

Enseigner l'énergie en cycles 3 et 4

*Quels fils tisser ?
Quelles cohérences ?*

*Cécile Dussine
Laure Lucas-Fradin
Jacques Vince*



Pour enseigner
l'énergie...
... il en faut !

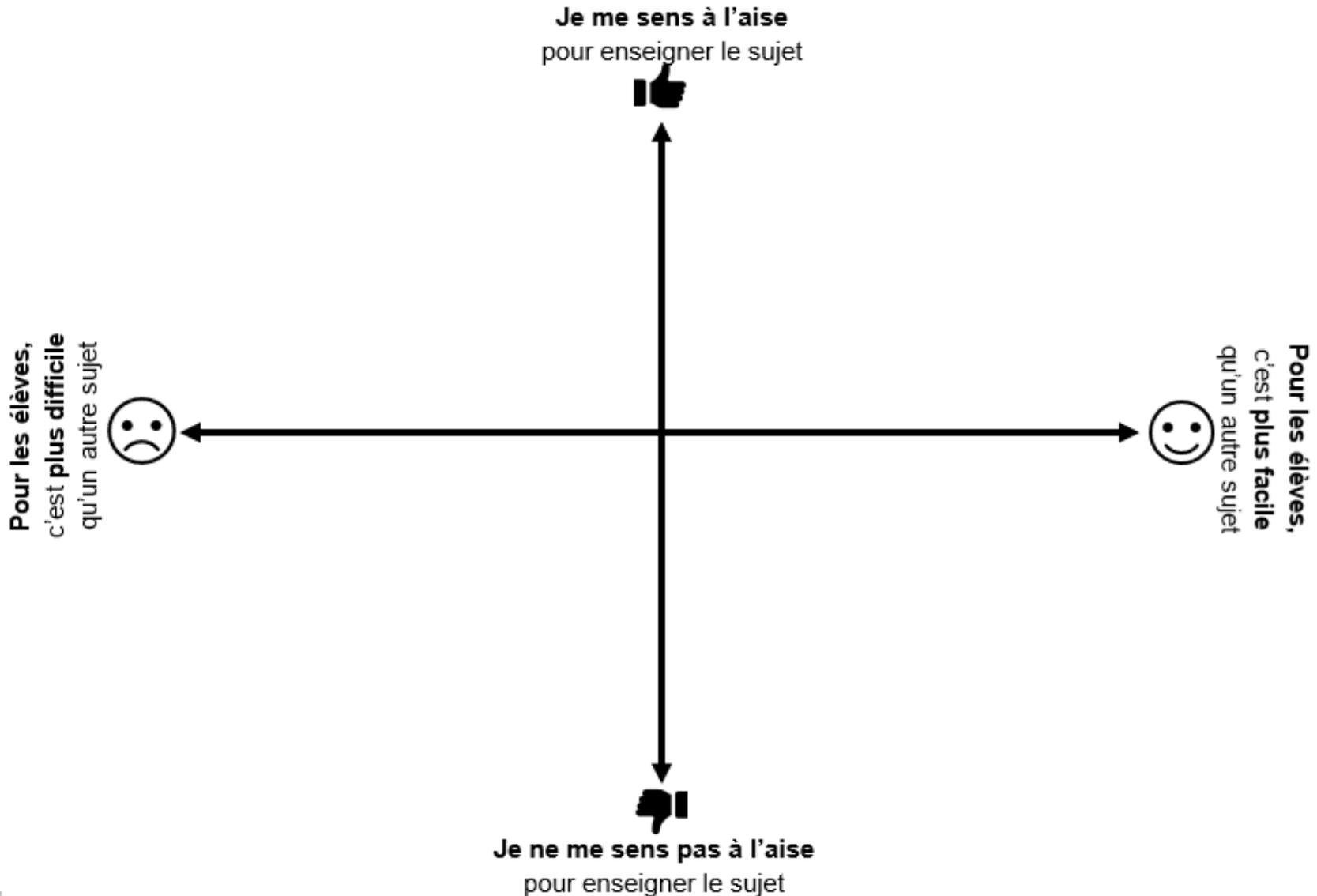
©Fabrice Erre

<http://pegase.ens-lyon.fr/>

 **PÉGASE**

Où en suis-je ?

Où en sommes-nous collectivement ?



1b- Pour ne pas avancer masqué...



Un mot que
j'associe à l'énergie

Quelque chose
que j'aimerais
que les élèves
sachent à la fin

Une difficulté
d'élève
que j'ai
observée

2- L'énergie un concept de physique

a- À la découverte des propriétés de l'énergie

« activité étiquettes » (Pégase)

►► Vous avez 4 objets présentés sur des étiquettes.
Cocher les actions possibles de l'objet par rapport à l'énergie.



Un chargeur



Une lampe à manivelle



Une pile



Un téléphone portable

►► Puis définir de manière simple les verbes :
- stocker - transférer - convertir - conserver

2- L'énergie un concept de physique

a- A la découverte des propriétés de l'énergie

« activité étiquettes » (Pégase)



Un chargeur

- reçoit de ...
- fournit de ...
- transfère de
- stocke de
- convertit de en
- conserve de



Cette lampe-manivelle

- reçoit de ...
- fournit de ...
- transfère de
- stocke de
- convertit de en
- conserve de



La pile

- reçoit de ...
- fournit de ...
- transfère de
- stocke de
- convertit de en
- conserve de



Le téléphone

- reçoit de ...
- fournit de ...
- transfère de
- stocke de
- convertit de en
- conserve de

2- L'énergie un concept de physique

a- A la découverte des propriétés de l'énergie

« activité étiquettes » : **DÉFINITIONS**

Modifier le type de transfert d'énergie

↳ **convertir**

Déplacer l'énergie d'un système à un autre

↳ **transférer**

Garder une énergie sans modifier sa forme

↳ **stocker**

Tout ceci se fait avec CONSERVATION

2- L'énergie un concept de physique

a- A la découverte des propriétés de l'énergie

En physique...

L'énergie est un concept défini

par ses propriétés :

- *Stockage sous différentes formes*
- *Transfert → seule propriété pouvant être observée*
- *Conservation*

justifie pleinement l'usage des chaînes...

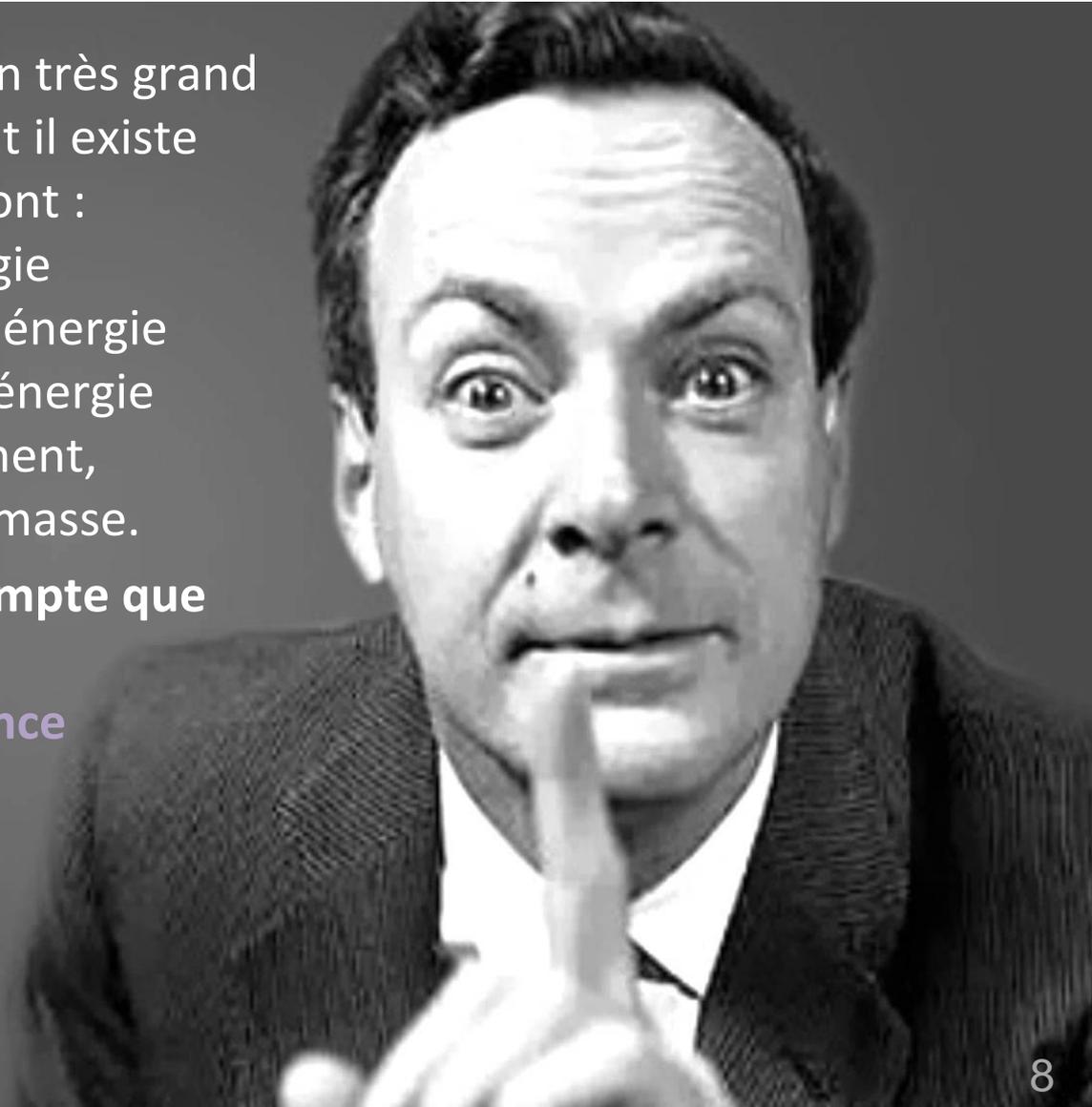
Un concept transversal qui permet d'analyser des situations très variées, dans des domaines distincts de la physique

2- L'énergie un concept de physique

Enseigner quelque chose qu'on a du mal à définir ?

« L'énergie nous apparait sous un très grand nombre de formes différentes, et il existe une formule pour chacune. Ce sont : l'énergie gravitationnelle, l'énergie cinétique, l'énergie thermique, l'énergie élastique, l'énergie électrique, l'énergie chimique, l'énergie de rayonnement, l'énergie nucléaire, l'énergie de masse.

Il est important de se rendre compte que dans la physique d'aujourd'hui, nous n'avons aucune connaissance de ce qu'est l'énergie »



2- L'énergie un concept de physique

b- Éclairages théoriques

L'énergie se conserve par
définition

*« C'est une abstraction
purement mathématique: il y a
un nombre qui reste le même,
quel que soit l'instant où on le
calcule. Je ne peux pas donner
une meilleure interprétation que
celle-là. Cette énergie a toutes
sortes de formes [...] »*



2- L'énergie un concept de physique

b- Éclairages théoriques

Au sujet de la conservation de l'énergie mécanique...

- Il arrive, par conséquent, que la fonction qui a été construite pour être conservée dans le cours de ces phénomènes ne le soit plus lorsque sont pris en considération des phénomènes plus généraux comme, par exemple, des glissements avec frottement.
- Ce que le physicien essaie alors de faire, c'est de construire une nouvelle fonction avec de nouvelles variables qui, ajoutée à la première, donne une somme conservée.
- Le fait très remarquable, et qui montre qu'il y a des lois, c'est que jusqu'ici il y soit parvenu dans tous les cas.
- Encore une fois, ici comme précédemment, l'énergie obtenue n'est rien d'autre qu'un nombre abstrait (mesuré par une unité compliquée).

Bernard d'Espagnat

2- L'énergie un concept de physique

b- Éclairages théoriques : du collège au post-bac, quels liens ?

Lien entre la mécanique de Newton et l'énergie

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\int_A^B \sum \vec{F} \cdot d\vec{v} = \int_A^B m\vec{a} \cdot d\vec{v}$$

$$\sum W_{AB}(\vec{F}) = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$$

$$\sum W_{AB}(\vec{F}) = \Delta E_c$$

transferts

stockage

Le théorème de l'Ec est équivalent à la 2^e loi de Newton.

Comme la mécanique, il relie mouvements et actions.

Il est aussi une expression de la conservation de l'énergie *pour un système qui n'échange pas de chaleur.*

2- L'énergie un concept de physique

b- Éclairages théoriques : du collège au post-bac, quels liens ?

Pourquoi l'énergie cinétique est-elle $\frac{1}{2}mv^2$?

C'est une conséquence du principe de conservation : c'est l'expression *nécessaire* pour préserver le principe ou conforme à la 2^e loi de Newton (ce qui revient au même)...

→ Ne pas faire croire que le théorème de l'énergie cinétique est une loi empirique qui serait autre que la 2^e loi de Newton...

2- L'énergie un concept de physique

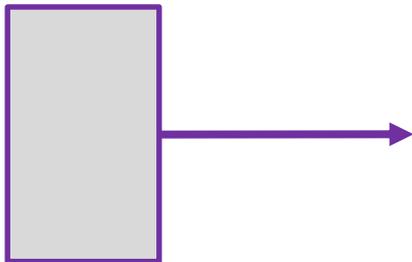
b- Éclairages théoriques : du collège au post-bac, quels liens ?

