ m}$  soit  $f = 5 \text{ cm}$
- c.
- $\gamma = \frac{24}{6} = 4$

- $\frac{1}{OA'} + \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$
- $\frac{1}{OF'} = \frac{1}{6} + \frac{1}{24} = \frac{5}{24}$  d'où  $OF' = f = 4,8 \text{ cm}$

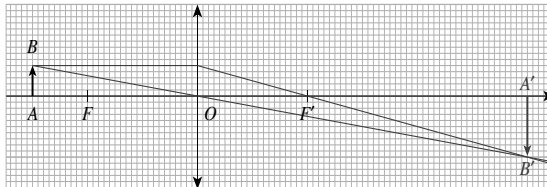


#### 5 Compte-fils

- a.  $OF = OF' = 3 \text{ cm}$  ;  $OA = 2,5 \text{ cm}$ .
- b. c.



- d. L'image est virtuelle, elle se forme à l'arrière de la lentille.
- e.  $OA' = 15$  et  $A'B' = 3$
- f.  $\gamma = \frac{3}{0,5} = \frac{15}{3} = 5$



## Comment déterminer la vergence d'une lentille ?

On dispose d'un banc d'optique tout équipé et d'une lentille convergente dont on ne connaît pas la vergence. On se propose de la déterminer par deux méthodes : approximation rapide et détermination précise.

1. **Énoncer** ci-contre la relation permettant de calculer la vergence  $C$  d'une lentille en fonction de la distance focale  $f$ . **Préciser** les unités.

$f = \frac{1}{C}$ ,  $f$  en m ;  $C$  en  $\delta$  .....

.....

### Partie 1 : Approximation de la distance focale

2. **Imaginer** une expérience rapide permettant d'obtenir une valeur approximative, que l'on note  $f_a$ , de la distance focale de la lentille mise à votre disposition.



**Expliquer oralement la méthode au professeur puis réaliser l'expérience et les mesures devant lui.**

$f_a = \dots\dots\dots$  cm (dépend de la lentille fournie)

3. **En déduire** une valeur approximative de la vergence  $C_a$  de la lentille.

*L'application de la relation  $C = 1/f$  est attendue (en fonction de la lentille fournie), ainsi qu'au préalable une conversion en mètre de la valeur de  $f$  mesurée.*

.....

.....

### Partie 2 : Détermination de la distance focale sur banc d'optique

4. **Réaliser** un premier montage sur banc d'optique permettant d'obtenir une image nette de l'objet associé à la source lumineuse sur l'écran.



**Faire vérifier le montage et les réglages par le professeur.**

5. **Compléter** la première ligne du tableau ci-dessous.

$OA$	$OA'$	$\frac{1}{OA'}$	$\frac{1}{OA}$	$\frac{1}{OF'}$	$OF'$
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....

6. **Réaliser** une seconde série de mesures pour une position différente de l'objet puis **compléter** la seconde ligne du tableau.

7. **En déduire** une valeur précise  $f_p$  de la distance focale de la lentille, **calculer** la vergence  $C$  de la lentille.

*L'application de la relation  $C = 1/f$  ainsi qu'une valeur moyenne de  $f$ .*

.....

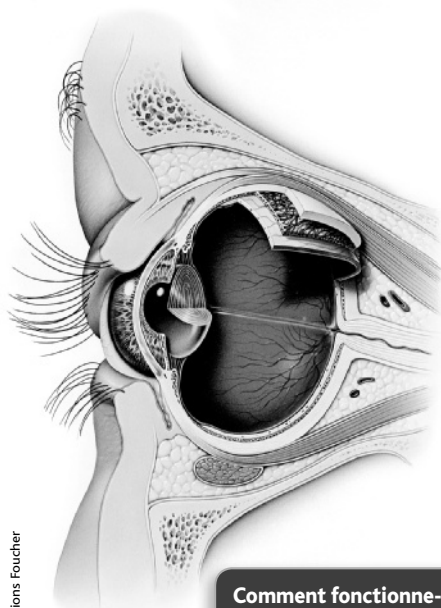
.....

# 18 Correction et protection de l'œil : quelles solutions ?



Comment se protéger les yeux ?

► Activité 8



Comment fonctionne-t-il ?

► Activité 1



Quels sont les risques pour les yeux face aux ultraviolets ?

► Activité 9

## ACTIVITÉ

### Comment l'œil fonctionne-t-il ?

#### DOC. 1 Les différentes parties de l'œil

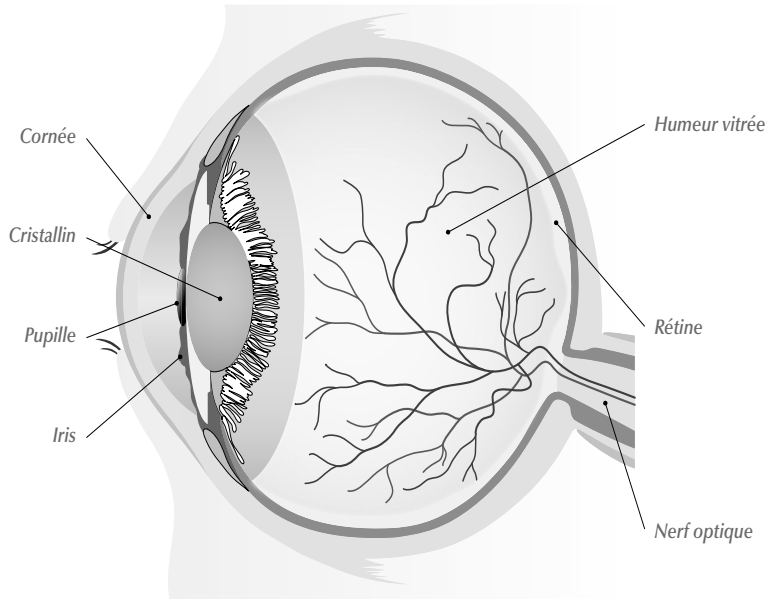
L'œil est comparable à un appareil photo : les rayons lumineux traversent les milieux transparents. Une image est formée, pour un œil sans anomalie particulière, sur la rétine.

L'œil est formé de différentes parties.

- La **rétine** est une membrane fixe, vascularisée, constituée de cellules pigmentaires et visuelles.
- La **cornée** est une membrane transparente qui laisse pénétrer les rayons lumineux.
- Le **cristallin** est une lentille qui permet de voir net à toute distance grâce à l'ajustement de sa courbure.
- La **pupille** est l'orifice central de l'iris. Son diamètre varie selon l'intensité lumineuse.
- L'**iris** donne aux yeux leur couleur. Il limite la quantité de lumière pénétrant dans l'œil.
- L'**humeur vitrée** est un liquide gélatineux qui donne à l'œil sa consistance.
- Le **nerf optique** transmet l'information visuelle au cerveau sous la forme d'impulsions électriques.

#### Travail à réaliser

1. À l'aide des informations contenues dans le doc. 1, **légender** le dessin de la coupe de l'œil.



2. **Associer** au cristallin et à la rétine le matériel optique nécessaire pour une modélisation de l'œil.

*Pour la modélisation de l'œil, le cristallin peut être remplacé par une lentille convergente, et la rétine par un écran par exemple.*



## ACTIVITÉ

## 2

## Quels sont les dysfonctionnements de l'œil ?

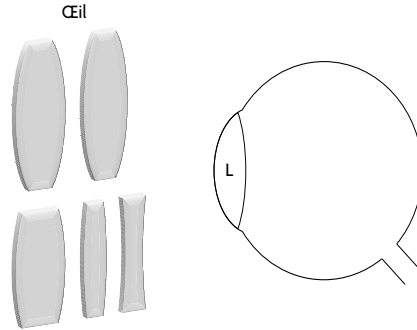
## Matériel

- une maquette d'un œil magnétique
- des lentilles magnétiques convergentes de focales 200 mm et 250 mm
- d'autres lentilles de différentes natures
- un laser multifaisceaux
- une source 5 faisceaux 12 V

## Travail 1 à réaliser

TP

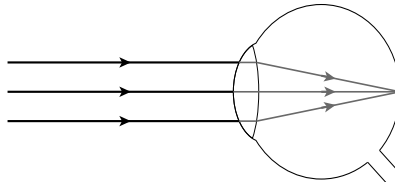
## Modélisation d'un œil normal



1. La source lumineuse est utilisée pour simuler une lumière « naturelle » arrivant sur l'œil. En plaçant la lentille (1) de focale 200 mm dans la zone L indiquée sur le schéma ci-dessus, on simule le fonctionnement d'un œil « normal ». **Indiquer** où se forme alors l'image.

