

# DOCUMENT D'ACCOMPAGNEMENT

*Précisions sur les concepts prescrits susceptibles d'être évalués lors des épreuves ministérielles de la 4<sup>e</sup> secondaire en science et technologie (ST) et en applications technologiques et scientifiques (ATS)*

**SCIENCE ET TECHNOLOGIE**

**055-410**

**APPLICATIONS TECHNOLOGIQUES ET SCIENTIFIQUES**

**057-410**

Quatrième année du secondaire

Direction de l'évaluation des apprentissages

Année scolaire 2016-2017

**Éducation  
et Enseignement  
supérieur**

**Québec** 



## INTRODUCTION

Le présent document constitue un complément au Document d'information portant sur les épreuves uniques de science et technologie (ST) et d'applications technologiques et scientifiques (ATS). Il a été conçu en collaboration avec des intervenants du milieu de l'éducation et des spécialistes en science et technologie, et il s'appuie entre autres sur la documentation du Centre de développement pédagogique.

Depuis la première session d'épreuves uniques en juin 2012, le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur fournit un Document d'information pour aider le personnel enseignant à administrer les épreuves uniques de ST et d'ATS. D'année en année, il y a ajouté des précisions et des renseignements supplémentaires relatifs au contenu du domaine d'évaluation et à certains concepts prescrits dans les programmes d'études, et ce, en tenant compte des commentaires d'enseignantes et enseignants obtenus à la suite de la passation des épreuves ainsi que des éléments observés lors de l'analyse des copies d'élèves.

Avec le temps, il est devenu clair que les annexes du Document d'information ne suffisaient plus à apporter les précisions nécessaires sur les concepts prescrits susceptibles d'être évalués lors des épreuves ministérielles<sup>1</sup>. Le Ministère a donc décidé de produire le présent document afin de combler ce besoin.

Fournir des définitions et des informations plus détaillées, des précisions, des schémas, des symboles ainsi que des exemples de combinaisons de concepts pouvant être utilisées en évaluation, et ce, en visant un traitement équitable des élèves ainsi qu'une concordance optimale entre le contenu des programmes, l'enseignement, l'apprentissage et l'évaluation ministérielle, tel est le but de ce document.

Le Ministère invite les enseignantes et enseignants à faire connaître à leurs élèves le contenu de ce document d'accompagnement, de même que les différentes annexes du Document d'information.

---

1. De ce fait, aucune précision ne sera donnée sur les concepts mis en italique dans le Document d'information, dont l'évaluation est de responsabilité locale.

## TERRE ET ESPACE

### *Cycles biogéochimiques*

<b>Cycle du carbone</b>	évalué en	ST	X	ATS	
-------------------------	-----------	----	---	-----	--

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec ceux de pergélisol, d'effet de serre, de ressources énergétiques, de combustion, de photosynthèse et de respiration.

### *Lithosphère*

<b>Pergélisol</b>	évalué en	ST	X	ATS	
-------------------	-----------	----	---	-----	--

L'augmentation de la quantité de CO<sub>2</sub> et de méthane, l'instabilité des sols (glissements de terrain), l'augmentation de la végétation et la modification des écosystèmes peuvent être considérés comme des conséquences directes de la fonte du pergélisol.

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec ceux d'effet de serre et de cycle du carbone.

### *Hydrosphère*

<b>Bassin versant</b>	évalué en	ST	X	ATS	X
-----------------------	-----------	----	---	-----	---

Un bassin versant est un territoire délimité par les lignes de crête entourant un réseau de cours d'eau, qui comprend aussi les eaux souterraines et de ruissellement. Les termes « amont » et « aval » sont utilisés pour désigner respectivement d'où vient l'eau et où elle va par rapport à une position donnée.

Des sous-bassins alimentent un bassin versant et se comportent de la même façon que ce dernier.

La création d'un réservoir ou d'un canal de navigation, l'irrigation et la fertilisation des sols, l'assèchement ou le remplissage d'un marécage peuvent être considérés comme des activités humaines ayant un impact sur le bassin versant.

### *Hydrosphère*

<b>Circulation océanique</b>	évalué en	ST	X	ATS	
<b>Glacier et banquise</b>	évalué en	ST	X	ATS	
<b>Salinité</b>	évalué en	ST	X	ATS	

Les concepts de circulation océanique, de glacier et banquise et de salinité sont interreliés.

La banquise est constituée d'eau saumâtre, soit un mélange d'eau douce et d'eau salée, dont la salinité est moindre que celle de l'eau salée sur laquelle elle se forme.

Lors de la formation de la banquise, du sel est rejeté dans l'eau, ce qui fait augmenter la salinité (et la masse volumique) de l'eau sur laquelle elle flotte, ce qui contribue à la boucle thermohaline.

La hausse du niveau de la mer, la perturbation de la circulation thermohaline, le déplacement ou la disparition des espèces, l'ouverture de nouvelles voies navigables, la diminution de l'albédo ou de la surface réfléchissante (de la Terre) peuvent être considérés comme des impacts liés à la fonte des glaciers et de la banquise.

## TERRE ET ESPACE

### *Atmosphère*

<b>Effet de serre</b>	évalué en	ST	X	ATS	
-----------------------	-----------	----	---	-----	--

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec ceux de cycle du carbone, de pergélisol, de combustion, de photosynthèse, de respiration et de ressources énergétiques. Ce concept peut être évalué à l'aide de schémas.

### *Atmosphère*

<b>Cyclone et anticyclone</b>	évalué en	ST		ATS	X
-------------------------------	-----------	----	--	-----	---

Bien que d'autres termes sont employés comme synonymes dans la littérature, ce sont les termes « cyclone » et « anticyclone » qui sont utilisés dans les épreuves ministérielles.

### *Espace*

<b>Système Terre-Lune (effet gravitationnel)</b>	évalué en	ST		ATS	X
--	-----------	----	--	-----	---

En plus de celle de la Lune, la position du Soleil doit être considérée dans le phénomène des marées.