Une autre façon d'exprimer la différence conservative / non conservative

$W_{AB}(\vec{F})$
quantifie :

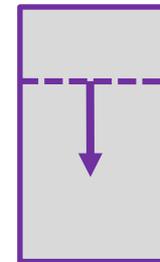
$$W_{AB}(\vec{F}_{NC}) = \Delta E_m$$

un transfert d'énergie
de ou vers l'extérieur
système



$$W_{AB}(\vec{F}_C) = -\Delta E_p$$

un changement
de forme d'énergie
interne au système



2- L'énergie un concept de physique

b- Éclairages théoriques : du collège au post-bac, quels liens ?

De l'insuffisance de l'énergie mécanique et de la nécessité de l'énergie interne

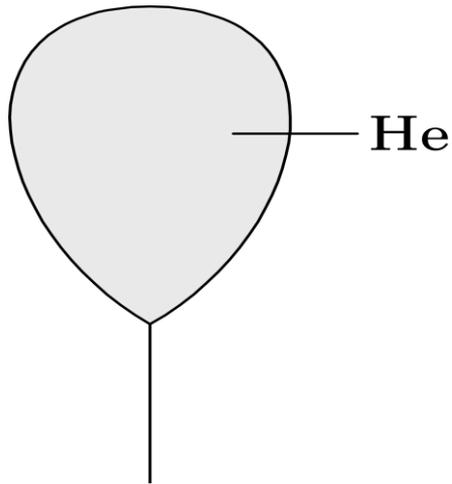
- *William : Ce qui est bien avec le four c'est que même lorsque tu l'éteins il continue à te fournir l'énergie qu'il a emmagasinée ;*
- *James : Non ce n'est pas possible, il ne peut pas te fournir de l'énergie juste parce qu'il est chaud puisqu'en physique on a vu que l'énergie stockée était soit cinétique soit potentielle !*
- *William : Qui te dit que cette énergie n'est ni cinétique ni potentielle ?*

2- L'énergie un concept de physique

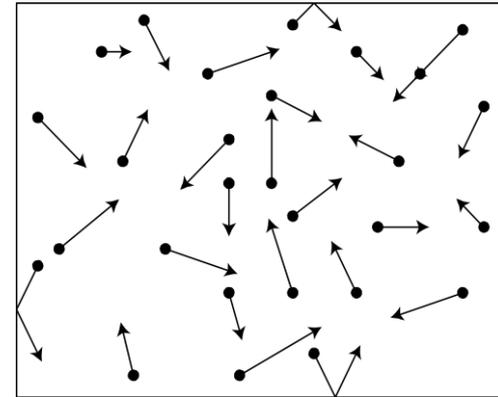
b- Éclairages théoriques : du collège au post-bac, quels liens ?

L'énergie interne

ce que l'on voit à l'échelle macro :



ce que l'on sait à l'échelle **micro** :



Au repos, le ballon d'hélium a-t-il de l'énergie ?

2- L'énergie un concept de physique

b- Éclairages théoriques : du collège au post-bac, quels liens ?

L'énergie interne

Énergie...	cinétique	Potentielle
MACROscopique	Énergie mécanique	
MICROscopique	Énergie interne	

Le th de l'énergie mécanique et le premier principe de la thermodynamique

Mise en équation de la conservation de l'énergie

Le premier principe d'écrit souvent :

$$\Delta E_c + \Delta E_p + \Delta U = W + Q$$

La variation de l'énergie stockée par le système...

...est la somme des transferts entre lui et l'extérieur.

Non
du

?

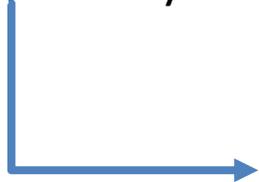
es du
tion

Travail des forces **non conservatives.**

2- L'énergie un concept de physique

Éclairages théoriques : du collège au post-bac, quels liens ?

L'énergie se conserve
pour un système isolé...



Sans frottement, l'énergie
mécanique se conserve....



Un objet en chute libre
est donc isolé ?....

Pourtant l'objet en chute libre est en
interaction avec la terre...

2- L'énergie un concept de physique

Éclairages théoriques : du collège au post-bac, quels liens ?

Quel système pour l'énergie potentielle ?

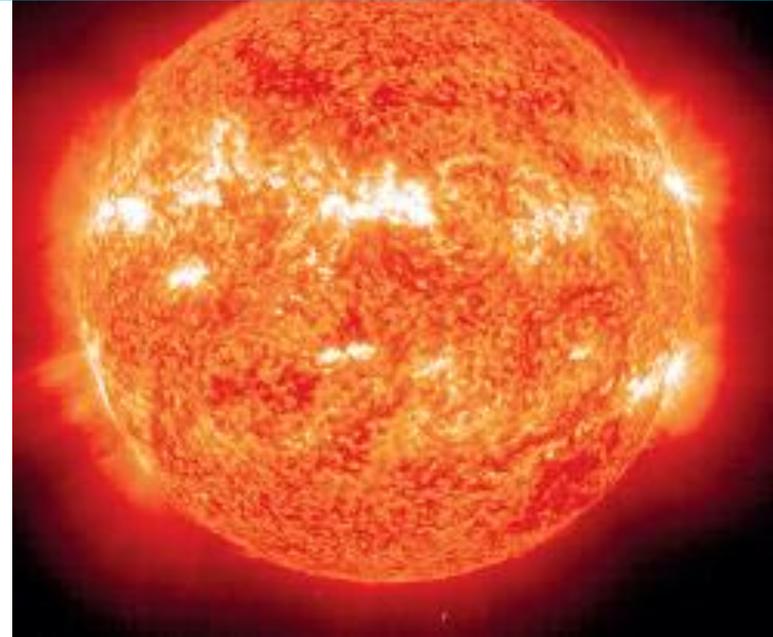
- L'énergie potentielle de pesanteur est celle du système $\{objet + Terre\}$
- Une commodité de langage à assumer mais à expliciter, valide également pour les autres énergies potentielles
- Une double facette :
 - *potentiellement*, l'énergie peut être libérée...
 - énergie dont la variation est un travail indépendant du chemin suivi...

Questionnaire issu de :
http://www.micromega-hatier.com/enligne1S/c21_qcm.html

Question 1

Du point de vue de l'énergie,
le soleil

1. est une ressource renouvelable
2. ne transfère de l'énergie que par rayonnement
3. permet également de disposer d'énergie hydraulique grâce aux barrages
4. n'a rien à voir avec les ressources fossiles que nous utilisons abondamment



Question 2

Une pile à combustible fonctionne avec un réservoir de dihydrogène.

Le dihydrogène

1. est un réservoir d'énergie chimique
2. est une ressource d'énergie renouvelable
3. est une ressource d'énergie naturelle
4. est disponible en tellement grande quantité qu'il permettra de résoudre le problème de l'épuisement des ressources



Question 3

Les ressources fossiles

1. sont des réservoirs d'énergie chimique
2. ne transfèrent de l'énergie que par rayonnement lors de leur combustion
3. existent grâce à l'énergie transférée par le Soleil il y a longtemps
4. sont renouvelables



Question 4



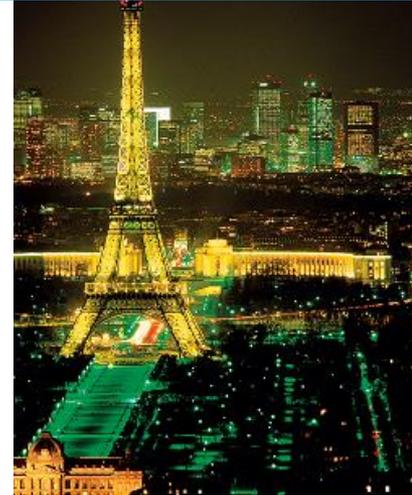
L'électricité

1. est une forme d'énergie
2. est un mode de transfert de l'énergie
3. peut être produite à partir de différentes sources d'énergie, renouvelables ou non
4. est un phénomène pouvant être caractérisé par la grandeur puissance

Question 5

La lumière

1. est un mode de transfert d'énergie parmi d'autres
2. est une forme d'énergie
3. est forcément produite grâce à l'électricité
4. s'accompagne généralement de transfert thermique



L'influence des usages courants ...

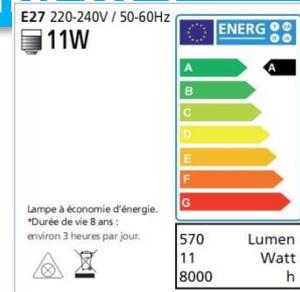
- L'énergie peut-elle être « électrique » ?
- *Sources* renouvelables ou *énergies* renouvelables ?
- Quelles classifications pour les ressources d'énergie ? Critère socio-économique ou critère scientifique ?
- Qu'est-ce qu'une forme d'énergie ?
- Le rendement : un concept pertinent seulement en électricité ?

3b- Différents contextes d'usage

L'énergie un concept de physique ? Vraiment ?

$$\Delta E = W + Q$$

énergie



Communauté scientifique

- Des savoirs théoriques relativement stables et anciens
- Des recherches et des innovations essentiellement à finalité technologiques (efficacité...)
- *Des savoirs scolaires très « transposés »*

Communauté des citoyens et de la vie quotidienne

Des « enjeux de société »

- Une variété de disciplines convoqués, d'intérêts... et de « points de vue »
- Une difficile résolution des débats de société par mise à l'épreuve expérimentale

Les questions des élèves !

Quelle contribution de la physique ?

3b- Différents contextes d'usage

L'énergie un concept de physique ? Vraiment ?

Des contextes d'usage variés

- À l'école, l'énergie peut être potentielle, cinétique, mécanique, interne, microscopique, macroscopique... *électrique, lumineuse, musculaire ?...*
- Dans la vie courante, l'énergie peut être solaire, nucléaire, géothermique, hydraulique, fossile, verte, propre, chère, renouvelable, éolienne, thermique... et *électrique* ou *lumineuse* ou *musculaire* !



3b- Différents contextes d'usage

L'énergie un concept de physique ? Vraiment ?

Des usages courants à prendre en compte

- *Je n'ai pas l'énergie de...*
- Un pays peut *contrôler* l'énergie
- L'énergie d'une pile a *disparu* lorsqu'elle est usée
- On *consomme, produit, paye* de l'énergie
- Des hybridations *énergie-force-puissance-vitesse* ou *énergie-intensité-puissance...*

3b- Différents contextes d'usage

L'énergie un concept de physique ? Vraiment ?

Des discours médiatiques
qui brouillent le discours

- *Une série de confusions*
 - *entre W et $W \cdot h$*
 - *entre énergie et électricité*
 - *entre sources et transferts*
- Des changements d'échelle local/global et des ordres de grandeurs qui ne parlent pas toujours...



3b- Différents contextes d'usage

L'énergie un concept de physique ? Vraiment ?

Apprendre à parler en physique...

- La conservation...
 - Un « producteur d'énergie » devient un « transformateur d'énergie » (élec)
ou un extracteur d'énergie (pétrolier)
 - L'apport d'énergie : le soleil, le centre de la Terre
- Ce qui est visible
 - Les transferts d'énergie...
 - Des comparaisons difficiles dans des domaines très variés...



3b- Différents contextes d'usage

L'énergie un concept de physique ? Vraiment ?

Qu'est-ce qu'une **forme** d'énergie ?

- Première classification (celle des programmes) : toute énergie pouvant être transférée ou stockée
 - dont én. électriques, lumineuses...
 - mais confond énergie et transfert d'énergie
- Deuxième(s) classification(s) : ce qui est stocké

Classification par sources

Référent matériel ou événement ou mode de production :

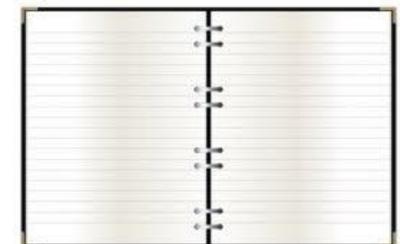
- fossiles
- nucléaire
- éolienne
- biomasse
- géothermique
- solaire
- Hydraulique, marémotrice

Classification par des domaines de physique :

- mécanique
- thermique
- électrostatique
- chimique
- nucléaire

Classification théorique :

- cinétique vs
- potentielle
- micro vs
- macro



Conclusion

Au sujet du défi énergétique et de la culture scientifique sur l'énergie

- La non distinction entre ressources (stocks) et transferts (flux) : un obstacle à l'analyse

Exemple :

