Activité de résolution de problèmes en 1ère S.

Partie du programme concernée (extrait du B.O. spécial du 30/09/2010):

**Convertir l’énergie et économiser les ressources ;**

Stockage et conversion de l’énergie chimique – Accumulateurs – Notion de rendement de conversion

**Version professeur**

**En zone urbaine, en 2013, est-ce plus avantageux financièrement de rouler en vélo électrique plutôt qu’en automobile à carburant diesel ou SP95 ?**



A l’intention des collègues :

Dans la version proposée, seul le coût de l’énergie sera pris en compte. Pour résoudre ce problème, on attend juste que les élèves déterminent le coût kilométrique d’un vélo électrique ainsi que le coût kilométrique d’une voiture à essence ou diesel. Ensuite, ils comparent ces trois valeurs et tirent une conclusion.

De nombreuses informations sont disponibles dans les différents documents fournis. Ce sujet peut donc être exploité dans d’autres directions.

Bien sûr, ce sujet est perfectible et vous êtes invités à l’aménager pour l’utiliser avec vos élèves.

Pour répondre à cette problématique, l’élève a à sa disposition les documents suivants :

**Doc. 1 : Informations d’un constructeur de vélos électriques concernant la technologie des accumulateurs.**

Giant utilise trois batteries différentes pour quatre emplacements possibles sur ses bicyclettes à assistance électrique. Un vélo à assistance électrique (VAE) est une bicyclette équipée d’un moteur électrique auxiliaire et d’une batterie rechargeable. Qu’elle soit disposée sur le sur le tube diagonale du cadre, sur le tube de selle, sur le dessus du porte-bagage ou sur ses côtés, leurs caractéristiques sont :

* Batterie Li-ion 26 V – 9 Ah – 234 Wh – 45 km\*
* Batterie Li-ion 36 V – 9 Ah – 324 Wh – 60 km\*
* Batterie Li-ion 36 V – 10 Ah – 360 Wh – 70 km\*

(\*) autonomie maximale dans des conditions normales d’utilisation.

600 à 1000 cycles de recharge

**Doc.2 : Accumulateur lithium-ion**

[](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fujifilm_lithiumion_battery.jpg)

Une batterie de petite taille pour appareil portable

Commercialisée pour la première fois par [Sony Energitech](http://fr.wikipedia.org/wiki/Sony) en [1991](http://fr.wikipedia.org/wiki/1991), la batterie lithium-ion occupe aujourd'hui une place prédominante sur le marché de l'électronique portable[].

Une batterie lithium-ion, ou accumulateur lithium-ion est un type d'[accumulateur lithium](http://fr.wikipedia.org/wiki/Accumulateur_lithium).

Ses principaux avantages sont une énergie massique élevée ainsi que l'absence d'[effet mémoire](http://fr.wikipedia.org/wiki/Effet_m%C3%A9moire) (phénomène physico-chimique affectant les performances des [accumulateurs électriques](http://fr.wikipedia.org/wiki/Accumulateur_%C3%A9lectrique) s'ils ne sont pas complètement déchargés avant d’être rechargés). Ils possèdent une haute densité d'énergie pour un poids très faible, grâce aux propriétés physiques du lithium (très bon rapport poids/ [potentiel électrique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Potentiel_%C3%A9lectrique)). Ces accumulateurs sont donc très utilisés dans le domaine des systèmes embarqués.

L'autodécharge est relativement faible par rapport à d'autres accumulateurs. L’autodécharge est une réaction [électrochimique](http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89lectrochimie) provoquant une réduction progressive du niveau de charge d’un [accumulateur électrique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Accumulateur_%C3%A9lectrique), en l'absence d'un appareil consommateur de [courant](http://fr.wikipedia.org/wiki/Courant_%C3%A9lectrique), lorsqu’il n'est pas sollicité pendant une période donnée. Il s'agit d'une limitation technologique au stockage de l'énergie électrique sur accumulateur. Elle est comprise entre 1% et 10% par mois. Cependant le coût de ces accumulateurs Li-ion reste important et cantonne le [lithium](http://fr.wikipedia.org/wiki/Lithium) aux systèmes de petite taille.