### *Lithosphère / Hydrosphère / Atmosphère / Espace*

<b>Ressources énergétiques</b>	évalué en	ST	X	ATS	X
--------------------------------	-----------	----	---	-----	---

Les énergies provenant de la géothermie, du vent, des courants marins, des cours d'eau, des marées, du soleil et du nucléaire ne produisent pas de gaz à effet de serre (GES) lors de l'utilisation de la ressource. Même si la construction, le transport et le démantèlement des installations liés à leur exploitation entraînent la production de GES, nous considérons que ces ressources n'en produisent que peu ou pas.

Le caractère renouvelable ou non renouvelable d'une ressource peut être évalué conjointement avec d'autres caractéristiques des ressources énergétiques.

Les avantages, les désavantages et les impacts de l'exploitation des différentes ressources énergétiques peuvent être abordés dans les épreuves ministérielles.

À titre d'exemple, dans le cours de science et technologie, ce concept peut être évalué conjointement avec celui d'effet de serre.

## UNIVERS MATÉRIEL

### *Propriétés physiques des solutions*

Concentration (g/L, %, ppm)	évalué en	ST	X	ATS	
-----------------------------	-----------	----	---	-----	--

Bien que la majorité des solutions mentionnées dans les épreuves soient aqueuses, des mélanges homogènes solides, dont la concentration est exprimée en m/m, peuvent aussi être considérés.

### *Propriétés physiques des solutions*

Échelle pH	évalué en	ST	X	ATS	
------------	-----------	----	---	-----	--

Pour déterminer le pH d'une solution, une charte de couleurs de différents indicateurs acidobasiques peut être fournie. Toutefois, l'interprétation des résultats d'un mélange d'indicateurs ne fait l'objet d'aucune question dans les épreuves ministérielles.

L'élève peut avoir à déterminer si une solution est acide, basique ou neutre, à partir de la formule moléculaire du composé.

La distinction entre un acide fort et un acide faible (ou une base forte et une base faible) peut être déduite selon sa position sur l'échelle des pH. Un acide fort ne peut être considéré comme une base faible, pas plus qu'une base forte ne peut être considérée comme un acide faible. Par exemple, une solution de pH 12 est une base forte, mais ne sera jamais considérée comme étant un acide faible dans les épreuves ministérielles.

Le caractère logarithmique de l'échelle des pH peut être utilisé pour comparer le pH de deux solutions. Par exemple, une solution de pH 12,5 est 100 fois plus basique qu'une solution de pH 10,5.

Dans une solution dont le pH est supérieur à 7, les termes « solution alcaline » ou « solution basique » peuvent être utilisés.

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec ceux de réaction de neutralisation acidobasique et de conductibilité électrique.

### *Propriétés physiques des solutions*

Ions	évalué en	ST	X	ATS	
------	-----------	----	---	-----	--

La charge précise d'un ion monoatomique peut être déterminée à partir de sa position dans le tableau périodique.

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec ceux de familles et périodes du tableau périodique et de conductibilité électrique.

## UNIVERS MATÉRIEL

### *Propriétés physiques des solutions*

<b>Conductibilité électrique</b>	évalué en	ST	X	ATS	
----------------------------------	-----------	----	---	-----	--

La conductibilité électrique d'une solution est possible si et seulement s'il y a formation d'ions mobiles lors de la dissolution d'un électrolyte (ou soluté) dans l'eau.

L'élève peut avoir à identifier les solutions qui conduisent le courant électrique à partir de la formule moléculaire du composé.

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec ceux d'échelle pH et d'ions.

### *Transformations chimiques*

<b>Combustion</b>	évalué en	ST	X	ATS	X
-------------------	-----------	----	---	-----	---

Les termes utilisés pour aborder le triangle de feu sont : « comburant », « combustible » et « point d'ignition ».

Le point d'ignition est une propriété caractéristique associée à une substance donnée. Il demeure toujours le même, mais, dans certains cas, il peut être plus difficile à atteindre, par exemple lorsque du bois est mouillé.

Les différents types de combustion (vive, spontanée et lente) peuvent être considérés dans les épreuves ministérielles.

À titre d'exemple, dans le cours de science et technologie, ce concept peut être évalué conjointement avec ceux de cycle du carbone et d'effet de serre.

### *Transformations chimiques*

<b>Oxydation</b>	évalué en	ST		ATS	X
------------------	-----------	----	--	-----	---

L'oxydation est une forme de combustion lente.

### *Transformations chimiques*

<b>Photosynthèse et respiration</b>	évalué en	ST	X	ATS	
-------------------------------------	-----------	----	---	-----	--

À titre d'exemple, ces concepts peuvent être évalués conjointement avec ceux de cycle du carbone et d'effet de serre.

## UNIVERS MATÉRIEL

### **Transformations chimiques**

<b>Réaction de neutralisation acidobasique</b>	évalué en	ST	X	ATS	
--	-----------	----	---	-----	--

Pour déterminer le pH des solutions impliquées dans une réaction de neutralisation acidobasique, une charte de couleurs de différents indicateurs peut être fournie.

L'élève peut avoir à reconnaître la formule moléculaire d'un acide, d'une base ou d'un sel comprenant un ion polyatomique (radical), par exemple :  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ .

Le pouvoir neutralisant d'un acide fort par rapport à celui d'un acide faible (ou d'une base forte par rapport à une base faible) peut être considéré.

L'élève peut avoir à identifier la substance neutralisante à partir de la formule moléculaire du composé.

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec ceux d'échelle pH et de balancement d'équations chimiques.

### **Transformations chimiques**

<b>Balancement d'équations chimiques</b>	évalué en	ST	X	ATS	
--	-----------	----	---	-----	--

Tout balancement d'équation doit être représenté sous sa forme la plus simple. De ce fait, une équation correctement balancée ne doit contenir que des coefficients entiers naturels les plus petits possible.

Les élèves n'ont pas à balancer des équations chimiques avec des molécules comprenant des ions polyatomiques dans la section B des épreuves. Par contre, dans la section A, ils doivent être en mesure de vérifier si une équation comprenant des molécules avec des ions polyatomiques est correctement balancée.

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec celui de réaction de neutralisation acidobasique.

### **Transformations chimiques**

<b>Loi de conservation de la masse</b>	évalué en	ST	X	ATS	
--	-----------	----	---	-----	--

Il n'est ni nécessaire, ni souhaitable que l'élève de l'option STE utilise la stœchiométrie pour vérifier la loi de conservation de la masse, car sa réponse pourrait alors différer légèrement de celle attendue.