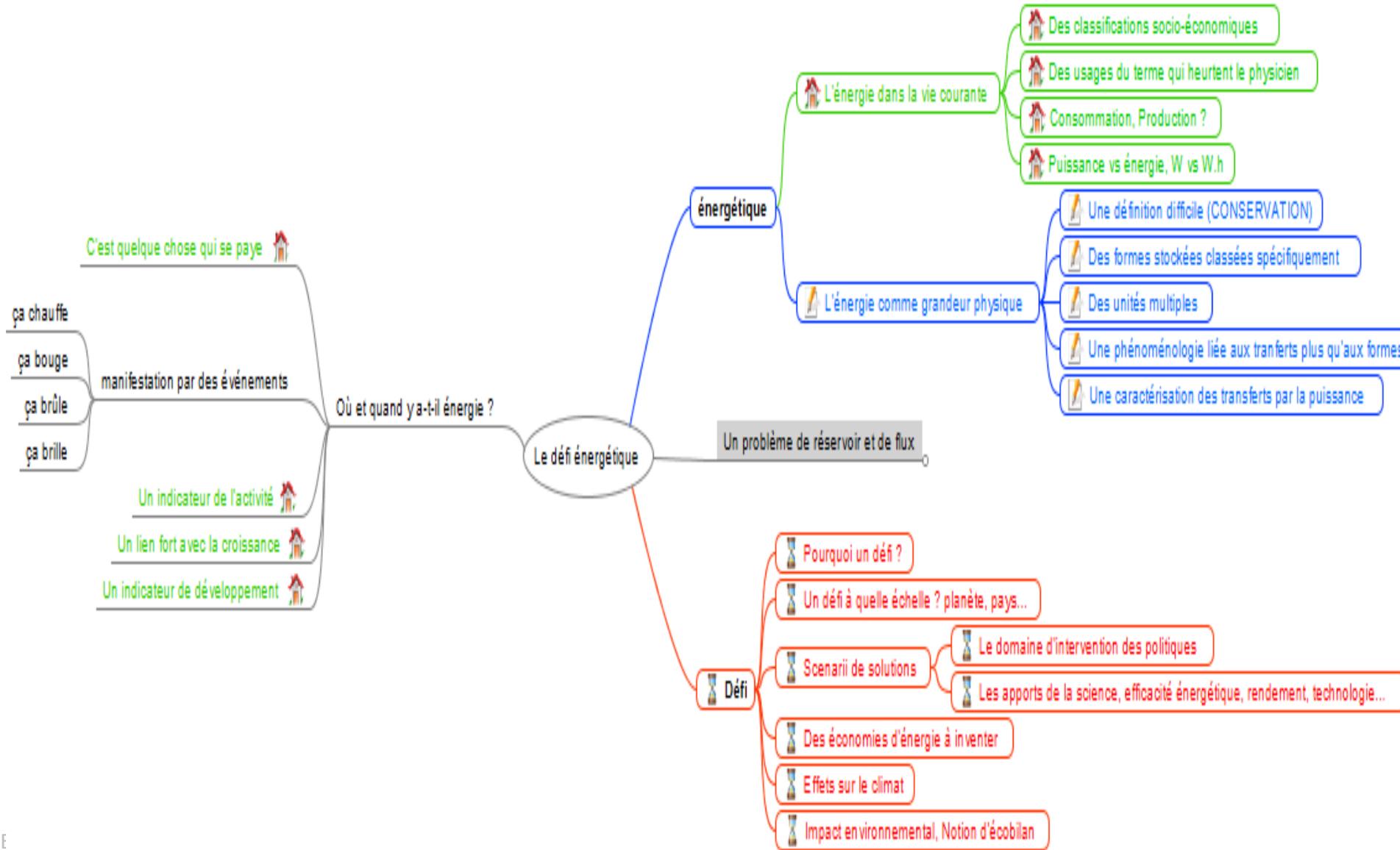
« brouillage » fort énergie/électricité dans la vie courante :
la voiture électrique comme solution ?

- Le rôle essentiel de la culture sociétale : une culture enjeu d'apprentissage alors qu'on la suppose disponible chez tous les élèves

3b- Différents contextes d'usage

L'énergie un concept de physique ? Vraiment ?

Des tensions fortes, des influences multiples...



4a- Quels programmes sur l'énergie cycles 3 et 4 ?

Comparaison entre le programme de physique -chimie de 2015 ET le projet de renforcement du 4 décembre 2019

☞ « Projet du 4 décembre 2019 «Renforcement des enseignements relatifs au changement climatique, à la biodiversité et au développement durable. » cycle 3 et 4

<https://www.education.gouv.fr/cid146132/changement-climatique-biodiversite-developpement-durable-dans-les-programmes-scolarite-obligatoire.html>

☞ « Programme pour les cycles 2, 3 et 4 », édité en décembre 2015.

[http://cache.media.education.gouv.fr/file/](http://cache.media.education.gouv.fr/file/MEN_SPE_11/67/3/2015_programmes_cycles234_4_12_ok_508673.pdf)

[MEN_SPE_11/67/3/2015_programmes_cycles234_4_12_ok_508673.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/MEN_SPE_11/67/3/2015_programmes_cycles234_4_12_ok_508673.pdf)

4a- Quels programmes sur l'énergie cycles 3 et 4?

Cycle 3 : Matière, mouvement, énergie, information

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève
Identifier différentes ressources en énergie et connaître quelques conversions d'énergie	
<p>Identifier des sources et des formes d'énergie et des ressources en énergie. </p> <ul style="list-style-type: none">• L'énergie existe sous différentes formes (énergie associée à un objet en mouvement, énergie thermique, électrique, lumineuse...). <p>Prendre conscience que l'être humain a besoin d'énergie pour vivre, se chauffer, se déplacer, s'éclairer...</p> <ul style="list-style-type: none">• Exemples de ressources sources d'énergie utilisées par les êtres humains : charbon, pétrole, bois, uranium, aliments, vent, Soleil, eau, mers et rivières ; et barrage, pile...• Ressources renouvelables et non renouvelables.	<p>L'énergie associée à un objet en mouvement apparaît comme une forme d'énergie facile à percevoir par l'élève, et comme pouvant se convertir en énergie thermique.</p> <p>Le professeur peut privilégier la mise en œuvre de dispositifs expérimentaux analysés sous leurs aspects énergétiques : éolienne, circuit électrique simple, dispositif de freinage, moulin à eau, objet technique...</p> <p>On prend appui sur des exemples simples (vélo</p>

4a- Quels programmes sur l'énergie cycles 3 et 4 ?

Reconnaître les situations où l'énergie est stockée, transformée, utilisée. ~~La fabrication et le fonctionnement d'un objet technique nécessitent de l'énergie~~

- ◆ Exemples de dispositifs de stockage : pile, barrage ;
- ◆ Exemples de convertisseurs : lampe, éolienne, panneau solaire.
- ◆ ~~Notion d'énergie renouvelable.~~

Identifier quelques éléments d'une chaîne énergie domestique simple.

Identifier quelques-uns des besoins en énergie de l'être humain, pour le fonctionnement du corps et pour la vie quotidienne (se chauffer, se déplacer, s'éclairer...)

- ◆ Quelques dispositifs visant à économiser optimiser la consommation d'énergie.

On prend appui sur des exemples simples (vélo qui freine, objets du quotidien, l'être humain lui-même) en introduisant les formes d'énergie mobilisées et les différentes consommations (par exemple :

Energie thermique, énergie associée au mouvement d'un objet, énergie électrique, énergie associée à une réaction chimique, énergie lumineuse...).

4a- Quels programmes sur l'énergie cycles 3 et 4 ?

Cycle 4

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève
Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie Utiliser la conservation de l'énergie	
<p>Identifier les différentes formes d'énergie.</p> <p>Identifier un dispositif de conversion d'énergie dont le fonctionnement s'accompagne d'une émission de dioxyde de carbone.</p> <p>◆ Énergies cinétique (relation $E_c = \frac{1}{2} mv^2$), potentielle (dépendant de la position), thermique, électrique, chimique, nucléaire, lumineuse.</p> <p>Identifier les sources, les transferts et les conversions d'énergie.</p>	<p>Les supports d'enseignement gagnent à relever de systèmes ou de situations de la vie courante.</p> <p>Les activités proposées permettent de différencier transferts et conversions d'énergie et de souligner que toutes les formes d'énergie ne sont pas équivalentes ni également utilisables.</p>

4a- Quels programmes sur l'énergie cycles 3 et 4 ?

Etablir un bilan énergétique pour un système simple.

- ◆ Sources
- ◆ Transferts
- ◆ Conversion d'une **forme type** d'énergie en une autre.
- ◆ Conservation de l'énergie
- ◆ Unités d'énergie

Analyser une situation où, pour un système donné, les valeurs des transferts d'énergie entrant et sortant sont différentes.

Utiliser la relation liant puissance, énergie, durée.

- ◆ Notion de puissance.

Ce thème permet d'aborder un vocabulaire scientifique visant à clarifier les termes souvent rencontrés dans la vie courante : chaleur, production, pertes, consommation, gaspillage, économie d'énergie, **stockage d'énergie**, énergies **dites** renouvelables.

Ce thème fournit l'occasion d'analyser un bilan qualitatif d'énergie pour le système Terre-atmosphère.

4a- Quels programmes sur l'énergie cycles 3 et 4 ?

Associer l'émission et l'absorption d'un rayonnement à un transfert d'énergie.

- ◆ Rayonnement émis par un objet.
- ◆ Absorption d'un rayonnement par un objet.
- ◆ Transfert d'énergie par rayonnement.
- ◆ Absorption du rayonnement terrestre par les gaz à effet de serre.

L'étude privilégie des situations concrètes : chauffage par absorption d'un rayonnement, images thermographiques (images satellitaires, d'habitations, d'objets de la vie quotidienne, d'êtres vivants...).

4b- Quel programmes sur l'énergie au lycée ?

Organisés selon les 4 thèmes du collège.

En seconde :

le thème « L'énergie : conversions et transferts » est abordé dans le cadre de l'étude des transformations de la matière.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
A) Transformation physique	
Transformations physiques endothermiques et exothermiques. Énergie de changement d'état et applications.	Identifier le sens du transfert thermique lors d'un changement d'état et le relier au terme exothermique ou endothermique. Exploiter la relation entre l'énergie transférée lors d'un changement d'état et l'énergie massique de changement d'état de l'espèce. <i>Relier l'énergie échangée à la masse de l'espèce qui change d'état.</i>
B) Transformation chimique	
Transformations chimiques endothermiques et exothermiques.	<i>Suivre l'évolution d'une température pour déterminer le caractère endothermique ou exothermique d'une transformation chimique et étudier l'influence de la masse du réactif limitant.</i>
C) Transformation nucléaire	
Isotopes. Écriture symbolique d'une réaction nucléaire. Aspects énergétiques des transformations nucléaires : Soleil, centrales nucléaires.	Identifier des isotopes. Relier l'énergie convertie dans le Soleil et dans une centrale nucléaire à des réactions nucléaires. Identifier la nature physique, chimique ou nucléaire d'une transformation à partir de sa description ou d'une écriture symbolique modélisant la transformation.

4b- Quels programmes sur l'énergie au lycée ?

Organisés selon les 4 thèmes du collège.

En première (enseignement de spécialité) :

le thème « L'énergie : conversions et transferts » est abordé dans :

- La partie « propriétés physico-chimiques, synthèses et combustions »

C) Conversion de l'énergie stockée dans la matière organique	
Combustibles organiques usuels.	Citer des exemples de combustibles usuels.
Modélisation d'une combustion par une réaction d'oxydo-réduction.	Écrire l'équation de réaction de combustion complète d'un alcane et d'un alcool.
Énergie molaire de réaction, pouvoir calorifique massique, énergie libérée lors d'une combustion.	Estimer l'énergie molaire de réaction pour une transformation en phase gazeuse à partir de la donnée des énergies des liaisons. <i>Mettre en œuvre une expérience pour estimer le pouvoir calorifique d'un combustible.</i>
Interprétation microscopique en phase gazeuse : modification des structures moléculaires, énergie de liaison.	
Combustions et enjeux de société.	Citer des applications usuelles qui mettent en œuvre des combustions et les risques associés. Citer des axes d'étude actuels d'applications s'inscrivant dans une perspective de développement durable.

4b- Quels programmes sur l'énergie au lycée ?

Organisés selon les 4 thèmes du collège.

En première (enseignement de spécialité) :

C'est un des 3 thèmes (« L'énergie : conversions et transferts » !)

1. Aspects énergétiques des phénomènes électriques

Puissance et énergie.
Bilan de puissance dans un circuit.
Effet Joule. Cas des dipôles ohmiques.
Rendement d'un convertisseur.

Citer quelques ordres de grandeur de puissances fournies ou consommées par des dispositifs courants.
Définir le rendement d'un convertisseur.
Évaluer le rendement d'un dispositif.

2. Aspects énergétiques des phénomènes mécaniques

Énergie cinétique d'un système modélisé par un point matériel.
Travail d'une force.
Expression du travail dans le cas d'une force constante.
Théorème de l'énergie cinétique.
Forces conservatives. Énergie potentielle. Cas du champ de pesanteur terrestre.

Forces non-conservatives : exemple des frottements.
Énergie mécanique.
Conservation et non conservation de l'énergie mécanique.
Gain ou dissipation d'énergie.

4c- Quel modèle théorique sur l'énergie en fin de cycle 4?

Connaissances et capacités à maîtriser (CCM) L'énergie

Connaissances : ce qu'il faut savoir

Le vocabulaire

à savoir utiliser correctement :

- Réservoir d'énergie.
- Réservoir renouvelable.
- Forme d'énergie : énergie chimique, énergie thermique, énergie mécanique, énergie nucléaire.
- Transfert d'énergie : transfert thermique, transfert par rayonnement, transfert mécanique, transfert électrique.
- Convertisseur d'énergie.
- Transfert utile, transfert perdu.

Les représentations à connaître

- Modèle de la chaîne énergétique.
- Un rectangle pour un réservoir d'énergie
- Une flèche pour un transfert d'énergie.
- Un cercle pour un convertisseur.

Les propriétés à connaître

- L'énergie peut être stockée dans un réservoir.
 - L'énergie peut être transférée d'un réservoir à un autre.
 - L'énergie peut être convertie.
 - L'énergie se conserve (Principe de conservation).
-

4c- Quel modèle théorique sur l'énergie en fin de cycle 4?

