

Document d'accompagnement

Précisions sur les concepts prescrits susceptibles d'être évalués

ÉPREUVES MINISTÉRIELLES

4^e année du secondaire

Science et technologie 055-410

Applications technologiques et scientifiques 057-410

2024-2025

Coordination et rédaction

Direction de l'évaluation des apprentissages

Direction générale de la formation générale des jeunes

Direction générale principale de la pédagogie et des services à l'enseignement

Secteur de la réussite éducative et de la main-d'œuvre

Pour information

Renseignements généraux

Ministère de l'Éducation

1035, rue De La Chevrotière, 27^e étage

Québec (Québec) G1R 5A5

Téléphone : 418 643-7095

Ligne sans frais : 1 866 747-6626

© Gouvernement du Québec

Ministère de l'Éducation

ISBN 978-2-550-98910-3 (PDF)

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	4
La terre et l'espace.....	5
L'univers matériel	8
L'univers technologique.....	14
Liste des symboles utilisés en schématisation électrique	26
Vocabulaire relatif au programme de ST	27
Vocabulaire relatif au programme d'ATS	28
Concepts pouvant être évalués conjointement dans les épreuves ministérielles en ST.....	29
Concepts pouvant être évalués conjointement dans les épreuves ministérielles en ATS.....	30

INTRODUCTION

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

Ce document énumère chaque concept pouvant être évalué dans les épreuves ministérielles en précisant le programme concerné (ST ou ATS). Il présente aussi des informations plus détaillées que celles du Document d'information 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. Il s'adresse aux enseignantes et enseignants.

Il est recommandé d'utiliser la présente version plutôt qu'une version précédente, car le document a fait l'objet d'une mise à jour.

LA TERRE ET L'ESPACE

Cycles biogéochimiques

Cycle du carbone

ST

X

ATS

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux de pergélisol, d'effet de serre, de ressources énergétiques, de combustion, de photosynthèse et de respiration.

Lithosphère

Pergélisol

ST

X

ATS

L'augmentation de la quantité de CO₂ et de méthane, l'instabilité des sols (glissements de terrain), l'augmentation de la végétation et la modification des écosystèmes peuvent être considérées comme des conséquences directes de la fonte du pergélisol.

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux d'effet de serre et de cycle du carbone.

Hydrosphère

Bassin versant

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.

Dans une explication en lien avec un bassin versant, l'élève doit soit utiliser le langage propre à ce concept, par exemple: « Le point A est en amont du point B », soit démontrer une compréhension du sens de l'écoulement de l'eau entre les deux endroits, par exemple : « L'eau coule du point A vers le point B ». L'élève ne doit pas écrire uniquement : « A est plus haut que B » ou « L'eau coule vers B ».

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 des sols, l'assèchement ou le remplissage d'un marécage peuvent être considérés comme des activités humaines ayant un impact sur le bassin versant.

Bien que le terme « ligne de partage des eaux » soit employé comme synonyme du terme « ligne de crête » dans la littérature, seul ce dernier est utilisé dans les épreuves ministérielles.

Hydrosphère

Circulation océanique	ST	X	ATS	
Glacier et banquise	ST	X	ATS	
Salinité	ST	X	ATS	

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

Lorsque les concepts de glaciers et de salinité sont évalués conjointement, le type de glacier est précisé. Dans le cas de la fonte d'un glacier côtier, l'eau déversée dans l'océan est uniquement de l'eau douce.

La banquise est constituée d'eau saumâtre, soit un mélange d'eau douce et d'eau salée, et sa 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 phénomène a une incidence sur la boucle thermohaline.

La perturbation de la circulation océanique et de la boucle 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 conséquences indirectes de la fonte des glaciers et de la banquise. Toutefois, la hausse du niveau de la mer est directement liée à la fonte des glaciers.

La rotation de la Terre influence uniquement les courants de surface.

Atmosphère

Effet de serre

ST

X

ATS

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux de cycle du carbone, de pergélisol, de combustion, de photosynthèse, de respiration et de ressources énergétiques.

Il pourrait être évalué à l'aide de schémas.

Atmosphère

Cyclone et anticyclone

ST

ATS

X

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

Plusieurs facteurs expliquent la formation des cyclones et des anticyclones. Toutefois, seule la convection atmosphérique est abordée dans les épreuves ministérielles. La température et l'humidité de l'air sont donc les caractéristiques à considérer pour expliquer la formation de ces systèmes. Par exemple, l'humidité est déterminante dans la formation d'un couvert nuageux. La pression atmosphérique normale de 101,3 kPa sert de point de référence pour déterminer si un système correspond à une haute ou à une basse pression.

Idéalement, les termes « beau temps » ou « mauvais temps » ne sont pas utilisés pour définir les conditions météorologiques, car la notion de beau temps ou de mauvais temps n'est pas la même pour tous. Par exemple, une journée venteuse pourrait être associée à du beau temps par un amateur de voile et à du mauvais temps par un cycliste.

Espace

Système Terre-Lune (effet gravitationnel)

ST

ATS

X

Aucune précision sur ce concept, même s'il peut faire l'objet d'une évaluation.

Lithosphère / Hydrosphère / Atmosphère / Espace

Ressources énergétiques

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 en produisent 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.

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux de cycle du carbone, de combustion et d'effet de serre dans une épreuve de science et technologie.