**Doc.3 : Principe de fonctionnement**

La batterie lithium-ion est basée sur l'échange réversible de l'[ion](http://fr.wikipedia.org/wiki/Ion) [lithium](http://fr.wikipedia.org/wiki/Lithium) entre une électrode positive, le plus souvent un oxyde de métal de transition lithié ([dioxyde de cobalt](http://fr.wikipedia.org/wiki/Dioxyde_de_cobalt_et_de_lithium) ou [manganèse](http://fr.wikipedia.org/wiki/Mangan%C3%A8se)) et une électrode négative en [graphite](http://fr.wikipedia.org/wiki/Graphite). L'emploi d'un électrolyte est obligatoire pour éviter de dégrader les électrodes très réactives.

La tension nominale d’un élément Li-ion est de 3,6 ou 3,7 V (selon la technologie).  
Réactions aux électrodes : CoO2 + Li+ + e-  = CoLiO2

Li(graphite) = (graphite) + Li+ + e-

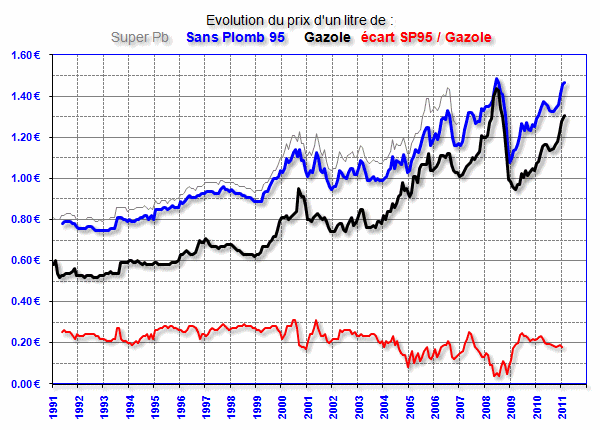
Rendement charge-décharge : 90%

**Doc.4 : Le lithium.**

Le lithium est un [élément chimique](http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89l%C3%A9ment_chimique), de [symbole](http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_%C3%A9l%C3%A9ments_par_symbole) Li et de [numéro atomique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Num%C3%A9ro_atomique) 3. Dans le [tableau périodique des éléments](http://fr.wikipedia.org/wiki/Tableau_p%C3%A9riodique_des_%C3%A9l%C3%A9ments), il est situé dans le [groupe 1](http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89l%C3%A9ments_du_groupe_1), parmi les [métaux alcalins](http://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9tal_alcalin). Comme tous les métaux alcalins, il est très réactif et est généralement conservé dans de l'[huile minérale](http://fr.wikipedia.org/wiki/Huile_min%C3%A9rale) pour le préserver de l'air. Le lithium pur est un [métal](http://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9tal) mou, de couleur blanc argenté, qui se ternit et [s'oxyde](http://fr.wikipedia.org/wiki/Oxydation) très rapidement au contact de l'air et de l'eau, prenant une teinte grise virant rapidement à l'anthracite et au noir. C'est l'élément [solide](http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89tat_solide) le plus léger. Il est essentiellement utilisé pour réaliser des [verres](http://fr.wikipedia.org/wiki/Verre) et des [céramiques](http://fr.wikipedia.org/wiki/C%C3%A9ramique_technique) [réfractaires](http://fr.wikipedia.org/wiki/Mat%C3%A9riau_r%C3%A9fractaire), des [alliages](http://fr.wikipedia.org/wiki/Alliage) à la fois légers et résistants pour l'[aéronautique](http://fr.wikipedia.org/wiki/A%C3%A9ronautique), et surtout des [piles au lithium](http://fr.wikipedia.org/wiki/Pile_au_lithium) et des [batteries au lithium](http://fr.wikipedia.org/wiki/Batterie_au_lithium).