Modèle de l'énergie

Voici le modèle proposé les années précédentes et complété par de nouveaux éléments en gras.

A- L'énergie

L'énergie est stockée dans des réservoirs.

Définition : Un réservoir d'énergie renouvelable est un réservoir qui a la capacité à se renouveler par rapport au rythme auquel les humains l'utilisent.

L'énergie est stockée sous une certaine forme de l'énergie.

On distingue **quatre formes d'énergie** :

- énergie chimique (énergie dans la matière qui peut être transformée)
- énergie mécanique (énergie d'un objet en mouvement ou qui peut tomber)
- énergie thermique (énergie que possède un objet du fait de sa température)
- **énergie nucléaire (énergie dans le noyau d'un atome qui peut se désintégrer)**

On distingue quatre types de transferts :

- transfert électrique
- transfert mécanique
- transfert thermique
- transfert par rayonnement

Un convertisseur permet le changement de transfert : le transfert reçu par le convertisseur est alors différent du transfert donné.

B- La chaîne énergétique

Comme l'énergie ne se voit pas, en physique on adopte un langage particulier, avec des schémas, qui permet de décrire et d'expliquer les observations du point de vue de l'énergie.

♦ Modélisation des phénomènes par une chaîne énergétique :

→ Une flèche représente un transfert d'énergie. On écrit le nom du transfert au-dessus ou en-dessous de la flèche. (6^{ème})

□ Un rectangle représente un réservoir d'énergie. On écrit le nom du réservoir en dessous et la forme d'énergie qu'il contient à l'intérieur. (6^{ème})

○ Un cercle représente un convertisseur d'énergie. On écrit le nom du convertisseur en dessous du cercle.

Une chaîne énergétique peut comporter plusieurs convertisseurs. Au niveau d'un convertisseur, il peut y avoir plusieurs transferts.

L'environnement est souvent le réservoir final dans une chaîne énergétique. La forme d'énergie stockée étant complexe, il ne sera rien écrit dans le rectangle.

C- Le principe de conservation de l'énergie

L'énergie suit une loi fondamentale de la physique :

LE PRINCIPE DE CONSERVATION DE L'ÉNERGIE : « L'énergie se conserve quels que soient les conversions qu'elle subit, ses transferts et ses formes de stockage. »

Dans la majorité des situations étudiées les années précédentes, le convertisseur est supposé avoir un fonctionnement idéal : le transfert reçu est totalement converti en un ou plusieurs transferts utiles.

Dans la réalité, les convertisseurs ont un rendement qui indique la part de transfert utile par rapport au transfert reçu. Comme l'énergie se conserve, il y a donc d'autres transferts qui correspondent à la part qui reste. Ce reste qui n'est pas utilisé par les humains est souvent appelé « transfert perdu » ou « perte ». La totalité des « transferts reçus » sont convertis en « transferts donnés » qu'ils soient « utiles » ou « perdus ».

A- L'énergie

Réservoirs (stocks), formes d'énergie, transferts, convertisseurs.

B- La chaîne énergétique

Les symboles

C- Le principe de conservation de l'énergie

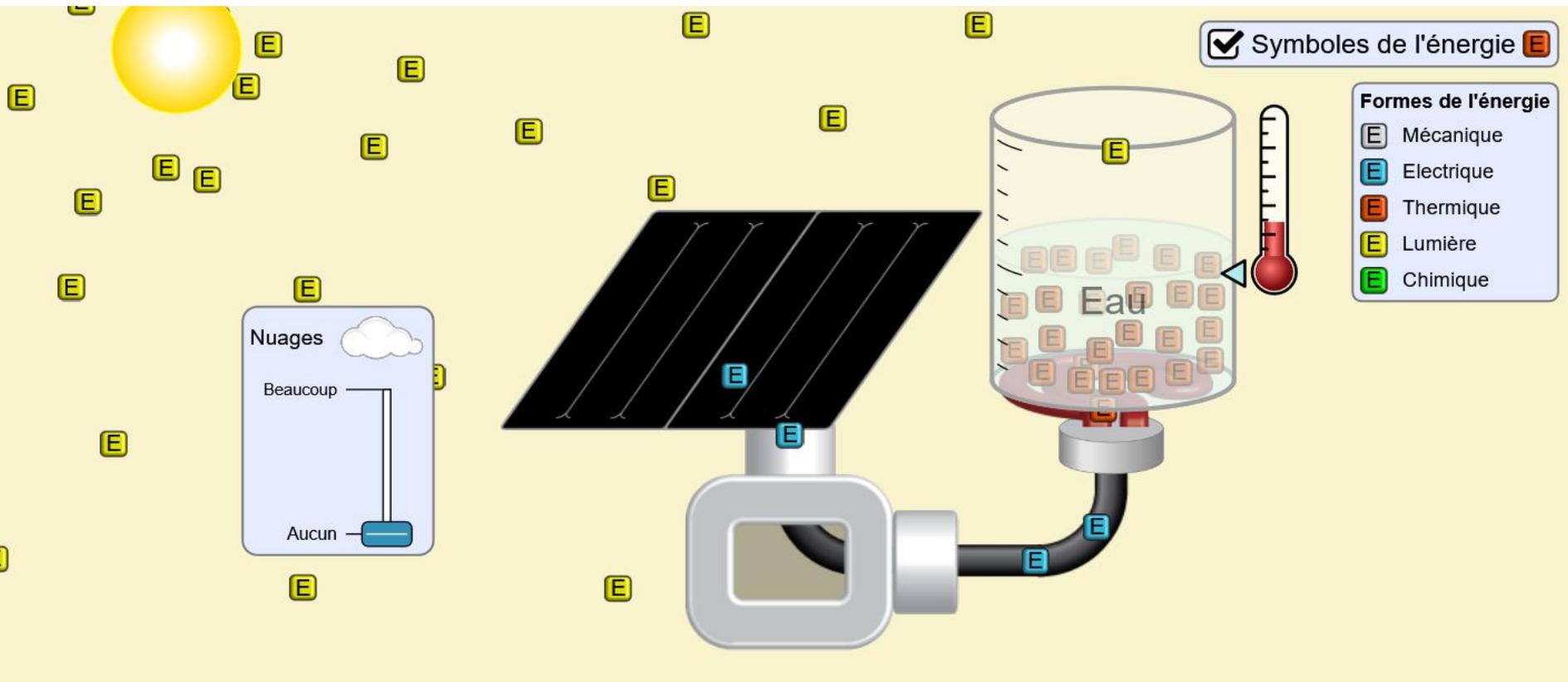
Le principe, le rendement

4d- Quelle progression sur le thème de l'énergie ?

Surligner sur la fiche précédente, avec des couleurs différentes, les connaissances abordées en fonction de l'année.

4d- Quel modèle théorique sur l'énergie en fin de cycle 4?

Ce qu'il faut éviter d'enseigner
comme « modèle »



<https://phet.colorado.edu>

Faire une chaîne énergétique par groupe
sur une feuille A3

- Un smartphone
- Une centrale hydraulique
- Une centrale thermique
- Une centrale éolienne
- Une voiture électrique
- Une voiture thermique
- Une voiture hybride

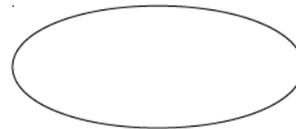
Exemple d'une fiche méthode élève

RÉALISER UNE CHAÎNE ÉNERGÉTIQUE

Pour décrire le fonctionnement d'un objet technique **du point de vue énergétique, on fait une chaîne énergétique** avec les symboles suivants :



Pour un réservoir



Pour un convertisseur



Pour un transfert

- ☛ Pour la bulle, il faut indiquer en dessous le nom de l'objet.
- ☛ Pour le rectangle, il faut indiquer à l'intérieur la forme d'énergie et en dessous le nom du réservoir.
- ☛ Pour la flèche, il faut indiquer au-dessus ou en dessous le type de transfert.

Il existe 4 types de transferts :

- transfert électrique,
- transfert mécanique,
- transfert par rayonnement,
- transfert thermique.

Remarque :

- Il peut y avoir plusieurs convertisseurs et plusieurs transferts.
- Une chaîne énergétique commence et se termine par un réservoir.

4d- ENTRAINEMENTS sur les chaîne énergétique

En résumé :

- Une représentation pertinente pour certains problèmes
- Une activité de modélisation difficile : *mettre des lunettes énergétiques...*
- Complémentarité entre construction et compréhension
- Un outil évolutif, non figé...



- Stabiliser le formalisme entre collègues au moins
- Les symboles désignent des fonctions plus que des objets
- La chaîne ne raconte pas une histoire mais décrit un ou plusieurs événements

4d- ENTRAINEMENTS sur les chaîne énergétiques

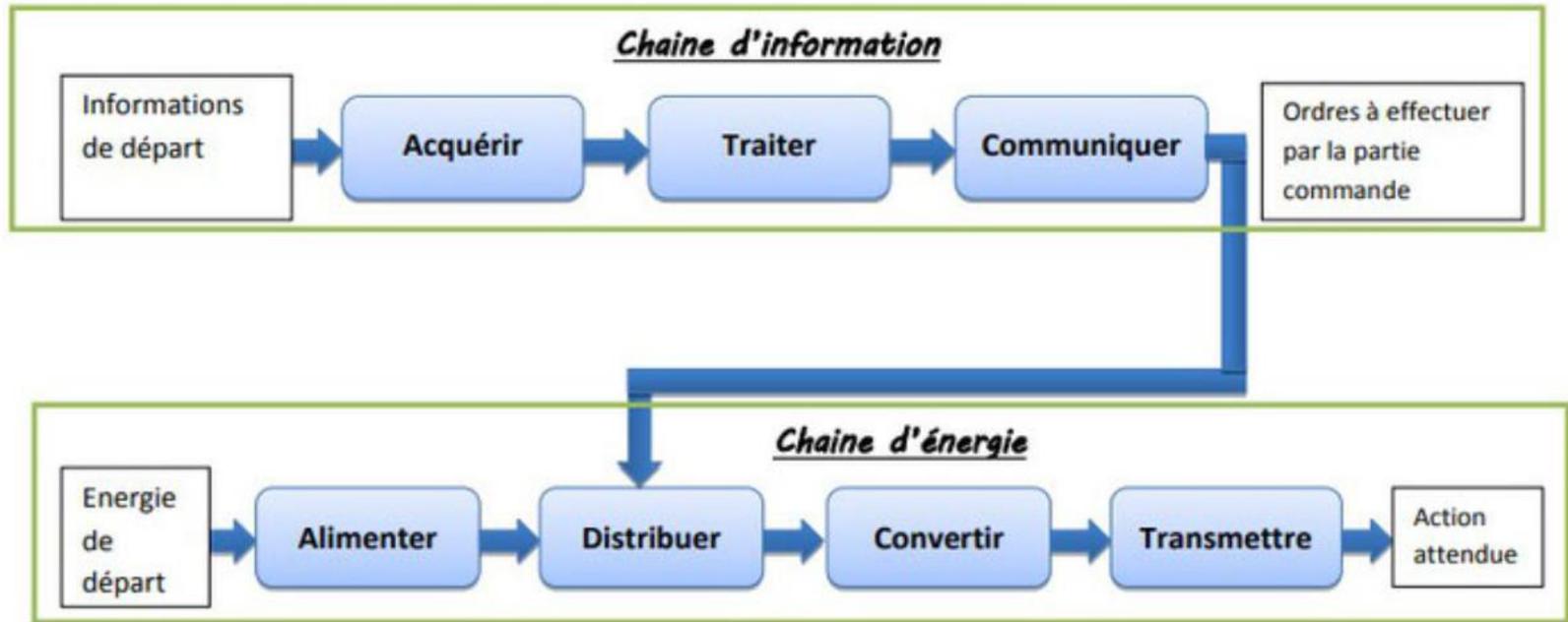


- Avoir connaissance de ce qui est fait en technologie et SVT

Révisions pour le brevet » 6 La Chaîne d'information et d'énergie

Description du fonctionnement d'un objet technique

Pour décrire le fonctionnement d'un objet technique automatisé, on utilise 2 schémas :



Activité 1 : « L'énergie c'est quoi ? »

Activité 2 : « De l'énergie en bouteille ! »



Activité 2 : « De l'énergie en bouteille ! »

	Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3	Expérience 4
Température au début de l'expérience
Protocole	Entourer totalement la bouteille 1 avec un morceau de sac isotherme pendant 5 minutes.	Entourer totalement la bouteille 2 avec un morceau de laine ou de polaire pendant 5 minutes.	Mettre la bouteille 3 dans un cristalliseur rempli d'eau à 40°C pendant 5 minutes.	Mettre la bouteille 4 dans un cristalliseur rempli d'eau à 4°C pendant 5 minutes.
Prévision	La température devrait : <input type="checkbox"/> augmenter <input type="checkbox"/> diminuer <input type="checkbox"/> rester la même	La température devrait : <input type="checkbox"/> augmenter <input type="checkbox"/> diminuer <input type="checkbox"/> rester la même	La température devrait : <input type="checkbox"/> augmenter <input type="checkbox"/> diminuer <input type="checkbox"/> rester la même	La température devrait : <input type="checkbox"/> augmenter <input type="checkbox"/> diminuer <input type="checkbox"/> rester la même
Température à la fin de l'expérience
Observation	La température : <input type="checkbox"/> a augmenté <input type="checkbox"/> a diminué <input type="checkbox"/> est restée la même	La température : <input type="checkbox"/> a augmenté <input type="checkbox"/> a diminué <input type="checkbox"/> est restée la même	La température : <input type="checkbox"/> a augmenté <input type="checkbox"/> a diminué <input type="checkbox"/> est restée la même	La température : <input type="checkbox"/> a augmenté <input type="checkbox"/> a diminué <input type="checkbox"/> est restée la même

Quel bilan avec les élèves suite à l'activité?