### **Organisation de la matière**

<b>Modèle atomique de Rutherford-Bohr</b>	évalué en	ST	X	ATS	
---	-----------	----	---	-----	--

Les neutrons peuvent être représentés par l'élève dans le modèle atomique de Rutherford-Bohr sans que ce soit considéré comme une erreur. Dans la section B, l'élève n'a pas à représenter un élément au-delà de l'atome de calcium (numéro atomique 20). Par contre, dans la section A, l'élève doit être en mesure de reconnaître un atome d'un numéro atomique au-delà de 20, appartenant à l'une des quatre grandes familles du tableau périodique (IA, IIA, VIIA et VIIIA).

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec celui de familles et périodes du tableau périodique.

## UNIVERS MATÉRIEL

### **Organisation de la matière**

<b>Familles et périodes du tableau périodique</b>	évalué en	ST	X	ATS	
---	-----------	----	---	-----	--

Quatre familles chimiques peuvent être identifiées par leur nom : alcalins, alcalino-terreux, halogènes et gaz inertes. Pour les autres familles chimiques, elles peuvent être identifiées par le nom du premier élément la constituant (p. ex. : famille du carbone).

Les numéros de groupe, en chiffres arabes (de 1 à 18) ou en chiffres romains suivis de la lettre A (IA à VIIIA) servent aussi à identifier les familles.

Bien que d'autres termes sont employés comme synonymes dans la littérature, c'est le terme « gaz inertes » qui sera utilisé pour désigner la famille chimique VIIIA (ou groupe 18).

L'étude du tableau périodique ne se limite pas qu'aux 20 ou 36 premiers éléments. Par ailleurs, l'élève n'est pas tenu de connaître le nom associé au symbole de chaque élément.

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec celui de modèle atomique de Rutherford-Bohr.

### **Électricité**

<b>Charge électrique</b>	évalué en	ST	X	ATS	X
--------------------------	-----------	----	---	-----	---

Le comportement (attraction ou répulsion) de deux objets chargés se trouvant à proximité l'un de l'autre (sans qu'il y ait contact), qui ont des charges électriques de signe contraire ou de même signe, doit être déduit.

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec ceux d'électricité statique et de forces d'attraction et de répulsion.

### **Électricité**

<b>Électricité statique</b>	évalué en	ST	X	ATS	X
-----------------------------	-----------	----	---	-----	---

Le transfert d'électrons d'un objet à un autre peut être déduit à partir d'une liste électrostatique ou d'une suite d'actions (conduction, frottement).

L'induction est le déplacement de charges négatives dans un objet neutre lorsque celui-ci est placé à proximité d'un objet chargé.

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec ceux de charge électrique et de forces d'attraction et de répulsion.

### **Électricité**

<b>Loi d'Ohm</b>	évalué en	ST	X	ATS	X
------------------	-----------	----	---	-----	---

La résistance, la différence de potentiel (tension) et l'intensité de courant électrique peuvent être déterminées à partir d'une relation mathématique ou d'un graphique.

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec ceux de fonctions électriques, de circuits électriques, de rendement énergétique ou de relation entre puissance et énergie électrique.

## UNIVERS MATÉRIEL

### **Électricité**

<b>Circuits électriques</b>	évalué en	ST	X	ATS	X
-----------------------------	-----------	----	---	-----	---

Ce sont les composants ayant une fonction de transformation d'énergie qui déterminent le type de circuit électrique (série ou parallèle). Les interrupteurs ne sont pas des transformateurs d'énergie : leur positionnement détermine l'état du circuit (ouvert ou fermé), et non le type de circuit. Lorsque l'interrupteur est ouvert, le courant ne circule pas.

Une liste des symboles utilisés dans les épreuves ministérielles se trouve à la fin du présent document. Pour un circuit déjà dessiné, l'élève doit être en mesure de reconnaître les symboles utilisés. Par contre, si on lui demande de dessiner un circuit électrique, une liste de symboles non identifiés lui est fournie.

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec celui de fonctions électriques et la loi d'Ohm.

### **Électricité**

<b>Relation entre puissance et énergie électrique</b>	évalué en	ST	X	ATS	X
---	-----------	----	---	-----	---

La puissance, le temps et l'énergie électrique peuvent être déterminés à partir d'une relation mathématique ou d'un graphique.

Le joule (J), le watt-heure (W•h) et le kilowatt-heure (kW•h) sont des unités d'énergie communément utilisées en électricité.

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec celui de rendement énergétique et la loi d'Ohm.

### **Électromagnétisme**

<b>Forces d'attraction et de répulsion</b>	évalué en	ST	X	ATS	X
--	-----------	----	---	-----	---

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec ceux d'électricité statique et de charge électrique.

### **Électromagnétisme**

<b>Champ magnétique d'un fil parcouru par un courant</b>	évalué en	ST	X	ATS	X
<b>Champ magnétique d'un solénoïde</b>	évalué en	ST		ATS	X

Le sens du courant doit être déterminé à partir de la polarité des bornes ( + et - ), qui est indiquée sur la source ou aux extrémités des fils.

On peut demander à l'élève de décrire le champ magnétique à l'aide de la schématisation des lignes de champ.

## UNIVERS MATÉRIEL

### **Électromagnétisme**

<b>Induction électromagnétique</b>	évalué en	ST		ATS	X
------------------------------------	-----------	----	--	-----	---

Aucune précision sur ce concept.

### **Transformation de l'énergie**

<b>Loi de la conservation de l'énergie</b>	évalué en	ST	X	ATS	X
--	-----------	----	---	-----	---

Pour désigner l'énergie non utile au fonctionnement de l'objet dans un système ouvert (non isolé), le terme « énergie dissipée » est utilisé dans les épreuves ministérielles, bien que d'autres termes, comme « énergie perdue », sont utilisés.

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec celui de fonction de transformation de l'énergie.

### **Transformation de l'énergie**

<b>Rendement énergétique</b>	évalué en	ST	X	ATS	X
------------------------------	-----------	----	---	-----	---

Le rendement énergétique est calculé à partir du rapport entre l'énergie utile et l'énergie consommée et est exprimé en pourcentage (%).