Il pourrait aussi être évalué conjointement avec le concept de combustion dans une épreuve d'applications technologiques et scientifiques.

L'UNIVERS MATÉRIEL

Propriétés physiques des solutions

Concentration (g/L, %, ppm)

ST

X

ATS

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

Propriétés physiques des solutions

Échelle pH

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 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 un acide faible dans les épreuves ministérielles.

Le caractère logarithmique de l'échelle 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.

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

L'élève doit connaître le caractère acide, basique ou neutre des substances usuelles.

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux de réaction de neutralisation acidobasique et de conductibilité électrique.

Propriétés physiques des solutions

Ions

ST

X

ATS

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

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux de familles et périodes du tableau périodique, de conductibilité électrique et de modèle atomique de Rutherford-Bohr.

Propriétés physiques des solutions

Conductibilité électrique

ST

X

ATS

La conductibilité électrique d'une solution est possible seulement s'il y a formation d'ions mobiles lors de la dissolution d'un électrolyte (ou d'un 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.

La conductibilité électrique d'une substance peut être déterminée par sa nature dans le cas des substances usuelles.

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux d'échelle pH et d'ions.

Transformations chimiques**Combustion**

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.

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec celui de ressources énergétiques.

Il pourrait aussi être évalué conjointement avec les concepts de cycle du carbone et d'effet de serre dans une épreuve de science et technologie.

Transformations chimiques**Oxydation**

ST

ATS

X

L'oxydation est une forme de combustion.

Transformations chimiques**Photosynthèse et respiration**

ST

X

ATS

Ces concepts pourraient être évalués conjointement avec ceux de cycle du carbone et d'effet de serre.

Transformations chimiques**Réaction de neutralisation acidobasique**

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 : H_2SO_4 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, CaCO_3 .

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

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux d'échelle pH et de balancement d'équations chimiques.

Transformations chimiques

Balancement d'équations chimiques

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 possibles.

Les élèves n'ont pas à balancer des équations chimiques avec des molécules comprenant des ions polyatomiques dans la section B des épreuves ministérielles. 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.

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux de réaction de neutralisation acidobasique et de loi de la conservation de la masse.

Transformations chimiques

Loi de conservation de la masse

ST

X

ATS

Il est préférable que l'élève de l'option Science et technologie de l'environnement n'utilise pas la stœchiométrie pour vérifier la loi de conservation de la masse, car sa réponse pourrait alors différer légèrement de celle qui est attendue.

Organisation de la matière

Modèle atomique de Rutherford-Bohr

ST

X

ATS

L'élève doit être en mesure d'associer le numéro atomique d'un élément au nombre de protons qu'il possède pour représenter un atome à l'aide du modèle de Rutherford-Bohr. 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).

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec celui de familles et périodes du tableau périodique.

Organisation de la matière

Familles et périodes du tableau périodique

ST

X

ATS

Quatre familles chimiques peuvent être identifiées par leur nom spécifique : les alcalins, les alcalino-terreux, les halogènes et les gaz inertes. Chacune des autres familles chimiques peut être identifiée par le nom du premier élément de sa colonne (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 soient 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'a pas à connaître le nom associé au symbole de chaque élément.

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux d'ions et de modèle atomique de Rutherford-Bohr.

Électricité

Charge électrique

ST

X

ATS

X

L'élève doit pouvoir déduire le comportement (attraction ou répulsion) de deux objets chargés se trouvant à proximité l'un de l'autre (sans qu'il y ait contact) à partir de leurs charges électriques (de signe contraire ou de même signe).

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec celui d'électricité statique.

Électricité

Électricité statique

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). Les énoncés « donne des charges négatives » et « reçoit des charges négatives » sont utilisés dans les épreuves ministérielles.

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

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec celui de charge électrique.

Électricité

Loi d'Ohm

ST

X

ATS

X

La résistance, la différence de potentiel et l'intensité de courant électrique peuvent être déterminées à partir d'une relation mathématique ou d'un graphique. L'intensité de courant électrique peut également être exprimée en milliampère (mA).

Bien que le terme « tension » soit employé comme synonyme du terme « différence de potentiel » dans la littérature, seul ce dernier est utilisé dans les épreuves ministérielles.

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux de fonctions électriques, de circuits électriques, de rendement énergétique ou de relation entre puissance et énergie électrique.

Électricité

Circuits électriques

ST

X

ATS

X

Ce sont les composants ayant une fonction de transformation d'énergie qui déterminent le type de circuit électrique (en série ou en 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 lui est fournie.

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux de fonctions électriques et de la loi d'Ohm.

Électricité

Relation entre puissance et énergie électrique

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) et le watt-heure (W•h ou Wh) sont des unités d'énergie communément utilisées en électricité. Le kilojoule (kJ) et le kilowatt-heure (kW•h ou kWh) sont aussi acceptés puisqu'ils sont des multiplicateurs.

L'intensité de courant électrique peut également être exprimée en milliampère (mA).

L'élève doit être en mesure de déterminer si un appareil électrique est plus économique qu'un autre, à partir de sa consommation d'énergie, sans toutefois avoir à calculer le coût d'utilisation.

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux de rendement énergétique et de la loi d'Ohm.

Électromagnétisme

Forces d'attraction et de répulsion

ST

X

ATS

X

L'élève doit être en mesure de comparer le comportement d'une boussole dans le champ magnétique de différents aimants (aimant droit, aimant en forme de U et aimant circulaire).

