

Attendus :

Dans le cadre de cette activité vous allez devoir déterminer les différentes énergies d'état.

Pour chacune des sous-activités, vous développerez votre démarche, formules utilisées avec unités (cf. cours « Énergies d'état et de transfert »), vos sources (Wikipédia, autres).

Ressources, matériels de mesure et conditions de réalisation

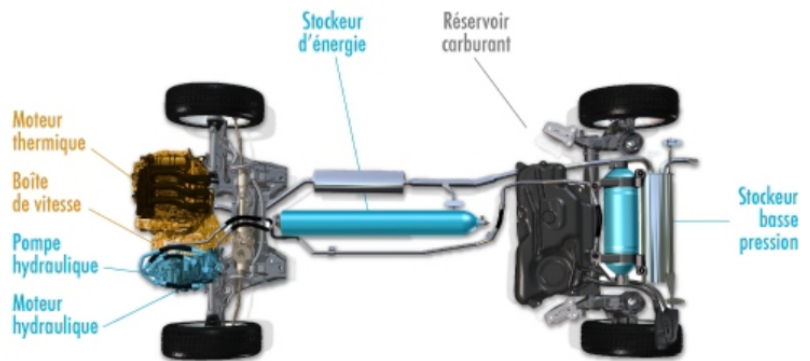
- [Cours « Énergies d'état et de transfert »](#) ;
- Internet : Wikipédia ou autres sites ;
- Appareillages de mesure : balance, thermomètre, tachymètre, mètre, manomètre, etc.
- Toute mesure d'ordre électrique devra faire l'objet d'une vérification par l'enseignant (protocole utilisé ainsi que choix et paramétrages des appareils de mesure).

Sous activités 1 – Energie potentielle de pression

Mise en situation

En janvier 2013, Citroën dévoilait sa C3 Hybrid Air.

L'innovation résidait dans le concept de récupération d'énergie cinétique du véhicule pour charger un réservoir d'air comprimé. Cette réserve d'énergie récupérée lors du freinage permettait une assistance au véhicule lors de son démarrage (phase d'accélération).



Pour vos essais :

Vous disposez d'un compresseur d'air dont le but est de stocker dans un réservoir de l'air comprimé. Cette énergie potentielle de pression est ensuite réutilisable sur des matériels fonctionnant à l'air comprimé (soufflette, pistolet de peinture, clé à chocs, burineur, etc).



Travail demandé :

1. **Mettre** le compresseur en fonctionnement puis **l'arrêter** quand bon vous semble.
2. **Déterminer** l'énergie de pression.

Sous activités 2 – énergie potentielle de pesanteur

Mise en situation

L'utilisation de l'énergie potentielle est utilisée dans la lampe à LED **Gravitylight**, destinée aux pays en développement, rechargeable manuellement en quelques secondes pour une demi-heure d'éclairage environ : il faut remonter un sac lesté (de pierres, sable ou terre...) qui actionne une génératrice en descendant sous l'effet de la gravité. Cette lampe ne contient pas de batterie.

Cette lampe qui peut également servir de petit générateur électrique pour de petits appareils, permettant d'être indépendant en énergie, et notamment de se débarrasser de l'essence, du fioul ou du kérosène coûteux, polluants et dangereux car source de fumées et vapeurs toxiques et de risque d'incendie.



Remarque :



Utilisation du stockage d'énergie potentielle à grande échelle (En phase de projet). Cliquer sur l'image ci-contre pour visualiser la vidéo.

Pour vos essais :

Ne possédant pas à ce jour la lampe *Gravitylight* dans le laboratoire, vous disposez d'une série de trois masses dans la salle.



Travail demandé :

- Vous êtes limité par le hauteur de plafond. **Proposez** deux configurations de masses et de hauteur satisfaisant au stockage d'une énergie potentielle de pesanteur de 6 mW.h.

Sous activités 3 – énergie potentielle chimique

Mise en situation

Le bois est un combustible très utilisé comme moyen de chauffage. L'énergie libérée lors de sa combustion peut servir à chauffer l'air voire l'eau de chauffage d'une maison, produire de l'énergie électrique dans les centrales à bois, etc.

