

## PHYSIQUE-CHIMIE

Mettre en œuvre son enseignement

L'énergie et ses conversions

# Sur un circuit automobile, quelle voiture pourra atteindre la vitesse de 320 km/h avant la moto ?

Le fichier source  
au format Word  
disponible en  
[téléchargement](#)



### THÈME : L'ÉNERGIE ET SES CONVERSIONS

**Attendus de fin de cycle :** Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie – Utiliser la conservation de l'énergie.

**Registre d'enseignement :** enseignement commun

#### Descriptif :

Comparaison des durées que vont mettre des véhicules pour atteindre une vitesse donnée en fonction de la puissance du moteur. Compte-tenu du contexte et de la valeur des vitesses atteintes par les véhicules, il convient d'accompagner cette ressource d'une réflexion associant les élèves sur les conditions de l'essai et sur la nécessité pour tous de se conformer à la réglementation en vigueur en matière de sécurité routière en adaptant sa vitesse aux circonstances.

Connaissant la puissance du moteur et la masse du véhicule on demande aux élèves de calculer le temps que vont mettre différents véhicules pour atteindre une vitesse donnée. Après une identification des échanges énergétiques et l'exploitation numérique du bilan énergétique, les résultats sont comparés à des résultats expérimentaux, ce qui conduit à s'interroger sur certains éléments de la modélisation : dissipation de l'énergie, influence de la masse du conducteur... Pour terminer, il est proposé de compléter le schéma énergétique en intégrant la source primaire d'énergie, le carburant.

**Repère de progressivité :** Cette séquence peut être proposée en cours de cycle, ceci avant que toutes les notions relatives à l'énergie ne soient acquises. Elle peut aussi être utilisée en fin de cycle. Suivant les cas, les informations mises à la disposition des élèves ne seront pas les mêmes.

#### Objectifs d'apprentissage :

- Modéliser des transferts énergétiques en utilisant un diagramme énergétique.
- Exploiter numériquement un bilan énergétique.
- Discuter de la pertinence du modèle après sa mise en œuvre et proposer d'éventuelles évolutions.
- Identifier une source et la forme d'énergie associée.

## THÈME : L'ÉNERGIE ET SES CONVERSIONS

**Compétences travaillées***Pratiquer des démarches scientifiques*

- Proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question scientifique.
- Développer des modèles simples pour expliquer des faits observés.

*Pratiquer des langages*

- Utiliser la langue française à l'oral et l'écrit en cultivant précision, richesse de vocabulaire et syntaxe pour rendre compte des observations, expériences, hypothèses, conclusions.

*Mobiliser des outils numériques*

- Utiliser des outils de traitement de données (tableur).

*Adopter un comportement éthique et responsable*

- Réinvestir les connaissances sur les ressources et l'énergie pour agir de façon responsable.

**Autres compétences**

- Discuter un modèle utilisé.

**Connaissances et compétences associées**

- Identifier les différentes formes d'énergie.
- Relation  $E_c = 1/2mv^2$ .
- Identifier les sources, les transferts et les conversions d'énergie.
- Établir un bilan énergétique pour un système simple.
- Utiliser la relation liant puissance, énergie et durée.

**Mots clefs :** Énergie, source d'énergie, forme d'énergie, bilan énergétique, énergie cinétique, puissance

## Présentation de la séquence

### Présentation des objectifs

- Modéliser des transferts énergétiques en utilisant un diagramme énergétique.
- Discuter de la pertinence du modèle après sa mise en œuvre et proposer d'éventuelles évolutions.
- Compléter l'analyse énergétique en identifiant la source et la forme d'énergie associée.
- Rendre concrète la notion de puissance (instantanée) et d'énergie (qui fait intervenir la durée).
- Conduire des calculs répétitifs à l'aide d'un tableur.

### Variantes possibles

- En fonction de la classe :
  - si cette séquence est proposée en cours de cycle (quatrième), les expressions  $E_c = 1/2.m.v^2$ ,  $E = P.t$  et  $t = E/P$  sont fournies aux élèves ; en mathématiques l'utilisation et la manipulation d'expressions littérales sont vues en fin de cycle 3 ;
  - si cette séquence est proposée en fin de cycle (troisième) : c'est un réinvestissement des connaissances, les relations  $E = P.t$  et  $E_c = 1/2.m.v^2$  peuvent ne pas être fournies car elles font partie des connaissances attendues.
- Certaines étapes peuvent être simplifiées : les puissances des moteurs des véhicules peuvent être données dans les deux unités (watt et chevaux-vapeur) pour éviter de bloquer les élèves sur des problèmes de conversions qui ne constituent pas ici aux objectifs prioritaires de la séance.