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec celui de relation entre puissance et énergie électrique et la loi d'Ohm.

### **Fluides**

<b>Principe d'Archimède</b>	évalué en	ST		ATS	X
-----------------------------	-----------	----	--	-----	---

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec ceux de masse et poids et de types de forces.

### **Fluides**

<b>Principe de Pascal</b>	évalué en	ST		ATS	X
---------------------------	-----------	----	--	-----	---

Le concept de pression ( $P = F/A$ ) peut être réutilisé pour la compréhension qualitative et quantitative du principe de Pascal. Pour ce qui est de la compréhension quantitative, un traitement mathématique utilisant des proportions simples est à privilégier. (p. ex. : Le volume diminue de moitié lorsque la pression double.)

### **Fluides**

<b>Principe de Bernoulli</b>	évalué en	ST		ATS	X
------------------------------	-----------	----	--	-----	---

Ce principe s'applique à différents fluides (air, eau et autres liquides), comme c'est le cas pour les principes de Pascal et d'Archimède. Pour ce principe, nous nous limitons à la variation de la vitesse et à son effet sur la pression.

## UNIVERS MATÉRIEL

### *Forces et mouvements*

<b>Forces</b>	évalué en	ST		ATS	X
---------------	-----------	----	--	-----	---

Dans les épreuves ministérielles, le symbole de force est représenté par un vecteur évidé ( $\square\rightarrow$ ) et le symbole de mouvement par un vecteur en trait simple ( $\longrightarrow$ ).

### *Forces et mouvements*

<b>Types de forces</b>	évalué en	ST		ATS	X
------------------------	-----------	----	--	-----	---

En plus des forces magnétique et gravitationnelle, les forces de frottement peuvent être abordées. De ce fait, ce concept peut être évalué conjointement avec ceux d'adhérence et frottement entre les pièces, de masse et poids et le principe d'Archimède.

### *Forces et mouvements*

<b>Équilibre entre deux forces</b>	évalué en	ST		ATS	X
------------------------------------	-----------	----	--	-----	---

Les mises en situation présentent des objets sur lesquels sont appliquées des forces qui peuvent en perturber l'équilibre. Ainsi, l'élève peut avoir à déterminer la force qui va maintenir l'équilibre d'un objet donné.

### *Forces et mouvements*

<b>Relation entre vitesse constante, distance et temps</b>	évalué en	ST		ATS	X
--	-----------	----	--	-----	---

La formule  $v = d/\Delta t$  s'applique autant au calcul de la vitesse moyenne qu'à celui de la vitesse constante.

### *Forces et mouvements*

<b>Masse et poids</b>	évalué en	ST		ATS	X
-----------------------	-----------	----	--	-----	---

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec celui de types de forces et le principe d'Archimède.

## UNIVERS TECHNOLOGIQUE

### ***Langage des lignes***

**Projection orthogonale à vues multiples (dessin d'ensemble)**

évalué en

ST

ATS

X

L'élève peut être amené à interpréter les dessins d'ensemble d'un objet technique comportant peu de composants et à dessiner les vues de dessus, de face et de droite de cet objet.

### ***Langage des lignes***

**Cotation fonctionnelle**

évalué en

ST

ATS

X

Les notions de cotation et de tolérance sont réutilisées pour permettre la cotation fonctionnelle.

### Cotation

La cotation exprime l'ensemble des dimensions et des tolérances requises pour la fabrication, l'assemblage et le fonctionnement d'un objet.

### Tolérance

La tolérance renvoie à la précision (écart admissible) exigée pour l'ensemble des composants d'un objet lors de sa fabrication. Si nécessaire, cette tolérance est indiquée par le symbole  $\pm$ .

### Cotation fonctionnelle (ou Tolérance spécifique)

La cotation fonctionnelle est l'écart admissible (intervalle) des dimensions de certains composants qui assure le bon fonctionnement d'un objet. On doit considérer les limites inférieure et supérieure et les possibilités de valeurs de cet intervalle.

Les écarts entre les limites inférieures et supérieures ne sont pas toujours les mêmes. Par exemple, pour une mesure de 32,5 mm, ils peuvent s'exprimer de quatre façons différentes.

$$32,5^{+0,1} \quad 32,5_{-0,2} \quad 32,5_{-0,1}^{+0,3} \quad 32,5 \pm 1$$

Il est important de souligner que lors de la fabrication d'un objet, les composants peuvent avoir des mesures légèrement différentes, d'où l'utilisation de la tolérance. Il y a bien souvent un écart admissible entre les mesures de chacun des composants fabriqués.

Cotation fonctionnelle d'un composant	3,5 mm $\pm$ 0,2
Limite inférieure	3,3 mm
Limite supérieure	3,7 mm
Intervalle	De 3,3 mm à 3,7 mm
Exemples de valeurs intermédiaires possibles	3,31 mm, 3,50 mm, 3,69 mm, etc.
Des éléments du langage mathématique tels que « < » (plus petit que), « > » (plus grand que) et « = » (égal à) sont utilisés lorsqu'il faut déterminer l'intervalle de mesure d'un composant.	

## UNIVERS TECHNOLOGIQUE

### **Langage des lignes**

#### **Cotation fonctionnelle (Suite)**

évalué en

ST

ATS

X

Les adjectifs « assuré », « incertain » et « impossible » sont utilisés pour qualifier le fonctionnement d'un objet technique.

Fonctionnement assuré : fonctionnement dont les limites inférieures et supérieures des deux composants leur permettent toujours de s'assembler en respectant le jeu mécanique prévu.

Fonctionnement incertain : fonctionnement dont l'assemblage des composants ne permet pas un fonctionnement optimal de l'objet. Par exemple :

- un axe dont le diamètre, dans sa limite inférieure, est trop petit (présence d'un trop grand jeu mécanique)
- un axe dont le diamètre, dans la limite supérieure, est le même que celui d'un orifice, (absence d'un jeu mécanique).

Le jeu mécanique est l'espace prévu entre deux composants pour que ceux-ci puissent bouger librement. Selon le cas, on parle de « jeu » ou d'« absence de jeu ».