Électromagnétisme

Champ magnétique d'un fil parcouru par un courant

ST

X

ATS

X

Champ magnétique d'un solénoïde

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.

Électromagnétisme

Induction électromagnétique

ST

ATS

X

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec celui de ressources énergétiques, puisque différents types de centrales fonctionnent par induction électromagnétique.

Transformation de l'énergie

Loi de la conservation de l'énergie

ST

X

ATS

X

Pour désigner l'énergie non utile au fonctionnement de l'objet dans un système ouvert (non isolé), l'expression « énergie dissipée » est utilisée. Les autres expressions comme « énergie perdue » ne sont pas utilisées dans les épreuves ministérielles.

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec celui de fonction de transformation de l'énergie.

Transformation de l'énergie

Rendement énergétique

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 (%).

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux de relation entre puissance et énergie électrique et de la loi d'Ohm.

Fluides**Principe d'Archimède**

ST

ATS

X

Dans les épreuves ministérielles, les termes « force de poussée » et « poussée d'Archimède » sont utilisés.

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux de masse et poids et de types de forces.

Fluides**Principe de Pascal**

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.

Fluides**Principe de Bernoulli**

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.

Forces et mouvements**Force**

ST

ATS

X

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

Forces et mouvements**Types de forces**

ST

ATS

X

En plus des forces magnétique et gravitationnelle, les forces de frottement et les forces motrices peuvent être abordées.

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux de masse et poids et du principe d'Archimède.

Forces et mouvements**Équilibre de deux forces**

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**Relation entre vitesse constante, distance et temps**

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**Masse et poids**

ST

ATS

X

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux de types de forces et du principe d'Archimède.

L'UNIVERS TECHNOLOGIQUE

Langage des lignes

Projection orthogonale à vues multiples
(dessin d'ensemble)

ST

ATS

X

L'élève peut avoir 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

ST

ATS

X

Les notions de cotation et de tolérance, vues en 3^e secondaire, sont réutilisées pour la cotation fonctionnelle.

Cotation

La cotation exprime l'ensemble des dimensions requises pour la fabrication, l'assemblage et le fonctionnement d'un objet. Une cotation peut comprendre une tolérance.

Tolérance

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

La tolérance peut être exprimée de quatre façons différentes. Par exemple, pour une mesure de 32,5 mm, les tolérances suivantes pourraient s'appliquer.

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

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 avec une tolérance	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.	

Cotation fonctionnelle

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 ainsi que les possibilités de valeurs de cet intervalle.

Langage des lignes

Cotation fonctionnelle (*Suite*)

ST

ATS

X

Les termes suivants sont utilisés pour décrire le fonctionnement d'un objet technique.

Fonctionnel : les limites inférieures et supérieures des deux composants leur permettent toujours de s'assembler en respectant le jeu mécanique prévu, s'il y a lieu. L'objet technique fonctionne comme prévu.

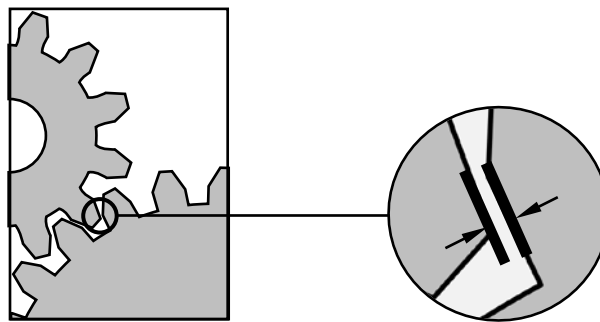
Possiblement non fonctionnel : l'assemblage des composants n'est pas toujours possible, mais lorsqu'il est possible, il ne permet pas toujours un fonctionnement optimal de l'objet technique. Par exemple :

- 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 sa limite supérieure, est le même que celui d'un orifice (absence d'un jeu mécanique).

Non fonctionnel : l'assemblage des composants est impossible et ne permet pas le fonctionnement de l'objet technique.

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 ».

Voici un exemple de jeu mécanique entre les dents de deux roues dentées.



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

Langage des lignes

Développements (prisme, cylindre, pyramide, cône)

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




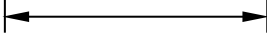
Standards et représentations (schémas, symboles)

ST

ATS

X

Dans les mises en situation, les mouvements liés au fonctionnement d'un objet peuvent être présentés sur un schéma de principe, 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 et ligne d'attache : 

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

Ingénierie mécanique

Adhérence et frottement entre les pièces

ST

ATS

X

On considère qu'il y a adhérence lorsque deux surfaces en contact ont la possibilité de glisser l'une sur l'autre, mais qu'elles ne glissent pas. On considère qu'il y a frottement lorsque les deux surfaces en contact glissent ou se déplacent l'une sur l'autre.

Ingénierie mécanique

Caractéristiques des liaisons mécaniques	ST	X	ATS	
Liaisons des pièces mécaniques	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 les maintenir ensemble.

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 rigide, 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, dans l'ensemble du fonctionnement de l'objet, les composants liés peuvent bouger les uns par rapport aux autres ou que l'un peut bouger et l'autre non. Une liaison partielle peut aussi impliquer un guidage.

