

Chapitre 1 : Mouvements et Forces

Activité 1 : Prévoir et expliquer certains mouvements...

Exploitation du principe d'inertie

LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p>SAVOIRS ET CAPACITÉS RETRAVAILLÉS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Représenter les interactions entre l'objet étudié et d'autres objets avec un DOI - Modéliser une action par une force - Utiliser le vocabulaire « actions réciproques » - Analyser une chronophotographie <p>SAVOIRS TRAVAILLÉS</p> <p>VOCABULAIRE à savoir utiliser correctement : forces qui se compensent</p> <p>FORMULE à connaître : aucune</p> <p>CAPACITÉS VISÉES</p> <ul style="list-style-type: none"> □ Établir un lien entre le mouvement étudié et les forces qui s'exercent sur l'objet étudié grâce à la 1^{ère} loi de Newton. □ Représenter des forces qui se compensent. 	<p>DURÉE : 1 HEURE</p> <p>RESSOURCES DISPONIBLES</p> <p>La fiche d'activité + vidéo du mouvement pour le dispositif (CD+ballon) + proposition sur une fiche des forces à représenter (document-vignette)</p> <p>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL / CONSEILS</p> <p>Si possible faire l'expérience au bureau avec le dispositif.</p> <div data-bbox="735 719 1422 1095" style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> - On colle un bouchon percé au centre d'un CD. - On gonfle le ballon. - On le remet rapidement sur le bouchon. - On fait glisser le dispositif sur la table.

CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

ACTIONS DIDACTIQUES :

Modéliser une situation.

LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :

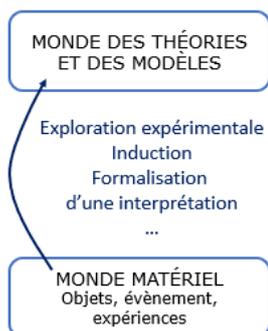
Tableau à double entrée

Perceptions visuelles

Représentation graphique type dessin

Représentation graphique type schéma : DOI et forces

MODÉLISATION :



Modélisation des interactions (DOI) puis des forces qui s'exercent sur l'objet étudié

Caractérisation du mouvement

Dispositifs d'études (livre immobile ou CD en mouvement)



SAVOIR EN JEU

L'objectif de cette activité est de travailler **le lien entre mouvement et forces** : le recours aux objets et événements impose de partir de ce qui est observable à savoir le mouvement (ou l'absence de mouvement). Grâce au modèle, on en déduit des informations sur les actions exercées sur le système. D'après le programme du cycle 4, ce type d'analyse doit être opéré sur des objets en équilibre. Nous l'élargissons ici au mouvement rectiligne uniforme **pour étendre aux yeux des élèves le champ de validité du principe d'inertie**. Comme la connaissance du principe d'inertie n'est pas au programme, il sera donné aux élèves à chaque fois que cela est nécessaire.

A la lecture du principe d'inertie, le professeur n'explique pas « forces qui se compensent », l'objectif étant que par un questionnement sur les propositions faites, les élèves réussissent à **caractériser des forces qui se compensent**.

Il a été décidé de proposer des « bilans de forces » (document-vignettes) typiques des erreurs faites par les élèves. Pour la situation 1, la proposition « 1 » met en avant un **questionnement sur l'origine des forces**, la proposition « 4 » travaille **la confusion entre « bilan de forces (forces qui se compensent) » et « forces opposées » liées à des actions réciproques**. Les propositions « 2 » et « 3 » sont respectivement les exemples de forces qui se compensent ou pas. Nous n'avons pas compliqué les propositions avec des sens de forces incorrects car cette nouvelle capacité de représenter un bilan de force est déjà assez complexe pour les élèves.

Pour la situation 2, cet exemple amène les élèves à travailler **la classique confusion force / vitesse** d'où la proposition « 4 » dans les bilans de forces et sur le sens de la force exercée par le gaz « de propulsion ». Pour clarifier au maximum ce travail, le tableau bilan liste les caractéristiques des « forces qui se compensent » (s'exerçant sur le même système) et des forces (opposées) modélisant deux actions réciproques (ces deux forces ne s'exercent pas sur le même système).

COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

À ce stade de leur apprentissage, les élèves sont généralement à l'aise pour faire le DOI et nommer les forces. Certains sont inquiets et sollicitent le professeur pour le choix de la bonne représentation. Ils ont identifié qu'ils n'avaient pas d'explications sur la signification de « forces qui se compensent ». Mais il convient de les rassurer et de les pousser à faire un choix en s'aidant de leur intuition sur ce que cette expression peut signifier.

Les réponses les plus fréquentes pour la situation 1 sont « 1 », « 2 » et « 4 ». Selon les classes, il peut y avoir une grande majorité de bonnes réponses mais la situation « 4 » apparaît toujours. Il faut souvent rappeler que le schéma « 4 » représente des forces modélisant des actions réciproques.

Pour la situation 2, il faut bien préciser ce qu'on appelle « gaz » (gaz à l'intérieur du ballon) et « air extérieur ». La non-prise en compte des forces de frottements de l'air extérieur est critiquable au vu de la taille du ballon et certains élèves le perçoivent. Il faut expliciter que le professeur a choisi un niveau de modélisation adapté à la 3^{ème} et qu'en effet ils peuvent le questionner. Pour la représentation du bilan de forces, tous les choix peuvent apparaître. Les élèves ont naturellement plus de difficulté à admettre que les forces se compensent pour un objet en mouvement (vision aristotélicienne) donc le choix « 3 » peut être choisi par les élèves. La confusion force/vitesse est présente dans toutes les classes.

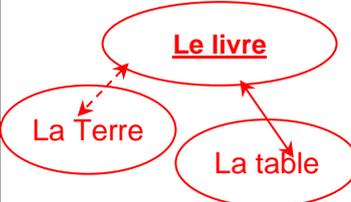
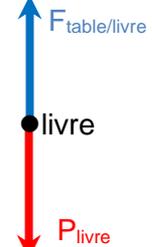
En exercice de réflexion complémentaire (non proposé ici mais dont une vidéo est mise à disposition « chute d'un livre »), il peut être intéressant de faire réfléchir les élèves sur un contre-exemple, chute d'un objet par exemple où le mouvement est accéléré. Sans un contre-exemple, il est possible que les élèves fassent une généralisation abusive qui serait de penser que « toutes les forces se compensent », au vu des deux exemples traités.

CORRIGÉ

Activité 1 :

Situation n°1

*J'applique le 1er principe de Newton à cette situation car le livreimmobile.....,
Je peux en déduire que les forces exercées sur le livre se compensent*

« Monde des objets »	« Mondes des modèles »		
Description de la situation	DOI	Liste des forces qui s'exercent sur l'objet étudié	Représentation des forces qui s'exercent sur l'objet étudié.
<p>Objet étudié : livre</p> <p>Un livre est immobile sur une table</p> 		<p>-P_{livre}....</p> <p>-$F_{\text{table/livre}}$.....</p>	

Bilan :

Complète la méthode suivie pour expliquer le mouvement de cet objet .

1^{ère} étape : réaliser le DOI qui permet de visualiserles objets en interaction...avec l'objet étudié.

2^{ème} étape : déduire du DOI les ...forces.. qui s'exercent sur l'objet étudié.

3^{ème} étape : appliquer le 1^{er} principe de Newton pour conclure si les forces se compensent ou pas en fonction du mouvement de l'objet.

4^{ème} étape : représenterles forces.... par des flèches.

Situation n°2 :

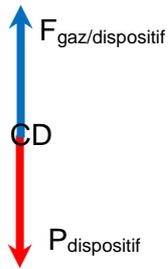
a- Visionne la vidéo du mouvement, grâce à la chronophotographie complète la description du mouvement (1^{ère} colonne).

b- Complète « le monde des modèles » en faisant dans l'ordre **le DOI** puis **la liste des forces**.

c- Complète la phrase au niveau de la flèche par « se compensent » ou « ne se compensent pas ».

d- Pour la représentation des forces, le professeur propose différentes possibilités (feuille annexe), recopie celle qui est exacte .