*L'image se forme sur la rétine.*

2. **Tracer** les rayons lumineux arrivant sur l'œil afin de visualiser la position de l'image pour la situation schématisée ci-dessus.



## Travail 2 à réaliser

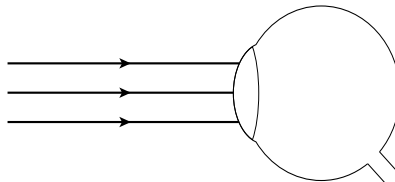
TP

## Modélisation d'un œil hypermétrope

3. En remplaçant la lentille (1) par la lentille (2) de focale 250 mm, on simule le fonctionnement d'un œil présentant une hypermétropie. **Indiquer** où se forme l'image par rapport à la rétine.

*L'image se forme derrière la rétine.*

4. **Tracer**, sur le schéma ci-dessus, les rayons lumineux décrivant la situation d'un œil hypermétrope.



## ACTIVITÉ

# 3

### Comment corriger l'hypermétropie de l'œil ?

#### DOC . 2 Les caractéristiques de l'hypermétropie

Un œil présentant une hypermétropie a des problèmes pour voir de près : les images sont floues. C'est le problème inverse de la myopie et un trouble de l'accommodation.

L'image se forme alors derrière la rétine.



#### Travail à réaliser TP

1. En utilisant la maquette magnétique de l'œil de l'activité 2, **essayer** les différentes lentilles sur la paillasse du laboratoire pour corriger le problème d'hypermétropie.

2. **Indiquer** la focale de la lentille corrigeant ce problème.

*Lentille de distance focale 200 mm environ*.....

3. **Indiquer** la nature de la lentille utilisée.

*Lentille convergente*.....

#### Mémo

- Pour un œil « normal », l'image se forme sur *la rétine*.....
- Pour un œil souffrant d'hypermétropie, l'image se forme *derrière la rétine*.....
- Pour corriger un œil hypermétrope, on utilise une lentille *convergente*..... qui permet alors de former l'image *sur*..... la rétine.

## ACTIVITÉ

# 4

### À quoi sert l'accommodation de l'œil ?

#### DOC . 3 L'accommodation de l'œil

Les enfants de moins de 10 ans souffrent d'hypermétropie physiologique. Lors de la croissance de l'œil, elle se corrige naturellement. L'hypermétropie faible est compensée par l'accommodation du cristallin : il doit devenir plus convergent et sa courbure doit être modifiée.

#### Matériel

- une règle graduée
- une feuille de papier avec « inscriptions »

1. En utilisant une feuille de papier, **mesurer** la distance minimale d'accommodation pour laquelle votre vision est nette.

*Dépend des conditions expérimentales*.....

2. En utilisant le tableau ci-dessous, **indiquer** comment évolue la distance minimale d'accommodation en fonction de l'âge.

Âge (années)	10	15	20	30	40	50	60
Distance minimale d'accommodation (en cm)	7	8	10	15	25	40	100

*Elle augmente avec l'âge*.....

3. **Indiquer** à quoi sert le mécanisme d'accommodation de l'œil.

*Il sert à voir des images nettes*.....

## ACTIVITÉ

## 5

## Comment mesurer un éclairement ?

## DOC. 4 Le luxmètre

Un **luxmètre** est un capteur qui permet de mesurer de façon simple l'éclairement.

L'unité de mesure de l'éclairement est le lux, de symbole lx.

Il est utilisé par les photographes, les cinéastes ou les énergéticiens.



## Matériel

- des lampes de différente puissance : 40 W, 60 W et 75 W
- des lampes de 40 W de nature différente (classique, krypton, basse consommation)
- une règle graduée
- un luxmètre

## Travail à réaliser TP

1. **Placer** le luxmètre à une distance de 1 m de la source.

**Pour les différentes lampes, rester toujours dans les mêmes conditions de travail.**

2. **Mesurer** l'éclairement, noté E, reçu par la cellule du luxmètre.

3. **Compléter** le tableau en indiquant les valeurs de l'éclairement pour les lampes.



Puissance de la lampe (W)	40	60	75
Éclairement E en lux (lx)	.....	.....	.....

**Conclure** quant à la valeur de l'éclairement en fonction de la puissance.

.....

4. **Réaliser** à nouveau l'expérience pour des lampes de même puissance :

- une ampoule « classique » de puissance 40 W ;
- une ampoule « krypton » de puissance 40 W ;
- une ampoule basse consommation 9 W, correspondant à une puissance de 40 W.

5. **Indiquer** les valeurs lues au luxmètre dans le tableau suivant.

Puissance de la lampe (W)	Ampoule « classique »	Ampoule « krypton »	Ampoule basse consommation
Éclairement E en lux (lx)	.....	.....	.....

**Conclure** quant aux résultats trouvés.

.....

Dépend des conditions expérimentales.

- Le luxmètre permet de mesurer *l'éclairement*.....
- Plus la puissance de la lampe est grande, plus l'éclairement mesuré *est grand*.....
- Les lampes de nature différente présentent un *éclairement différent*.....

## ACTIVITÉ 6

### La position de l'éclairage est-elle une gêne pour l'œil ?

1. En regardant une lampe de façon directe, **indiquer** la sensation que l'on éprouve du point de vue visuel.

*Gêne visuelle, « éblouissement »*.....

2. **Indiquer** ce qui nous empêche de regarder longtemps une source lumineuse forte.

*Persistance rétinienne*.....

3. **Proposer** un protocole expérimental utilisant un luxmètre, qui permet de montrer que l'éclairage direct peut présenter une gêne pour l'œil.

#### Matériel

- Luxmètre
- Lampe (de bureau par exemple)

Schéma



Protocole

.. Mesurer l'éclairage en mettant le.....  
luxmètre face à la lampe (simulant.....  
l'éclairage direct).....

.. Mesurer ensuite l'éclairage en.....  
écartant le luxmètre de la lampe.....  
On constate que l'éclairage dans le.....  
1<sup>er</sup> cas est largement supérieur à celui de.....  
la 2<sup>e</sup> situation.....

4. En regardant les deux dessins ci-dessous, **indiquer** le problème d'éclairage lié aux situations représentées.



..... Éclairage insuffisant, mal dirigé..... Éblouissement.....

5. **Indiquer** comment remédier au problème de ces deux situations.

*Modifier la position du bureau ou de la lampe pour obtenir un éclairage dirigé vers la zone de travail ou de lecture. Autre solution : éclairage indirect*.....

## ACTIVITÉ

## 7

## Y a-t-il d'autres domaines de part et d'autre du spectre visible ?

## DOC. 5 Le spectre de la lumière blanche

Une couleur est définie par sa longueur d'onde  $\lambda$  (lambda), ou par un mélange de longueurs d'onde. Par exemple, un rouge « pur » est une radiation monochromatique (une seule fréquence) de longueur d'onde 570 nanomètres (nm).

La lumière blanche est un spectre continu qui contient toutes les longueurs d'onde du domaine visible.

Le domaine visible a des longueurs d'ondes comprises entre 400 et 800 nm.

On obtient ce spectre par dispersion de la lumière blanche à travers un prisme.

On relie la longueur d'onde  $\lambda$  à la fréquence par la relation  $\lambda = \frac{c}{f}$ .

