

ÉDITIONS
LOISIRS
ET PÉDAGOGIE

apprendre

—
Paul Avanzi
Alain Kespy
Jacques Perret-Gentil
Daniel Pfistner

—
Secondaire 1

SCIENCES DE LA MATIÈRE



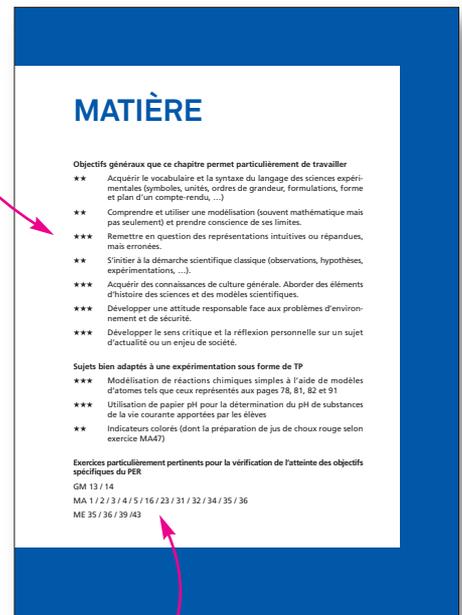
Présentation du livre

Pour atteindre les objectifs explicites du Plan d'études romand (PER), mais aussi ceux plus implicites d'un enseignement de qualité en sciences expérimentales (acquérir un sens critique, augmenter sa curiosité, comprendre notre environnement technique, etc.), l'enseignant doit jongler avec de nombreux types d'activités qui vont du cours frontal au défi lancé aux élèves pour résoudre une situation expérimentale en passant par des démonstrations, des visites d'expositions, des résolutions d'exercices, des éléments d'histoire des sciences, des débats sur l'actualité scientifique ou technique, etc.

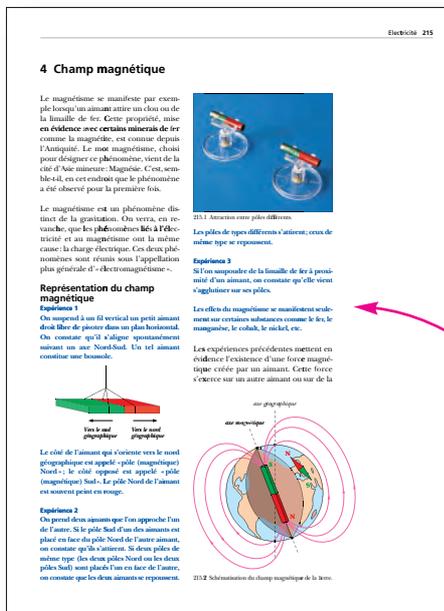
Tous les chapitres ne sont pas égaux pour atteindre tel ou tel type d'objectif; il nous a semblé intéressant de qualifier ces derniers au début de chaque chapitre à l'aide d'une, deux ou trois étoiles. Nous avons complété cela par quelques exemples d'activités pratiques dont nous avons constaté le succès auprès des élèves, ainsi qu'une liste ni exhaustive, ni exclusive mais plutôt exemplaire d'exercices correspondant aux contenus proposés par le PER.

Vous constaterez, en feuilletant cet ouvrage, qu'on vous propose de quoi alimenter la plupart des types d'activités citées ci-dessus. En effet, nous sommes convaincus que la diversité des approches est à la didactique ce que la biodiversité est à la nature : vitale !

Au début de chaque chapitre, des étoiles qualifient les objectifs généraux et les sujets adaptés à une expérimentation sous forme de TP.



Liste d'exercices pertinents pour la vérification de l'atteinte des objectifs du PER



Voici quelques aspects de cet ouvrage qui illustrent la variété des types d'activités proposés aux élèves.

La présentation des notions théoriques est illustrée par des situations expérimentales qu'on peut dans la plupart des cas reproduire en classe si on dispose d'un équipement correct de laboratoire. Ces expériences sont expliquées, illustrées et analysées dans la perspective d'une modélisation toujours conceptuelle, parfois mathématique, des phénomènes observés.

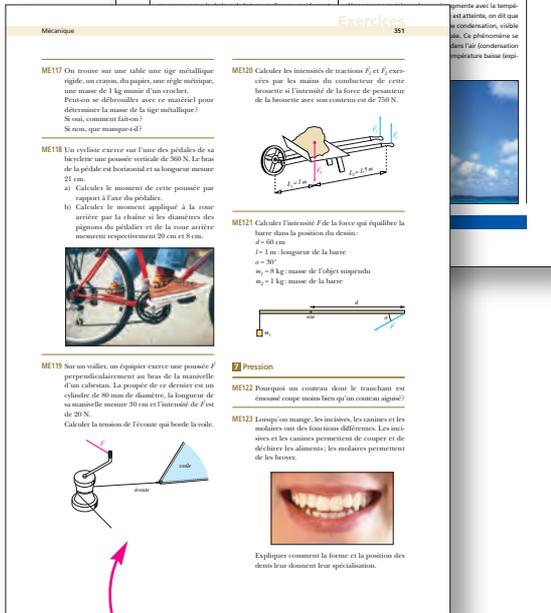
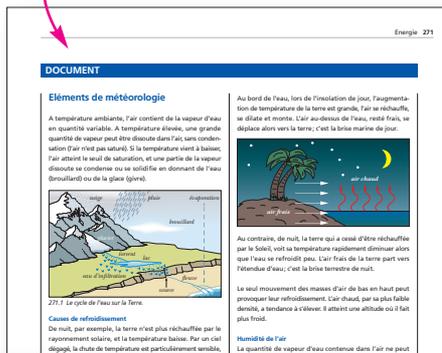
Des expériences illustrent les notions théoriques.