La **corde de bois de chauffage** est une unité de mesure très ancienne mais encore utilisée. **Cette unité varie énormément en fonction des régions et même des localités.** En Bretagne, la corde vaut 3 stères. **Le stère correspond à 1 m³ de bois empilés**



Pour vos essais :

Vous disposez d'un morceau de chêne (25 % d'humidité) dans la salle de classe.



Travail demandé :

- **Déterminer** l'énergie potentielle chimique contenue dans ce morceau de bois ainsi que dans une corde de ce même bois.

Sous activités 4 – énergie potentielle électrique

Mise en situation

Les batteries sont utilisées pour stocker de l'énergie sous forme chimique en vue d'une utilisation différée. L'énergie chimique est transformée en énergie électrique lors de l'utilisation. On retrouve les batteries dans les véhicules électriques pour assurer l'alimentation en énergie du moteur électrique, dans les véhicules thermiques afin d'assurer le démarrage du véhicule et l'alimentation des périphériques (feux, clignotant, klaxon, etc) et bien d'autres applications.



Les condensateurs sont utilisés dans des structures électroniques analogiques (souvent désignés par condensateur de découplage ou de filtrage, il en demeure pas moins qu'ils assurent leurs fonctions en vertu de leur capacité à stocker de l'énergie mais en très faible quantité).

Une autre technologie de condensateurs est apparue il y a quelques années, les super-condensateurs (ou super-capacités). Ils sont utilisés dans les véhicules dont la recharge doit être très rapide (contrairement aux batteries qui nécessitent un temps de charge important). Pour exemple, on peut citer le [système de bus électriques de la ville de Nice](#).



Son principe est le suivant :

Le principe est simple et repose sur deux éléments clés. D'un côté, il y a les batteries « *supercapacités* » montées sur le toit du bus électrique et, de l'autre, des « *totems* » placés à certains arrêts et servant de points de ravitaillement.

Ces totems sont équipés de batteries (1.6 kWh) rechargées en charge lente, donc sans appel de puissance sur le

réseau. Lorsque le bus s'arrête, un bras articulé situé sur le toit du bus se connecte automatiquement au totem, rechargeant les supercondensateurs en 20 secondes seulement, soit le temps de descente et montée des passagers. Apportée sous forme de « biberonage », l'énergie délivrée permet ainsi au bus de progresser jusqu'au prochain arrêt. Au final, l'autonomie n'est plus un frein et le bus électrique peut assurer une journée d'exploitation identique à celle de ses homologues thermiques

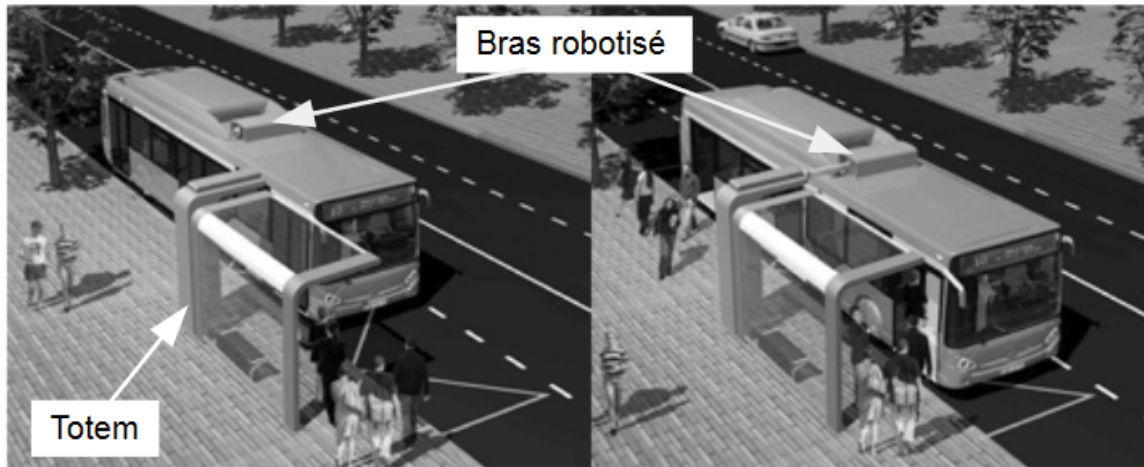


Figure 1 : sur la figure de gauche, le bus est en approche de la station ; sur la figure de droite, le bras robotisé est connecté au Totem et le bus se recharge

