

# ÉNERGÉTIQUE & DYNAMIQUE

## Maquettes didactiques sensorielles



*Du réel  
avec une  
problématique...*



R. GOURHANT  
Y. BRACCINI

*...à l'étude  
comportementale  
et à la formalisation*



$$C_m = J_{GZ} \cdot \theta''$$

L'accélération augmente si :  
- le couple moteur augmente,  
- le moment d'inertie diminue...

- Des maquettes didactiques sensorielles de liaisons pivot ou glissière, équipées de poignées, comportant des masses additionnelles en rotation ou en translation. Ces maquettes permettent de percevoir dans les mains, les effets d'inertie liées aux accélérations de démarrage (et aux décélérations de freinage), des pièces d'un sous ensemble en mouvement.
- Ces maquettes sont manipulées en relation avec un objet technique en fonction d'une problématique.
- Un guide d'utilisation à l'intention des enseignants et une série de TP pour guider les élèves dans leur démarche d'investigation, et leur permettre de consigner par écrit les observations et faire des synthèses.
- Ces maquettes permettent d'atteindre de nombreuses compétences des référentiels du bac sciences de l'ingénieur, STI 2D (enseignement transversaux) et des bacs Professionnels.

**Une approche kinesthésique  
totalement nouvelle  
de la dynamique des systèmes**

# ÉNERGÉTIQUE & DYNAMIQUE

## Energétique et dynamique du solide en translation

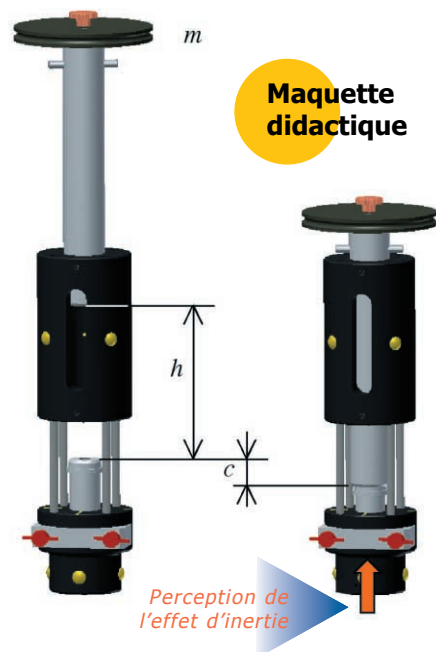
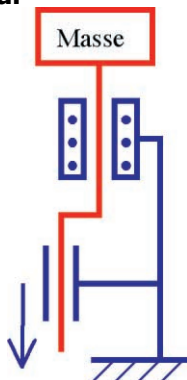
### Compétences attendues :

- ✓ **identifier** les différentes formes d'énergie mécanique : potentielle (de hauteur, d'élasticité), cinétique ;
- ✓ **constater** la conversion de l'énergie potentielle en énergie cinétique, identifier l'effet d'inertie ;
- ✓ **appliquer** le théorème de l'énergie cinétique.

### Agrafeuse à percussion électromécanique

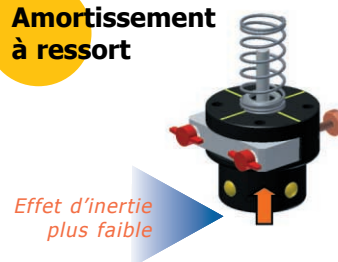


### Schéma cinématique minimal



### Maquette didactique

### Amortissement à ressort



A l'aide des maquettes sensorielles, l'élève perçoit, dans la main qui tient la poignée-frein, un **effet d'inertie** qui augmente si la masse  $m$  et la hauteur  $h$  de chute augmentent (**énergie potentielle**) et si la vitesse augmente (**énergie cinétique**) sous l'action de l'électro-aimant.

L'expérimentation permet aussi de caractériser un **amortissement sec, élastique et/ou fluide**. La force d'impact diminue si la course du piston augmente et/ou si l'on intercale un ressort (**énergie potentielle d'élasticité**) ou un amortisseur de choc hydraulique.

## Accéléromètre linéaire

### Compétences attendues :

- ✓ **identifier** l'effet d'inertie ;
- ✓ **définir** et **caractériser** une accélération.

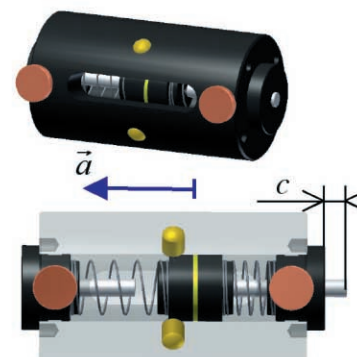
- ✓ L'élève crée, sur le corps de l'accéléromètre, des accélérations ou des freinages, analogues à ceux sur une manette "Wii".  
Le **déplacement de la masselotte, s'oppose à l'accélération**. En mesurant la course  $c$  d'un palpeur (proportionnelle à l'accélération  $\vec{a}$ ), l'élève peut obtenir un ordre de grandeur de la valeur maximale de cette dernière.

