

# Machines

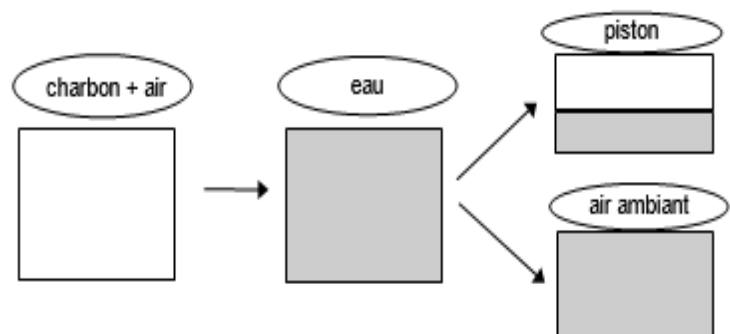
**TEXTE 1** (extrait de *L'encyclopédie Axis Hachette*.)

À l'origine, la notion d'énergie était liée à celle de force agissante capable de modifier un état préexistant – la force qui permet de déplacer un poids vers le haut, de bander un arc, de tirer une charrue. Elle ne pouvait provenir que du muscle humain ou animal. Les peuples de la mer furent les premiers à utiliser l'énergie du vent pour mouvoir les navires et, plus tard, les ailes des moulins à vent. Puis, l'homme découvrit la force de l'eau des rivières pour faire fonctionner les moulins à eau. Ce furent là ses principales sources d'énergie motrice jusqu'à la fin du XVIII<sup>e</sup> s. Parallèlement, l'homme utilisait le feu et le bois pour se chauffer, travailler les métaux, etc., sans se rendre compte qu'il s'agissait là aussi d'énergie. Ce n'est qu'au début du XVIII<sup>e</sup> s, avec l'apparition de la machine à vapeur, qu'on découvrit expérimentalement (Joule le prouva 150 ans plus tard) que la chaleur peut produire de la force motrice, dans des quantités plus abondantes et à des coûts moindres que le muscle, le vent ou les chutes d'eau, et cela, malgré les faibles rendements (moins de 10 %) de la conversion. Pendant la plus grande partie du XVIII<sup>e</sup> s, où les principales machines étaient les pompes des mines, le bois resta très utilisé et la houille ne fut employée que dans les régions où elle était particulièrement accessible. Cependant, vers la fin du siècle, le nombre croissant des machines à vapeur et le développement des industries métallurgiques mirent en évidence le rôle économique essentiel de la houille dont la disponibilité conditionna, pour une grande part, l'essor industriel (décuplement de la production de houille de 1850 à 1900). L'électricité d'origine thermique commença à jouer un rôle considérable à partir de 1875 avec l'invention de la dynamo, des moteurs industriels et de l'éclairage.

## Exercice 1 : La machine à vapeur

a) Les machines à vapeur utilisaient le bois ou le charbon pour produire de la vapeur d'eau sous pression ; celle-ci actionnait un piston. Par refroidissement la vapeur d'eau était retransformée en eau liquide, permettant la poursuite du fonctionnement.

Indiquer sur le diagramme ci-contre les types d'énergie mises en jeu au cours de ce fonctionnement simplifié.



b) Le texte ci-dessus évoque la notion de rendement : quelle est la définition de terme ?

c) Pourquoi le rendement est-il toujours inférieur à 100 %

## Exercice 2 : Le nucléaire.

a) Indiquer brièvement le **rôle des différents éléments** d'une centrale nucléaire dans le tableau ci-dessous.

Élément	Rôle
cœur du réacteur	
générateur de vapeur	
turbine	
condenseur	
alternateur	

b) Comparaison. Quelle **différence principale** y a-t-il, **en termes d'énergie**, entre la machine à vapeur (**exercice 1**) et une centrale nucléaire ? Quels sont leurs **points communs** ?

c) Quel est le **principal problème** posé par l'exploitation de l'énergie nucléaire ?

## TEXTE 2

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Lithium> Le lithium est nécessaire à la fabrication des batteries lithium-ion des voitures électriques et hybrides actuelles. Le risque de pénurie, en l'état actuel des technologies, est important. Le cabinet Meridian International Research estimait en 2007 que les réserves ne suffiront pas même au remplacement initial du parc mondial de voitures. Cette pénurie annoncée devancerait donc le problème du recyclage du lithium. En 2015, une explosion de la demande pour les voitures électriques a entraîné une tension sur le marché du lithium ; les prix du carbonate de lithium ont commencé à grimper en Asie, jusqu'à atteindre des records en octobre 2017. [...]