Pour vos essais :

Vous disposez d'un condensateur et d'une batterie dans la salle de classe.

Travail demandé :

- **Déterminer** l'énergie potentielle électrique contenue dans chacun de ces deux éléments. (Aide : il y a un « piège » pour l'un des composants, le trouverez-vous?)

Précautions à prendre :

- Ne jamais mettre en court-circuit les bornes de la batterie ainsi que le condensateur sous peine de risque électrique.

Sous activités 5 – énergie potentielle élastique

Mise en situation

Le système « GoDogGo » ([vidéo de mise en situation](#)) est un lanceur de balle pour chien équipé d'un ressort.

Ce système utilise le stockage d'une énergie potentielle élastique. Un moteur à courant continu entraîne en rotation une came couplée à un ressort. L'arbre du moteur effectue un demi-tour étirant ainsi le ressort (le ressort se charge donc en énergie potentielle élastique). Au-delà d'un demi-tour, le profil ingénieux de la came assure la roue libre autour de l'arbre moteur permettant ainsi au ressort de libérer son énergie. Cette libération d'énergie permet à la came d'assurer une rotation à très grande vitesse permettant ainsi de frapper la balle, lui conférant ainsi suffisamment d'énergie pour assurer son lancer.



Pour vos essais :

Vous disposez de deux systèmes et d'un matériau :

- Le système « GoDogGo » (lanceur de balles pour chien).
- Le système ci-contre que nous baptiserons « masse-ressort »
- Une barre d'acier.



Travail demandé :

Déterminer l'énergie élastique stockée dans chacun des ressorts ainsi que dans la barre d'acier (conditions d'essais sur la barre d'acier : translation d'une extrémité de 5 cm puis rotation d'une extrémité de 45°).

Sous activités 6 – énergie thermique

Mise en situation

Les pompes à chaleur et les réfrigérateurs utilisent le même principe : récupérer une partie de l'énergie présente dans un fluide pour la transférer ailleurs. Le réfrigérateur capte une partie de l'énergie E présente à l'intérieur du réfrigérateur (contenue dans l'air essentiellement) pour la céder à l'air de la maison.



La pompe à chaleur peut éventuellement fonctionner en réversibilité : capter une partie de l'énergie E présente dans la maison pour la refouler à l'air extérieur (climatisation) ou capter une partie de l'énergie E présente à l'extérieur pour la céder à l'air intérieur de la maison (chauffage).

Ce qui surprend en général, c'est comment peut-on chauffer une maison quand il fait froid dehors. La contre-intuition vient du fait que l'on associe à tort, la température à l'énergie. Ce qu'il faut retenir, c'est que tout corps au-delà de -273 °C (0 K) contient de l'énergie. Par conséquent, un air extérieur à -10 °C contient encore beaucoup d'énergie...

Les pompes à chaleur utilisent un fluide frigorigène contenu dans le circuit frigorigène servant de fluide caloporteur (au même titre que l'air et l'eau) ayant des particularités fortes intéressantes (en particulier, ces fluides gèlent à des températures très inférieures à 0 °C).

Pour vos essais :

Pour rendre les manipulations simples, vous travaillerez sur de l'eau.

Vous disposez d'une casserole que vous pouvez remplir en eau de ville (robinet présent dans la salle) et d'une plaque à induction.



Ressource : [enthalpie de l'eau](#)

Travail demandé :

On vous demande de **déterminer** l'énergie contenue dans votre casserole d'eau avant même de la mettre à chauffer.