Travail à réaliser 

1. **Indiquer**, à partir du doc. 5, l'intervalle de longueurs d'ondes du domaine visible.

Entre 400 nm et 800 nm. ....

2. En utilisant la formule reliant  $\lambda$  et  $f$ , **indiquer** comment varie la fréquence quand la longueur d'onde augmente.

Elle diminue car  $\lambda$  et  $f$  sont inversement proportionnelles. ....

3. Le domaine des ultraviolets (UV) est compris entre 200 nm et 400 nm. **Indiquer** où interviennent les ultraviolets dans la vie quotidienne.

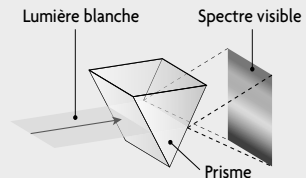
Bancs solaires UV. ....

4. Quand les longueurs d'ondes sont comprises entre 800 nm et 1 mm, il s'agit des infrarouges (IR). **Indiquer** une application des infrarouges.

Lampe IR. ....

## MÉMO

- Le spectre visible est obtenu par *diffraction de la lumière* .....  
*blanche par un prisme* ..... Son domaine de longueur d'ondes est compris entre *400 et 800 nm* ..... De part et d'autre du spectre visible, on trouve *les ultraviolets* ..... et les infrarouges.



## ACTIVITÉ

## 8

## Les lunettes de soleil offrent-elles un confort pour l'œil ?

## Matériel

- une source lumineuse
- un luxmètre
- une paire de lunettes de soleil

Dépend des conditions expérimentales

Travail 1 à réaliser  L'éclairement et les lunettes de soleil

1. **Placer** la source lumineuse à une distance de 50 cm du luxmètre.

2. **Mesurer** la valeur lue au luxmètre :  $E =$  .....

3. **Placer** le filtre (lunettes de soleil) juste devant la source lumineuse.

4. **Mesurer** à présent la valeur de l'éclairement à l'aide du luxmètre :  $E' =$  .....

5. **Indiquer** comment évolue l'éclairement quand on place les lunettes de soleil devant la source lumineuse.

*La valeur de l'éclairement diminue.....*

6. **Indiquer** si les lunettes de soleil offrent un confort pour l'œil.

*Oui, car l'éclairement baisse nettement avec les lunettes de soleil.....*

## Travail 2 à réaliser Les lunettes de soleil

### DOC . 6 Les verres teintés

Les verres sombres, sans protection UV, ne protègent pas les yeux. En effet, davantage de rayons pénètrent dans l'œil. De nombreux fabricants de lunettes de soleil apposent donc sur les verres des logos indiquant la protection :



Les longueurs d'ondes comprises entre 380 et 500 nm sont perçues comme couleur bleue. Des études récentes tendent à montrer que la lumière bleue pourrait être dangereuse pour l'œil.

Certaines personnes utilisent pour le confort de leurs yeux des verres teintés, comme par exemple :

- les verres bruns : ils filtrent la lumière bleue et rendent un ton chaud agréable ;
- les verres jaunes : ils augmentent le contraste. Ils sont appropriés pour le ski et la montagne mais inappropriés pour la conduite automobile.

7. **Indiquer** pourquoi les verres sombres ne protègent pas les yeux.

*Les pupilles s'élargissent en raison de l'assombrissement et davantage de rayons pénètrent dans l'œil.....*

8. **Indiquer** en quoi les verres des lunettes de soleil protègent des ultraviolets (UV).

*Les verres sont des filtres qui ne laissent pas passer les longueurs d'ondes de ce domaine.....*

9. En soi, le rayonnement « infrarouge » n'est pas dangereux pour l'œil. **Indiquer** à quoi sert la protection « anti-IR »

*L'IR peut conduire à une accumulation de chaleur derrière les lunettes. La protection anti-IR permet de la diminuer.....*

### Mémo

- Le port de lunettes de soleil permet *de diminuer*..... l'éclairement.
- Les lunettes de soleil représentent un réel *confort*..... pour l'œil.
- Certains fabricants apposent sur les verres des logos permettant de signaler *les protections*,.....  
*comme anti-UV*.....

## ACTIVITÉ

9

## UVA, UVB et UVC : sont-ils tous néfastes pour l'œil ?

## DOC. 7 Les trois types d'ultraviolets

Les rayons ultraviolets, notés UV, sont des rayons émis par le soleil, de longueurs d'ondes comprises entre 200 et 400 nm. Ils ne sont pas visibles à l'œil nu et peuvent provoquer des coups de soleil sans que soit ressentie de sensation de chaleur. Ils sont divisés en trois catégories :

- les UVA sont la cause du vieillissement de la peau et des yeux. Ils touchent le cristallin, la cornée et la rétine. 90 % des UV pénétrant la Terre sont des UVA ;
- les UVB sont responsables des coups de soleil mais ils sont en partie absorbés par l'atmosphère. 10 % d'entre eux pénètrent à la surface de la Terre ;
- les UVC sont les plus nocifs. Cependant, ils n'atteignent pas la surface de la Terre et sont absorbés par la couche d'ozone.

Travail à réaliser 

1. **Indiquer** les dangers encourus face à l'exposition aux UV.

*Vieillessement de la peau et des yeux, coups de soleil*.....

.....

2. **Proposer** une protection efficace pour les yeux.

*Des filtres, comme les lunettes de soleil*.....

3. En utilisant le texte du doc. 7, **compléter** le schéma en traçant les rayons UVA, UVB et UVC.

4. **Indiquer** les conséquences de la destruction de la couche d'ozone.

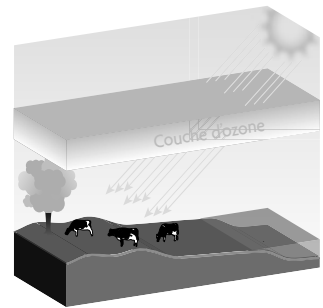
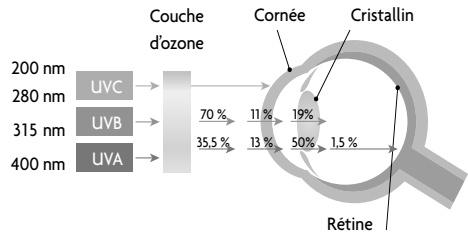
*Filtration diminuée des UV*.....

.....

5. Le sol renvoie une partie des rayons solaires qu'il reçoit. Le tableau ci-contre indique le pourcentage de rayons renvoyés. **Indiquer** la surface pour laquelle les yeux et la peau sont exposés à un plus grand danger.

*La neige avec 80 % de rayons renvoyés*.....

.....



Surface	Pourcentage de rayons renvoyés
Neige	80 %
Sable	17 %
Eau	8 %
Herbe	3 %

- Les UV peuvent être très dangereux pour les yeux.....
- Il faut se protéger des UV avec des filtres anti-UV, comme les lunettes de soleil.....

## Quelles sont les normes d'éclairage sur un lieu de travail ?

### DOC 8 L'éclairage sur le lieu de travail

L'éclairage est un facteur extrêmement important dans le monde du travail.

En effet, en fonction des tâches demandées ou du lieu de travail, des normes ont été fixées quant à l'éclairage minimal. Le tableau suivant donne, pour des exemples d'activités, l'éclairage en lux (lx) :

- valeurs recommandées d'après la norme NF X 35-103 ;
- valeurs minimales réglementaires.

Les bâtiments et lieux de travail doivent être construits de façon à donner un éclairage naturel aux employés.