<https://roulezelectrique.com/impacts-de-lextraction-et-du-raffinage-du-lithium-sur-lenvironnement-1-les-methodes-traditionnelles/> **Préoccupations environnementales. Les gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique.**

L'extraction du lithium à partir des minerais de ce métal consomme beaucoup d'énergie. Pensons d'abord au transport des roches hors de la fosse à l'usine de concentration et la transformation de ces roches en fine poudre par des machines mécaniques puissantes. Ensuite, il faut chauffer cette poudre à plus de 1050 °C. [...] L'extraction du lithium à partir des roches dures émet donc beaucoup de gaz à effet de serre et d'émissions polluantes issues de la combustion des carburants fossiles. Sur le site de la compagnie Vulcan Energy, qui pilote un projet d'extraction de lithium dans des sources géothermales en Allemagne, on mentionne pour l'extraction du lithium à partir des roches dures des émissions de **15 tonnes de CO<sub>2</sub> par tonne d'hydroxyde de lithium produite!** [...]

**Les résidus et les produits chimiques et la contamination des sols et de l'eau.** Dans tout le matériel qu'on arrache à la terre dans une mine de roches dures, les minerais de lithium ne représentent qu'un faible pourcentage, quelques pourcents tout au plus. Il y a donc d'immenses tas de résidus à gérer, qui vont être lessivés par la pluie très longtemps.

<https://www.automobile-magazine.fr/voitures-electriques/article/28315-voitures-electriques-pourquoi-la-recharge-ultra-rapide-nexistera-jamais> François Lemaure - Octobre 2020.

[...] Pour parcourir 1 000 km avec un "plein", il faut une batterie d'environ 200 kWh, qui pèse entre 1,2 et 1,3 tonne. En plein débat sur le malus au poids, il est déjà permis de rire. Mais en conservant ces données et pour faire écho aux annonces de Nawa Technologies, 80 % de 200 kWh représentent 160 kWh. Pour remplir **160 kWh en 5 minutes, il faut en acheminer 185**, car le chargeur croque lui-même de l'énergie. Or, pour acheminer 185 kWh en 5 minutes de temps, la puissance de charge s'élève à 2,2 mégawatts (!)\*, soit une puissance absolument colossale et presque risible au regard des 350 kW que peut aujourd'hui fournir un chargeur Ionity et qu'aucune batterie ne peut "avalier". [...]

\* Sous une tension de 500 volts continus, le câble électrique d'alimentation de la batterie devrait supporter une intensité de **4400 ampères, ce qui est énorme !**

## Exercice 3 : Moteurs

a) Pour quelles raisons envisage-t-on le remplacement des voitures à moteur thermiques par des voitures électriques ?

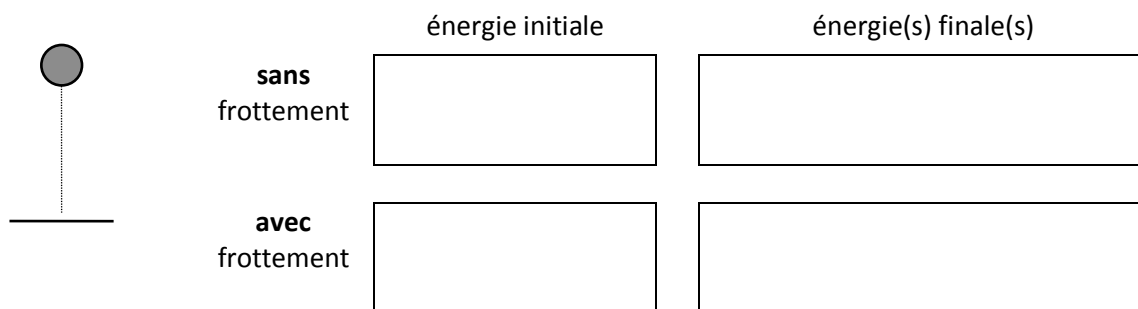
b) Compléter les diagrammes énergétiques suivants :

	énergie initiale	énergie intermédiaire	énergie finale
voiture à moteur thermique	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 40px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 40px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 40px;"></div>
voiture électrique	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 40px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 40px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 40px;"></div>

c) Comment est stockée l'énergie utilisée par les moteurs des voiture électriques. Que faut-il mettre en place, en remplacement des pompes à essence ? Quels sont les problèmes qui se posent ?