## Déroulement

### Identifier la problématique

Quelle voiture pourra atteindre les 320 km/h avant la moto sur le circuit ? En combien de temps les quatre véhicules vont-ils atteindre les 320 km/h sur le circuit automobile ?

Fournir des aides si besoin.

### Analyser et discuter les résultats obtenus

À la fin de la réponse à la problématique, montrer la vidéo et discuter des résultats sous forme de débat avec les calculs et essayer de trouver l'origine des différences.

Remarque : dans la vidéo les vitesses sont en MPH : miles par heure. 1 mile = 1,6 km, donc 200 MPH = 320 km/h.

Retrouvez Éduscol sur



## Fiche élève

La Kawasaki H2R est souvent présentée comme étant la moto de série la plus rapide du monde. Lors d'un essai sur circuit automobile, cette moto est comparée à trois voitures très puissantes....

**Laquelle de ces voitures pourra atteindre 320 km/h avant la moto ?**

### Données



Kawasaki H2R : 236 ch ; 217 kg



Mac Laren : 625 ch ; 1375 kg



Bugatti : 1100 ch ; 2136 kg

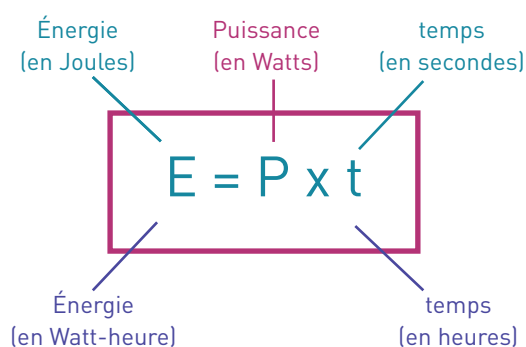


Nissan : 1350 ch ; 2350 kg

Source : [pixabay.com](http://pixabay.com)

**Le cheval-vapeur (ch)**

Le « cheval-vapeur » est une unité de puissance. Un « cheval-vapeur » vaut 735,5 watts.

**Expressions à donner en fonction du niveau choisi, de la progression et éventuellement de la différenciation visée par le professeur****Expression reliant puissance, énergie et durée**

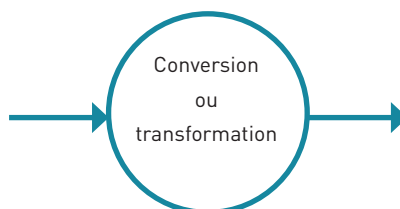
Cette relation peut aussi s'écrire :  $t = \frac{E}{P}$

**Expression de l'énergie cinétique**

$E_c = \frac{1}{2} \times m \times V^2$  où m est la masse en kg du véhicule et V est la vitesse en m/s du véhicule

**Quelques aides possibles**

Traduire l'énoncé par un schéma qui permet de faire une étude énergétique



Quelle forme d'énergie possède un corps en mouvement ?

Quelle relation mathématique liant l'énergie cinétique, la masse et la vitesse d'un corps connaissez-vous ?

Pour calculer la durée t : il faut multiplier chaque côté du signe égal par l'inverse de P c'est-à-dire : 1/P (en classe de troisième uniquement).

Convertir en m/s une vitesse exprimée en km/h:

v = .....km/h = .....m/h = .....m/s

Convertir des chevaux vapeur en watt : P exprimée en watt = 735,5 x P exprimée en chevaux vapeur

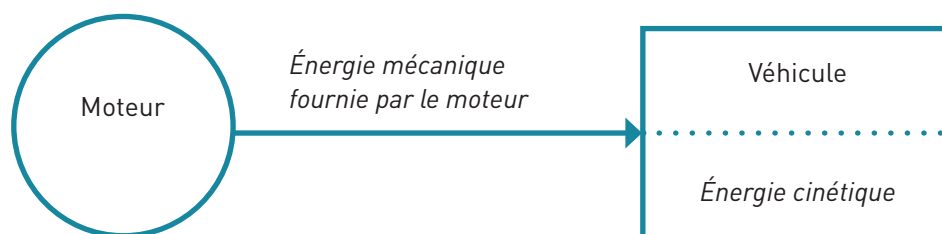
## Travail avec les élèves

### Accompagnement des élèves

Arbitrairement les sources ou réservoirs d'énergie sont représentés par des rectangles dans lesquels peut figurer la forme d'énergie associée, les conversions d'énergie sont représentées par des ellipses. Il faut noter dans le problème étudié que l'on n'a pas besoin de la source d'énergie. Ce point sera repris en fin de séance avec les élèves.

### Exemple de modélisation possible des transferts d'énergie

Toute l'énergie fournie par le moteur est transmise aux roues qui, en tournant en contact avec la route, permettent au véhicule (moto ou auto) d'acquérir une vitesse croissante au démarrage. Le véhicule acquiert donc une énergie sous forme d'énergie cinétique. Dans le schéma ci-après, on ne tient pas compte des différentes formes de dissipation d'énergie.