De nombreuses pages intitulées « Document » permettent de présenter des applications à la vie quotidienne des notions théoriques étudiées, d'aborder des éléments d'histoire des sciences ou d'alimenter un débat sur des enjeux de société.

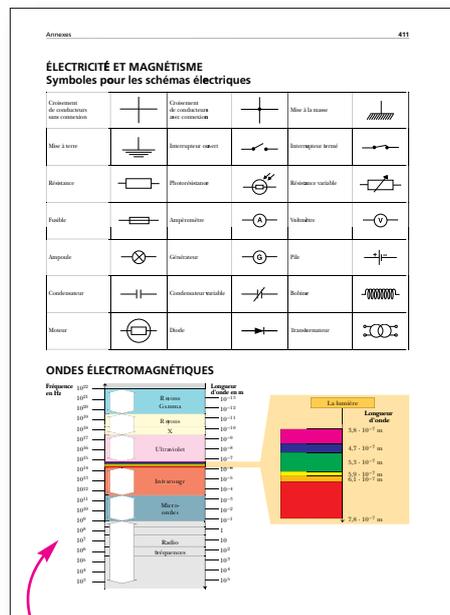
Les exercices ne sont de loin pas tous numériques. Si l'apprentissage par les élèves de la capacité d'appliquer correctement les relations numériques (formules) qui décrivent les phénomènes est certainement nécessaire, il n'est pas moins indispensable de s'assurer aussi de leur bonne compréhension qualitative des modèles utilisés; pour cela, de nombreux exercices d'apparence simplistes sont pourtant très utiles pour vérifier si les élèves ont vraiment compris et faire sortir du bois certaines préconceptions qui ont la vie dure.

Les exercices proposés sont très nombreux, bien trop nombreux pour simplement imaginer les aborder tous; mais cela permet de choisir, de reprendre des mêmes notions sous divers aspects et de donner du grain à moudre aux élèves – ils existent! – qui en redemandent. Pour tous ces exercices, les réponses, mais aussi des solutions développées, sont proposées en ligne sur le site internet des éditions LEP.

Des documents variés complètent les notions théoriques.



De nombreux exercices à choix permettent de vérifier la pleine compréhension des sujets étudiés.



Les annexes regroupent de nombreux tableaux récapitulatifs et des biographies de savants.

Les annexes contiennent quelques éléments encyclopédiques comme des données astronomiques, des constantes physiques ou de courtes biographies de quelques savants parmi les plus importants.

Nous pourrions bien entendu proposer des séquences d'enseignement en utilisant les diverses ressources contenues dans ce livre, mais chacun de nous quatre le ferait différemment en fonction de multiples paramètres. C'est la spécificité d'un ouvrage de référence de fournir la matière pour permettre à chaque enseignant de construire ses cours selon son style sans proposer un cheminement précis et donc contraignant.

Sommaire

GRANDEURS MESURABLES	9
1 Système international d'unités (SI)	10
2 Les grandeurs dérivées.....	14
VERS L'INFINIMENT GRAND (ASTRONOMIE)	19
1 Le système solaire	20
2 L'Univers	37
VERS L'INFINIMENT PETIT (STRUCTURE DE LA MATIÈRE)	53
1 Vers l'infiniment petit	54
MATIÈRE	63
1 Histoire et applications de la chimie.....	64
2 La structure de la matière.....	70
3 Les états de la matière	71
4 Le gaz et la température	73
5 Le tableau périodique des éléments.....	74
6 Combustibles et hydrocarbures.....	80
7 Réactions chimiques	86
8 L'eau et ses solutions, le pH	91
9 Chimie et environnement.....	95
OPTIQUE	119
1 La lumière.....	120
2 Ombres et éclipses.....	127
3 Réflexion de la lumière	132
4 Réfraction de la lumière	135
5 Décomposition de la lumière	140
6 Les couleurs.....	143
MÉCANIQUE	153
1 Notion de vitesse	154
2 Les forces	155
3 Accélération	163
4 Les lois de Newton.....	164

5	La gravitation universelle	165
6	Moment de force.....	171
7	Pression.....	175
8	Gaz parfaits.....	182
9	La force d'Archimède	186

ÉLECTRICITÉ..... 191

1	Interaction électrique.....	192
2	Courant électrique.....	198
3	La sécurité en électricité.....	211
4	Champ magnétique.....	215

ÉNERGIE 217

1	Notion d'énergie	218
2	Travail et énergie mécanique	228
3	Chaleur et énergie thermique.....	243
4	Energie électrique	274
5	L'énergie nucléaire	281
6	Les transformations d'énergie.....	285
7	Energie et problèmes de société	305

EXERCICES 319

GM1 à GM18	320
IG1 à IG14	322
IP1 à IP2.....	323
MA1 à MA58	324
OP1 à OP88.....	328
ME1 à ME191.....	340
EL1 à EL77.....	372
EN1 à EN271	373

ANNEXES 405

Tableaux.....	406
Quelques éléments biographiques dans l'ordre chronologique	419
Tableau périodique des éléments.....	423

Le Soleil



Le Soleil est notre étoile. Les Grecs l'appelaient Hélios, les Romains Sol et les Egyptiens Râ. Elle est l'une des 100 milliards d'étoiles qui composent notre galaxie; elle se situe aux trois cinquièmes de la distance de son centre à sa périphérie. Bien qu'étant une étoile très ordinaire, le Soleil est l'objet de toutes nos attentions, car c'est lui qui dispense l'énergie indispensable à notre vie et rythme la plupart des détails de notre quotidien. De plus, sa proximité en fait un formidable laboratoire de l'astronomie stellaire et nous aide à comprendre le fonctionnement de l'Univers.