Afin de simplifier l'apprentissage de cette notion, nous considérons qu'un axe de  $\varnothing 2,5$  mm s'insère, sans jeu mécanique, dans un orifice de  $\varnothing 2,5$  mm (quelle que soit la nature des matériaux des composants).

### **Langage des lignes**

#### **Développements (prisme, cylindre, pyramide, cône)**

évalué en

ST

ATS

X

Dans les épreuves ministérielles, les développements peuvent faire référence à des pliages de matériaux en feuilles, à des formes évidées ou à des objets simples (sans rabats).

Dans les mises en situation, les représentations suivantes sont utilisées.

- Ligne de contour : \_\_\_\_\_
- Ligne de pliure : - - - - -

### **Langage des lignes**

#### **Standards et représentations (schémas, symboles)**

évalué en

ST

ATS

X

Dans les mises en situation, les mouvements liés au fonctionnement d'un objet peuvent être présentés sur un schéma de principes, sur une projection axonométrique ou sur une projection isométrique. Les représentations suivantes sont utilisées.

- Ligne de contour (arête) visible : \_\_\_\_\_
- Ligne de contour (arête) cachée : - - - - -
- Ligne d'axe : . . . . .
- Ligne de cote : 
- Ligne d'attache : \_\_\_\_\_

Dans les épreuves ministérielles, l'épaisseur du trait n'est pas évaluée, les lignes de construction ne sont pas illustrées et aucune cotation ne doit être effectuée par l'élève.

## *Ingénierie mécanique*

Adhérence et frottement entre les pièces

évalué en

ST

ATS

X

On considère que six facteurs agissent sur l'adhérence.

- La nature des matériaux mis en contact
- La présence ou l'absence d'un lubrifiant
- La température
- L'état des surfaces mises en contact
- La force perpendiculaire exercée par une surface sur une autre
- La dimension des surfaces en contact

Afin de simplifier l'évaluation des situations faisant appel au concept d'adhérence, un seul facteur varie pour chacune de celles qui sont proposées.

Par exemple, nous pourrions comparer :

- Différentes natures de matériaux de même dimension sur une surface identique.
- Différents états de la surface d'un même matériau dont les dimensions des surfaces en contact sont identiques.
- Différentes dimensions des surfaces en contact d'un même matériau sur une surface identique.

### Nature des matériaux mis en contact

Un matériau est sélectionné en fonction de sa nature, donc de ses propriétés, puis il est façonné en vue d'un usage spécifique.

Note.- En science des matériaux, le terme « matériau » est employé dans le sens de *matière, substance, produit*, etc. Cependant, pour simplifier l'apprentissage, nous considérons que ce terme ne concerne que la nature du matériau dont est fabriqué un objet.

L'état des surfaces des matériaux (matières premières), qui leur confèrent des propriétés particulières, constitue une autre notion qui est évaluée séparément (état des surfaces mises en contact).

### État des surfaces mises en contact

L'« état » désigne à la fois la surface d'un matériau et la surface avec laquelle un matériau est en contact.

- Pour la surface d'un matériau, il faut considérer, par exemple, la texture (lisse ou texturée) ou la granulosité (propriétés intrinsèques du matériau). Ainsi, des roues de friction ayant une surface abrasive ou caoutchouteuse auront une meilleure adhérence. L'usure d'un matériau doit être aussi considérée, car elle en modifie la surface.
- Pour la surface avec laquelle un matériau est en contact, il faut considérer les différents types de surfaces (lisse, texturée ou granulée).

### Dimension des surfaces en contact

Plus la dimension de la surface de contact de l'objet est grande, plus grand est le frottement.

## UNIVERS TECHNOLOGIQUE

### *Ingénierie mécanique*

<b>Caractéristiques des liaisons mécaniques</b>	évalué en	ST	X	ATS	
<b>Liaisons des pièces mécaniques (degré de liberté d'une pièce)</b>	évalué en	ST		ATS	X

#### Liaison

Lorsque deux composants sont assemblés, il y a liaison si et seulement si les composants de cet assemblage ont une fonction mécanique permettant de maintenir ensemble les composants.

#### Liaison élastique

Une liaison est élastique lorsqu'il y a présence d'un organe de liaison élastique ou d'un matériau élastique qui assure un mouvement de rappel (retour à la position initiale) des composants dans le fonctionnement de l'objet.

Il est faux de croire que la liaison entre un pneu et sa jante est une liaison élastique. C'est une liaison complète, car il n'y a pas de mouvement de rappel entre les deux composants. Dans ce cas-ci, c'est le matériau qui est élastique et non la liaison.

#### Liaison partielle

Une liaison est partielle lorsque les composants liés doivent bouger les uns par rapport aux autres dans l'ensemble du fonctionnement de l'objet. Une liaison partielle peut aussi impliquer un guidage. Par exemple, dans l'analyse du lance-balle de l'épreuve de juin 2015, la liaison entre le battoir et l'axe du moteur est partielle, et le battoir est guidé en rotation par l'axe.

#### Liaison complète

Bien que le terme « liaison totale » est employé comme synonyme dans la littérature, seul le terme « liaison complète » est utilisé dans les épreuves ministérielles.

#### Liaisons démontable et indémontable

Dans les annexes des épreuves, les composants ou les ensembles de composants qui demeurent assemblés sur tous les dessins en vue éclatée sont considérés comme des liaisons indémontables (liaisons par cohésion : collage, soudage).

## ***Ingénierie mécanique***

**Liaisons des pièces mécaniques**  
(degré de liberté d'une pièce) (***Suite***)

évalué en

ST

ATS

X

### Degré de liberté

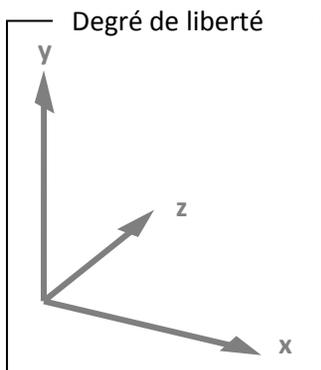
Les axes de référence (x, y et z) du plan cartésien sont inscrits en indice, à droite de la lettre désignant le type de liberté de mouvement.