Le temps des connaissances...

1. En utilisant la propriété que plus un objet est chaud, plus il contient d'énergie, indique ce qui te semble la meilleure affirmation au sujet de la façon dont l'énergie thermique varie dans l'eau de la bouteille :
 - a- l'énergie thermique est créée ou détruite par l'eau de la bouteille ;
 - b- l'énergie thermique provient de réservoirs (source d'énergie) qui sont dans l'environnement.
2. Indique ce qui te semble la meilleure affirmation au sujet de la nature de l'énergie thermique :
 - a- l'énergie thermique est visible ;
 - b- l'énergie thermique est invisible.
3. Comment interpréter l'observation faite dans les expériences 1 et 2 ?
4. Comment interpréter les observations des expériences 3 et 4 (la température de l'eau change) ?

Quel modèle théorique après l'activité 2 ?

Vocabulaire :

- réservoir,
- transfert thermique,
- forme d'énergie : énergie thermique,

Propriétés :

- l'énergie peut être stockée
- l'énergie peut être transférée
- l'énergie ne se crée pas et ne disparaît pas

Modèle de la chaîne énergétique :



Activité 1 : « L'énergie c'est quoi ? »

Activité 2 : « De l'énergie en bouteille ! »



Activité 3 : « Mettre de l'énergie en bouteille ! »

Activité 4 : « Traduction du vocabulaire sur l'énergie ! »

Quel modèle théorique à la fin de la 6^{ème}?

Vocabulaire :

- Réservoir,
- Transferts : thermique, mécanique, par rayonnement
- Formes d'énergie : énergie thermique, chimique, mécanique

Propriétés :

- l'énergie peut être stockée
- l'énergie peut être transférée
- l'énergie ne se crée pas et ne disparaît pas

Modèle de la chaîne énergétique :



Activité 1 : La panne ?

Activité 2 : Dans la pile, qu'est ce qui « s'use » ?

Activité 3 : La première pile ?

Activité 4 : Une pile, c'est électrique ou chimique ?

Activité 5 : Les objets du quotidien : réservoirs ou convertisseurs ?

Activité 6 :

BATTLE : schéma électrique / chaîne énergétique

Activité 4 : Une pile, c'est électrique ou chimique ?

Le temps de l'expérience : la pile aluminium-air

Voici un protocole qui permet de réaliser une pile à partir de papier d'aluminium et de « charbon actif » qui sert à contenir de l'air au niveau de sa surface.

- Verser de l'eau salée saturée dans un bécher.
- Ajouter trois grains de « charbon actif » et mélanger. Laisser imbiber au moins 2 min.
- Plier en forme de carré une feuille d'aluminium.
- Tremper un petit morceau de papier sopalin dans l'eau salée.
- Déposer le papier sopalin et le charbon actif au centre du papier d'aluminium.
- Faire un circuit avec une DEL basse tension. Le pôle + est au niveau de l'air dans le charbon et le pôle – est au niveau de l'aluminium. Essayer à différents endroits et plusieurs fois si nécessaire pour allumer la DEL.
- Laisser allumer la DEL le plus longtemps possible.

Activité 4 : Une pile, c'est électrique ou chimique ?

Cette activité a pour but de faire comprendre le rôle de la pile et sa modélisation dans le modèle énergétique.

5b- L'année de 5^{ème} : courant électrique, énergie électrique : Quel modèle ?

Activité 6 :

BATTLE : schéma électrique / chaîne énergétique.

Utilisation des connaissances

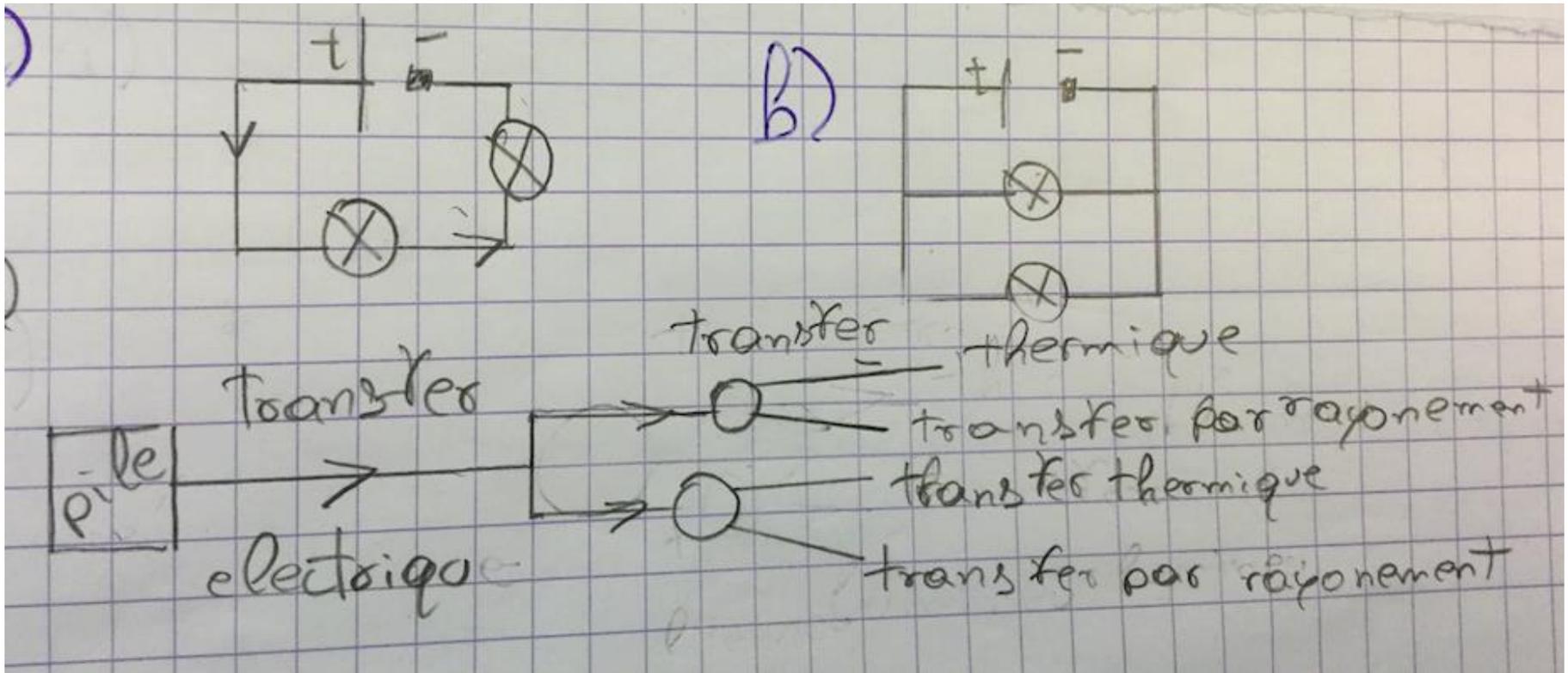
- ▶ Se mettre d'accord en groupe pour compléter le tableau. (Feuille A3 pour le groupe)
- commencer par le schéma électrique et la chaîne énergétique correspondant au circuit en photographie en utilisant les **modèles théoriques** enseignés.
- puis préciser pour chaque représentation son rôle.

	Photographie du circuit	Schéma électrique du circuit	Chaîne énergétique du circuit
REPRÉSENTATION			
RÔLE			

5b- L'année de 5^{ème} : courant électrique, énergie électrique : Quel modèle ?

Activité 6 :

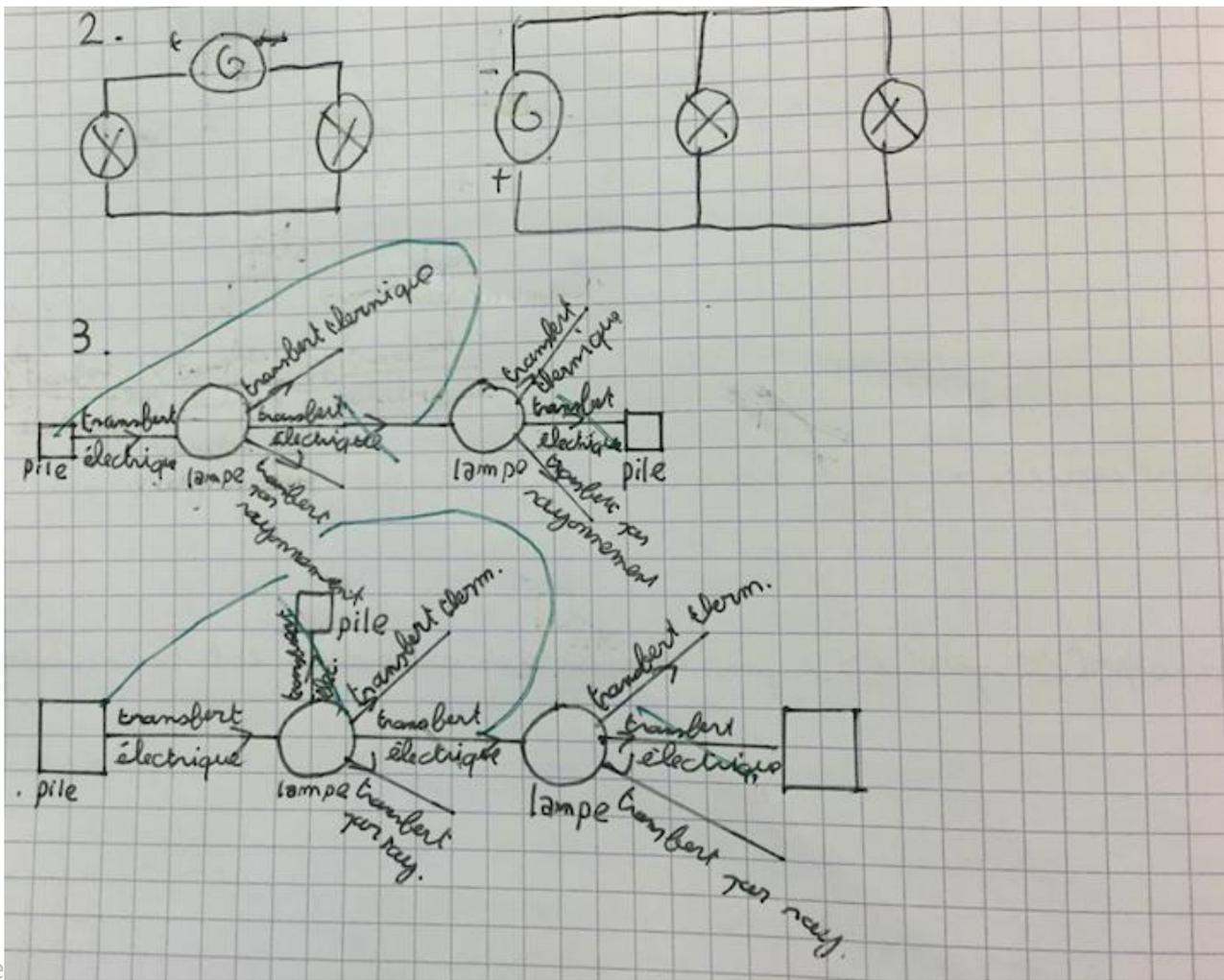
BATTLE : schéma électrique / chaîne énergétique.



5b- L'année de 5^{ème} :
courant électrique, énergie électrique : Quel modèle ?

Activité 6 :

BATTLE : schéma électrique / chaîne énergétique



Vocabulaire

- réservoir
- transferts thermique, mécanique, par rayonnement, électrique
- forme d'énergie : chimique, thermique, mécanique

Propriétés

- l'énergie peut être stockée
- l'énergie peut être transférée
- l'énergie ne se crée pas et ne disparaît pas

Modèle de la chaîne énergétique



Exercice 1

Un panneau solaire alimente un moteur à vide dont la puissance est de 0,5 W.

1°) Modélise cette situation par une chaîne énergétique.

2°) Indique sur cette chaîne la puissance du moteur.

5c- L'année de 4^{ème} :
introduction de la grandeur physique Puissance

Quel modèle théorique en fin de 4^{ème} ?