Une sphère de gaz

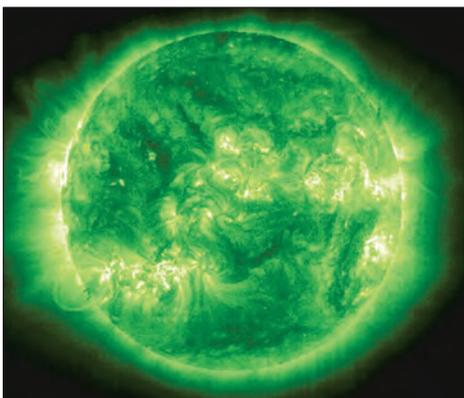
Le Soleil contient plus de 99,8 % de la masse totale du système solaire, c'est-à-dire 2000 millions de milliards de milliards de tonnes ($2 \cdot 10^{30}$ kg), l'équivalent de 330 000 fois la masse de la Terre. Sa masse est composée actuellement de 75 % d'hydrogène, 23 % d'hélium, 1 % d'oxygène et 1 % d'une soixantaine d'éléments différents. Si l'on considère le nombre d'atomes, on constate qu'il est constitué de 92,1 % d'atomes d'hydrogène, 7,8 % d'atomes d'hélium et seulement 0,1 % pour l'ensemble des atomes plus lourds. On peut donc considérer le Soleil comme une sphère gazeuse d'hydrogène et d'hélium, d'un diamètre avoisinant 1 400 000 km, soit 110 fois le diamètre de la Terre.

Situé à 150 millions de kilomètres de la Terre, on observe que sa surface jaune

visible (la photosphère) n'est pas homogène. On distingue des taches, des éruptions cycliques ainsi que de formidables protubérances. Si la photosphère a une température de 5770 K, les taches qui peuvent atteindre un diamètre de 50 000 km sont des régions plus froides avec seulement 3800 K. Le nombre de ces taches varie au cours du temps, selon un cycle de 11 ans (maximum en 1980, 1991, 2002...). Ce cycle influence la haute atmosphère terrestre et gouverne la fréquence des aurores boréales. Les taches semblent être causées par des interactions encore pas très bien comprises avec le champ magnétique solaire.

Au-dessus de la photosphère se situe une région ayant une épaisseur de 3000 km, appelée chromosphère; dans cette région, les températures passent de 4500 K à 10 000 K; c'est dans cette région que sont émises les principales raies de l'hydrogène qui donnent à la chromosphère sa couleur rouge visible lors d'une éclipse.

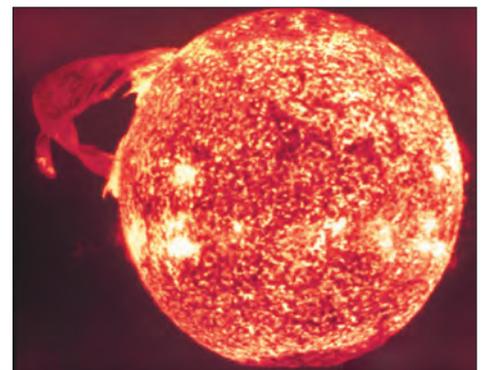
Au-delà de la chromosphère s'étend une région où la densité de matière est faible (environ un centième de celle de l'air que nous respirons). Cette région, appelée la couronne, s'étend sur plus de 1 million de kilomètres et n'est visible que lors des éclipses totales de Soleil. Pourtant, la température remonte dans la couronne jusqu'à plusieurs millions de degrés. Cette variation anormale révèle l'existence quelque part dans le Soleil d'une source d'énergie capable de chauffer l'atmosphère extérieure.



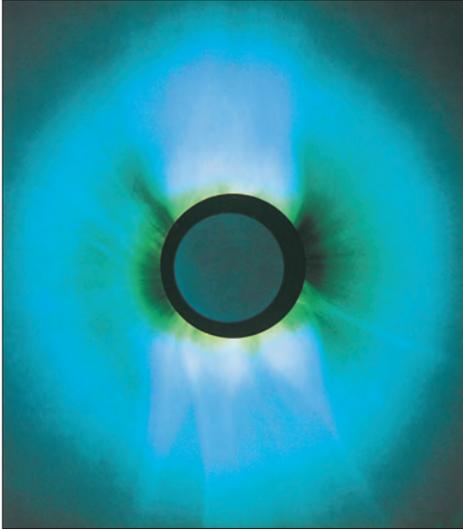
22.1 Photographie du Soleil vu aux rayons X.



22.2 Les aurores boréales sont dues au vent solaire.



22.3 Cette protubérance s'étend à plusieurs centaines de milliers de kilomètres de la surface du Soleil.

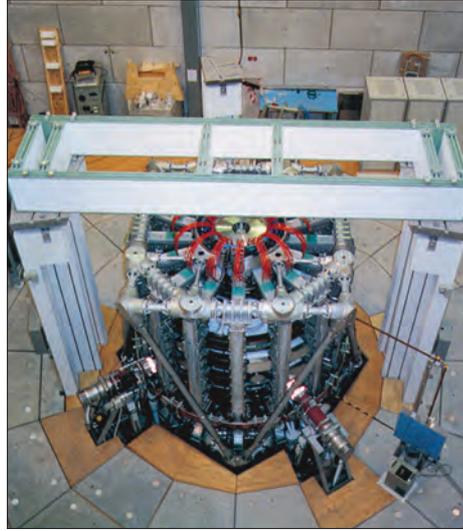


23.1 Observation de la couronne solaire lors d'une éclipse totale.

Des explications relatives à des ondes de choc d'origine sismologique ont été faites, ainsi que des explications relatives à des ondes magnétiques. C'est aujourd'hui cette dernière explication qui semble la plus probable par défaut d'une explication vraiment convaincante.