- La lettre T désigne la liberté de mouvement en translation ( $T_x$ ,  $T_y$  ou  $T_z$ ).
- La lettre R désigne la liberté de mouvement en rotation ( $R_x$ ,  $R_y$  ou  $R_z$ ).

Une légende accompagne chaque objet.

- axe des x : gauche-droite;
- axe des y : bas-haut;
- axe des z : arrière-avant.

Pour ce concept, nous utiliserons toujours la représentation suivante :

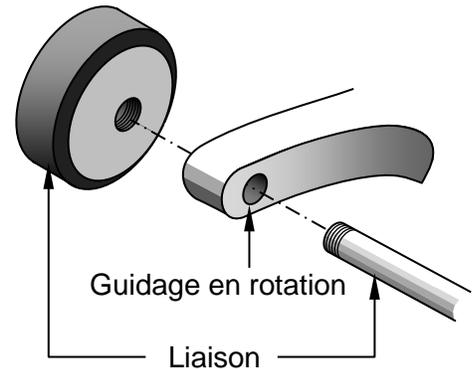


**Ingénierie mécanique**

Fonction de guidage	évalué en	ST	X	ATS	X
---------------------	-----------	----	---	-----	---

Guidage

Le guidage est la fonction d'un organe qui dirige le mouvement d'un composant mobile selon une trajectoire précise. Un guidage implique un mouvement entre les composants. Il n'y a donc pas de guidage dans une liaison complète.



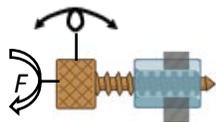
directe-rigide-démontable-complète

Guidage hélicoïdal

Pour qu'un guidage soit considéré comme hélicoïdal, il faut que le déplacement rectiligne du composant mobile en rotation (la vis ou l'écrou selon le cas) s'effectue dans le même axe que l'axe de rotation.

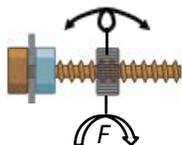
Ces exemples proviennent de la section « Expérimentation » de l'animation Les mécanismes, accessible à l'adresse suivante : <http://cdpsciencetechno.org/cdp/UserFiles/File/previews/mecanismes/>.

Voici deux exemples de guidages hélicoïdaux.



Vis et écrou (type I)

La vis (organe menant) se déplace à l'intérieur d'un écrou fixe.

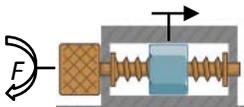


Vis et écrou (type II)

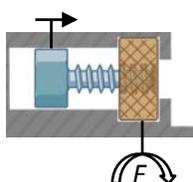
L'écrou (organe menant) se déplace sur une vis fixe.

Voici deux exemples de guidages en translation qui ne sont pas hélicoïdaux.

Vis et écrou (type III)



La vis (organe menant) se déplace dans une rotation continue et l'écrou (organe mené) dans une translation continue. Il s'agit d'un mécanisme de transformation de mouvement irréversible.



Vis et écrou (type IV)

L'écrou (organe menant) se déplace dans une rotation continue et la vis (organe mené) dans une translation continue. Il s'agit d'un mécanisme de transformation de mouvement irréversible.

## Ingénierie mécanique

Construction et particularités du mouvement des systèmes de transmission du mouvement (roues de friction, poulies et courroie, engrenage, roues dentées et chaîne, roue et vis sans fin)	évalué en	ST	X	ATS	X
Changements de vitesse		ST	X	ATS	X
Construction et particularités du mouvement des systèmes de transformation du mouvement (vis et écrou, cames, bielles, manivelles, coulisses et systèmes bielle et manivelle, pignon et crémaillère)		ST	X	ATS	
Construction et particularités du mouvement des systèmes de transformation du mouvement (vis et écrou, bielles, manivelles, coulisses, cames, excentriques et systèmes bielle et manivelle, pignon et crémaillère)		ST		ATS	X

### Systèmes de transmission et de transformation du mouvement

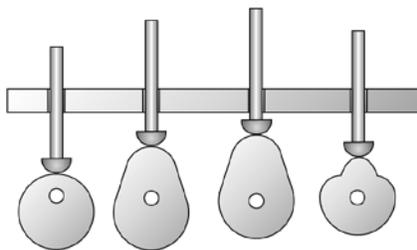
Lors de l'explication d'un mécanisme, l'élève doit d'abord identifier correctement le type de système (de transmission ou de transformation du mouvement) et donner le nom exact du mécanisme. Il doit ensuite indiquer les mouvements, les caractéristiques, les avantages et les désavantages de son fonctionnement. Il peut aussi aborder l'amplitude du mouvement des composants dans son explication.

Les termes « organe menant (moteur) », « organe intermédiaire » et « organe mené » doivent être utilisés dans les explications associées aux mécanismes. Bien que d'autres termes sont employés comme synonymes dans la littérature, ce sont ces termes qui sont utilisés dans les épreuves ministérielles.

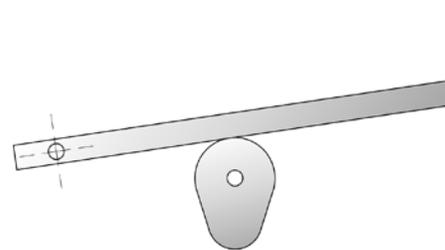
### Came

Les cames sont des composants mécaniques ayant pour fonction de pousser un élément afin qu'il se déplace en rotation ou en translation. Les cames peuvent être de différentes formes (rondes, ovoïdes, courbes, etc.) et leurs axes de rotation peuvent être centrés ou décentrés selon la forme.

Exemple de came et tige en translation



Exemple de came et levier en rotation



### Changement de vitesse

Lors de l'explication d'un changement de vitesse, l'élève doit faire un calcul simple du ratio entre l'organe menant et l'organe mené. Ainsi, dans un mécanisme d'engrenages à plusieurs roues dentées, les organes intermédiaires n'interfèrent pas lors d'un changement de vitesse.

## UNIVERS TECHNOLOGIQUE

### **Ingénierie électrique**

<b>Fonction d'alimentation</b>	évalué en	ST	X	ATS	X
--------------------------------	-----------	----	---	-----	---

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec celui de circuits électriques et la loi d'Ohm.