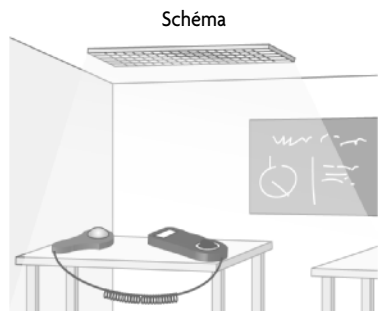
Exemples	Valeurs recommandées (d'après NF X 35-103)	Valeurs minimales réglementaires
Établissements : salles de classe, CDI, dessins d'art	450 lux	300 lux
Travail sur machines	500 lux	
Mécanique de précision, électronique		600 lux
Peinture	750 à 1 000 lux	350 lux
Couloirs, escaliers	100 à 300 lux	40 à 60 lux

Les endroits dans lesquels nous travaillons sont-ils aux normes du point de vue de l'éclairage et sont-ils adaptés ?

### Matériel

### Travail à réaliser

- Proposer** un protocole expérimental permettant de mesurer l'éclairage dans une salle de cours ou dans les locaux des ateliers.



### Protocole

Se positionner sous l'éclairage en.....  
 position de travail puis mesurer.....  
 l'éclairage à l'aide du luxmètre.....  
 .....  
 .....

- Indiquer** la valeur lue sur le luxmètre. *Dépend des conditions expérimentales*.....
- Vérifier** si l'éclairage est homogène en tout point de la salle.
- Indiquer** si la valeur trouvée est en adéquation avec les normes proposées dans le tableau du doc. 8.  
*Dépend des conditions expérimentales*.....



## 1 Le luxmètre

- a. L'éclairement.
- b. lx.

## 2 L'œil et ses anomalies

- a. Faux.
- b. Vrai.
- c. Vrai.

## 3 Les ultraviolets (UV)

- a. Faux.
- b. Vrai.
- c. Vrai.

## 4 Courbe spectrale de l'œil

- a.  $\lambda = 560 \text{ nm}$ .
- b.  $f = \frac{c}{\lambda} = 5,4 \times 10^{14} \text{ Hz}$ .

## 5 Cabine à ultraviolets

- a.  $f_1 = 9,7 \times 10^{14} \text{ Hz}$ .  
 $f_2 = 8,1 \times 10^{14} \text{ Hz}$ .
- b. Radiation 1 : UVB, radiation 2 : UVA.

## 6 Rayon laser

- a.  $\lambda = \frac{c}{f} = 6,5 \times 10^{-7} \text{ m}$ ,  
soit :  $a = 6,5$ .
- b.  $\lambda = 650 \text{ nm}$ .
- c. Couleur rouge.

## Comment varie l'éclairement en fonction de la distance ?

La distance entre la source lumineuse et l'œil est un facteur important pour le confort visuel. L'objectif de ce TP est de trouver la relation entre l'éclairement et cette distance.

1. **Réaliser** le montage ci-contre.



Faire vérifier le montage par le professeur.



2. **Mesurer** l'éclairement, noté  $E$ , reçu par la cellule du luxmètre pour une distance de 1 mètre :

$E = \dots\dots\dots$

*Les résultats dépendent des conditions expérimentales.*

3. **Compléter** le tableau et renouveler l'expérience pour les distances suivantes.

Distance $d$ en mètre (m)	0,25	0,50	0,75	1
Éclairement $E$ en lux (lx)	.....	.....	.....	.....

4. **Indiquer**, à l'aide du tableau de valeurs, si l'on peut écrire une relation de proportionnalité entre l'éclairement  $E$  et la distance  $d$ .

.....

5. En utilisant un tableur de votre choix :

- entrer les valeurs du tableau dans deux colonnes ;
- rajouter une colonne permettant le calcul de  $\frac{1}{d^2}$  ;
- tracer  $E = f\left(\frac{1}{d^2}\right)$  à l'aide du logiciel ;
- indiquer le nom de la représentation graphique obtenue.

.....

6. À l'aide du logiciel, **indiquer** le coefficient reliant  $E$  et  $\frac{1}{d^2}$ .

.....

7. **Écrire** une relation entre  $E$  et  $\frac{1}{d^2}$ .

.....

8. **Remettre** le poste de travail en état.



Faire vérifier les mesures et la remise en état du poste de travail par le professeur.

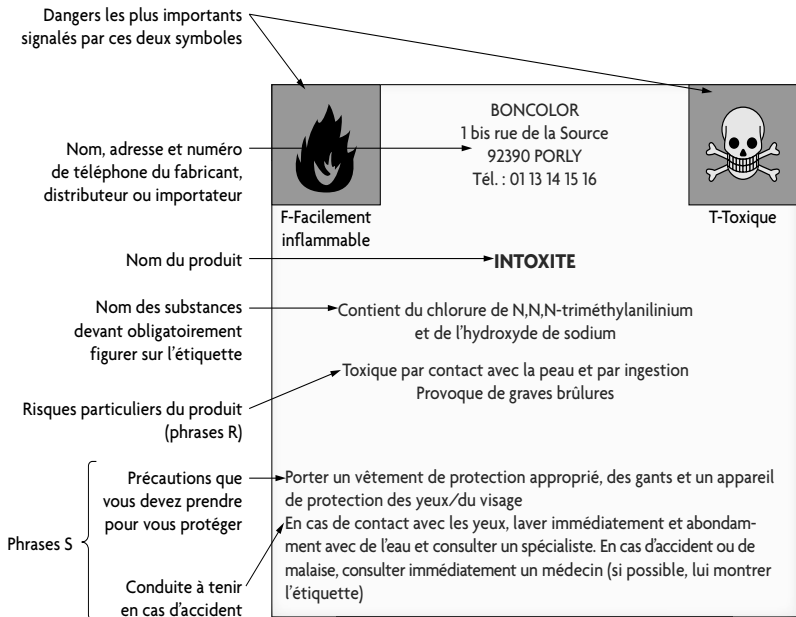
## Produits chimiques : quels dangers ? Comment s'en protéger ?

**objectif** → lire et décoder les informations liées à la sécurité, présentes sur une étiquette











**ARRÊTÉ DU 20 AVRIL 1994 MODIFIÉ**

### Composition d'une étiquette de produit chimique

Les produits de laboratoire ainsi que les produits d'usage courant sont étiquetés de manière à informer l'utilisateur des dangers, des risques qu'ils présentent, et des précautions à adopter lors de leur utilisation.



### Différents symboles de danger : les pictogrammes

 E-Explosif	 O-Comburant	 F+-Extrêmement inflammable	 F-Facilement inflammable	 T+-Très toxique
 T-Toxique	 Xn-Nocif	 C-Corrosif	 Xi-Irritant	 N-Dangereux pour l'environnement

## Équipements de protection





L'analyse des pictogrammes et des phrases de risques et de sécurité permet d'adopter une attitude responsable et de choisir les protections individuelles et collectives indispensables.

Les principaux équipements de sécurité sont : la blouse de coton, les lunettes de sécurité, les gants en latex et la hotte aspirante.

Des pictogrammes peuvent aussi renseigner sur la conduite à tenir.