L'intérieur du Soleil

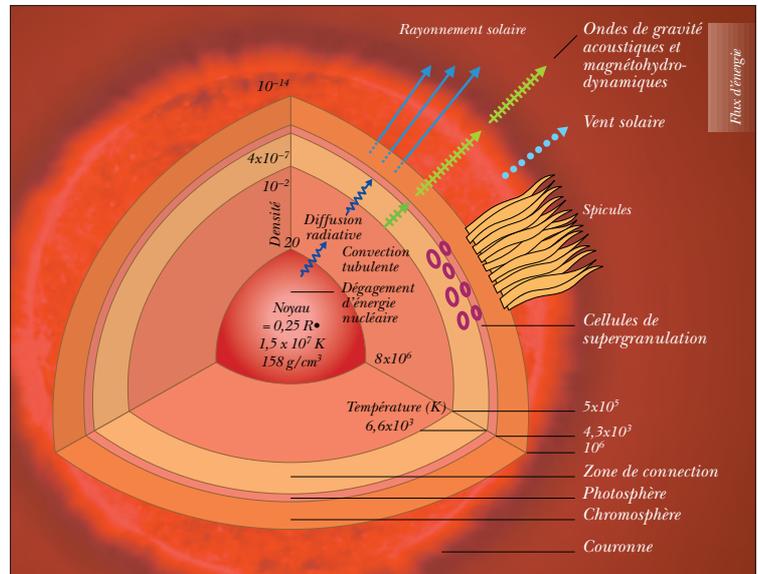
En s'enfonçant sous la surface du Soleil, on rencontre une zone où une activité permanente et furieuse règne (zone de convection). Cette agitation est à l'origine des protubérances et des sursauts sismiques du Soleil. A une profondeur de 100 000 km, la matière solaire retrouve un certain calme. Progressivement, la pression et la température s'élèvent. A une profondeur d'environ 500 000 km, on atteint le noyau. L'agitation reprend à vive allure et la température atteint 15 millions de degrés. La densité est plus de 150 fois plus élevée que celle de l'eau. Les conditions sont telles que la fusion thermonucléaire peut avoir lieu. L'agitation est telle que les noyaux d'hydrogène (protons) se percutent pour former essentiellement des noyaux d'hélium. Chaque seconde, 582 millions de tonnes d'hydrogène sont converties en 578 millions de tonnes d'hélium et 4 millions de tonnes d'énergie sous forme de rayons gamma. Dans son voyage vers la surface solaire, cette énergie est d'abord absorbée puis réémise par



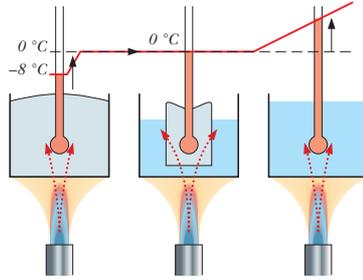
23.2 Dans un Tokamak, on tente d'exploiter la fusion nucléaire en vue d'une production d'énergie.

radiation à des températures de plus en plus basses; près de la surface, la convection vient compléter le processus. On estime à 1 million d'années le temps nécessaire au transfert d'énergie du noyau à la surface du Soleil.

Ce modèle de fonctionnement du Soleil est le résultat d'une combinaison entre les observations et les théories physiques qui régissent la matière. Bien sûr, certains phénomènes restent mal expliqués, et il est logique de se poser la question si nous pouvons extrapoler nos connaissances acquises en laboratoire au brasier solaire.



23.3 Modélisation schématique des principales caractéristiques du Soleil.



254.1 Si l'on apporte de la chaleur à un bloc de glace, la température reste proche de 0 °C pendant que la glace fond.

La chaleur latente de fusion

Des expériences de calorimétrie montrent que la chaleur Q_F nécessaire à la fusion d'un corps solide :

- est proportionnelle à la masse m de ce corps ;
- dépend de la substance constituant ce corps :

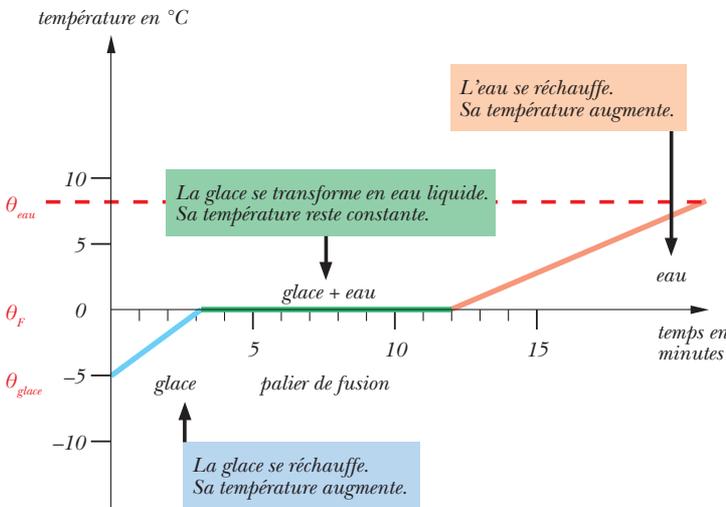
$$Q_F = m \cdot L_F$$

La constante de proportionnalité L_F caractérise la substance. C'est sa **chaleur latente de fusion**. Son unité est le $[J \cdot kg^{-1}]$.

Sa valeur représente l'énergie qu'il faut fournir à 1 kg de la substance à sa température de fusion, pour le faire fondre entièrement.

Le palier de fusion

On chauffe un glaçon. Le graphique représente les températures mesurées durant la fusion, en fonction du temps t .