*J'applique le 1er principe de Newton à cette situation car le CD a un mouvement rectiligne uniforme
Je peux en déduire que les forces exercées sur le CD se compensent*

« Monde des objets »	« Mondes des modèles »		
Description de la situation	DOI	Liste des forces qui s'exercent sur l'objet étudié	Représentation des forces qui s'exercent sur l'objet étudié.
<p>Objet étudié : CD avec le ballon, il est appelé « dispositif »</p> <p>Un CD glisse sur une table (sans frottement avec la table grâce à l'air expulsé par le ballon).</p> <p>Le mouvement du CD est rectiligne uniforme vers la droite. (voir vidéo et chronophotographie)</p>	<p>On ne tiendra pas compte de l'action exercée par l'air extérieur sur le dispositif.</p> 	<p>-$P_{\text{dispositif}}$....</p> <p>-$F_{\text{gaz/dispositif}}$....</p>	

👉 **Bilan : Comparer** « deux forces qui se compensent » et « deux forces réciproques ».

Compléter le tableau suivant :	Pour deux forces qui se compensent (1 ^{ère} Loi de Newton)	Pour deux forces modélisant des actions réciproques (3 ^e loi de Newton)
Les 2 forces s'exercent-elles sur le même objet ?	Oui (un seul objet)	Non (2 objets impliqués dans l'interaction)
Y a-t-il la même <u>direction</u> pour les 2 forces ?	Oui	Oui
Y a-t-il le même <u>sens</u> pour les 2 forces ?	Non : sens opposés	Non : sens opposés
Y a-t-il la même <u>valeur</u> pour les 2 forces ?	oui	oui

Activité 2 : Objet en équilibre sur un dynamomètre

Démonstration que $F_{\text{ressort/objet}} = P_{\text{objet}}$

LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p>SAVOIRS ET CAPACITÉS RETRAVAILLÉS :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Représenter les interactions entre l'objet étudié et d'autres objets avec un DOI - Modéliser une action par une force - Utiliser le vocabulaire « forces réciproques » - Utiliser la 1^{ère} loi de Newton <p>SAVOIRS TRAVAILLÉS aucun nouveau savoir</p> <p>CAPACITÉS VISÉES</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ Analyser un système complexe. 	<p>DURÉE : 45 MINUTES</p> <p>RESSOURCES DISPONIBLES :</p> <p>La fiche d'activité Par groupe d'élève : un dynamomètre et un objet de 100g. 2 feuilles de couleurs différentes repérées 1 et 2</p> <p>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL / CONSEILS</p> <p>Activité complexe à faire en fonction du niveau de la classe</p>

CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

ACTIONS DIDACTIQUES :

Modéliser une situation.

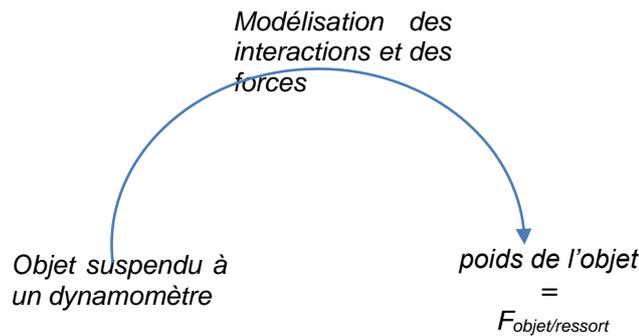
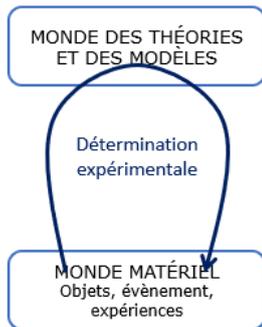
LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :

Tableau à double entrée

Perceptions visuelles

Représentation graphique type dessin

Représentation graphique type schéma : DOI et forces

MODÉLISATION :**SAVOIR EN JEU**

Cette activité est très complexe. Pour la première fois en physique, les élèves ont à démontrer entièrement un savoir qui leur a été donné en 4^{ème} : « le dynamomètre mesure le poids d'un objet suspendu ». **Ce type de savoir épistémologique est par nature complexe.**