### **Ingénierie électrique**

<b>Fonction de conduction, d'isolation et de protection</b>	évalué en	ST	X	ATS	X
---	-----------	----	---	-----	---

Ce concept est au programme de ST. En ATS, ce concept, vu en 3<sup>e</sup> secondaire, peut être réutilisé pour l'analyse ou la schématisation.

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec celui de circuits électriques et la loi d'Ohm.

### **Ingénierie électrique**

<b>Fonction de commande</b>	évalué en	ST	X	ATS	X
-----------------------------	-----------	----	---	-----	---

Ce concept est au programme de ST. En ATS, ce concept et les divers types d'interrupteurs, vus en 3<sup>e</sup> secondaire, peuvent être réutilisés pour l'analyse ou la schématisation.

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec celui de circuits électriques et la loi d'Ohm.

### **Ingénierie électrique**

<b>Fonction de transformation de l'énergie (électricité et lumière, chaleur, vibration, magnétisme)</b>	évalué en	ST	X	ATS	X
---	-----------	----	---	-----	---

À titre d'exemple, ce concept peut être évalué conjointement avec la loi de la conservation de l'énergie.

### **Ingénierie électrique**

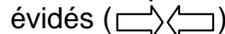
<b>Autres fonctions</b>	évalué en	ST		ATS	X
-------------------------	-----------	----	--	-----	---

Aucune précision sur ce concept.

### **Matériaux**

<b>Contraintes</b>	évalué en	ST	X	ATS	X
--------------------	-----------	----	---	-----	---

Les contraintes sont les forces extérieures (cisaillement, compression, flexion, torsion et traction) exercées sur un matériau et qui tendent à le déformer. De telles déformations ne sont pas nécessairement apparentes.

Dans les épreuves ministérielles, le symbole de contrainte est représenté par des vecteurs évidés () et le symbole de mouvement, par un vecteur en trait simple ().

## UNIVERS TECHNOLOGIQUE

### Matériaux

Caractérisation des propriétés mécaniques	évalué en	ST	X	ATS	X
---	-----------	----	---	-----	---

Pour définir la propriété mécanique d'un matériau utilisé dans un objet, il faut observer sa capacité à supporter une contrainte, un choc ou un impact sans se rompre lors d'une utilisation normale sur le matériau d'un composant dont est constitué un objet.

Voici quelques définitions de propriétés mécaniques de matériaux.

- **Dureté** : propriété mécanique qui confère au matériau la capacité de résister aux rayures, à la pénétration et à la déformation.
- **Élasticité** : propriété mécanique qui confère au matériau la capacité de se déformer sous l'action d'une contrainte et de reprendre sa forme initiale quand la contrainte agissant sur le matériau cesse.
- **Fragilité** : propriété mécanique qui confère au matériau la capacité de se casser sans se déformer lorsqu'il est soumis à diverses contraintes.
- **Résilience** : propriété mécanique qui confère au matériau la capacité de résister aux chocs en se déformant et de reprendre ensuite sa forme.
- **Rigidité** : propriété mécanique qui confère au matériau la capacité de garder sa forme initiale lorsqu'il est soumis à diverses contraintes.

*La ductilité et la malléabilité sont des propriétés de mise en forme associées généralement aux métaux. Elles ne sont pas utilisées pour qualifier les composants d'un objet technique fabriqués à l'aide de ces matériaux.*

- **Ductilité** : Capacité d'être étiré en fil sans se rompre (ex. : la ductilité du cuivre qui permet de l'étirer en fil).
- **Malléabilité** : Capacité de s'aplatir ou de se courber sans se rompre. (p. ex. : la malléabilité de l'aluminium permet d'en faire des feuilles).

*Il est à noter que la propriété mécanique d'une lamelle de plastique qui subit une contrainte de flexion est l'élasticité et non la malléabilité. On ne peut pas dire que cette lamelle de plastique est malléable, car elle n'a pas été étirée en feuille mince par un laminoir; elle a plutôt été moulée ou thermoformée.*

## UNIVERS TECHNOLOGIQUE

### Matériaux

Types et propriétés	évalué en	ST	X	ATS	X
---------------------	-----------	----	---	-----	---

Voici quelques définitions de propriétés de matériaux.

- **Conductibilité électrique** : propriété physique qui permet à un matériau de laisser passer le courant électrique.
- **Conductibilité thermique** : propriété physique qui permet à un matériau de transmettre la chaleur.
- **Légèreté** : propriété physique qui qualifie un matériau ayant une faible masse volumique (densité).
- **Neutralité chimique** : propriété chimique qui qualifie un matériau non chimiquement actif lui permettant de résister aux agents chimiques.
- **Résistance à la chaleur** : propriété physique qui permet à un matériau de résister à la chaleur tout en conservant ses propriétés mécaniques.
- **Résistance à la corrosion** : propriété chimique qui qualifie un matériau résistant à l'action de substances corrosives (sels, produits chimiques, etc.).

Propriétés respectives de différents types de matériaux

*Note.- À partir d'une banque de mots, l'élève doit être en mesure d'associer les matériaux à ses propriétés spécifiques.*

Propriétés des matériaux	Céramiques	Thermoplastiques	Thermodurcissables
Conductibilité électrique	faible ou nulle	nulle	nulle
Conductibilité thermique	variable	faible	variable
Dureté	très élevée	variable	élevée
Élasticité	nulle	élevée	variable
Neutralité chimique	élevée	élevée	variable
Rigidité	très élevée	variable	élevée
Résistance à la chaleur	très élevée	variable	élevée
Résistance à la corrosion	élevée	élevée	élevée
Résilience	faible	élevée	élevée

### Matériaux

Modifications des propriétés (dégradation, protection)	évalué en	ST	X	ATS	X
--	-----------	----	---	-----	---

Les traitements utilisés pour contrer la dégradation des matériaux concernent l'ensemble des matériaux (plastiques, métaux, céramiques, bois). Il peut s'agir de placage de zinc (galvanisation), de traitement antirouille, d'application de peinture, de vernis ou d'un revêtement imperméable, d'ajout de pigments ou d'antioxydants.