- ✓ L'accéléromètre, positionné verticalement, équipé d'un manchon de percussion (cf page 4), est lâché en chute libre sur un plan équipé de revêtements plus ou moins durs. L'élève mesure les différentes courses des palpeurs et détermine les **décélérations liées aux chocs**.

### " Manette Wii "



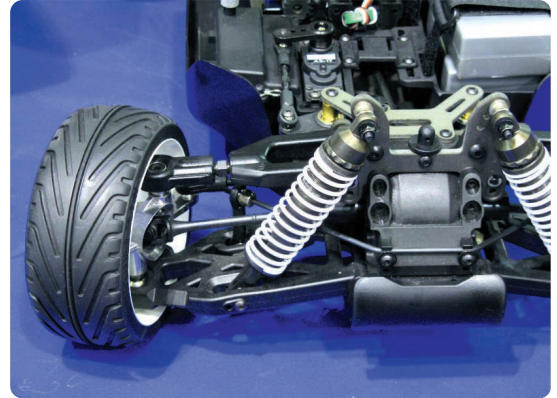
### Accéléromètre sensoriel



## Dynamique du solide en rotation

### Compétence attendues :

- ✓ **définir** une accélération angulaire ;
- ✓ **caractériser** l'influence d'un volant d'inertie, du frottement de glissement et de roulement ;
- ✓ **établir** la relation entre l'accélération, le couple moteur, le couple résistant, le moment d'inertie.



### Problématique 1 :

Rechercher les meilleures performances d'accélération pour un scooter électrique (ou une voiture radio commandée type "Tamiya").

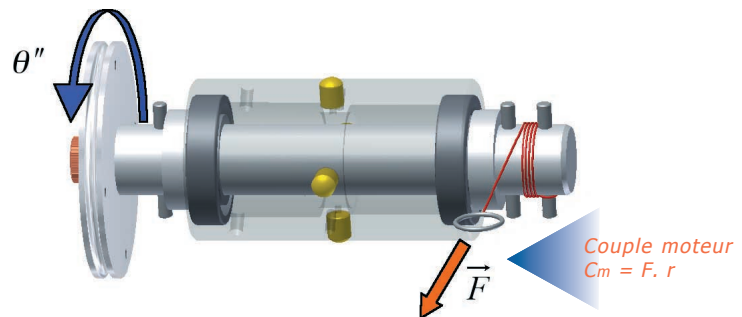
L'élève **expérimente** avec les maquettes. Il constate que l'accélération angulaire  $\theta''$  augmente si :

- ✓ on **tire de plus en plus fort** sur le fil enroulé sur l'arbre (augmentation du **couple moteur**  $C_m$ ) ;
- ✓ on **monte** un disque acier, aluminium plein ou ajouré (diminution du **moment d'inertie**  $J_{Gz}$ ) ;
- ✓ on **remplace** la liaison pivot à palier lisse par des roulements (réduction du **couple résistant**  $C_r$ ).

L'élève peut alors conclure que l'accélération  $\theta''$  de la roue est liée à trois paramètres ( $C_m$ ,  $C_r$ ,  $J_{Gz}$ ) qui agissent en sens inverse.

Ces manipulations donnent du sens à l'écriture du théorème du moment dynamique par rapport à un axe fixe :

$$C_m - C_r = J_{Gz} \cdot \theta''$$

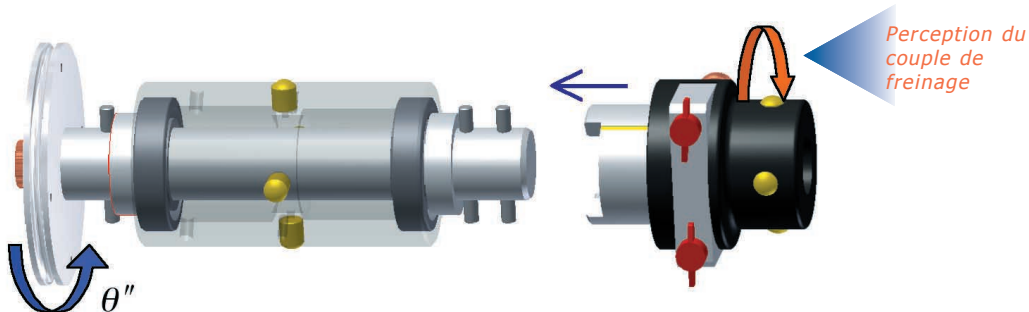


### Problématique 2 :

Rechercher le freinage le plus rapide du véhicule.

L'élève lance le système en rotation à une vitesse donnée, le fil se détache. Il l'arrête brusquement en accrochant une goupille montée en bout d'arbre, à l'aide de la poignée-frein équipée d'un manchon à griffes. Il observe et perçoit dans sa main une efficacité renforcée du freinage si :

- ✓ on **serre davantage** le frein, ce qui entraîne une perception du couple de freinage plus importante dans la main (augmentation du **couple résistant**  $C_r$ ) ;
- ✓ on **monte** un disque de **moment d'inertie**  $J_{Gz}$  plus faible.