L'énergie cinétique du véhicule à 320 km/h est considérée comme égale à l'énergie fournie par le moteur pendant la durée nécessaire pour atteindre la vitesse de 320 km/h puisque les pertes énergétiques ont été négligées.

L'expression de l'énergie cinétique est  $E_c = 1/2 \cdot m \cdot V^2$  avec  $m$  en kg,  $V$  en m/s et  $E_c$  en J. On convertit la vitesse en m/s : 320 km/h en m/s : 320 km/h = 88,8 m/s. On calcule l'énergie cinétique pour chaque véhicule. L'énergie fournie par le moteur est égale à la valeur de  $E_c$  calculée. On connaît la puissance du moteur et l'énergie qu'il doit fournir.

- Niveau fin de cycle : on utilise  $E_{\text{moteur}} = P \times t$  pour déterminer  $t = E_{\text{moteur}} / P = E_c / P$ .
- Niveau en cours de cycle : on utilise la relation  $t = E / P$ .

Les calculs peuvent ensuite être conduits à l'aide d'un tableur, ou bien chaque élève utilise sa calculatrice.

|                                   | MOTO  |                   | VOITURES          |                   |
|-----------------------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                   | Kawasaki  | Mac Laren         | Bugatti           | Nissan            |
| <b>P (ch)</b>                     | 236   | 625               | 1100              | 1350              |
| <b>P (W)</b>                      | $174 \cdot 10^3$  | $460 \cdot 10^3$  | 809.103           | $993 \cdot 10^3$  |
| <b>M (kg)</b>                     | 217   | 1375              | 809.103           | 2350              |
|                                   | Dans ce calcul, la masse du conducteur a été négligée, si l'approximation est légitime pour les voitures, cela modifie la valeur du temps mis par de la moto pour atteindre la vitesse de 320 km/h de manière sensible, c'est une correction qui pourra être discutée lors de l'analyse des résultats |                   |                   |                   |
| <b>Ec (J)</b>                     | $8,56 \cdot 10^5$   | $5,42 \cdot 10^6$ | $8,42 \cdot 10^6$ | $9,27 \cdot 10^6$ |
| <b>t = <math>E_c/P</math> (s)</b> | 4,94  | 11,8              | 10,4              | 9,35              |

### Conclusion

Dans tous les cas la moto est plus rapide.