Liaison complète

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

Liaison démontable ou indémontable

Dans les dessins de l'objet technique des épreuves ministérielles, 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). Les composants d'une pièce moulée ou thermoformée sont considérés comme indémontables.

Ingénierie mécanique

Liaisons des pièces mécaniques (degré de liberté d'une pièce)	ST		ATS	X
---	----	--	-----	---

Degré de liberté

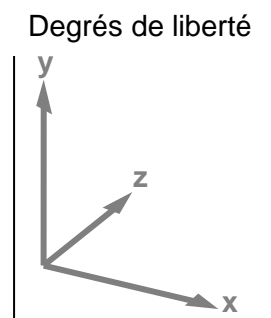
Les axes de référence (x, y et z) du plan cartésien sont utilisés pour déterminer les degrés de liberté.

Ils 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).

La translation se fait sur les axes alors que la rotation se fait autour des axes.

Pour ce concept, nous utiliserons une représentation des axes semblable à celle-ci, adaptée à la perspective de l'objet présenté.



Ingénierie mécanique

Fonction de guidage

ST

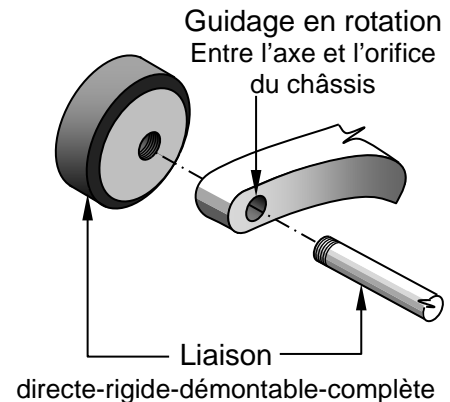
X

ATS

X

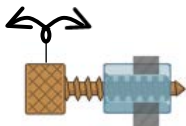
Guidage

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.

Guidage hélicoïdal

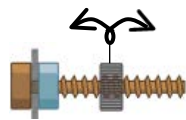
Pour qu'un guidage soit considéré comme hélicoïdal, il faut que le déplacement rectiligne du composant mobile en rotation (la vis ou l'écrou selon le cas) s'effectue dans le même axe que l'axe de rotation.

Voici deux exemples de guidages hélicoïdaux.



Vis et écrou (type I)

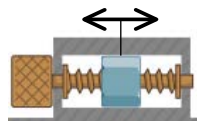
La vis (organe menant) se déplace à l'intérieur d'un écrou fixe.



Vis et écrou (type II)

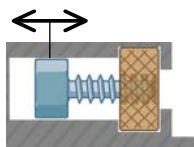
L'écrou (organe menant) se déplace sur une vis fixe.

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 irréversible de transformation du mouvement.



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 irréversible de transformation du mouvement.

Les exemples ci-dessus proviennent du Centre de développement pédagogique.

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)	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

Dans l'explication du fonctionnement d'un mécanisme, l'élève doit utiliser le langage propre à la technologie et non pas le langage courant. Son explication doit dépasser la simple description de l'animation vidéo. Elle ou il doit utiliser les termes « rotation », « translation » et « hélicoïdal » pour décrire les mouvements. Par exemple, elle ou il doit écrire « La rotation de la came entraîne le déplacement en translation du poussoir » et non pas « La came tourne et le poussoir bouge de gauche à droite ».

Pour qu'un mouvement soit hélicoïdal, il faut que le composant effectue simultanément une translation et une rotation dans le même axe. Si la translation et la rotation ne se font pas simultanément dans le même axe, les termes « rotation » et « translation » doivent être utilisés pour décrire le mouvement.

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

On qualifie un mécanisme de réversible lorsqu'il peut être actionné par l'organe menant ou par l'organe mené, et non pas lorsqu'il peut être actionné dans un sens ou dans l'autre.

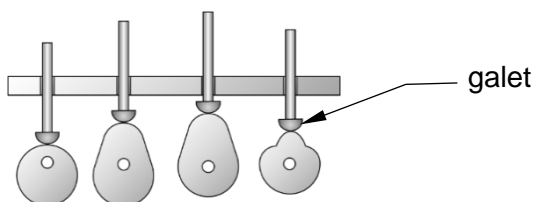
Les termes « organe menant », « organe intermédiaire » et « organe mené » doivent être utilisés dans les explications associées aux mécanismes. Bien que d'autres termes soient employés comme synonymes dans la littérature, ce sont ces termes qui sont utilisés dans les épreuves ministérielles.

Came et galet

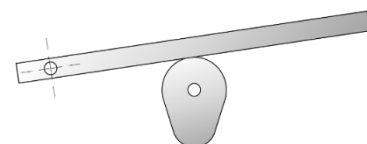
Les cames sont des composants mécaniques ayant pour fonction de pousser un élément afin qu'il se déplace en rotation ou en translation. Les cames peuvent être de différentes formes (rondes, ovoïdes, courbes, etc.) et leurs axes de rotation peuvent être centrés ou décentrés selon la forme.

Bien que le terme « came et tige-poussoir » soit employé dans la littérature, seul le terme « came et galet » est utilisé dans les épreuves ministérielles.

Exemple de came, galet et tige en translation



Exemple de came et levier en rotation



Ingénierie mécanique (Suite)

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)	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

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 à poulie simple de plusieurs roues, les organes intermédiaires n'interfèrent pas lors d'un changement de vitesse.