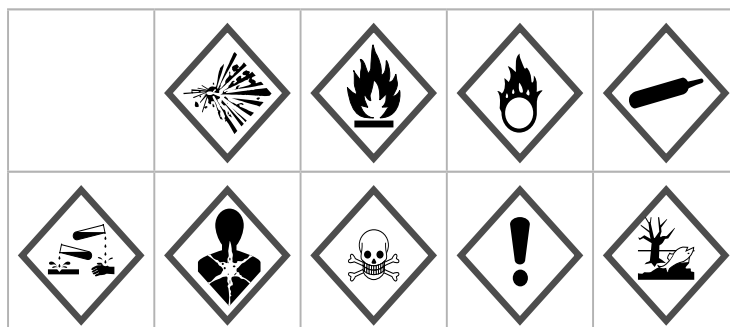


## Exemples de fiches de sécurité

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p><b>DIOXYDE DE SOUFRE</b></p>  </div> </div> <p>T-Toxique</p> <p>R 23 – Toxique par inhalation.</p> <p>R 34 – Provoque des brûlures.</p> <p>S 9 – Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé.</p> <p>S 26 – En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.</p> <p>S 36/37/39 – Porter un vêtement de protection approprié, des gants et un appareil de protection des yeux/du visage.</p> <p>S 45 – En cas d'accident ou de malaise, consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).</p> <p>231-195-2 – Étiquetage CE.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p><b>CHLORURE D'HYDROGÈNE ... (≥ 25 %)</b></p>  </div> </div> <p>C-Corrosif</p> <p>R 34 – Provoque des brûlures.</p> <p>R 37 – Irritant pour les voies respiratoires.</p> <p>S 26 – En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.</p> <p>S 45 – En cas d'accident ou de malaise, consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).</p> <p>231-595-7 – Étiquetage CE.</p>
--	--

## Nouveaux pictogrammes

RÈGLEMENT (CE) N° 1272/2008 DU 16 DÉCEMBRE 2008



## Comment identifier des ions en solution ?

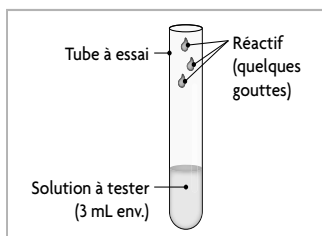
**objectif** → mettre en évidence la présence de certains ions dans une solution

### matériel

- des tubes à essai avec support
- un goupillon
- une pissette d'eau déminéralisée
- une solution à tester
- des réactifs
- un bécher étiqueté « produits usagés »
- une blouse, des gants et des lunettes

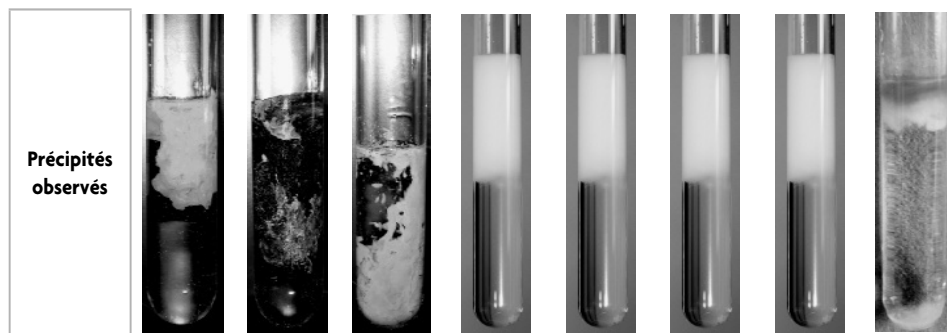
### Mode opératoire

- **Rincer** à l'eau déminéralisée le tube à essai.
- **Verser** environ 3 mL de solution à tester.
- **Ajouter** quelques gouttes de réactif.
- **Attention** à ne pas agiter le tube.
- **Observer** et **conclure** en fonction des données du tableau ci-dessous.



### Exemples de caractérisations d'ions

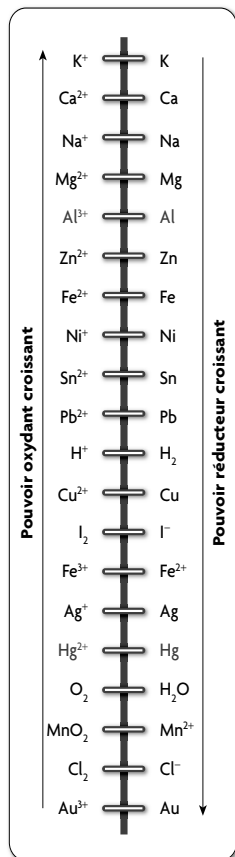
	$\text{CuSO}_4$	$\text{FeSO}_4$	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{ZnSO}_4$	$\text{CaSO}_4$	$\text{NaCl}$	$\text{ZnSO}_4$	$\text{MgSO}_4$
<b>Solutions testées</b>								
<b>Ions mis en évidence</b>	$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Fe}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Mg}^{2+}$
<b>Réactif utilisé</b>	Hydroxyde de sodium	Hydroxyde de sodium	Hydroxyde de sodium	Hydroxyde de sodium	Oxalate de potassium	Nitrate d'argent	Chlorure de baryum	Jaune de thiazole NaOH



**Précipités observés**

Noircit à la lumière

## Comment utiliser la classification électrochimique ?



**objectif 1** → prévoir la possibilité d'une réaction d'oxydoréduction

Entre deux couples rédox, c'est **l'oxydant le plus fort** qui réagit naturellement avec le réducteur le plus fort.

- Exemple avec les couples Hg<sup>2+</sup>/Hg et Al<sup>3+</sup>/Al  
D'après la classification électrochimique, Hg<sup>2+</sup> est l'oxydant le plus fort et Al le réducteur le plus fort ;  
donc les ions mercure (Hg<sup>2+</sup>) réagissent avec l'aluminium (Al) ;  
et le mercure (Hg) ne réagit pas avec les ions aluminium (Al<sup>3+</sup>).

**objectif 2** → écrire l'équation d'oxydoréduction entre deux couples rédox

Une réaction d'**oxydoréduction** est un **échange d'électron(s)**.

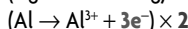
- Exemple avec les couples Hg<sup>2+</sup>/Hg et Al<sup>3+</sup>/Al.

**1<sup>er</sup> étape** : écrire les deux demi-équations.

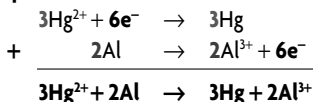
C'est Hg<sup>2+</sup> qui se réduit :  $\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Hg}$ .

C'est Al qui s'oxyde :  $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$

**2<sup>e</sup> étape** : si nécessaire, équilibrer l'échange d'électrons.



**3<sup>e</sup> étape** : faire la somme des deux demi-équations.



Les électrons n'apparaissent pas dans l'équation.

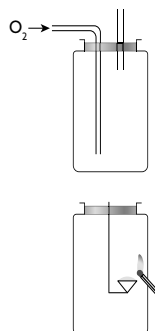
# Comment synthétiser un gaz au laboratoire sous la hotte ?

**objectif** → mettre en évidence la présence de certains ions dans une solution

Se référer aux exemples d'étiquettes de sécurité présentés dans la fiche sécurité avant toute manipulation.

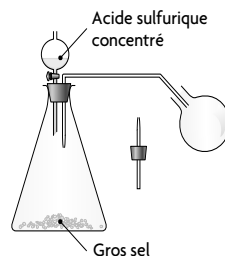
## Synthèse du dioxyde de soufre $\text{SO}_2$

1. **Remplir** un flacon de dioxygène.
2. **Placer** un morceau de soufre dans un support adapté (creuset) et le **porter** à incandescence.
3. **Placer** dans le flacon contenant le dioxygène.  
Le soufre s'enflamme et une épaisse fumée blanche envahit le flacon : c'est du dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ). Un papier-filtre imbibé de solution de permanganate de potassium (violette) et placé à la sortie du flacon nous indiquera que celui-ci est plein de  $\text{SO}_2$  en se décolorant.



## Synthèse du chlorure d'hydrogène $\text{HCl}$

1. **Verser** du gros sel (environ 5 cm) dans un erlenmeyer de 250 mL.
2. **Insérer** un bouchon à deux trous, équipé d'une part d'un entonnoir à robinet et d'autre part d'un tube à dégagement.
3. **Remplir** l'entonnoir à robinet d'acide sulfurique concentré et **placer** un ballon à fond plat au bout du tube à dégagement.  
**Garder** à portée de main un bouchon équipé d'un tube à dégagement droit, pointe effilée tournée vers le haut, adapté au ballon.
4. **Ouvrir** doucement le robinet et **attendre** que le dégagement gazeux commence. Au besoin, **agiter** très légèrement l'erlenmeyer.  
**Surveiller** que la réaction reste **lente**. Le ballon est plein d'acide chlorhydrique gazeux lorsqu'on peut voir de très légères volutes blanches sortir du ballon. Boucher immédiatement avec le bouchon prévu.