254.2 Le palier de fusion de la glace.

Substance	$L_F [J \cdot kg^{-1}]$
Aluminium	$3,96 \cdot 10^5$
Fer	$2,67 \cdot 10^5$
Glace	$3,3 \cdot 10^5$
Mercure	$0,11 \cdot 10^5$
Plomb	$0,25 \cdot 10^5$

254.3 Chaleur latente de fusion de quelques substances.

La courbe obtenue se compose de trois parties distinctes.

- a) La température de la glace augmente de sa valeur initiale θ_{glace} jusqu'à la température de fusion θ_F . La chaleur reçue par la glace est :

$$Q_{glace} = c_{glace} \cdot m \cdot (\theta_F - \theta_{glace})$$

où m désigne la masse de glace.

- b) La température du mélange de glace et d'eau reste égale à θ_F ; c'est le palier de fusion. La chaleur nécessaire à la fusion est :

$$Q_F = m \cdot L_F$$

Ce palier est une caractéristique de la fusion de n'importe quelle substance.

- c) La température de l'eau augmente de θ_F jusqu'à sa valeur finale θ_{eau} . La chaleur reçue par l'eau est :

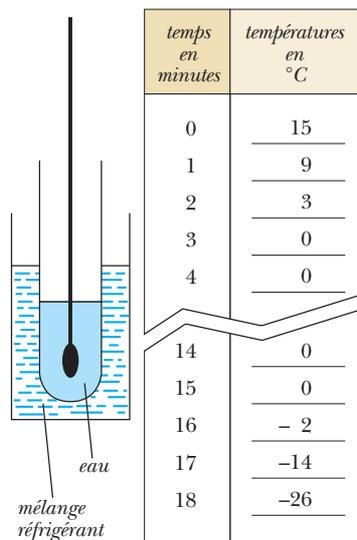
$$Q_{eau} = c_{eau} \cdot m \cdot (\theta_{eau} - \theta_F)$$

La solidification

Un thermomètre est plongé dans un tube à essai contenant de l'eau. On place l'ensemble dans un mélange réfrigérant. On relève régulièrement la température en observant l'aspect du contenu du tube.

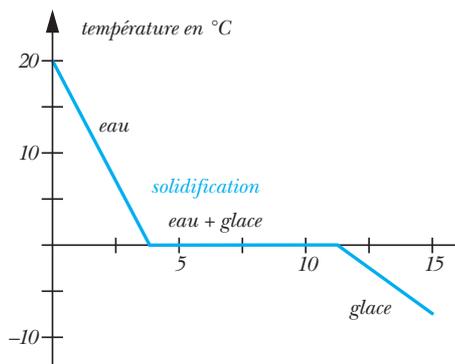
L'eau commence à se solidifier à 0 °C. Pendant tout le temps durant lequel elle se transforme en glace, sa température reste constante. Le passage du liquide (eau) au solide (glace) est un changement d'état physique de la matière appelé **solidification**.

Tout corps pur se solidifie à une température qui lui est propre. Cette température de solidification est la même que la température de fusion θ_F . Durant ce chan-



gement d'état, le liquide cède de la chaleur à son environnement.

L'énergie Q_S cédée par une masse m d'eau lors de sa solidification est égale à l'énergie reçue par un glaçon de même masse lors de sa fusion.



Matière	Température de fusion et de solidification en °C
Hélium	-272
Air	-220
Alcool	-117
Mercure	-38,9
Eau	0
Naphtaline	80
Plomb	327
Aluminium	660
Or	1064
Fer	1535
Tungstène	3410
Diamant	3540

Il en est de même pour les autres substances. Cette énergie Q_S est donnée par :

$$Q_S = -m \cdot L_F$$

L_F étant la chaleur latente de fusion. (Le signe - indique qu'il s'agit d'énergie cédée par le liquide.)

Vaporisation, liquéfaction

La vapeur d'eau est un gaz invisible, comme la plupart des autres gaz. On peut détecter sa présence sur une surface froide, parce qu'il se forme de la buée. L'eau peut aussi se condenser sous forme de gouttelettes dans l'air : c'est du brouillard.

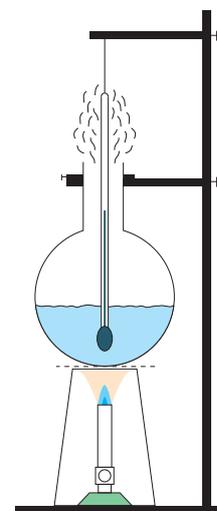
La vaporisation

Expérience

On chauffe de l'eau dans un ballon contenant un thermomètre. On relève régulièrement la température en notant le temps de chauffage; on observe ce qui se passe dans le ballon et sur ses parois :

- dans un premier temps, la température de l'eau s'élève et de la vapeur d'eau (gaz) se forme lentement;
- lorsque la température approche 100 °C, une agitation visible anime tout le liquide: l'eau bout. La température reste constante et la vapeur d'eau se forme rapidement.

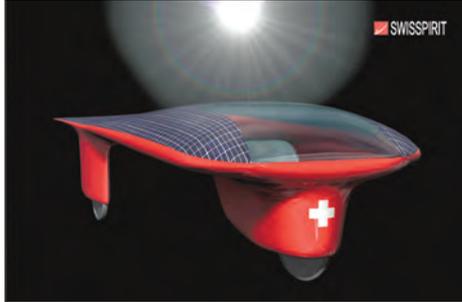
Des constatations similaires, mais à d'autres températures, peuvent être faites sur d'autres liquides.



La température à laquelle bout un liquide est sa **température d'ébullition**, notée θ_E . Cette valeur dépend de la pression agissant sur le liquide; plus la pression est grande, plus la température d'ébullition est élevée. Les valeurs indiquées dans les tables numériques correspondent à la pression normale de 1013 hPa.