Ingénierie électrique

Fonction d'alimentation

ST

X

ATS

X

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux de la loi d'Ohm et de circuits électriques.

Ingénierie électrique

Fonction de conduction, d'isolation et de protection

ST

X

ATS

X

Ce concept est au programme de ST. En ATS, ce concept, vu en 3^e secondaire, peut être réutilisé en 4^e secondaire pour l'analyse ou la schématisation.

Lorsque le filament à l'intérieur d'un fusible fond, le courant électrique ne peut plus circuler.

Précision : Un résistor est un composant dont la principale caractéristique est de s'opposer au passage du courant électrique. Il n'a donc pas une fonction de conduction, de protection ni de transformation de l'énergie.

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux de la loi d'Ohm et de circuits électriques.

Ingénierie électrique

Fonction de conduction, d'isolation et de protection (résistance et codification)

ST

ATS

X

Pour déterminer la valeur des résistances électriques, le code de couleurs ci-dessous est utilisé. Un résistor comporte quatre bandes, dont les trois premières servent à déterminer la valeur.

CODE DE COULEURS POUR DÉTERMINER LA VALEUR DES RÉSISTANCES ÉLECTRIQUES

	Noir	Brun	Rouge	Orange	Jaune	Vert	Bleu	Violet	Gris	Blanc	Or	Argent
Chiffre	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Multiplieur	1	10	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶					
Tolérance (%)	20										5	10

Ingénierie électrique

Fonction de commande

ST

X

ATS

X

Dans l'explication du fonctionnement d'un circuit électrique, l'élève doit utiliser le langage propre à la technologie et non pas le langage courant. Son explication doit dépasser la simple description de l'animation vidéo. L'élève doit utiliser les expressions « ouvre le circuit », « ferme le circuit » ou « laisse passer le courant » et « ne laisse pas passer le courant » pour décrire les fonctions de commande. Par exemple, l'élève doit écrire « ... l'interrupteur-poussoir ferme le circuit électrique, et le moteur se met en marche » et non pas « ... l'interrupteur-poussoir active (actionne) le moteur » sans faire référence à l'état du circuit électrique.

Ce concept est au programme de ST. En ATS, ce concept et les divers types d'interrupteurs, vus en 3^e secondaire, peuvent être réutilisés en 4^e secondaire pour l'analyse ou la schématisation.

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux de la loi d'Ohm et de circuits électriques.

Ingénierie électrique

Fonction de transformation de l'énergie (électricité, lumière, chaleur, vibration, magnétisme)

ST

X

ATS

X

Ce concept pourrait être évalué conjointement avec ceux de la loi d'Ohm, de circuits électriques et de la loi de la conservation de l'énergie.

Ingénierie électrique

Autres fonctions (condensateur, diode, relais)

ST

ATS

X

Aucune précision sur ce concept, même s'il peut faire l'objet d'une évaluation.

Matériaux

Contraintes

ST

X

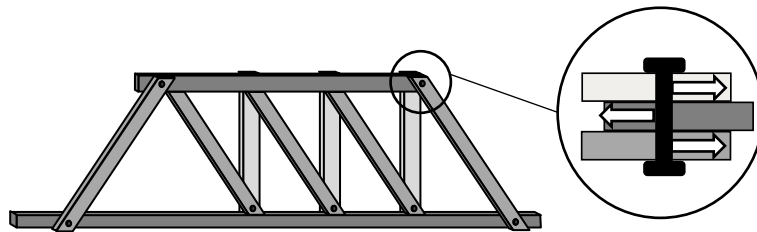
ATS

X

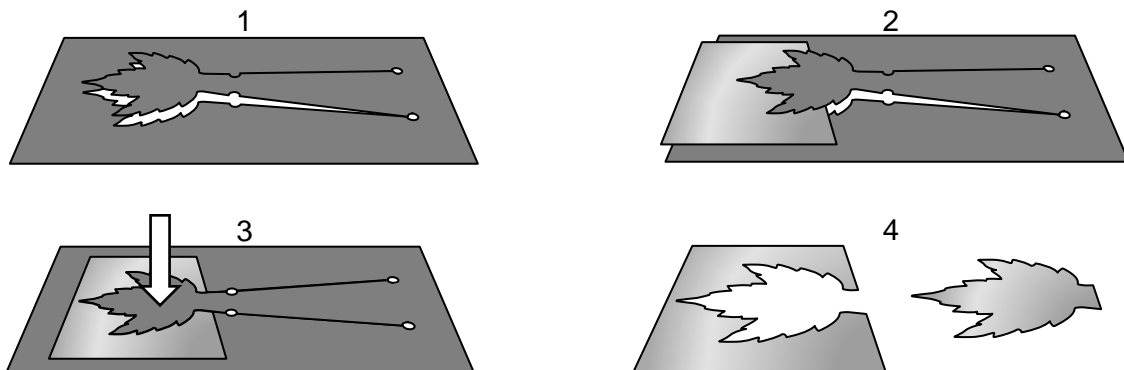
Les contraintes (cisaillement, compression, flexion, torsion et traction) exercées sur un matériau et qui tendent à le déformer sont engendrées par des forces extérieures. De telles déformations ne sont pas nécessairement apparentes.