# Comment préparer une solution par dilution ?

**objectif** → préparer une solution de concentration précise à partir d'une solution mère de concentration connue

## matériel

- un bécher
- une ou deux pipettes jaugées adaptées au volume à prélever
- un système d'aspiration (poire, propipette...)
- une fiole jaugée
- un bouchon
- une pissette d'eau déminéralisée
- une solution mère
- une blouse, des gants et des lunettes

### 1<sup>re</sup> étape Calcul du volume $V_0$ à prélever

Le volume  $V_0$  (en mL) de solution mère de concentration  $C_0$  (en mol/L) à prélever pour préparer un volume  $V$  (en mL) de solution de concentration  $C$  (en mol/L) est donné par la relation :

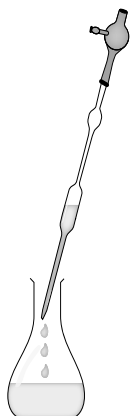
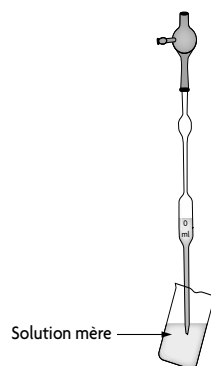
$$V_0 = \frac{C \times V}{C_0}$$

**Exemple** : pour préparer 250 mL de solution d'hydroxyde de sodium de concentration 0,01 mol/L à partir d'une solution mère de concentration 0,1 mol/L, il faudra prélever :

$$V_0 = \frac{0,1 \times 250}{0,01} \quad \text{soit } V_0 = 25 \text{ mL}$$

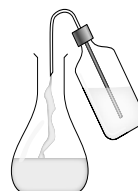
### 2<sup>e</sup> étape Prélèvement du volume $V_0$ à la pipette jaugée

- **Introduire** un volume de solution mère dans un bécher (volume environ deux fois supérieur au volume à prélever).
- **Rincer** la pipette jaugée avec cette solution mère.
- **Aspirer** le volume souhaité jusqu'au trait de jauge en tenant la pipette verticalement.



### 3<sup>e</sup> étape Dilution de la solution mère

- **Verser** le contenu de la pipette dans la fiole jaugée de volume  $V$ .
- **Compléter** la fiole jaugée avec de l'eau déminéralisée jusqu'au trait de jauge.
- **Boucher** la fiole.
- **Agiter** afin d'homogénéiser la solution.





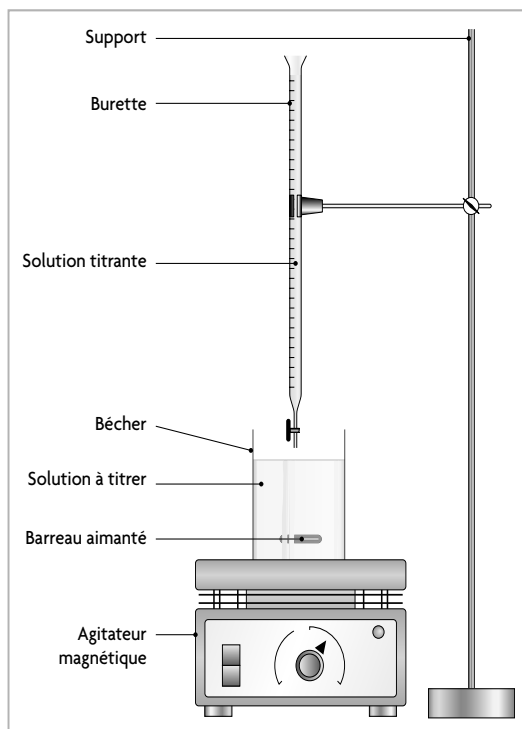
# Comment réaliser un dosage acido-basique ?

**objectif** → préparer et réaliser un dosage acido-basique

## matériel

- une burette + support
- deux béchers étiquetés « solution à titrer »
- un bécher étiqueté « solution titrante »
- un bécher étiqueté « produits usagés »
- une pissette d'eau déminéralisée
- une pipette
- une propipette
- un agitateur magnétique
- un barreau aimanté
- une blouse, des gants et des lunettes
- un indicateur coloré ou un pH-mètre

## 1<sup>re</sup> étape Montage



## 2<sup>e</sup> étape Rinçage

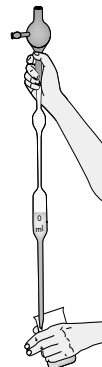
- Verser de la solution à titrer dans le bécher étiqueté « solution à titrer ».
- Rincer la pipette avec un peu de solution à titrer contenue dans le bécher étiqueté « solution à titrer ».

## 3<sup>e</sup> étape Préparation de la burette

- Rincer la burette à l'eau à l'aide de la pissette.
- Rincer la burette avec la solution titrante contenue dans le bécher étiqueté « solution titrante ».
- Remplir la burette avec cette solution.
- Ajuster au zéro le niveau du liquide.

**4<sup>e</sup> étape** Préparation de la prise d'essai

- **Aspirer** la solution à titrer jusqu'au trait de jauge en tenant la pipette verticalement.
- **Ajuster** le trait de jauge en ayant le niveau du liquide à la hauteur des yeux.
- **Vider** dans le deuxième bécher étiqueté « solution à titrer » en tenant la pipette verticalement.
- **Ajouter** le volume d'eau déminéralisée comme précisé dans le protocole.

**5<sup>e</sup> étape** Réalisation du dosage**Dosage colorimétrique**

- **Ajouter** quelques gouttes d'un indicateur coloré dans le bécher étiqueté « solution à titrer ».
- **Ajouter** le barreau aimanté dans le bécher étiqueté « solution à titrer ».
- **Poser** le bécher sur l'agitateur magnétique et faire tourner modérément le barreau (éviter les projections).
- **Verser** la solution titrante de mL en mL jusqu'au changement de couleur.
- **Noter** le volume versé  $V$ .
- **Recommencer** depuis le début en versant rapidement jusqu'à  $(V - 1)$  mL puis au goutte à goutte jusqu'au changement de couleur.

**Dosage pH-métrique**

- **Ajouter** le pH-mètre préalablement étalonné dans le bécher étiqueté « solution à titrer ».
- **Ajouter** le barreau aimanté dans le bécher étiqueté « solution à titrer ».
- **Poser** le bécher sur l'agitateur magnétique et faire tourner modérément le barreau (éviter les projections et le contact avec le pH-mètre).
- **Verser** le volume de solution titrante indiqué par le protocole.
- **Noter** la valeur du pH indiquée.
- **Poursuivre** en versant les volumes de solution titrante indiqués et en notant les valeurs de pH correspondantes.

# Comment utiliser un oscilloscope et un GBF ?

**objectif 1** → visualiser et caractériser des tensions électriques à l'aide d'un oscilloscope

## matériel

- un oscilloscope
- une ou deux prises BNC
- des fils de connexion

## 1<sup>re</sup> étape Présentation et procédure de mise en marche

L'oscilloscope est un **appareil de mesure** qui permet la visualisation de tensions électriques en fonction du temps. Comme le voltmètre, il est toujours branché en dérivation aux bornes d'un dipôle.

**Avant d'effectuer tout branchement :**

► **vérifier** que :

- tous les boutons-poussoirs sont en position relâchée ;
- tous les boutons de calibre sont en butée à droite ;
- les leviers de couplage de la tension sont sur 0 ;

► **mettre sous tension et utiliser** les boutons de *luminosité*, de *focalisation* et de *position verticale* afin d'obtenir à l'écran une trace horizontale fine, nette et centrée verticalement.