Retrouvez Éduscol sur

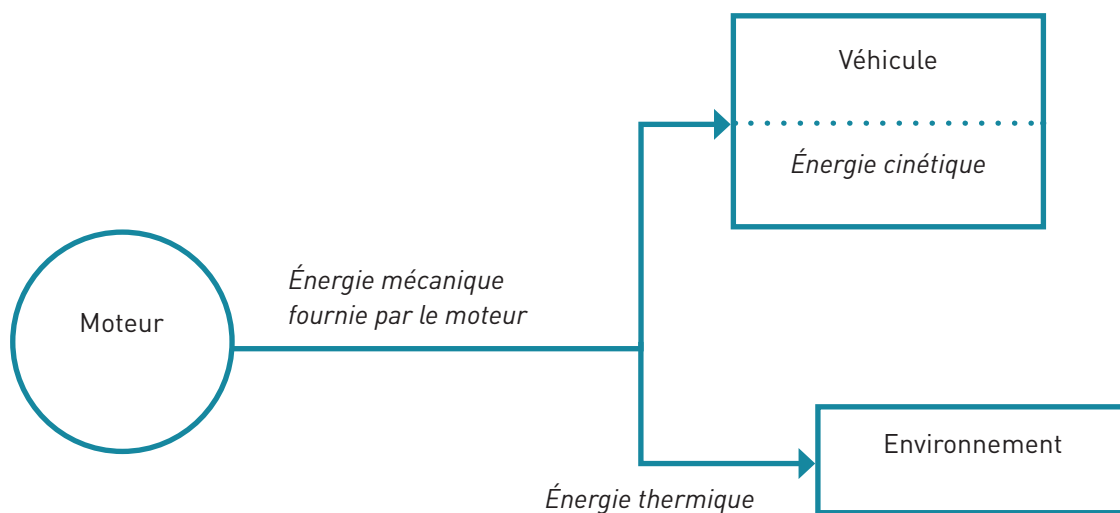


## Résultats expérimentaux

### La Kawasaki Ninja affronte des supercars en duel

#### Analyse des résultats obtenu

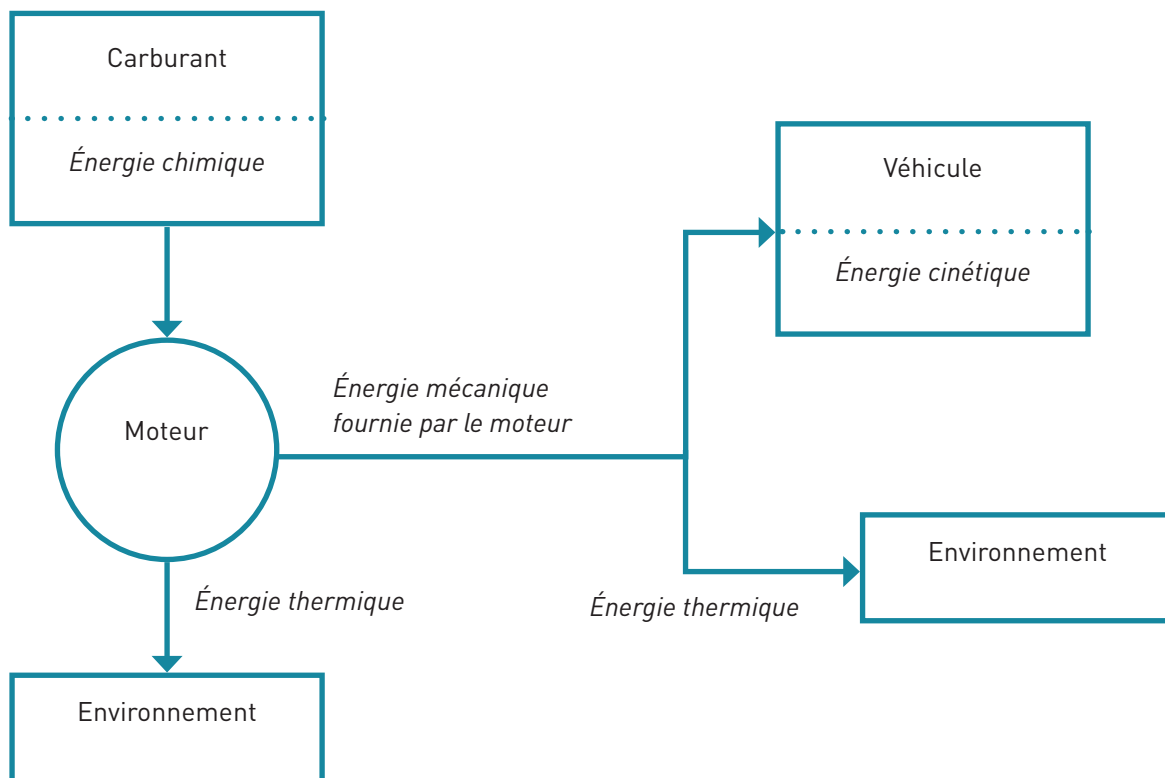
- Il est nécessaire de faire remarquer aux élèves que les essais se déroulent sur un circuit dédié à cet usage, et que tout test de puissance d'un véhicule à 2, 3 ou 4 roues exige des conditions de sécurité particulières et requiert des pilotes professionnels.
- Les véhicules mettent en réalité 20 à 25 secondes à atteindre la vitesse attendue plutôt que les 11 secondes prévues dans le cadre du modèle précédent. La première étape consiste à discuter du modèle utilisé, deux points peuvent être analysés :
  - La masse du conducteur peut-elle modifier les résultats ?
  - Influence des frottements : il est alors possible de calculer les pertes énergétiques à partir des vitesses observées sur la vidéo et de la comparaison de l'énergie fournie à l'énergie cinétique « utile ».



- D'autres éléments peuvent être évoqués :
  - la puissance fournie réellement n'est pas celle annoncée par le constructeur (on n'est pas toujours dans les conditions du banc d'essai) ;
  - l'énergie fournie par le moteur n'est pas constante (on passe les vitesses donc la puissance instantanée n'est pas du tout égale à la puissance moyenne).
- La moto semble bien moins rapide que prévu : l'influence de la masse du conducteur peut être à nouveau évoquée, il faut alors refaire le calcul. Il est ensuite possible de signaler aux élèves que la masse d'une voiture lui permet de maximiser l'adhérence et donc de convertir l'énergie fournie en énergie « utile » avec plus d'efficacité. Le cas extrême est celui de la Formule 1 qui a des « appuis » importants grâce à ses ailerons. Ici on remarque les ailerons à l'avant de la moto.

## Pour aller plus loin sur l'analyse énergétique

Il est possible de remarquer que le schéma énergétique est incomplet dans la mesure où le moteur ne peut être considéré comme une source d'énergie : il se comporte davantage comme un dispositif qui convertit de l'énergie. Le schéma peut donc être complété de la manière suivante :



Il est alors possible de reprendre la comparaison de l'énergie fournie par la source et l'énergie cinétique « utile ».