De plus, cette démonstration demande aux élèves d'utiliser à la fois le principe d'inertie ET la 3^e loi de Newton (principe des actions réciproques). **Cette confusion de deux schémas indiquant deux forces qui se compensent mais au nom de 2 lois très différentes a été abordée lors de l'activité précédente mais est la présente activité ne soit pas entretenir cette confusion.** Ainsi la démarche est ici délicate et l'activité de modélisation doit être guidée et explicitée :

- L'objet est immobile et donc soumis à des forces qui se compensent (1^{ère} loi de Newton)
- L'objet est soumis au poids (modélisant l'action de la Terre) et à la force modélisant l'action du ressort.
- Le dynamomètre indique la force exercée par l'objet sur le ressort qui d'après la 3^e loi de Newton a la même valeur que la force exercée par le ressort sur l'objet, et donc que le poids.

Pour limiter la complexité de l'activité, les élèves sont guidés avec un questionnement « pas à pas » et seule la dernière question demande un raisonnement écrit, le reste utilise des représentations graphiques.

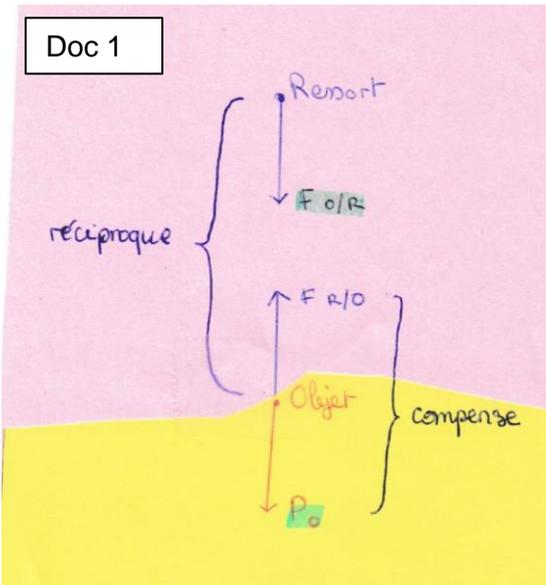
Nous trouvons aussi que cette activité est pertinente car le dynamomètre, appareil de mesure fréquent dans les activités de collège, offre la possibilité d'appliquer le modèle étudié sans créer une situation artificielle.

COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

Comme cette activité est complexe et fait travailler un point de confusion qui sera repris au lycée, elle peut ne pas être faite si la classe est estimée en difficulté.

Les élèves s'emparent volontiers de l'activité car il y a de nombreuses représentations visuelles demandées. Les difficultés apparaissent à partir de la question 7) où le découpage des feuilles surprend. Il n'est pas obligatoire et certains groupes choisissent de superposer et de recopier par transparence. De nombreux élèves n'arrivent pas à faire la démonstration de la question 88). Certains élèves restent au niveau du collage sans aller plus loin (doc 1) et cela est déjà très encourageant. Pour autant quelques groupes (2 ou 3 sur 10) proposent une démonstration pertinente (docs 2 et 3). Le temps de correction reprend les différentes étapes.

Doc 1



Doc2

La force exercée par l'objet sur le ressort est égale à la force qu'exerce le ressort sur l'objet.

L'objet est immobile et soumis à des actions qui se compensent ($F_{R/O}$ et P_O).