### Fabrication

Fabrication (caractéristiques du perçage, du taraudage, du filetage, du cambrage et du pliage)	évalué en	ST		ATS	X
--	-----------	----	--	-----	---

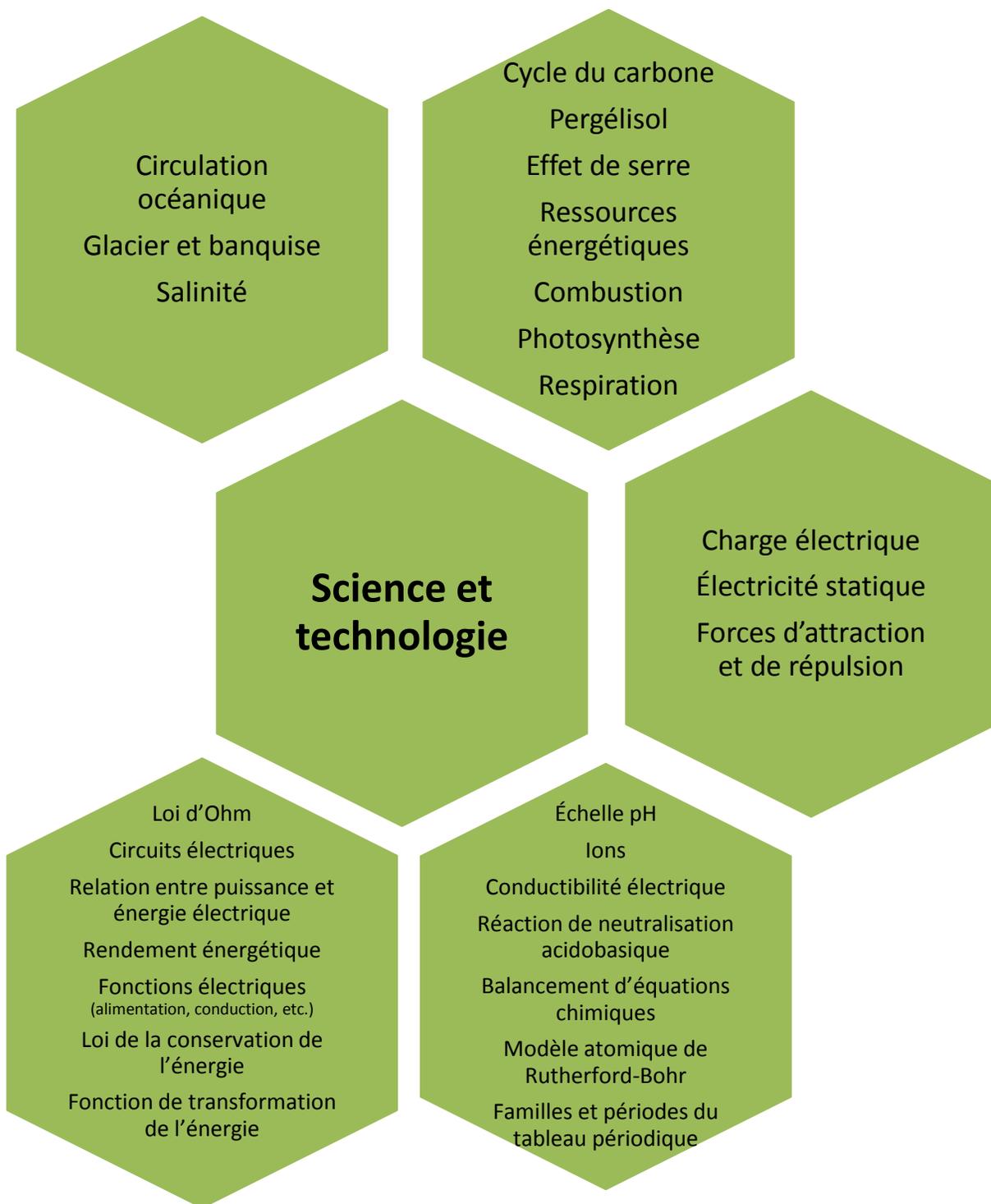
Pour simplifier l'apprentissage, nous utilisons le terme « cambrage » pour parler du façonnage d'un matériau dans le but de lui donner une courbe, et le terme « pliage » lorsqu'il s'agit de lui donner un angle.

# LISTE DES SYMBOLES UTILISÉS EN SCHÉMATISATION ÉLECTRIQUE

Pour un circuit déjà dessiné, l'élève doit être en mesure de reconnaître les symboles utilisés. Par contre, si on lui demande de dessiner un circuit électrique, une liste de symboles non identifiés lui est fournie.

Pile <i>Une pile a 1,5 volt.</i>		Diode électroluminescente (ATS seulement)	
Batterie <i>Si on cumule deux piles, on a une batterie de 3 volts.</i>		Diode (ATS seulement)	
Autres batteries <i>Pour des batteries cumulant plus de deux piles, le voltage est indiqué dans le schéma.</i>		Fil	
Courant alternatif		Cellule photo-électrique	
Prise de courant <i>Lors de l'analyse d'un objet technique utilisant le courant alternatif, seul le symbole de la source de courant est utilisé pour la fonction d'alimentation. Le transformateur n'est pas schématisé dans le circuit électrique.</i>		Interrupteur-poussoir	
Fusible		Interrupteur bascule	
Résistor		Interrupteur magnétique	
Moteur		Condensateur (ATS seulement)	
Ampoule		Relais (ATS seulement)  <i>Le symbole ci-contre est utilisé pour représenter un relais comportant une bobine dans un circuit à basse tension qui active le contact d'un autre circuit à haute tension.</i>	
<i>Le symbole ci-contre est utilisé pour représenter tout type de témoin lumineux dans un objet technique.</i>		Ampèremètre	
Haut-parleur ou Alarme		Voltmètre	
Avertisseur sonore			
Élément chauffant			

# CONCEPTS POUVANT ÊTRE ÉVALUÉS CONJOINTEMENT DANS LES ÉPREUVES MINISTÉRIELLES



# CONCEPTS POUVANT ÊTRE ÉVALUÉS CONJOINTEMENT DANS LES ÉPREUVES MINISTÉRIELLES