La température d'ébullition de l'eau vaut 100 °C (à la pression normale) par définition de l'échelle Celsius. Cette température est plus basse dans nos régions: environ 98,5 °C à 400 m d'altitude et environ 96 °C à 900 m d'altitude.

La formation lente de gaz en dessous de la température d'ébullition est l'évaporation.



290.1 La swisspirit (2007) est un véhicule qui fonctionne à l'énergie solaire. Ses 6 m² de panneaux lui permettent d'atteindre une vitesse de 200 km/h.

Pour connaître la puissance par mètre carré du rayonnement solaire, il suffit de diviser la valeur de la puissance par l'aire du bidon face au Soleil.

Les panneaux solaires

Un panneau solaire permet de transformer l'énergie rayonnante du Soleil en une forme utile. On distingue deux types de panneaux solaires :

- les panneaux solaires thermiques qui servent à produire de l'eau chaude ;
- les panneaux solaires photovoltaïques qui servent à produire de l'électricité.

Le rendement des panneaux solaires thermiques avoisine les 80 %, alors que celui des panneaux photovoltaïques se situe entre 15 % et 25 % selon les types de cellules utilisées.

L'exploitation de l'énergie solaire pour subvenir aux besoins de l'humanité en électricité et en chaleur est très promet-



290.3 Eolienne de Collonges, Valais.



290.2 Panneau photovoltaïque.

teuse. Ce domaine d'étude connaît actuellement un intérêt tout particulier en raison des problèmes liés à la consommation des sources d'énergie fossiles.

Les chercheurs réalisent actuellement des prototypes de cellules voltaïques dans le but d'améliorer leur rendement. Il existe plusieurs types de cellules photovoltaïques déjà commercialisées dont certaines ont un rendement de 20 % alors que les records en laboratoire dépassent 40 %.

Quantitativement, si on considère l'énergie solaire interceptée par la Terre en une heure, on constate qu'elle suffit à couvrir les besoins énergétiques de l'humanité pendant une année.

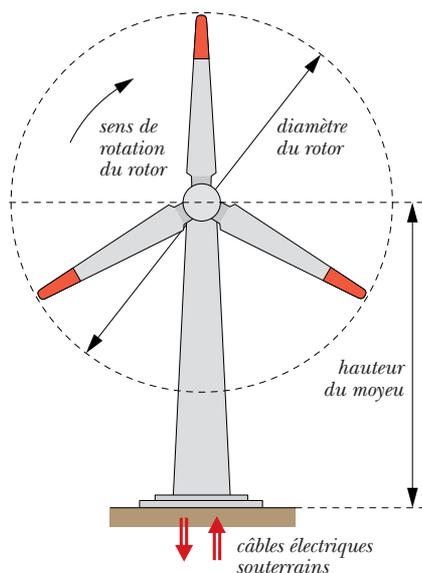
Transformation d'énergie mécanique et éolienne

Depuis l'aube des temps, l'être humain utilise l'énergie cinétique du vent pour se déplacer à l'aide de voiliers. Les meuniers l'utilisèrent pour actionner leurs moulins et l'homme moderne tente de tirer parti de cette forme d'énergie en construisant des hélices qui, couplées à des alternateurs, produisent de l'électricité. Cependant, cette forme d'énergie présente une disponibilité incertaine en raison du caractère aléatoire des vents.

Le calcul de la puissance d'une éolienne

La puissance d'une éolienne est directement liée à l'énergie cinétique du vent caractérisée par la vitesse de l'air v ainsi que par sa masse m . Cette énergie cinétique vaut :

$$E_{cin} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$



Les éoliennes ne transforment qu'une partie de la puissance du vent.

$$P_{\text{éolienne}} \cong 470 \cdot 10^3 \text{ W}$$

L'énergie produite annuellement sera donc de :

$$E_{\text{éolienne}} = 470 \text{ kW} \cdot 7000 \text{ h} = 3,29 \cdot 10^6 \text{ kWh} \\ = 12 \text{ Tj}$$

Ce qui représente la consommation électrique annuelle de 500 personnes vivant en Suisse (environ 6500 kWh par année et par personne).

Transformation d'énergie mécanique et énergie hydraulique

Le rayonnement solaire évapore l'eau, et il se forme des nuages. L'eau se trouve alors en altitude et possède de l'énergie potentielle et cinétique.

L'eau tombe sous forme de pluies et elle peut être récupérée dans des bassins de retenue. L'eau est dirigée à l'aide de



291.1 Barrage de montagne : l'Hongrin.



291.2 L'usine marémotrice de la Rance.

conduites forcées vers des centrales hydrauliques situées plus bas. Elle fait tourner des turbines qui produiront de l'électricité.

Une autre partie de la pluie ruisselle et forme des rivières. L'eau possède alors de l'énergie cinétique que l'on exploite dans des centrales au fil de l'eau à l'aide de turbines.

La mer, en raison des vents, des marées, des courants, est en mouvement constant. Aussi plusieurs procédés ont été imaginés pour en retirer l'énergie.

L'usine marémotrice de la Rance est le prototype de l'utilisation de l'énergie des marées. Elle est située près de Saint-Malo en Bretagne, car les différences de

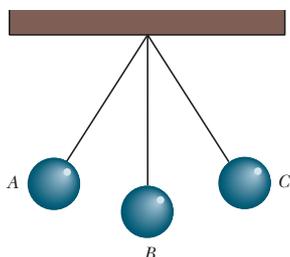
Nom	Année de construction	Hauteur du barrage [m]	Volume de la retenue d'eau [$\cdot 10^6 \text{ m}^3$]	Puissance [MW]
Barrage de l'Hongrin	1969	93 et 123	52	240
Barrage de la Grande-Dixence	1927 à 1933 puis 1955 à 1965	285	400	2000 répartie sur 4 usines
Barrage de Verbois	1943	34	12	88

EN92 Une bille de 150 g chute d'une hauteur de 2,5 m; calculer l'énergie libérée au moment où elle touche le sol. Que devient cette énergie?

