

Consulter
[la page éducol](#)
et [le texte introductif](#)
associés au thème
« Réussir en
mécanique du
cycle 3 à la terminale »

Le [fichier source](#)
(modifiable) est
disponible au
téléchargement.

Adhérence force-vitesse au cycle 4

Introduction

Présentation de la conception erronée

De nombreux élèves considèrent qu'il y a systématiquement une force qui s'exerce sur un objet en mouvement (la direction et le sens de la force correspondant à celles de son déplacement). En effet, d'après leur expérience dans la vie quotidienne, une force est nécessaire pour prolonger le mouvement d'un corps parce qu'il existe toujours des frottements qui le freinent.

Il existe donc pour certains élèves une **adhérence force-vitesse** caractérisée par exemple par un étudiant qui explicitait les trajectoires différentes de plusieurs balles en mouvement de chute libre de la façon suivante : « *les forces agissant sur les balles sont différentes puisque les mouvements le sont* »¹.

Cette adhérence force-vitesse s'exprime pour certains élèves aussi bien avec un pendule quand il passe à sa position d'équilibre stable qu'avec un projectile lancé verticalement avec ou sans vitesse initiale horizontale.

Partie du programme du cycle 4 préparée - Mouvement et interactions

ATTENDUS DE FIN DE CYCLE	CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES ASSOCIÉES
Modéliser une interaction par une force caractérisée par un point d'application.	Identifier les interactions mises en jeu (de contact ou à distance) et les modéliser par des forces. Action de contact et action à distance.

Contenu de la ressource

- Évaluation diagnostique
- Séquence d'apprentissage
- Retour sur les représentations récoltées lors de l'évaluation diagnostique et débat
- Effet d'une action sur le mouvement d'un corps et approche du principe d'inertie
- Évaluation formative
- Retour d'expérimentations en classe

1. VIENNOT, L. (1989). Bilans des forces et loi des actions réciproques : analyse des difficultés des élèves et enjeux didactiques. Bulletin de l'Union des Physiciens, n° 716, pp. 951-971.

Évaluation diagnostique

Prérequis

ATTENDUS DE FIN DE CYCLE	CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES ASSOCIÉES
Caractériser un mouvement.	Caractériser le mouvement d'un objet Relativité du mouvement dans des cas simples

Si le mouvement est une notion déjà abordée au cycle 3, pour la première fois les élèves reçoivent un enseignement sur la notion d'interaction (qui sera ensuite modélisée par une force). L'évaluation diagnostique présentée ci-après permet de recueillir leurs représentations *a priori*. Les situations proposent des exemples mettant en jeu un questionnement sur la relation entre les actions et le mouvement d'un objet, ce qui va entraîner chez de nombreux élèves la mobilisation de la conception erronée « Adhérence force-vitesse ». Cette évaluation diagnostique est volontairement présentée ici sous la forme de questions ouvertes et pas de QCM pour que les élèves ne soient pas influencés par les réponses proposées.

Cette évaluation diagnostique est composée de sept situations. Il est utile de traiter oralement les trois premières situations, sans donner de correction, et de s'assurer que les élèves ont bien compris ce qu'on désigne par le terme action. Ils ont, en effet, tendance à confondre action et description du mouvement, c'est un point de vigilance important à travailler avec les élèves. Ensuite, il est nécessaire de les laisser répertorier les actions dans les situations 4 à 7 sans interruption, sans donner de correction intermédiaire et sans faire de commentaire sur la cohérence de leurs réponses. On ne donnera d'indications que pour mieux faire comprendre les situations.

Après cette évaluation diagnostique, il est possible de faire travailler les élèves par groupes hétérogènes (cf séquence d'apprentissage).

Retrouvez Éduscol sur



Questions

Remplir le tableau en indiquant, pour chaque situation, les actions exercées sur l'objet considéré. Préciser l'acteur de l'action (ce qui exerce l'action) à chaque fois.

Remarque : ce tableau peut être accompagné de photos des situations proposées pour faciliter l'appropriation par les élèves.