La production mondiale de lithium s'est élevée à 25 300 tonnes en 2010, hors [États-Unis](http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89tats-Unis) (dont les données ne sont pas rendues publiques), assurée essentiellement par le [Chili](http://fr.wikipedia.org/wiki/Chili) (35 %), l'[Australie](http://fr.wikipedia.org/wiki/Australie) (34 %), la [Chine](http://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9publique_populaire_de_Chine) (18 %) et l'[Argentine](http://fr.wikipedia.org/wiki/Argentine) (11,5 %). Le lithium est extrait de minéraux.

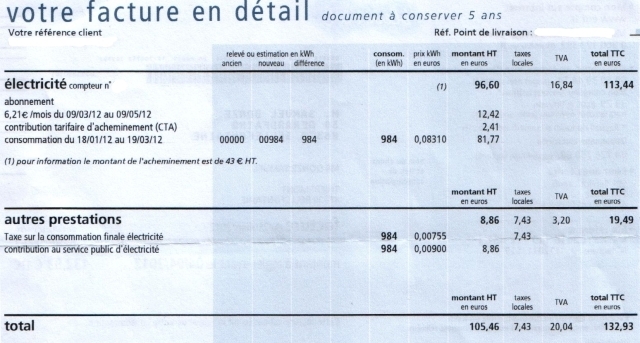
**Doc.5 : Evolution du prix des carburants.**



Ces prix sont des moyennes nationales.

Le 8 novembre 2013, les prix moyens constatées par litre étaient : Gazole 1,31€ ; SP 95 1,47€.

**Doc.6 : Extrait d’une facture d’électricité.** La TVA appliquée à l’électricité est actuellement de 19,6%



**Doc.7 : Consommation d’un véhicule automobile.**

Ces consommations sont données par le constructeur et correspondent aux meilleures performances en zone urbaine. Le véhicule choisi est une citadine très répandue dans le marché automobile français. (Le prix d’achat est donné à titre indicatif)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Consommation | Zone urbaine | Prix TTC |
| Renault Clio essence énergy Tce 90 99g | 5,3 L/100 | 16300€ |
| Renault Clio diesel Dci 90 éco 2 | 3,6 L/100 | 18600 € |

**Proposition de résolution :**

Considérer une batterie Li-ion 36V-9Ah-324Wh pour une autonomie de 60km (doc.1). Son rendement charge-décharge est de 90% (doc.3).

Pour une énergie utile de 324 Wh, il faut donc lui fournir 360 Wh lors de la charge.

Le prix HT d’un kWh est de 0,09965€ soit 0,1192 € TTC. (doc.6)

Une charge coûtera donc 0,04291 € (sans tenir compte du rendement du chargeur de batterie)

Prenons ensuite le nombre de cycles de recharge le moins favorable, soit 600 cycles pour une batterie.

Coût des 600 recharges : 25,74€

Une décharge complète permet de parcourir 60km dans les conditions normales d’utilisation, ce qui représente un kilométrage de 36 000 km.

On peut donc obtenir le coût en énergie électrique de 100 km, soit 0,072€.

Calculs des coûts énergétiques aux 100 km pour les véhicules automobiles : (doc.5 et 7)

* Véhicule essence SP95 : 5,3x 1,47 = 7,79 €
* Véhicule diesel : 3,6 x 1,31 = 4,72€

On peut également remarquer que la hausse du prix des carburants est un phénomène réel et bien sensible depuis 1999.

L’élève devrait aisément conclure que pour des trajets purement urbains, de courtes distances, individuels et sans chargement, l’utilisation d’un VAE est nettement moins onéreuse que l’utilisation d’un véhicule automobile, quelle que soit l’énergie d’origine pétrolière utilisée.