EN93 On lâche une balle de 73 g d'une hauteur de 1,5 m; elle rebondit jusqu'à une hauteur de 70 cm. Calculer l'énergie dissipée lors du rebond.

EN94 Calculer l'énergie potentielle de gravitation de la Lune relativement à la Terre.

EN95 Voici un pendule.



On lâche la bille en position A et elle se met à osciller.

- A quel endroit la bille va le plus vite?
- A quels endroits la bille est arrêtée?

Sous quelle forme se trouve l'énergie de la bille en :

- position A?
- position B?
- position C?

Pourquoi l'amplitude de l'oscillation diminue-t-elle progressivement?

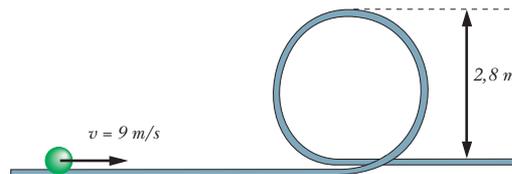
EN96 Lorsque vous sautez d'un mur de 2 m de haut, votre énergie potentielle se transforme en énergie cinétique.

- Quelle est votre énergie potentielle sur le mur?
- Quelle est votre vitesse en arrivant au sol?
- Vos camarades ont-ils les mêmes résultats?

EN97 a) Quelle est la vitesse de l'eau à la sortie du jet d'eau de Genève qui s'élève à 130 m de hauteur si on néglige les frottements?

- En réalité, la vitesse à la sortie de la tuyère est de $200 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ et le débit de $500 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Calculer la hauteur théorique (sans frottements) du jet.

EN98 Une bille de 200 g est animée d'une vitesse de $9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. (On néglige les frottements.)



- Quelle vitesse aura-t-elle en haut de la boucle?
- Quelle sera sa vitesse après la boucle?

3 Chaleur et énergie thermique

EN99 Copier et compléter les phrases suivantes par les mots « chaleur » ou « température ».

- Marc a eu de la fièvre, sa _____ est très élevée.
- Un feu dégage de la _____.
- Le cuivre est un bon conducteur de _____.
- On élève la _____ d'un corps en lui fournissant de la _____.
- Sarah s'est ébouillantée en manipulant une casserole. La différence de _____ entre sa main et la casserole devait être importante.
- La _____ libérée par la combustion de 1 kg de charbon est de 33 000 kJ.
- La _____ se mesure avec un thermomètre.
- La _____ à la surface du Soleil est de $5600 \text{ }^\circ\text{C}$.

EN100 Le film Fahrenheit 451 correspond à la température à laquelle le papier prend feu. A quelle température en degrés Celsius correspond-elle?

EN101 Deux objets, l'un en métal et l'autre en plastique, sont sur une table depuis assez longtemps. On en prend un dans chaque main. Que ressent-on? Que dire de leurs températures?

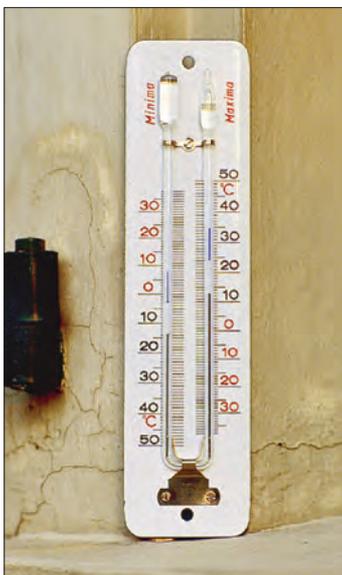
EN102 Fonctionnement du thermomètre

- Un thermomètre indique-t-il sa propre température ?
- Un thermomètre à liquide doit-il obligatoirement posséder un réservoir ?
- Pour quelle raison la colonne de liquide d'un thermomètre s'allonge-t-elle ?
- Pourquoi n'utilise-t-on pas un thermomètre à liquide pour mesurer la température d'une flamme ?
- Pourquoi n'utilise-t-on pas un thermomètre à liquide pour mesurer de très faibles températures ?
- Quelles conditions faut-il remplir pour mesurer correctement la température de l'air ?
- Un thermomètre mesure-t-il instantanément la température ?
- Un thermomètre mesure-t-il la chaleur d'un corps ?
- L'intervalle entre les graduations d'un thermomètre est-il toujours le même ? Comparer un thermomètre à mercure et un thermomètre à alcool.

EN103 Pour quelle raison n'est-il pas possible d'obtenir des températures inférieures à $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$?

EN104 Quelles sont les températures minimale et maximale indiquées sur le thermomètre de la figure ci-dessous ?

Quelle est la température indiquée dans ce cas ?
Quelle précaution faut-il prendre si on la lit sur la branche de gauche ?

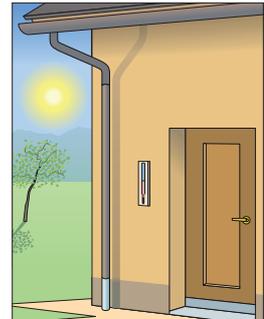


EN105 Expliquer les fautes commises dans la façon de prendre la température de l'air ou d'un liquide.

a)



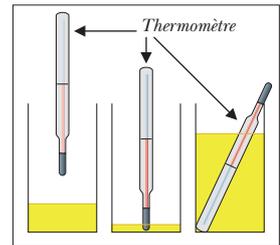
b)



c)



d)



EN106 Plonger le réservoir du thermomètre dans de l'eau froide ; le sortir et observer la colonne de liquide. Essayer d'expliquer ce qui se passe. Pourquoi, en météorologie, indique-t-on « température relevée sous abri » ? Quel est le rôle d'un abri météorologique ?