	SITUATION	OBJET ÉTUDIÉ	ACTIONS EXERCÉES SUR L'OBJET
1	Une bille en fer posée sur une table à proximité d'un aimant.	la bille	
2	Un lance-pierre qu'un enfant tend sans avoir encore lâché la pierre.	la pierre	
3	Une balle qu'on a laissé tomber. La balle a quitté la main mais n'a pas encore touché le sol.	la balle	
4	Une balle qu'on a fait tomber sur le sol en lui donnant une petite impulsion verticale vers le bas. La balle a quitté la main mais n'a pas encore touché le sol.	la balle	
5	Une balle qu'on a lancée en l'air verticalement. La balle a quitté la main et est en train de monter.	la balle	
6	La même balle qu'à la situation 5. Elle redescend mais n'a pas encore touché le sol.	la balle	
7	Une balle immobile sur le sol.	la balle	

Éléments de correction et d'interprétation de l'évaluation diagnostique

Retrouvez Éduscol sur



Réponses possibles

	SITUATION	OBJET ÉTUDIÉ	ACTIONS EXERCÉES SUR L'OBJET
1	Une bille en fer posée sur une table à proximité d'un aimant.	la bille	Action exercée par l'aimant (attraction) Action exercée par la Terre (attraction) Action exercée par la table
2	Un lance-pierre qu'un enfant tend sans avoir encore lâché la pierre.	la pierre	Action exercée par la main vers l'arrière Action exercée par l'élastique du lance-pierre vers l'avant Action exercée par la Terre (attraction)
3	Une balle qu'on a laissé tomber. La balle a quitté la main mais n'a pas encore touché le sol.	la balle	Action exercée par la Terre (attraction) <i>Éventuellement : action exercée par l'air (frottement)</i>
4	Une balle qu'on a fait tomber sur le sol en lui donnant une petite impulsion verticale vers le bas. La balle a quitté la main mais n'a pas encore touché le sol.	la balle	Action exercée par la Terre (attraction) <i>Éventuellement : action exercée par l'air (frottement)</i>
5	Une balle qu'on a lancée en l'air verticalement. La balle a quitté la main et est en train de monter.	la balle	Action exercée par la Terre (attraction) <i>Éventuellement : action exercée par l'air (frottement)</i>
6	La même balle qu'à la situation 5. Elle redescend mais n'a pas encore touché le sol.	la balle	Action exercée par la Terre (attraction) <i>Éventuellement : action exercée par l'air (frottement)</i>
7	Une balle immobile sur le sol.	la balle	Action exercée par la Terre (attraction) Action exercée par le sol

Retrouvez Éduscol sur



Détection de la conception erronée « adhérence force-vitesse »

Les élèves chez qui on détecte cette conception ont tendance :

- à ne penser à l'attraction terrestre que dans le cas d'un mouvement descendant : situations 3, 4, 6 mais pas dans la situation 5 ;
- à penser que pour qu'il y ait un mouvement vers le haut, il faut une action vers le haut : à la situation 4, ils ont tendance à faire intervenir une action exercée par la main ;
- à penser que l'action exercée par la main peut se poursuivre à distance dans la situation 4 ;
- à penser qu'il n'y a pas d'action lorsqu'il n'y a pas de mouvement et donc à ne mentionner aucune action dans la situation 7.

Différenciation pédagogique proposée

La correction de cette évaluation diagnostique n'est pas faite immédiatement par l'enseignant. Cette séquence d'apprentissage, s'appuie sur les réponses données lors de cette évaluation diagnostique ; elle a pour objectif de conduire les élèves à dépasser la conception erronée par un débat.

Séquence d'apprentissage**Partie 1 : Retour sur les représentations récoltées lors de l'évaluation diagnostique et débat****Déroulement de la séance**

L'enseignant présente au tableau toutes les réponses à l'évaluation diagnostique sans se prononcer. Il répartit les élèves par groupes hétérogènes de 3 à 4. Ces groupes sont composés d'élèves ayant trouvé les bonnes réponses et d'élèves chez qui la conception erronée a été détectée.