Le cisaillement est une contrainte qui ne résulte pas uniquement de l'utilisation de lames tranchantes. La contrainte de cisaillement survient aussi lorsque des contraintes de flexion, de torsion ou de compression sont appliquées et que des forces opposées sur des plans parallèles créent une déformation permanente pouvant mener à une rupture.

Voici un exemple de cisaillement sur le boulon d'un pont pouvant mener à une rupture.



Voici un exemple de cisaillement lors de l'utilisation d'un *pancake die*.



Afin de simplifier l'évaluation des situations faisant appel à ce concept, nous considérons qu'il y a cisaillement lorsqu'il y a une possibilité de rupture lors d'une utilisation normale.

Matériaux

Contraintes (*Suite*)

ST

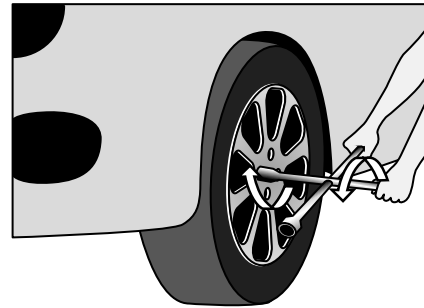
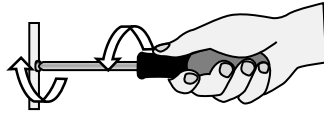
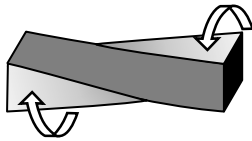
X

ATS

X

La torsion est une contrainte subie par un corps soumis à une force ou à un couple de force agissant dans des plans parallèles permettant de tourner autour d'un axe.

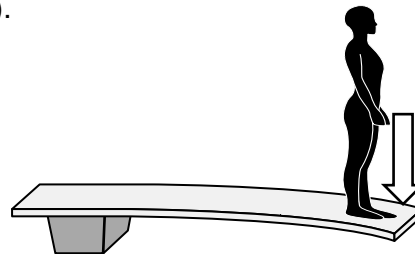
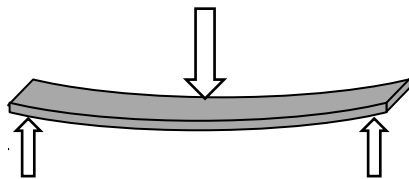
Voici trois exemples de torsion.



La traction est une contrainte subie par un corps soumis à une force qui tend à l'étirer. La principale contrainte que l'on puisse associer à une corde est la traction. On ne peut pas pousser sur une corde (compression) ni la plier (flexion) lorsqu'elle est tendue. Si on appuie sur une corde tendue, on ne fait qu'augmenter la force axiale qu'elle subit.

Lorsqu'on tire sur une corde ou un fil métallique torsadé, ses torons (brins) s'allongent les uns sur les autres. On imprime alors un mouvement de rotation aux torons et non une torsion sur la corde ou le fil métallique torsadé, car ceux-ci sont autour de la ligne où la force est appliquée.

Dans les épreuves ministérielles, le symbole de contrainte est représenté par des vecteurs évidés ($\square \rightarrow \square$) et le symbole de mouvement, par un vecteur en trait simple (\rightarrow). Plusieurs vecteurs peuvent être utilisés pour schématiser la flexion. Leur nombre et leurs positions varient selon l'objet analysé (voir les exemples ci-dessous).



Ces symboles peuvent être utilisés dans un schéma de principes ou toute autre illustration.

Matériaux

Caractérisation des propriétés mécaniques

ST

X

ATS

X

Pour définir la propriété mécanique du matériau dont est constitué un objet ou un de ses composants, il faut observer sa capacité à supporter une contrainte ou un impact (un choc) sans se rompre lors d'une utilisation normale. On compare les avantages des matériaux pour savoir lequel répond le mieux à une fonction et à une utilisation précises.

Voici les définitions de quelques propriétés et caractéristiques des 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.
- **Résilience** : propriété mécanique qui confère au matériau la capacité de résister aux impacts (chocs) en se déformant sans se rompre. Elle est principalement utilisée pour caractériser le comportement d'un matériau à l'aide d'un test d'impact qui détermine si le matériau se déforme (absorbe l'énergie de l'impact) au lieu de se rompre lors d'une utilisation normale.
- **Rigidité** : propriété mécanique qui confère au matériau la capacité de garder sa forme initiale lorsqu'il est soumis à diverses contraintes.
- **Fragilité** : caractéristique d'un matériau qui lui confère la capacité de se casser sans se déformer lorsqu'il est soumis à diverses contraintes. Tous les matériaux peuvent se casser. Mais pour les matériaux fragiles, presque aucune déformation permanente n'est observée avant leur rupture sous l'effet de contraintes ou de faibles impacts. Le verre a une certaine résilience (résistance aux chocs), mais sa principale propriété est la fragilité.

La ductilité et la malléabilité sont généralement associées aux métaux. Ces caractéristiques sont souvent attribuées aux processus de fabrication et de mise en forme. Elles ne sont pas utilisées pour qualifier les composants d'un objet technique fabriqués à l'aide de ces matériaux.