ÉNERGIE

Valeurs numériques particulières

Pouvoir calorifique moyen de quelques combustibles

Combustible	$J \cdot kg^{-1}$
Alcool à brûler (éthanol)	$27 \cdot 10^6$
Anthracite (charbon)	$32 \cdot 10^6$
Bois	$15 \cdot 10^6$
Briquettes (lignite)	$19 \cdot 10^6$
Coke (charbon)	$29 \cdot 10^6$
Essence	$45 \cdot 10^6$
Gaz butane	$50 \cdot 10^6$
Gaz naturel (méthane)	$56 \cdot 10^6$
Gaz propane	$50 \cdot 10^6$
Huile de chauffage (mazout)	$44 \cdot 10^6$
Huile comestible	$39 \cdot 10^6$
Hydrogène	$120 \cdot 10^6$
Pétrole lampant	$40 \cdot 10^6$
Stéarine (bougie)	$34 \cdot 10^6$
Tourbe	$14 \cdot 10^6$

OPTIQUE

Valeurs numériques particulières

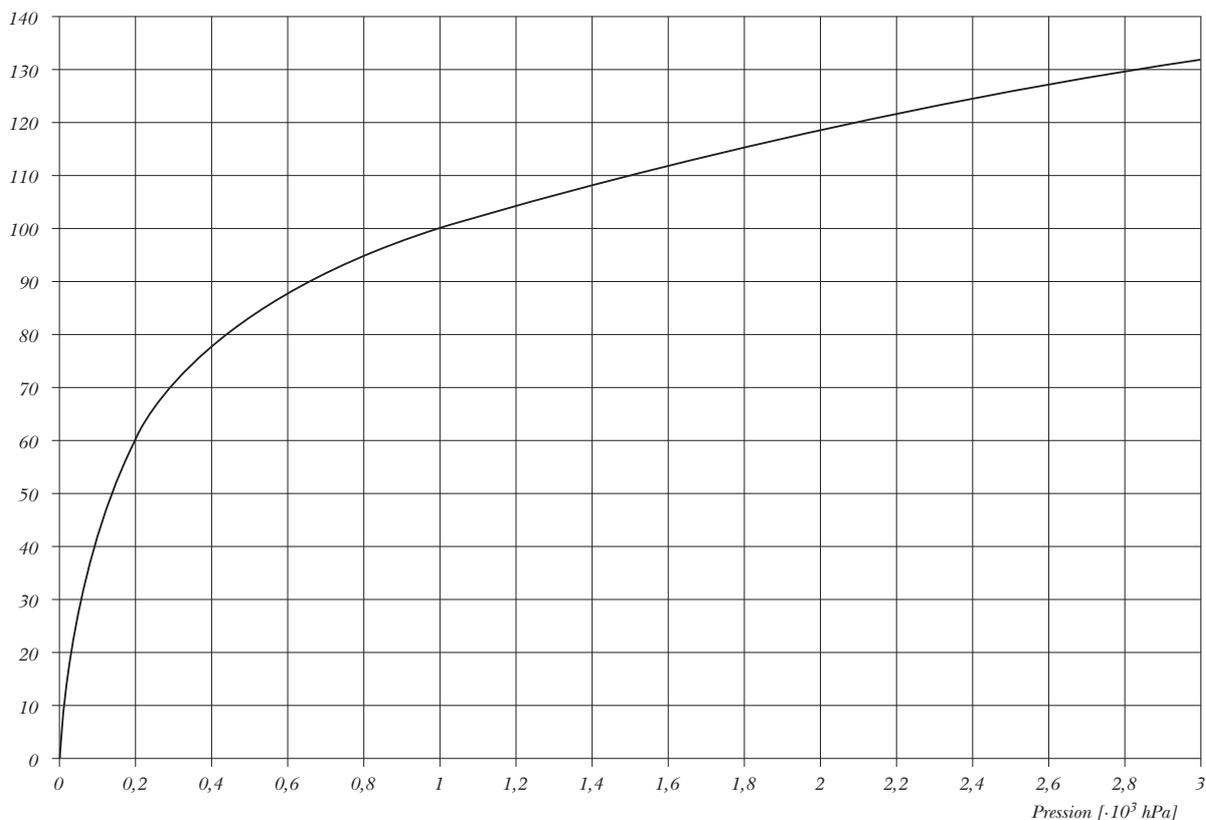
Indices de réfraction (lumière jaune : raie D du sodium; $\lambda = 0,5893 \mu m$)

Solides		Liquides		Gaz	
diamant	2,42	alcool	1,36	air	1,000293
glace	1,31	acétone	1,36	azote	1,000297
plexiglas	1,49	benzène	1,50	hélium	1,000036
quartz	1,54	sulfure de carbone	1,63	hydrogène	1,000132
verre cristal	1,60	eau	1,33	gaz carbonique	1,000448
verre ordinaire	1,50	huile de cèdre	1,52	oxygène	1,000271
verres spéciaux	1,5 à 2,1	glycérine	1,47		
		butanol	1,40		

STRUCTURE DE LA MATIÈRE Valeurs numériques particulières

Température d'ébullition de l'eau en fonction de la pression

Température d'ébullition [$^{\circ}C$]



ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

Symboles pour les schémas électriques

Croisement de conducteurs sans connexion		Croisement de conducteurs avec connexion		Mise à la masse	
Mise à terre		Interrupteur ouvert		Interrupteur fermé	
Résistance		Photorésistance		Résistance variable	
Fusible		Ampèremètre		Voltmètre	
Ampoule		Générateur		Pile	
Condensateur		Condensateur variable		Bobine	
Moteur		Diode		Transformateur	

ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