On ajoute la notion de puissance

Activité 1 : « Le défi énergétique du 21^{ème} siècle »

Activité 2 : « D'autres réservoirs renouvelables d'énergie ! »

Activité 3 : « Le convertisseur : consommateur d'énergie ? »

Activité 4 : « Derrière la prise ? »

Document 1 : Titre d'une conférence

LE DEFI DE L'ENERGIE AU 21^{ème} SIECLE

Robert Klapisch

**Conférence donnée au CERN
(9 février 1999)**

R. Klapisch : physicien français au CNRS
puis au CERN

CERN : Organisation Européenne pour la
Recherche Nucléaire

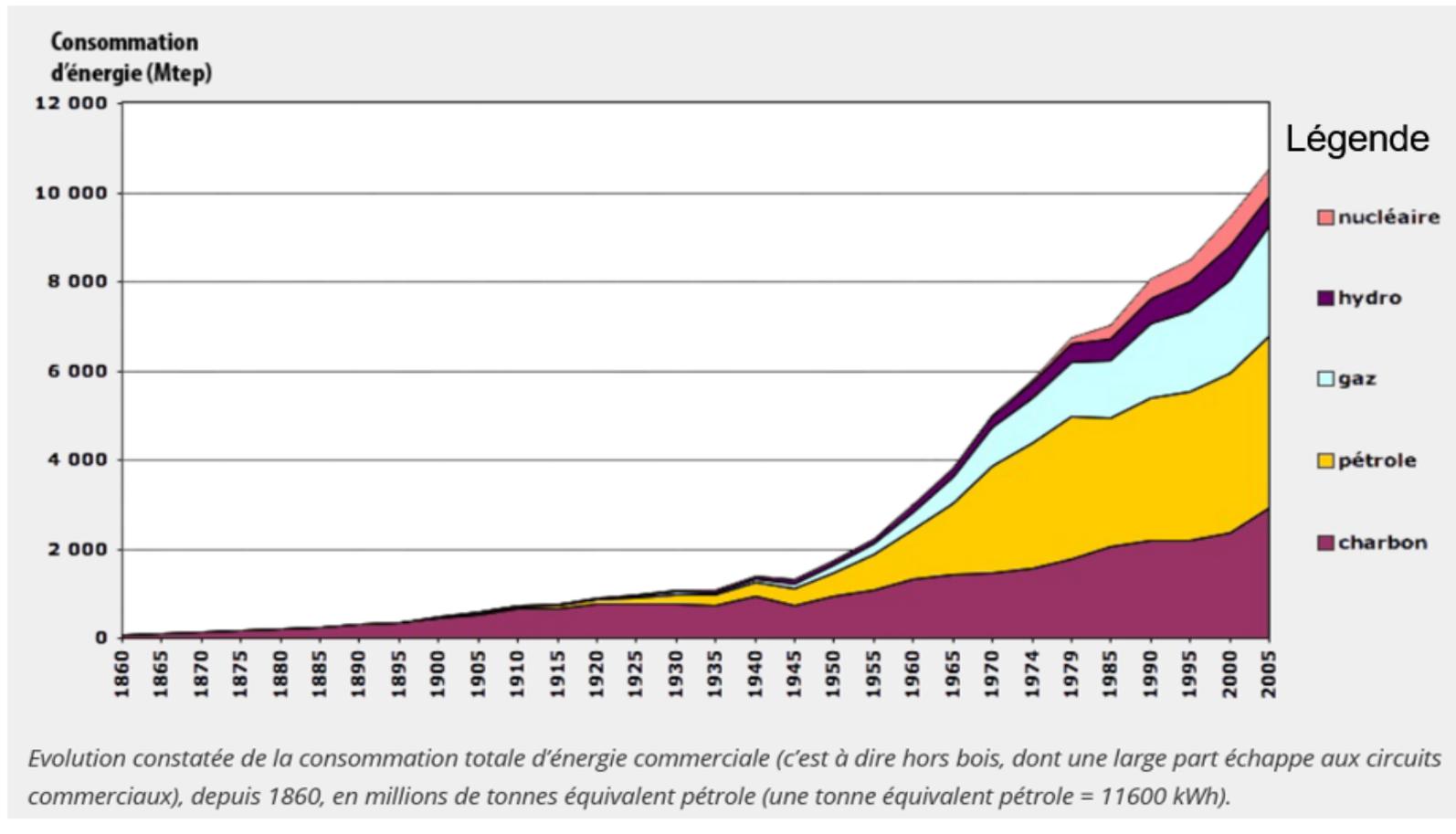
<https://www.cern.ch/solar-club/conferences/RK/DEFI21IM.DOC>

3 documents supports + des questions pour s'appropriier les documents

5d- 3^{ème} : Activité 1 : « Le défi énergétique du 21^{ème} siècle »

Document 2 : extrait du site de J.-M. Jancovici (professeur à l'Ecole des Mines Paris Tech, ingénieur consultant en énergie).

<https://jancovici.com/transition-energetique/l-energie-et-nous/a-quoi-ressemble-notre-consommation-energetique-actuellement/>



5d- 3^{ème} : Activité 1 : « Le défi énergétique du 21^{ème} siècle »

Document 3 : Extrait d'une vidéo « Energie renouvelable, le défi du stockage » du CNRS
<https://lejournal.cnrs.fr/videos/energies-renouvelables-le-defi-du-stockage>

« Constamment EDF, doit adapter l'offre à la demande.[...] Mais les énergies renouvelables sont des énergies intermittentes. Ainsi on a quelque chose d'extrêmement important à faire : quand je produis de l'énergie que je ne consomme pas, il faut absolument que je la stocke. Or aucun système ne permet de stocker le courant électrique. On peut seulement le convertir »

Propos tenus dans la vidéo , entre 2min 50s et 3min 50s, par P. Brault, physicien au CNRS.
CNRS : Centre National de Recherche Scientifique.

» BILAN : quel défi énergétique y a-t-il au 21^{ème} siècle ?

Propose un paragraphe argumenté d'environ 10 lignes pour répondre à cette question.

Tu utiliseras l'ensemble des réponses précédentes pour argumenter ta réponse. Pour bien organiser ta pensée, faire avant au brouillon la liste des 4-5 idées à développer.

5d- 3^{ème} : Activité 1 : « Le défi énergétique du 21^{ème} siècle »

►► BILAN : quel défi énergétique y a-t-il au 21^{ème} siècle ?

6°) le défi énergétique du 21^{ème} siècle est de baisser le réchauffement climatique donc de créer des voitures qui ne polluent pas.

5d- 3^{ème} : Activité 1 : « Le défi énergétique du 21^{ème} siècle »

Le "défi énergétique du 21^{ème} siècle" est un défi que doivent relever les sociétés. Les réservoirs d'énergie non renouvelable s'épuisent, et les réservoirs d'énergie renouvelable ont du mal à se renouveler car les humains les utilisent trop et trop vite. Le défi consiste donc à réduire notre consommation d'énergie pour permettre aux réservoirs de se renouveler plus facilement.

5d- 3^{ème} : Activité 1 : « Le défi énergétique du 21^{ème} siècle »

6) Le 21^{ème} siècle fait face à un défi énergétique car la totalité de l'énergie utilisée par l'homme est fossile. Les énergies fossiles sont presque épuisées et dans 50 ans environ il n'y aura plus de pétrole. C'est pour ça que l'on parle de défi : Au 21^{ème} siècle, il faudra trouver d'autres énergies à exploiter qui soient cette fois renouvelables.

5d- 3^{ème} : Activité 1 : « Le défi énergétique du 21^{ème} siècle »

6°) Le défi énergétique du 21^e siècle est le fait qu'on arrive pas à stocker l'énergie électrique et que l'on consomme de l'énergie dite non renouvelable. En 50 ans, entre 1950 et 2000, la consommation a presque triplé et même de nouvelles formes d'énergie ont été découvertes. Il est donc question de pouvoir utiliser ça beaucoup pour nos activités.

Activité 1 : « Le défi énergétique du 21^{ème} siècle »

Activité 2 : « D'autres réservoirs renouvelables d'énergie ! »

Activité 3 : « Le convertisseur : consommateur d'énergie ? »

Activité 4 : « Derrière la prise ? »

DIAPPOSITIVES RESTANTES

Activité d'introduction en classe de 5ème

Les élèves viennent de passer le premier trimestre sur l'électricité :

- comment faire pour éclairer une lampe ?
- récepteur / générateur
- modélisation par un schéma de montage
- sens conventionnel du courant
- montage en série / montage en dérivation

3- Pourquoi a-t-on besoin d'un modèle de l'énergie ?

d- Observation vs Modèle(s)

Texte de l'activité :

L'enseignant va te montrer deux expériences.

1- Fais le schéma du montage réalisé par l'enseignant.

2- Décris par écrit ce que tu observes pour chacune des deux expériences.

3- Propose une ou plusieurs explications de ce que tu as observé.

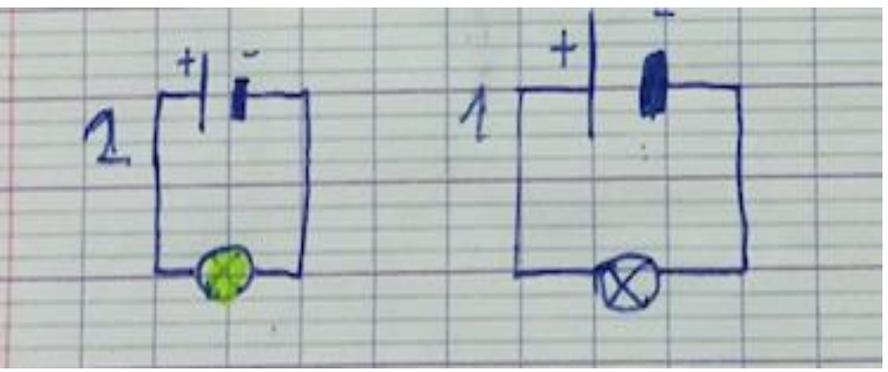
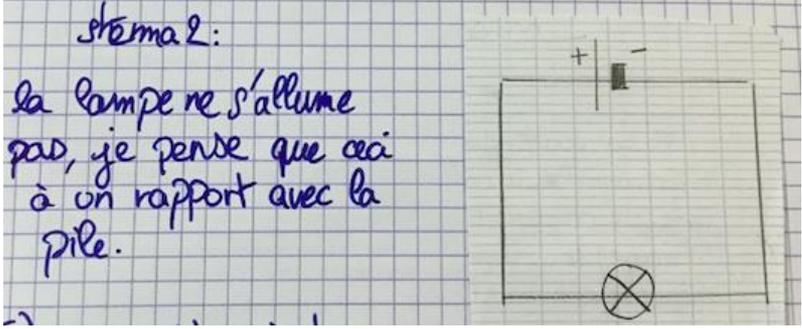
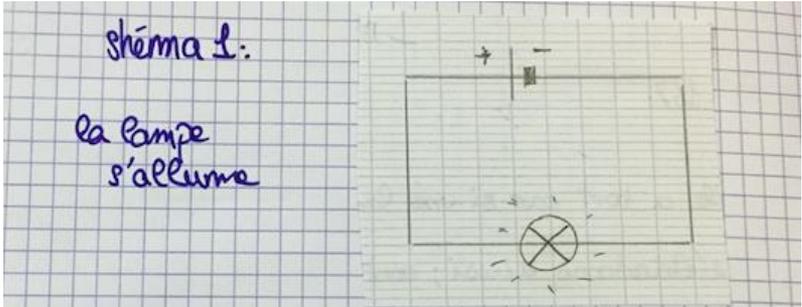
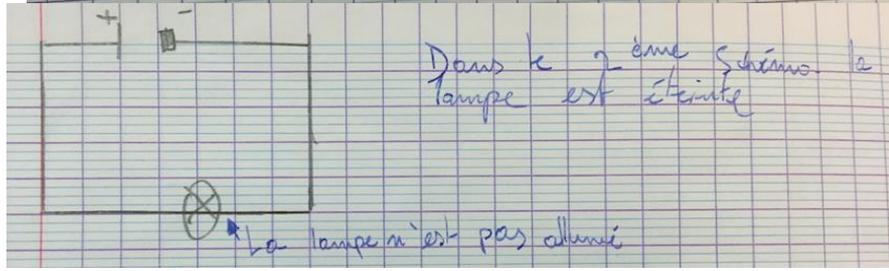
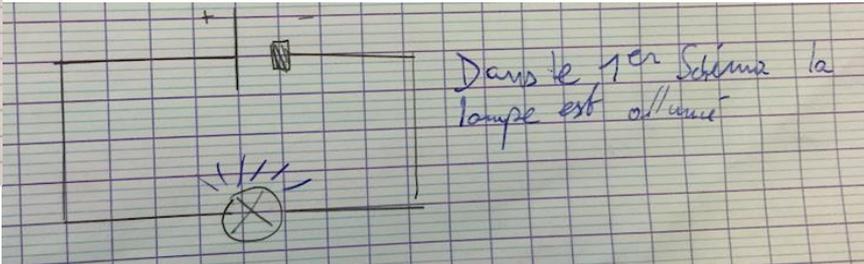
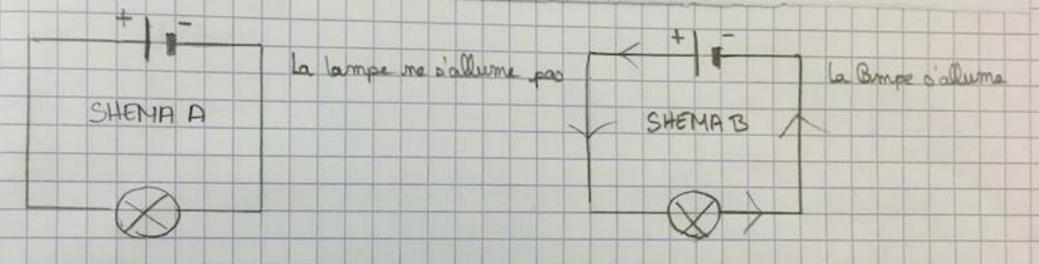
4- Discute avec ton voisin et rajoute des éléments si nécessaires à ton texte si nécessaire.

5- Les deux expériences sont-elles représentées par le même schéma électrique ? Le modèle « électricité » est-il intéressant pour représenter ces deux expériences ?