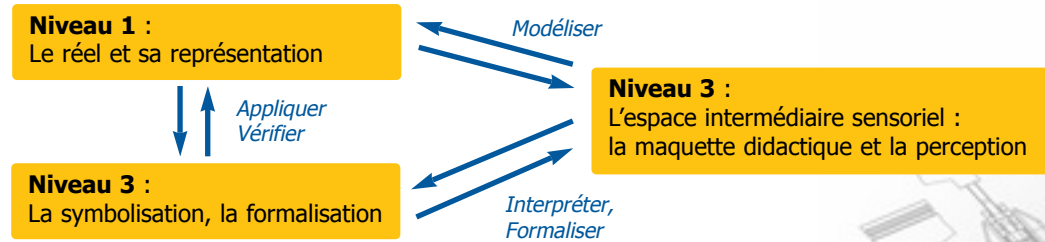
Dans la phase freinage, l'élève pourra alors écrire le théorème du moment dynamique en lui donnant tout son sens physique :

$$0 - C_r = J_{Gz} \cdot \theta''$$



## Démarche pédagogique et compétences attendues

Les élèves réalisent différents essais en faisant varier plusieurs paramètres (force de traction sur le fil, accélération, moments d'inertie, course d'amortissement, frottements...) puis formulent des hypothèses et les confrontent aux résultats. En ce sens, les maquettes permettent la mise en œuvre d'une **démarche inductive et/ou d'investigation**, résumée dans le schéma suivant.



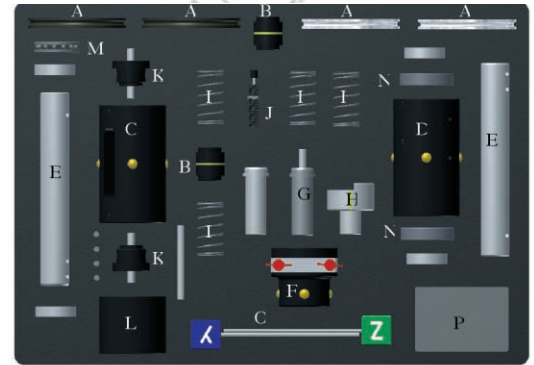
## Contenu de la mallette

✓ **Des sous ensembles matériels** de masses non négligeables (disques d'inertie **A**, masselottes **B**), guidés en :

- **translation** (poignée de glissement **C**, poignée frein **F** avec piston-butée **G**, avec ou sans amortissement (frottement sec ou hydraulique **J**, à ressort **I**)
- **rotation** (poignée à roulements **D**, poignée frein **F** avec manchon à griffes **H**).

L'accéléromètre est constitué d'une poignée de glissement **C**, d'une masselotte **B** montée entre deux ressorts **I**, et deux couvercles **K**.

✓ **Un DVD** contenant le dossier pédagogique (guide pour les enseignants, textes des TP, modèles numériques, ressources documentaires...). Les documents sont ouverts et adaptables.



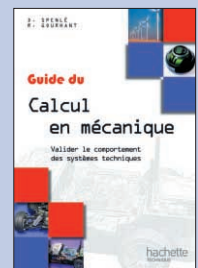
<b>A</b>	Disques (plein, ajouré, acier, alu)	<b>I</b>	Ressorts (raideur faible et importante)
<b>B</b>	Masselottes acier	<b>J</b>	Amortisseur de chocs hydraulique
<b>C</b>	Poignée alésage glissement	<b>K</b>	Couvercles accéléromètre à mémoire
<b>D</b>	Poignée alésage à roulements	<b>L</b>	Manchon de percussion
<b>E</b>	Arbres	<b>M</b>	Butée à billes
<b>F</b>	Poignée frein	<b>N</b>	Roulements à billes
<b>G</b>	Piston butée franche, à ressort + palpeur	<b>O</b>	Repère général (trois tiges X, Y, Z)
<b>H</b>	Manchon à griffes (rotation)	<b>P</b>	Boîte d'accessoires

### Du même auteur : " Guide du calcul en mécanique "

R. Gourhant, D. Spenlé

Ce guide très clair et précis comporte de nombreux schémas explicatifs, une richesse d'informations et une approche méthodologique des exercices. Synthétique et concret, il couvre les domaines de la modélisation, de la cinématique, de la statique, de la résistance des matériaux, de la mécanique des fluides et de la thermique. Il aborde également la dynamique et l'énergétique, chapitres qui ont été profondément enrichis dans l'édition 2012 pour répondre à la problématique du développement durable.

ISBN : 9782011815125 - Code Hachette : 1815125 - Prix : 27.90 € TTC



© CREA TECHNOLOGIE - 2012. Tous droits réservés.

Toute reproduction, totale ou partielle, sur quelque support que ce soit ou utilisation du contenu, en tout ou partie, de ce document est interdite sans l'autorisation écrite préalable de CREA TECHNOLOGIE et constitue un acte de contrefaçon réprimé par les lois en vigueur.