## 2<sup>e</sup> étape Observation d'un signal

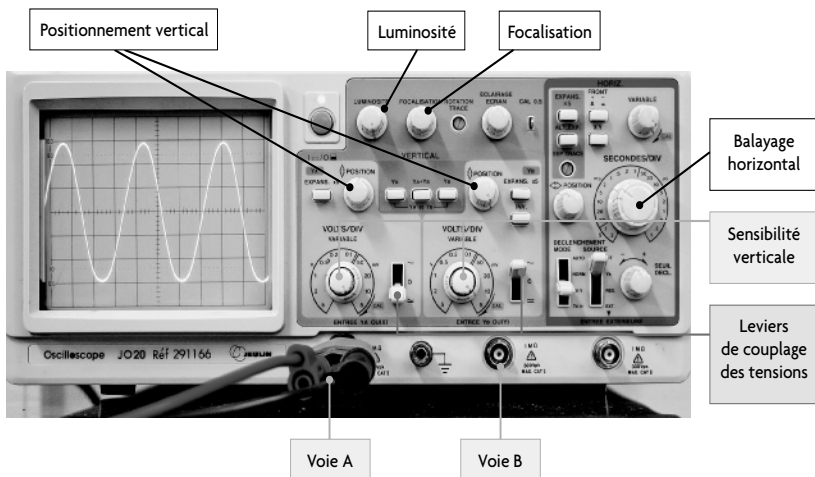
► **Choisir** la ou les voies à visualiser (utiliser la voie A, comme sur la photographie ci-dessous, si une seule tension est à visualiser).

► **Placer** le ou les leviers de couplage en position  $\approx$ .

► **Relier** l'oscilloscope au circuit afin de lui appliquer la ou les tensions à visualiser.

► **Régler** la sensibilité verticale pour obtenir un déplacement maximal du spot.

► **Régler** le balayage pour observer environ deux périodes à l'écran.



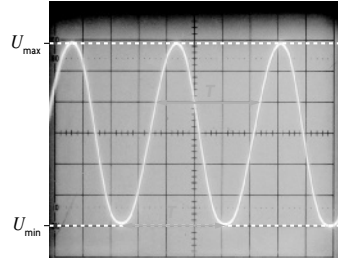
## 3<sup>e</sup> étape Caractéristiques du signal observé

Un oscillogramme permet de déterminer les caractéristiques suivantes du signal observé :

- sa tension maximale  $U_{\max}$ , en volts (V) ;
- sa période  $T$ , en secondes (s) ;
- sa fréquence  $f$ , en hertz (Hz), en appliquant la relation :

$$f = \frac{1}{T}$$

où  $T$  est exprimée en s et  $f$  en hertz.



① Détermination de la tension maximale  $U_{\max}$  :

► **compter** le nombre de divisions verticales correspondant à la hauteur du « pic » : sur l'exemple ci-dessus 3 div. (*divisions*) ;

► **lire** la sensibilité verticale : ci-contre 5 V/div. ;

► **calculer** la tension maximale :  $U_{\max} = 15 \text{ V}$  (3 div.  $\times$  5 V/div.).



② Détermination de la période  $T$  :

► **compter** le nombre de divisions horizontales correspondant à une période : sur l'exemple ci-dessus : 3,8 div. (*divisions*) ;

► **lire** la durée du balayage : ci-contre 2 ms/div. ;

► **calculer** la période :  $T = 7,6 \text{ ms}$  (3,8 div.  $\times$  2 ms/div.).

**objectif 2** → délivrer une tension périodique à l'aide d'un GBF

### matériel

- un GBF

### Présentation

Le GBF (générateur basses fréquences) est un générateur de tension pouvant délivrer des signaux périodiques de **forme**, de **fréquence** et de **amplitude** réglables.

### Réglages

Sélecteur de gamme de fréquence ①

Bouton de réglage de l'amplitude ②

- **Choisir** la forme de signal voulue à l'aide du sélecteur ③.
- **Régler** la fréquence sur la valeur désirée à l'aide du sélecteur ① et du bouton de réglage ④.



Sélecteur de forme du signal ③

Bouton de réglage de la fréquence ④

Sur l'exemple ci-contre, le GBF est réglé pour délivrer un signal sinusoïdal de fréquence 1 000 Hz.

Sélecteur ① sur 100 et bouton de réglage ④ sur 10, soit (10  $\times$  100) Hz.

► **Régler** l'amplitude à l'aide du bouton de réglage ② en y associant, si nécessaire, un voltmètre pour obtenir une valeur exacte.

# L'énergie : quelles formes d'énergie, quels modes de transfert, qu'est-ce qu'une chaîne énergétique ?

**objectif 1** → dans une situation donnée, identifier les formes d'énergie et les modes de transfert

## La problématique de l'énergétique

En général, la réalisation des activités humaines, vitales ou de confort, ne se fait pas de manière spontanée ; elle nécessite au départ un apport extérieur : il faut utiliser et consommer de l'ÉNERGIE.

Se posent donc quelques questions fondamentales incontournables.

Pour une activité déterminée (une finalité) :

- dispose-t-on sur place d'une réserve ou d'un stock d'énergie disponible ?
- si oui, cette énergie est-elle directement utilisable pour répondre à la finalité souhaitée, et, éventuellement, comment la rendre utilisable ?
- si non, comment déplacer l'énergie pour l'amener là où elle est utile ?

**Exemple** : pour se chauffer, c'est-à-dire augmenter ou maintenir la température d'un local d'habitation, par un système à eau chaude, il faut disposer d'un stock de combustible (fuel, charbon, bois...), réaliser une combustion (brûleur ou foyer) pour chauffer de l'eau, la déplacer (par un réseau de tuyaux), créer les conditions de transmission de l'énergie de l'eau à l'air du local (par les radiateurs).

## Les formes d'énergie

Au départ, les réserves d'énergie que l'on pourra utiliser se trouvent nécessairement dans la nature ; l'énergie est donc liée à la matière, à sa quantité disponible et à sa constitution.

Selon la nature de la matière, on distingue différentes formes d'énergie :

- **l'énergie potentielle** : c'est celle que possèdent des corps du fait de leurs positions relatives et susceptibles d'évoluer ;
- **l'énergie cinétique** : c'est celle que possède un corps en mouvement du fait de sa vitesse ;
- **l'énergie thermique** : c'est celle que possède un corps du fait de l'agitation des particules qui le composent lorsqu'il n'est pas au zéro absolu, c'est-à-dire lorsqu'il a une température absolue supérieure à 0 kelvin ;
- **l'énergie chimique** : c'est celle que possèdent un ensemble de composés susceptibles d'évoluer, lors d'une réaction chimique, par réorganisation ou échanges de particules entre les atomes qui les constituent ;
- **l'énergie nucléaire** : c'est celle que possède un corps de par la modification interne possible du noyau des atomes dont il est formé.

*Remarque* : on parle de « stock » ou de « réservoir », lorsque la quantité d'énergie présente est très grandement supérieure à l'énergie nécessaire à une finalité donnée en temps limité.

**Exemple 1** : un corps situé à une distance  $d$  du sol de la Terre est soumis à la pesanteur et a tendance à tomber ; il possède de l'énergie potentielle.

**Exemple 2 :** un corps en mouvement entrant en contact avec un autre corps est susceptible de le déformer, de le briser ou de le mettre en mouvement ; il possède de l'énergie cinétique.

**Exemple 3 :** un corps à une température  $T_1$  est capable d'élever la température  $T_2$  ( $T_2 < T_1$ ) d'un autre corps avec lequel il est en contact ; il possède de l'énergie thermique.

**Exemple 4 :** lors de la combustion du butane dans l'air au niveau du brûleur d'une plaque chauffante, ces corps disparaissent pour former de l'eau et du dioxyde de carbone, et l'énergie libérée est susceptible d'élever la température d'autres corps ; le mélange butane-air possède de l'énergie chimique.

**Exemple 5 :** les transformations qui se produisent au sein des noyaux des atomes de certains corps comme l'uranium libèrent de l'énergie susceptible de faire fonctionner des centrales électriques ; un tel corps possède de l'énergie nucléaire.

### Les modes de transfert de l'énergie

Les formes d'énergie étant liées à la matière, les stocks se trouvent donc au départ dans la nature ; pour disposer d'une énergie à l'endroit voulu, se pose le problème de son transfert jusqu'au lieu de son utilisation.