Les deux expériences : une lampe branchée sur une pile. Dans un des deux cas, la pile est usée et la lampe ne s'allume pas

3- Pourquoi a-t-on besoin d'un modèle de l'énergie ?

d- Observation vs Modèle(s)

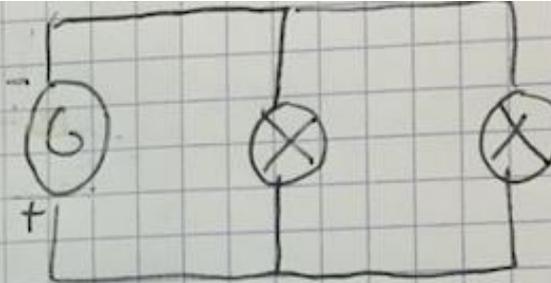
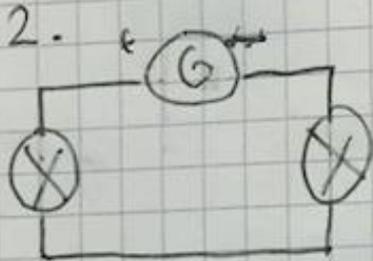


3- Pourquoi a-t-on besoin d'un modèle de l'énergie :

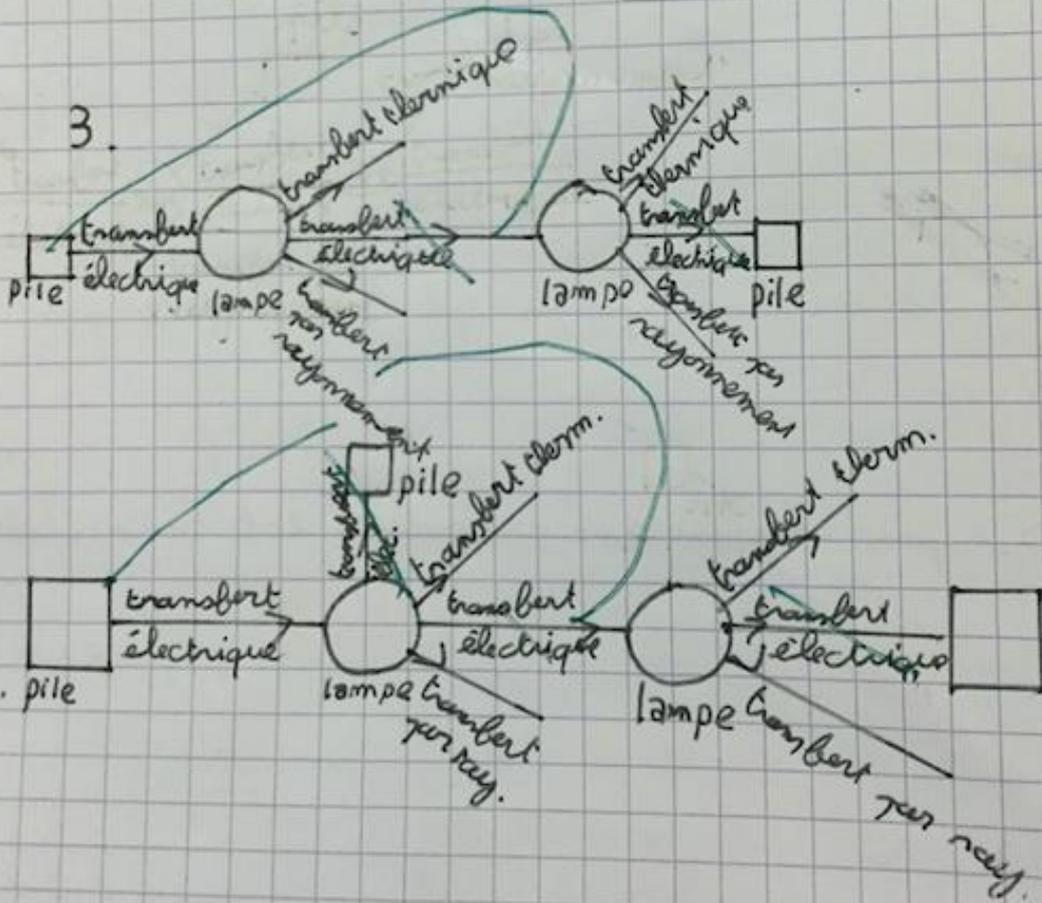
d- Observation vs Modèle(s)

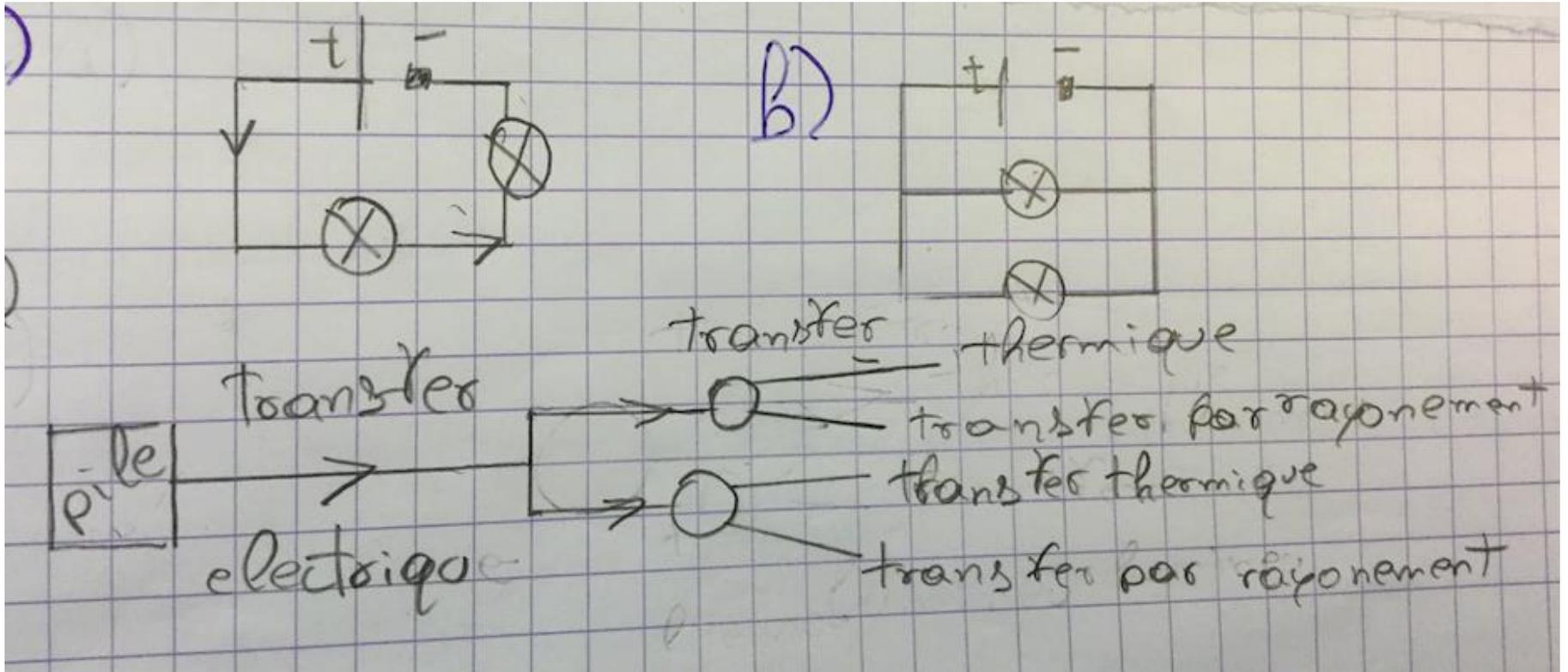
Activité de fin de chapitre sur l'énergie en classe de 5ème

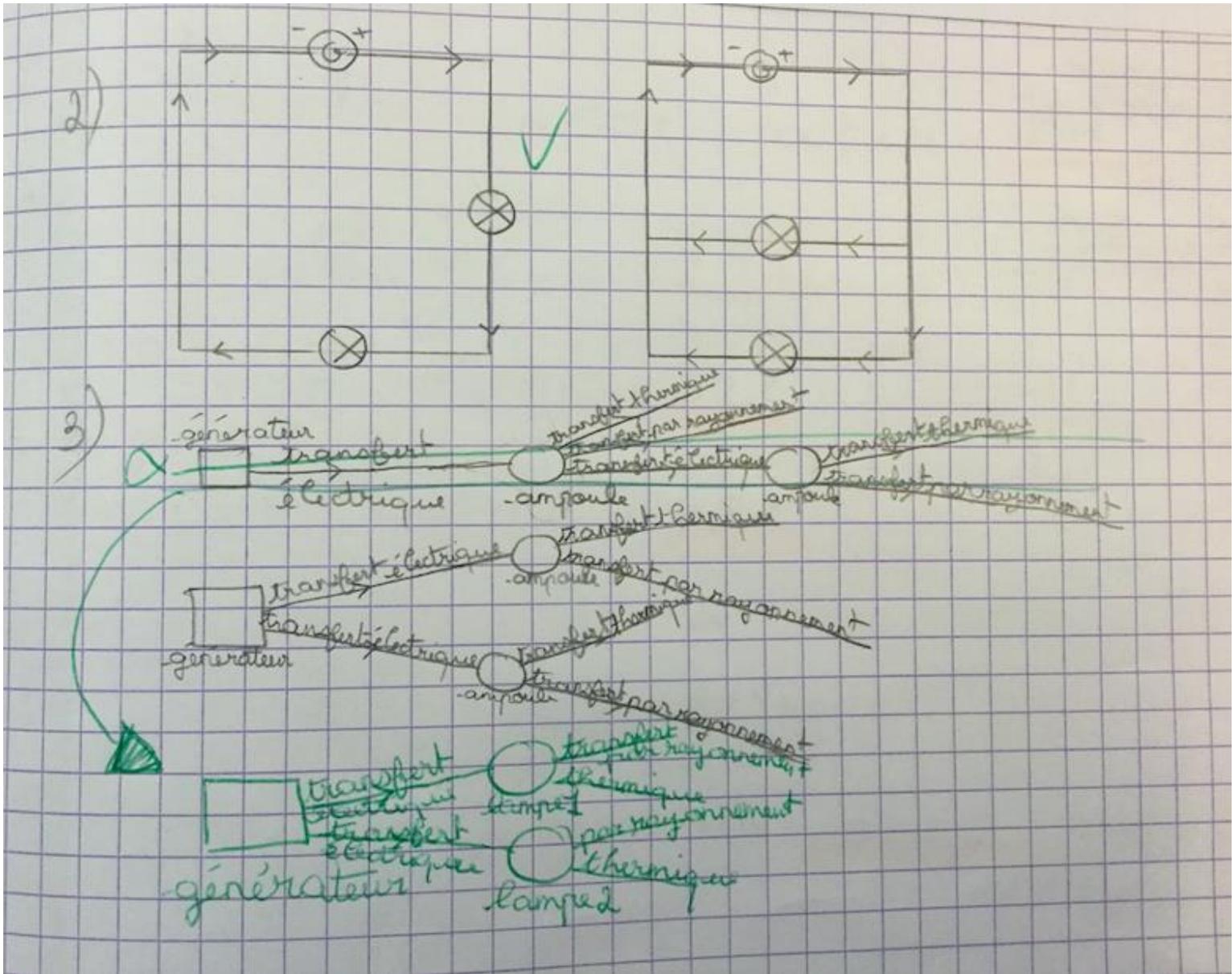
- 1- A l'aide du matériel à ta disposition, construis :
 - a- un circuit en série avec deux lampes ;
 - b- un circuit avec deux lampes en dérivation ;
- 2- Fais le schéma électrique de ces deux montages.
- 3- Propose une chaîne énergétique pour chacun de ces deux montages.
- 4- A ton avis, quelle représentation est la plus appropriée ? Discutes-en avec ton voisin.



3.







4- Comment enseigner l'énergie en cycle 3 et cycle 4 ?

a- analyse des programmes : quelles difficultés ?

Voir extraits des programmes cycle 3 et cycle 4
(version « projet d'ajustement »)

Quels points peuvent poser des difficultés par rapport à ce qui a été vu aujourd'hui ?

4- Comment enseigner l'énergie en cycle 3 et cycle 4 ?

b- : quelques obstacles didactiques :

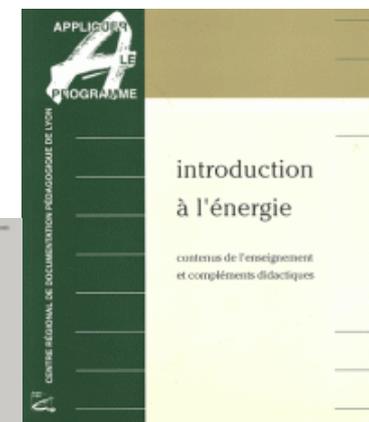
- Les effets des transferts sont observables mais ne définissent pas le transfert. Plusieurs observations peuvent être dénommées par un même transfert.
- On ne définit pas la forme d'énergie stockée en fonction du transfert opéré.
- « Le rectangle » du réservoir n'est pas une représentation physique du réservoir.
- Le principe de conservation de l'énergie nécessite la définition d'un système.
- Le principe de conservation vient après le travail sur la chaîne énergétique.