Faire chauffer l'eau sans atteindre l'ébullition et décider à un instant donné **d'évaluer** la nouvelle énergie thermique stockée.

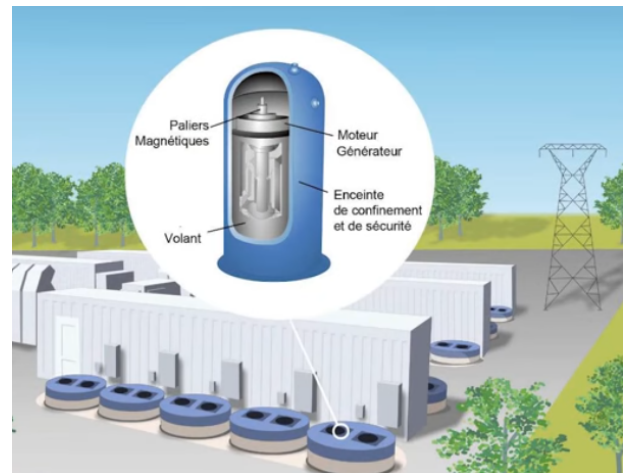
Mise en situation

ENERGIESTRO développe depuis plusieurs années la technologie du **VOLANT DE STOCKAGE D'ENERGIE**, dans le but de réduire le coût du stockage trop élevé des batteries, et ainsi augmenter la pénétration des énergies renouvelables.

ENERGIESTRO a inventé un volant en béton précontraint qui va permettre de stocker l'énergie pour un coût très inférieur à celui des batteries.

Les APPLICATIONS visées sont :

- l'auto-consommation des bâtiments équipés en panneaux solaires
- le stockage et le lissage des énergies renouvelables intermittentes
- l'alimentation en électricité des sites isolés : relais de télécommunication GSM, habitation...
- l'électrification rurale des pays en développement.



Zoom sur le stockage de l'énergie solaire

Dans la plupart des pays il existe un pic de consommation en fin de journée, alors que le pic de production solaire est en milieu de journée. Le volant **VOSS d'ENERGIESTRO** va permettre de stocker la production solaire de la journée pendant quelques heures et de la restituer quand le soleil est couché. On parle alors de « décalage horaire » .

Pour vos essais :

Pour vos essais, vous disposez de la maquette CDMF8 (étude du stockage d'énergie cinétique de rotation) équipée de trois volant d'inertie interchangeables.



Volant	Matière	Dimensions (mm)	Masse du carter (g)
Volant 1	Acier zingué (galvanisé)	30 x 80	275
Volant 2	PEHD (polyéthylène haute densité)	20 X 100	275
Volant 3	Acier zingué (galvanisé)	20 X 100	275

Ressources : [Détermination des moments d'inertie et centre de masse](#)

Travail demandé :

Déterminer pour chacun des volants d'inertie l'énergie contenue pour une vitesse de rotation de maximale obtenue avec la maquette CDMF8 et **comparer** le temps de décélération en « roue libre » pour chacun des volants.

Justifier qualitativement les temps de décélération différents.

Remarque : la vitesse de rotation est affichée sur l'afficheur de la maquette mais par souci d'exactitude, vous réaliser une mesure de vitesse à partir du tachymètre mis à disposition.

Sous activités 8 – Pour aller plus loin...

Dans l'activité 1, vous avez déterminé le volume de la cuve d'air comprimé à partir de la signalétique apposée sur la cuve.

Déterminer le volume de la cuve de manière analytique en idéalisant la cuve à un cylindre parfait.

Déterminer le volume de la cuve à partir d'un modèle volumique réalisé avec le logiciel SolidWorks. (Pour cette méthode vous utiliserez le modèle fourni SolidWorks et le tutoriel vidéo fourni).

Dans l'activité 7 vous avez déterminé le moment d'inertie de chacun des volants de manière analytique.

Déterminer les moments d'inertie des trois volants d'inertie à partir des modèles volumiques réalisés avec SolidWorks. (pour cette méthode vous disposez des modèles volumiques ainsi que d'un tutoriel vidéo).