L'énergie étant liée à la matière, un des moyens peut consister simplement à transporter de la matière par des moyens classiques (véhicules, canalisations). Son transfert peut aussi se faire sans déplacement **macroscopique** de matière ; on parle alors de « modes de transfert de l'énergie ».

- **La chaleur** : c'est la transmission de l'agitation des particules d'un corps chaud vers un corps froid ; c'est en fait un flux d'énergie thermique.
- **Le travail** : lorsqu'un corps est soumis à une action mécanique, celle-ci peut modifier son mouvement, et donc faire varier son énergie cinétique, ou provoquer sa déformation en changeant les positions relatives des éléments qui le constituent, et donc faire varier son énergie potentielle. C'est l'association action mécanique + déplacement qui permet de transférer de l'énergie.
- **Le rayonnement** : même en l'absence de matière, de l'énergie peut être transférée ; elle est alors transférée par des ondes électromagnétiques.

**Exemple 1 :** lorsqu'un feu de bois est allumé dans une cheminée, la température est élevée au niveau du foyer du fait de la combustion. On constate que les autres endroits de la pièce voient également leur température s'élever ; l'énergie libérée par la combustion se transfère par la chaleur à l'air de la pièce.

**Exemple 2 :** pour soulever une charge posée sur le sol, il suffit d'exercer sur elle une action mécanique, vers le haut et de valeur suffisante, à l'aide d'un câble par exemple. Le solide s'éloigne du sol, augmentant ainsi son énergie potentielle ; le transfert d'énergie est assuré par le fait que la force exercée provoque le déplacement (si la valeur de la force est insuffisante, il n'y a pas de déplacement et pas de transfert d'énergie).

**Exemple 3 :** c'est un lieu commun qu'il y a transfert d'énergie entre le Soleil et la Terre. Ce transfert ne peut être de la chaleur car entre la Terre et le Soleil il y a du vide, c'est-à-dire des espaces sans aucune matière ; c'est le rayonnement électromagnétique produit au niveau des réactions nucléaires sur le Soleil qui assure le transfert.

**objectif 2** → dans une situation donnée, identifier les convertisseurs d'énergie

### Les convertisseurs d'énergie

Si dans la nature on peut trouver des stocks d'énergie, la forme sous laquelle elle est présente n'est pas forcément adaptée à l'utilisation souhaitée.

Il est donc nécessaire de disposer de systèmes technologiques plus ou moins complexes dont la fonction va être de convertir une forme d'énergie ou un mode de transfert en une autre forme d'énergie ou un autre mode de transfert, ou d'en modifier les caractéristiques. Tous ces systèmes, qui constituent l'immense majorité des objets inventés et fabriqués par l'homme depuis la préhistoire, portent le nom de **convertisseurs d'énergie**.

**Exemple 1 :** ce n'est pas parce qu'une cuve remplie de fuel et l'air ambiant contiennent une grande quantité d'énergie sous forme chimique que, placée à l'intérieur d'une pièce, cela permet d'élever la température de la pièce.

Pour élever la température d'une pièce, il faut pouvoir augmenter son énergie thermique ; il y a nécessité d'un système qui puisse transformer l'énergie chimique du mélange fuel + air en chaleur qui diffusera dans la pièce : c'est la fonction du brûleur d'une chaudière.

**Exemple 2 :** lorsque l'on souhaite s'éclairer, il faut que de l'énergie soit transférée par des ondes électromagnétiques dans les fréquences du visible.

Si on est relié à un réseau de distribution d'électricité, celui-ci assure le transfert de l'énergie mais sous l'aspect de travail électrique (déplacement dans les fils des électrons sous l'action des forces dues à la différence de potentiel) ; il est donc nécessaire d'avoir un système permettant la transformation de ce travail électrique en rayonnement : c'est la fonction des lampes.

**Exemple 3 :** lors du levage d'une charge à l'aide d'un treuil, on fournit du travail en rotation sur le tambour ; lorsque le câble relié à la charge s'enroule sur le tambour, cela permet d'élever la charge de manière linéaire, c'est-à-dire de lui fournir du travail en translation rectiligne.

**objectif 3** → dans une situation donnée, schématiser une chaîne énergétique

### La chaîne énergétique

Pour qu'une activité finalisée se réalise, il faut disposer d'énergie, que l'on qualifie parfois d'« énergie primaire », la transférer, la transformer.

Établir une chaîne énergétique consiste à décrire tout ou partie du parcours et des transformations de l'énergie depuis l'énergie primaire jusqu'à son utilisation. Dans une telle chaîne n'est présent que ce qui est relatif à l'énergie, tout autre aspect étant exclu et notamment les noms des objets qui constituent une autre façon de décrire un système.

**Exemple :** dans le cas du chauffage au fuel, l'énergie primaire est de l'énergie chimique qui, transformée en chaleur, permet d'augmenter l'énergie thermique de l'eau du circuit ; cette eau est transportée dans le lieu à chauffer où l'énergie thermique est échangée avec l'air du local, qui augmente ainsi son énergie thermique.

## La schématisation des chaînes énergétiques

La description d'une chaîne énergétique avec des mots peut être longue, difficile à suivre et donc pas toujours explicite ; aussi est-il intéressant de la représenter en la schématisant.

Pour cela, il faut choisir des symboles qui représenteront les différents éléments présents dans une chaîne énergétique.



Symbole d'un « **réservoir** », lieu où est stockée la forme d'énergie ; on indique à l'intérieur le nom de la forme d'énergie correspondante.



Symbole d'un **mode de transfert** ; on indique au-dessus le nom du mode de transfert concerné.



Symbole d'un **convertisseur** ; il n'y a aucune indication à l'intérieur car seule sa fonction dans la chaîne énergétique est prise en compte.

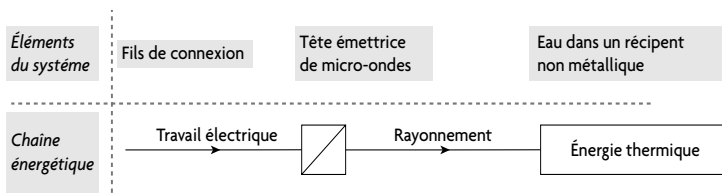


Symbole de **conduits** (tuyaux) lors du transport de fluides (liquides ou gaz) dans une situation donnée.

Schématiser une chaîne énergétique correspondant à une situation, c'est donc réaliser un assemblage en accolant ces différents symboles afin de décrire le parcours et les transformations de l'énergie dans cette situation.

Pour une meilleure compréhension, il est intéressant de mettre en parallèle les objets, mais en séparant bien les deux niveaux de description.

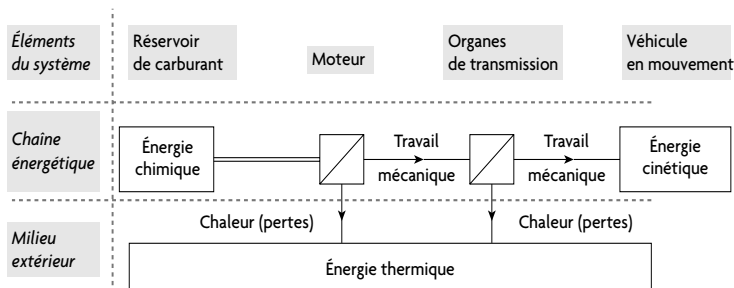
### Exemple 1 : chauffage d'eau au micro-ondes



### Exemple 2 : automobile en train de rouler

Dans un tel cas, une partie de l'énergie consommée est dissipée dans le milieu extérieur à cause des frottements et de la conductibilité des métaux utilisés.

Pour la finalité recherchée, cela correspond donc à des pertes ; dans un souci de clarification, on peut aussi faire apparaître ces pertes dans la représentation.





















STDI

Éditions Foucher - Vanves - Mai 2010 - 01 - IH - DL/DC