- **Ductilité** : caractéristique d'un matériau pouvant être étiré en fil sans se rompre (ex. la ductilité du cuivre permet de l'étirer en fil).
- **Malléabilité** : caractéristique d'un matériau pouvant s'aplatir ou se courber sans se rompre et qui conserve la forme acquise lors de la déformation (ex. la malléabilité de l'aluminium permet d'en faire des feuilles). Cette propriété est généralement attribuée aux métaux qui peuvent, par exemple, être laminés, forgés. Lorsqu'un matériau non métallique peut se courber, se modeler et acquérir une certaine déformation permanente (ex. : la plasticine, la glaise), il s'agit de la propriété de plasticité. Cette propriété n'est pas abordée dans les épreuves ministérielles.

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, extrudée ou thermoformée.

Matériaux

Types et propriétés

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 et qui lui permet 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. – L'élève doit être en mesure d'associer les matériaux à leurs propriétés spécifiques à partir d'une banque de mots.

Propriétés des matériaux	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)

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, ou encore d'ajout d'additifs (pigments ou antioxydants).

Fabrication

Fabrication (caractéristiques du perçage, du taraudage, du filetage et du cambrage [pliage])

ST

ATS

X










Dans les épreuves ministérielles, le terme « cambrage » est utilisé pour désigner le façonnage d'un matériau dans le but de lui donner une courbe, alors que c'est le terme « pliage » qui est utilisé lorsqu'il s'agit de lui donner un angle.

LISTE DES SYMBOLES UTILISÉS EN SCHÉMATISATION ÉLECTRIQUE




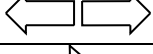

Pour un circuit déjà dessiné, l'élève doit être en mesure de reconnaître les symboles utilisés. Par contre, si on lui demande de dessiner un circuit électrique, une liste de symboles lui est fournie.

Pile <i>Une pile de 1,5 volt.</i>		Diode électroluminescente (ATS seulement)	
Batterie <i>Si on combine deux piles, on a une batterie de 3 volts.</i>		Diode (ATS seulement)	
Autres batteries <i>Pour des batteries combinant plus de deux piles, la différence de potentiel est indiquée dans le schéma.</i>	 6 V 12 V 24 V	Fil électrique	
Courant alternatif		Cellule photoélectrique ou photorésistance	
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 Un micro-interrupteur est considéré comme un interrupteur-poussoir.	
Fusible		Interrupteur à bascule	
Moteur		Interrupteur bidirectionnel (ATS seulement)	
Résistor		Interrupteur magnétique	
Ampoule <i>Le symbole ci-contre est utilisé pour représenter tout type de témoin lumineux dans un objet technique.</i>	 	Condensateur (ATS seulement) Relais (ATS seulement) 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.	 Bobine Contact
Haut-parleur ou alarme			
Avertisseur sonore		Ampèremètre	
Élément chauffant		Voltmètre	

VOCABULAIRE RELATIF AU PROGRAMME DE ST










Ingénierie mécanique						
Caractéristiques d'une liaison			Types de mouvement et de guidages			
Directe	ou	Indirecte	En translation			
Rigide	ou	Élastique	En rotation			
Démontable	ou	Indémontable	Hélicoïdal			
Complète	ou	Partielle				
Mécanismes de...						
... transformation du mouvement			... transmission du mouvement			
Bielle et manivelle / Manivelle à coulisse			Roue dentée et chaîne			
Came et galet			Poulie et courroie			
Pignon et crémaillère			Roue dentée / Engrenage			
Vis et écrou			Roue dentée et vis sans fin			
			Roue de friction			

Ingénierie électrique		
Fonctions électriques	Formes d'énergie	Types de circuit
Alimentation	Chimique	En série
Commande	Électrique	En parallèle
Conduction	Mécanique (vibratoire, magnétique et sonore)	
Isolation	Rayonnante (lumineuse et solaire)	
Protection	Thermique	
Transformation de l'énergie		

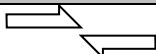
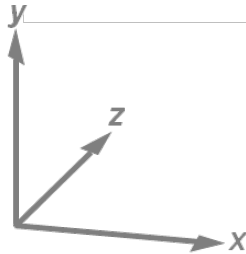
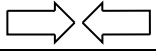



Matériaux	
Caractérisation des propriétés mécaniques	Types et propriétés de matériaux
Ductilité	Conductibilité électrique
Dureté	Conductibilité thermique
Élasticité	Légèreté
Fragilité	Neutralité chimique
Malléabilité	Résistance à la chaleur
Résilience	Résistance à la corrosion
Rigidité	
Contraintes	Types de matériaux
Cisaillement 	Céramique
Compression 	Thermodurcissable
Flexion* 	Thermoplastique
Traction 	
Torsion 	

*Plus d'un vecteur de force peut être représenté. Ces vecteurs seront positionnés pour montrer où la flexion s'exerce.