4- Comment enseigner l'énergie en cycle 3 et cycle 4 ?

b- suite conseils pour la mise en place de cet enseignement

- Difficulté sur « **forme vs transfert électrique** »
à pas d'objet technique utilisant le transfert électrique *en 6^{ème}.*
- Difficulté sur « **les pertes d'énergie (rendement)** »
à objet technique idéal (parfait) pour les objets où « les pertes » ne sont pas observables simplement. (*Tous niveaux*)
- Difficulté sur « **le réservoir (source) d'énergie** »
à la chaîne énergétique est enseignée en commençant par les transferts, les convertisseurs puis les réservoirs (*Tous niveaux*)
à identifier le réservoir sans forcément au départ identifier la forme d'énergie stockée. (*en 6^{ème} et 5^{ème}*)
- Difficulté sur « **puissance vs énergie** »
→ commencer par la chaîne énergétique et introduire ensuite la puissance pour caractériser la « flèche » (*en 1^{ème} 3^{ème}*)

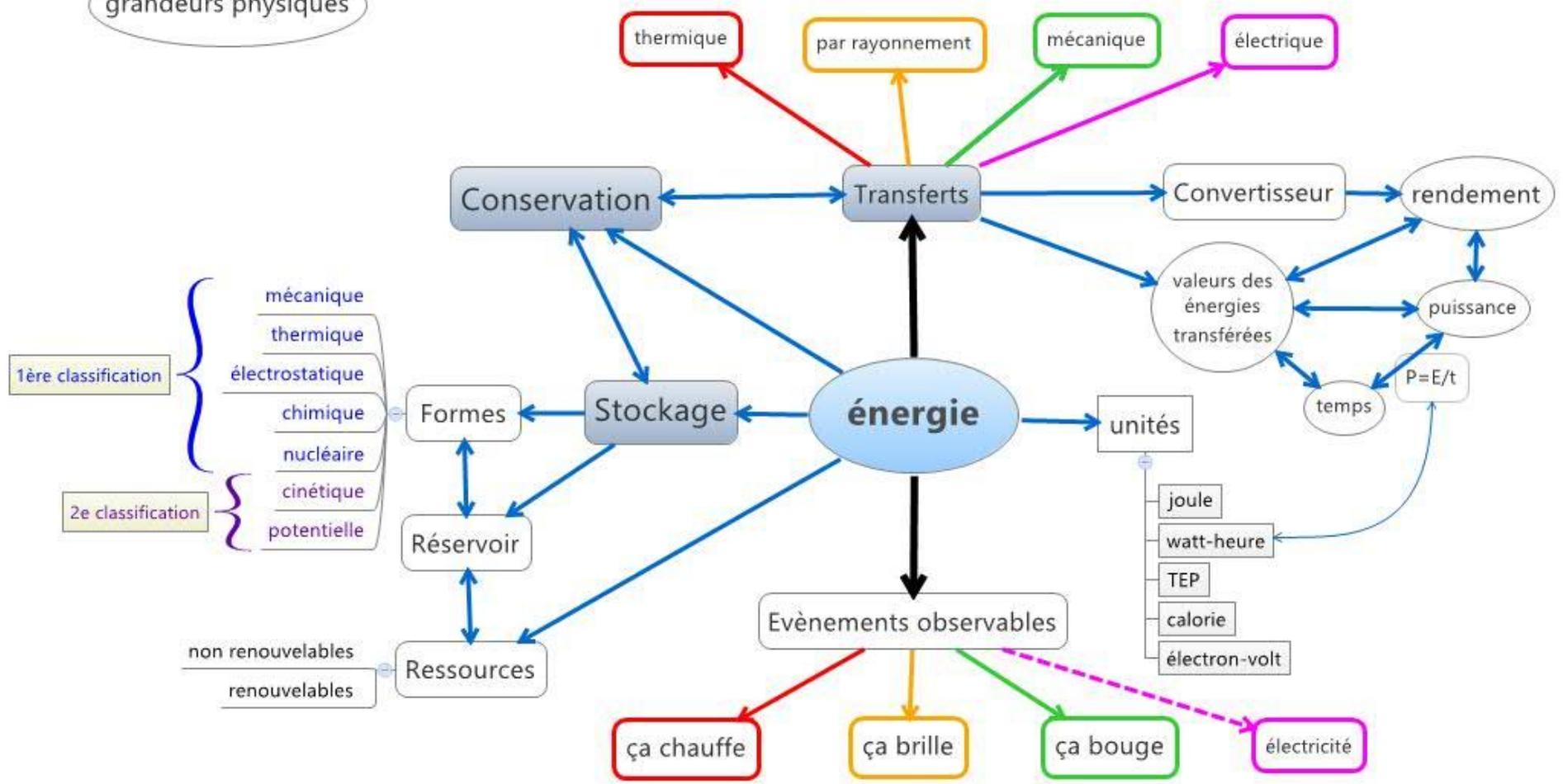
- La [séquence de première du groupe sesames](#)
- Vince J. & Tiberghien A. (2015) Pourquoi n'est-il pas pertinent de faire de l'énergie électrique un concept de physique dans un programme d'enseignement ? BUP, vol. 109, n° 988, 1103-1109
- Vince J. & Tiberghien A. (2012) Enseigner l'énergie en physique à partir de la question sociale du défi énergétique. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 6(1), 89-124.
- Vince, J. & Tiberghien A. (2014) Enseignement du "défi énergétique" au lycée : comment faire des liens entre physique et connaissance commune ? *Skhôle*, 18(1) *Actes des 8e rencontres scientifiques de l'ARDIST*
- Bächtold, M & Munier, V. (2014) Enseigner le concept d'énergie en physique et éduquer à l'énergie : rupture ou continuité ? *Skhôle*, 18(1) *Actes des 8e rencontres scientifiques de l'ARDIST*
- Monneret A., Tiberghien A, Collectif (1998) Introduction à l'énergie - Contenus de l'enseignement et compléments didactiques, Canopé CRDP Lyon
- Revue ASTER n°2 (1986) Eclairages sur l'énergie
- Revue RDST 10-2014 Dossier énergie
- Une [conférence de Cécile de Hosson](#), professeure à Paris 7



Une proposition d'analyse des concepts en jeu

Les trois propriétés de l'énergie

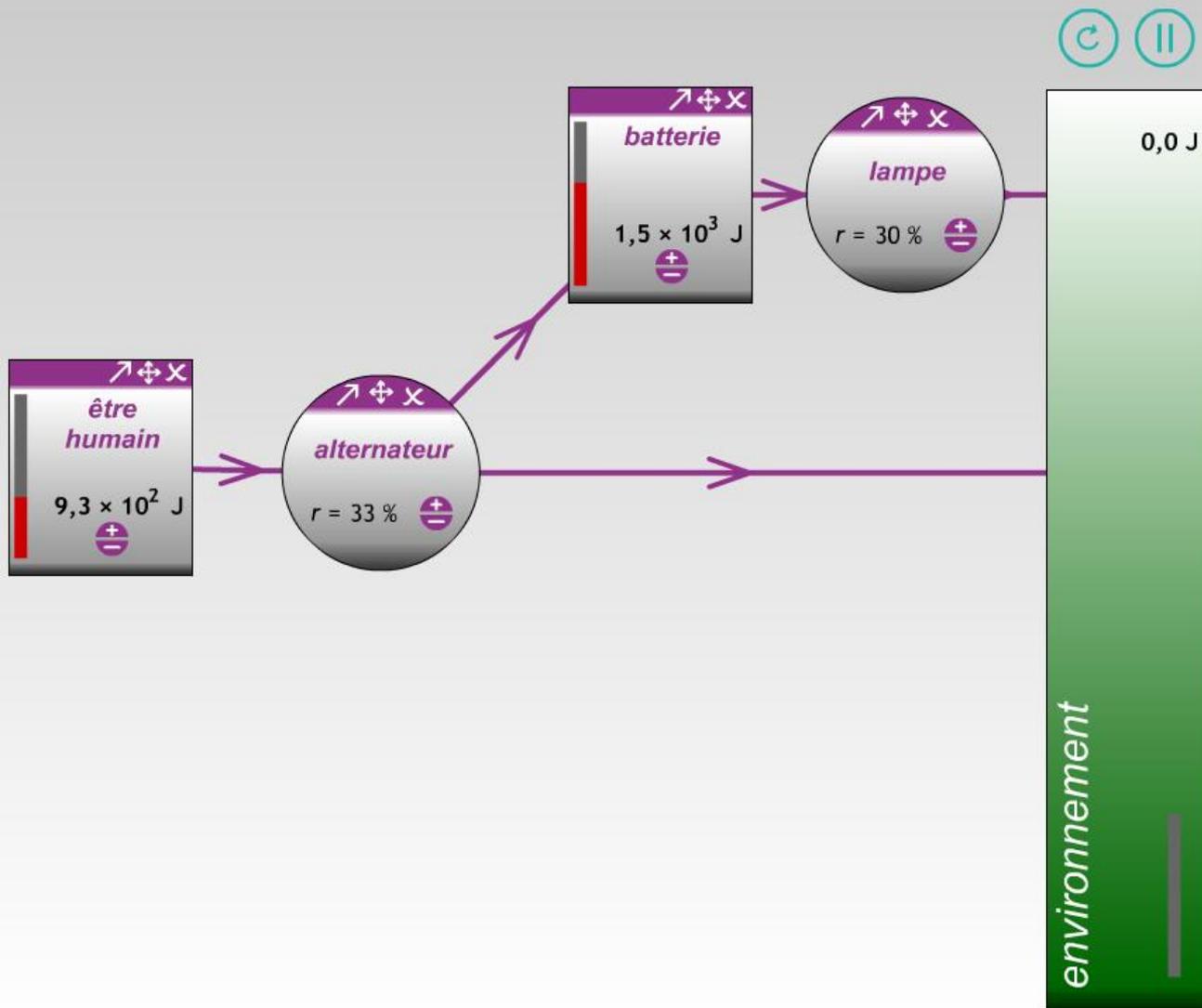
grandeurs physiques



La chaîne énergétique animée... (image cliquable)

Comprendre

Bilans thermiques



chaînes énergétiques

Construire une chaîne énergétique

Utiliser la souris pour placer un réservoir ou un convertisseur sur le schéma de gauche.

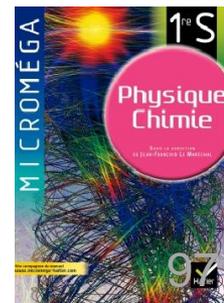
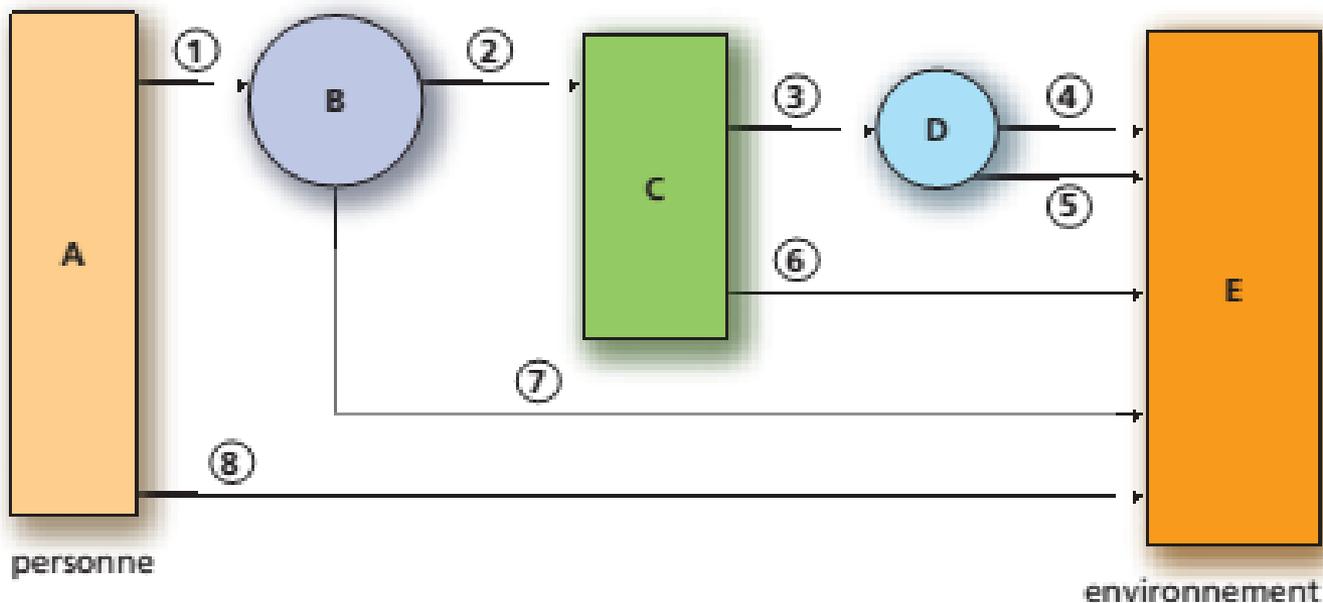


- Pour relier les éléments de la chaîne
- Pour déplacer l'élément
- Pour supprimer l'élément

Pour renommer un élément de la chaîne, sélectionner son nom.

Bilan global

Une conceptualisation complexe



- [Site du CEA](#)
- [Un petit quiz sur le site du CEA](#)
- [Site de J.-M. Jancovici](#)
- [La séquence de première S sur le site PEGASE](#)
- [Le simulateur de chaînes énergétique \(site Hatier\)](#)