Si P_O est égale à $F_{R/O}$ et $F_{R/O}$ égale à $F_{O/R}$ alors

$$P_O = F_{O/R}$$

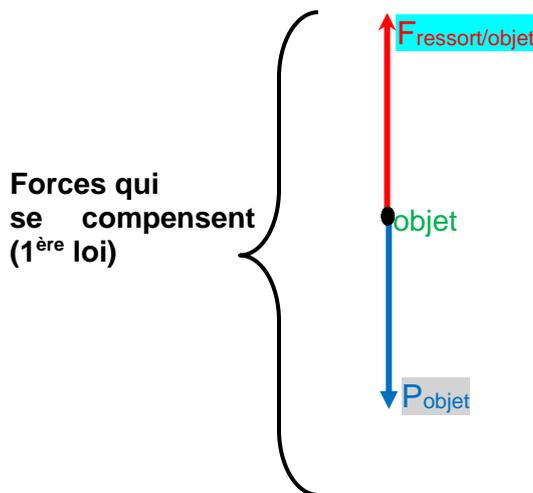
Doc3

D'après la première loi de Newton, la force exercée par le ressort sur l'objet est égale au poids de l'objet si l'objet est en équilibre. Et d'après la 3^{ème} loi de Newton, dans l'interaction entre l'objet et le ressort, la force exercée par le ressort sur l'objet est égale à la force exercée par l'objet sur le ressort. Donc le poids de l'objet est égal à la force exercée par l'objet sur le ressort.

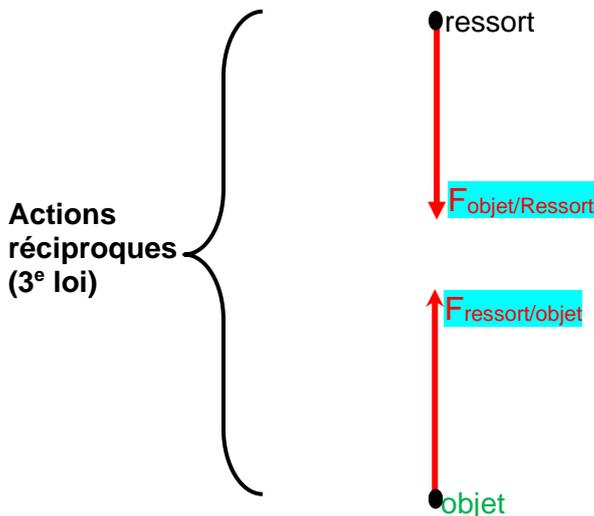
CORRIGÉ

« Monde des objets »	« Monde des modèles »	
<p>Dessins de la situation Objet étudié = Objet suspendu</p>	<p>2) Faire le DOI de la situation pour l'objet suspendu</p>	<p>3) Lister les forces qui s'exercent sur l'objet suspendu.</p>
<p>1) D'après les graduations du ressort, que vaut $F_{\text{objet/Ressort}}$?</p> <p>$F_{\text{objet/Ressort}} = 1\text{N}$</p>	<p>On ne tiendra pas compte de l'action exercée par l'air sur l'objet suspendu.</p>	<p>$F_{\text{ressort/objet}}$</p> <p>$F_{\text{terre / objet}} = P_{\text{objet}}$</p>

►4) Représenter toutes les forces qui s'exercent sur l'objet sur la feuille n°1 donnée par le professeur. Utilise pour cela la liste faite au 3°) dans le tableau. Echelle : 1cm pour 0,5N.



►5) Représenter l'interaction entre le ressort et l'objet sur la feuille n°2 donnée par le professeur. Echelle : 1cm pour 0,5N. Mettre la même couleur pour ces deux forces.



►6) Écrire sur chacune des feuilles si les forces représentées sont opposées du fait de la 1^{ère} loi de Newton ou parce qu'elles modélisent des actions réciproques (Se référer entre autres à l'activité 1)

►7) Découpe et superpose les deux feuilles précédentes comme il faut au niveau de l'objet.

►8) Explique en utilisant les réponses précédentes pourquoi $F_{\text{objet/Ressort}}$ est égale au P_{objet} .

- L'interaction entre l'objet et le ressort entraîne que

$F_{\text{objet/ressort}} = F_{\text{ressort/objet}}$ car ce sont deux forces réciproques (3^e loi)

- Au niveau de l'objet, comme il est immobile alors les forces qui s'exercent sur lui se compensent

(1^{ère} loi) donc $P_{\text{objet}} = F_{\text{ressort/objet}}$

En regroupant les deux égalités

$P_{\text{objet}} = F_{\text{ressort/objet}}$ et $F_{\text{objet/ressort}} = F_{\text{ressort/objet}}$

On démontre alors que $P_{\text{objet}} = F_{\text{objet/ressort}}$