En groupe, les élèves étudient la cohérence des réponses pour faire émerger la logique de raisonnement du physicien et se donner *in fine*, des repères pour apprendre à analyser leurs conceptions intuitives. Les consignes données aux élèves sont détaillées dans la partie « Énoncé de l'activité » ci-dessous. Le tableau proposé peut être modifié en fonction des réponses des élèves lors de l'évaluation diagnostique.

Après échanges entre les groupes, le bilan explicitera une nette distinction entre action de contact et action à distance : une action de contact ne s'exerce que s'il y a contact.

Énoncé de l'activité

Le tableau ci-après répertorie toutes les réponses données par l'ensemble de la classe.

Travail à réaliser en groupe :

- Compléter le tableau en classant les actions en deux catégories : action de contact ou action à distance (c'est-à-dire sans nécessité de contact avec l'acteur de cette action).
- Proposer un corrigé de l'activité en barrant proprement en rouge les réponses incorrectes. Veiller à ce que les réponses soient cohérentes entre elles d'une situation à l'autre. Compléter en ajoutant en vert des actions si besoin.
- Justifier les choix retenus par le groupe :
 - En ce qui concerne l'action exercée par la Terre :
 - En ce qui concerne l'action exercée par la main :
 - En ce qui concerne les actions ajoutées :

	SITUATION	OBJET ÉTUDIÉ	ACTIONS EXERCÉES SUR L'OBJET	ACTION DE CONTACT OU ACTION À DISTANCE
1	Une bille en fer posée sur une table à proximité d'un aimant.	la bille	Action exercée par l'aimant Action exercée par la Terre -----	----- ----- -----
2	Un lance-pierre qu'un enfant tend sans avoir encore lâché la pierre.	la pierre	Action exercée par la main Action exercée par l'élastique Action exercée par la Terre -----	----- ----- ----- -----
3	Une bille qu'on a laissé tomber. La bille a quitté la main mais n'a pas encore touché le sol.	la bille	Action exercée par la Terre Action exercée par la main	----- -----
4	Une bille qu'on a fait tomber sur le sol en lui donnant une petite impulsion verticale vers le bas. La bille a quitté la main mais n'a pas encore touché le sol.	la bille	Action exercée par la Terre Action exercée par la main -----	----- ----- -----
5	Une bille qu'on a lancée en l'air verticalement. La bille a quitté la main et est en train de monter.	la bille	Action exercée par la Terre Action exercée par la main -----	----- ----- -----
6	La même bille qu'à la situation 5. Elle redescend mais n'a pas encore touché le sol.	la bille	Action exercée par la Terre -----	----- -----
7	Une bille immobile sur le sol.	la bille	----- ----- -----	----- ----- -----

Retrouvez Éduscol sur



Partie 2 : Effet d'une action sur le mouvement d'un corps et approche du principe d'inertie

Dans cette deuxième partie de la séquence d'apprentissage, les élèves travaillent sur une activité dérivée de la ressource [La sonde spatiale Rosetta](#) publiée sur éducol. Cette partie ne peut se traiter qu'en fin d'apprentissage, quand les élèves différencient le mouvement d'un objet et identifient ce avec quoi l'objet interagit. Lors de la diffusion de ce texte, il pourra être utile d'explicitier aux élèves le rôle et l'intérêt des sondes spatiales.

LA SONDE ROSETTA EN ROUTE VERS CHURY... RÉACTEURS ALLUMÉS ?



La sonde Rosetta (vue d'artiste) devant le noyau de la comète, photographié le 4 août 2014 - ESA

« En 2004, la sonde européenne Rosetta a quitté la Terre pour un voyage long de 10 ans. Sa destination ? La comète Churyumov-Gerasimenko, dont elle s'est approchée au cours de l'année 2014. Une fois à proximité de cette dernière, Rosetta a entamé ses observations en juillet 2014. Puis en novembre 2014, la sonde a largué Philae, un atterrisseur qui est venu se poser à la surface de la comète. La mission de Philae consiste à analyser la comète sous tous ses aspects : composition du sol, propriétés physiques, niveau d'activité...