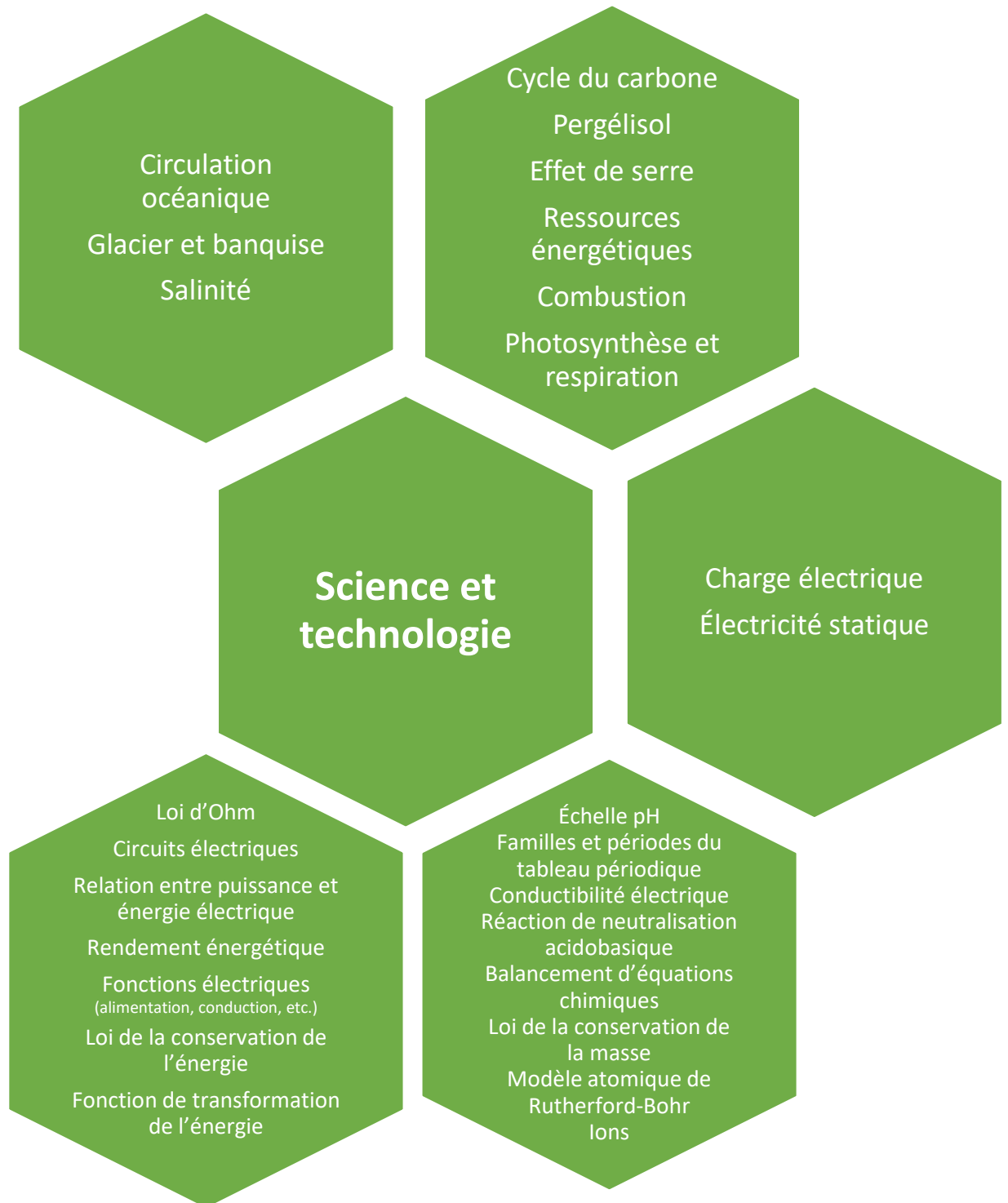
VOCABULAIRE RELATIF AU PROGRAMME D'ATS

Ingénierie mécanique						
Caractéristiques d'une liaison			Types de mouvement et de guidages			
Directe	ou	Indirecte	En translation			
Rigide	ou	Élastique	En rotation			
Démontable	ou	Indémontable	Hélicoïdal			
Complète	ou	Partielle				
Mécanismes de...						
... transformation du mouvement			... transmission du mouvement			
Bielle et manivelle / Manivelle à coulisse			Roue dentée et chaîne			
Came et galet			Poulie et courroie			
Pignon et crémaillère			Roue dentée / Engrenage			
Vis et écrou			Roue dentée et vis sans fin			
			Roue de friction			

Ingénierie électrique		
Fonctions électriques	Formes d'énergie	Types de circuit
Alimentation	Chimique	En série
Commande	Électrique	En parallèle
Conduction	Mécanique (vibratoire, magnétique et sonore)	
Isolation	Rayonnante (lumineuse et solaire)	
Protection	Thermique	
Transformation de l'énergie		
Autres fonctions		

Matériaux – Fabrication				
Caractérisation des propriétés mécaniques	Types et propriétés de matériaux	Techniques de fabrication		
Ductilité	Conductibilité électrique	Cambrage		
Dureté	Conductibilité thermique	Filetage		
Élasticité	Légèreté	Perçage		
Fragilité	Neutralité chimique	Pliage		
Malléabilité	Résistance à la chaleur	Taraudage		
Résilience	Résistance à la corrosion			
Rigidité				
Contraintes	Degrés de liberté de mouvement	Types de déformations	Types de matériaux	
Cisaillement 		Élastique	Céramique	
Compression 		Permanente / Plastique	Thermodurcissable	
Flexion* 		Rupture	Thermoplastique	
Traction 				
Torsion 				
<p>*Plus d'un vecteur de force peut être représenté. Ces vecteurs seront positionnés pour montrer où la flexion s'exerce.</p>				

CONCEPTS POUVANT ÊTRE ÉVALUÉS CONJOINTEMENT DANS LES ÉPREUVES MINISTÉRIELLES EN ST



CONCEPTS POUVANT ÊTRE ÉVALUÉS CONJOINTEMENT DANS LES ÉPREUVES MINISTÉRIELLES EN ATS