**Exercice 4 : Chute et hydroélectricité.**

a) Analyser la chute d'un objet du point de vue énergétique dans les deux cas suivants :



b) Une centrale hydroélectrique utilise une chute d'eau comme source d'énergie. Expliquer dans le détail pourquoi cette énergie est d'origine solaire (indiquer les phénomènes successifs en cause et leur traduction énergétique).

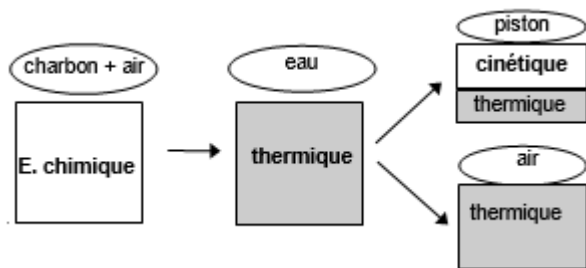
c) Indiquer la succession des types d'énergies qui ont lieu dans une centrale hydroélectrique.

eau en altitude	chute d'eau	turbine - alternateur	réseau électrique

# CORRIGE

## Exercice 1 : La machine à vapeur

a)



b) rendement :  $r = E_{\text{utile}} / E_{\text{utilisée}}$   
 dans le cas présent :  $r = E_{\text{cinétique}} / E_{\text{chimique}}$

c)  $r < 100\%$  car  $E_{\text{utile}} < E_{\text{utilisée}}$  ; une partie de l'énergie utilisée (ici chimique) est transformée en énergie thermique non utilisable (ici au niveau du piston par frottement, et dans l'air ambiant qui sert de condenseur)

## Exercice 2 : Le nucléaire

<b>cœur du réacteur</b>	lieu de la réaction de fission nucléaire de l'uranium : production d'énergie thermique
<b>générateur de vapeur</b>	circuit d'eau : transformation de l'eau liquide en vapeur sous l'effet de l'énergie thermique ci-dessus
<b>turbine</b>	elle est mise rotation (énergie cinétique) sous l'effet de la vapeur d'eau sous pression
<b>condenseur</b>	retransforme la vapeur d'eau en eau liquide par refroidissement
<b>alternateur</b>	mis en rotation par la turbine il produit l'énergie électrique qui alimente le réseau électrique

b) Différence au niveau de la **source d'énergie** : nucléaire (fission de l'uranium) pour la centrale nucléaire ; chimique (combustion du bois ou du charbon avec l'oxygène de l'air) pour la machine à vapeur. Différence au niveau de l'**énergie finale utile** : électrique pour la centrale nucléaire, cinétique pour la machine à vapeur. Les points communs sont la **production de vapeur** et la **mise en mouvement** d'un système mécanique (énergie cinétique), turbine ou piston. Un autre élément commun est le **condenseur** (air ambiant par exemple) qui permet de retransformer la vapeur d'eau en eau liquide.

c) **Problème** des déchets radioactifs produits par la fission de l'uranium (stockage et maîtrise difficile) ; problèmes aussi de sécurité des centrales.

## Exercice 3 : Moteurs

a) pollution atmosphérique urbaine (gaz carbonique ...)

	énergie initiale	énergie intermédiaire	énergie finale
voiture à essence	chimique	thermique	cinétique
voiture électrique	chimique	électrique	cinétique

c) stockage (sous forme chimique) dans des **batteries d'accumulateurs** ("piles rechargeables") ; il faut prévoir des **chargeurs électriques de batteries** ; problèmes techniques : difficulté d'emmagasiner beaucoup d'énergie (**ponds et encombrement** des accumulateurs) ; **temps de recharge**.

## Exercice 4 : Chute et hydroélectricité

	énergie initiale	énergie(s) finale(s)
sans frottement	potentielle de pesanteur	cinétique
avec frottement	potentielle de pesanteur	cinétique + thermique (car frottements)

b) rayonnement solaire : évaporation de l'eau des océans (énergie thermique) ; refroidissement en altitude : pluies ; barrage : eau en altitude (énergie potentielle de pesanteur).

c)

eau en altitude	chute d'eau	turbine - alternateur	réseau électrique
potentielle de pesanteur	cinétique	cinétique	électrique