Ces mesures, d'une durée de 18 mois au moins, permettront de mieux comprendre les processus qui ont mené à la formation du système solaire. En effet, les comètes se sont formées en même temps que le système solaire il y a 4,5 milliards d'années, bien avant les planètes. Leur étude est donc l'occasion de mieux comprendre la situation qui prévalait lorsque notre système solaire est né. »

Source : <https://rosetta.cnes.fr/>

Le bilan de l'activité, construit avec les élèves, permet de conclure qu'une action peut modifier

Question : Dans l'espace, si une sonde voyage dans le vide intersidéral, à très grande distance de tout astre, doit-elle être poussée pour avancer ?

Consignes : À l'aide du simulateur Capsule du site Ostralo.net, répondre à la question. Justifier en expliquant comment vous avez utilisé ce simulateur (observations, données recueillies, raisonnements...).

la trajectoire et la vitesse d'un corps. En conséquence, sans l'intervention d'une action pour le freiner, le mouvement de ce corps se poursuivra indéfiniment en ligne droite. Il n'y a donc pas de corrélation entre présence d'un mouvement et présence d'une action qui « pousse » le corps en mouvement.

Évaluation formative

Présentation

L'évaluation formative présentée ci-dessous permet de vérifier que les élèves ont bien compris la notion d'action. Les situations proposées permettent d'introduire un premier questionnement sur la relation entre les actions et le mouvement d'une balle, ce qui permettra de voir si des élèves la mobilisent la conception erronée « Adhérence force-vitesse ».

Cette évaluation est composée de deux questions qu'il est nécessaire de poser à la suite sans donner la réponse à la première question avant d'avoir posé la deuxième question.

Questions

Lors de la finale de Fed Cup en novembre 2016 opposant la France à la République tchèque, la joueuse de tennis française Caroline Garcia a réussi de superbes points.



D'après www.20minutes.fr - Publié le 18.04.2015 ; Petr David Josek/AP/SIPA

Question 1

Lorsque Caroline Garcia frappe dans la balle de tennis avec sa raquette.

Sachant que la Terre exerce une force sur la balle (le poids de la balle) et que l'on néglige les frottements de l'air, existe-t-il une autre force qui s'exerce sur la balle à cet instant ? Si oui, préciser par qui est exercée cette force :

(entourer la bonne réponse)

- a. Le terrain de tennis
- b. La raquette de tennis
- c. Caroline Garcia
- d. Il n'y a pas d'autre force exercée sur la balle

Question 2

La finale de la Fed Cup a été perdue par la France. Caroline Garcia n'a en effet pas réussi à toucher toutes les balles frappées par son adversaire.



D'après www.lequipe.fr

Lorsque Caroline Garcia n'arrive pas à toucher une balle frappée par son adversaire.

Retrouvez Éduscol sur



Sachant que la Terre exerce une force sur la balle (le poids de la balle) et que l'on néglige les frottements de l'air, existe-t-il une autre force qui s'exerce sur la balle à cet instant ? Si oui, préciser par qui est exercée cette force :

(entourer la bonne réponse)

- La raquette de son adversaire
- Son adversaire
- Caroline Garcia ou sa raquette
- Il n'y a pas d'autre force exercée sur la balle

Éléments de correction et d'interprétation de l'évaluation

Réponse correcte : 1b ; 2d

Conceptions erronées détectées :

- Adhérence « force-vitesse » : 2a ou 2b
- Force exercée par l'intermédiaire d'un objet : 1c ; 2b

Retour d'expérimentations en classe

Séance 1 : Évaluation diagnostique suivi d'un travail de groupe

L'évaluation diagnostique a été proposée dans deux classes de quatrième. La partie diagnostique a duré une vingtaine de minutes, puis les élèves ont été placés en groupes et ont débattu des réponses lors de la deuxième moitié de l'heure de cours.

Les réponses des élèves montrent qu'un nombre important d'élèves utilisent la conception erronée « Adhérence force-vitesse ». Le tableau suivant montre le détail des réponses. 51 élèves ont répondu au questionnaire. Parmi eux, 48 ont des réponses exploitables. Les 3 autres ne se sont quasiment pas prononcés.

	OUI	NON	DIFFICILE À ÉTABLIR
L'action de la main se poursuit à distance.	40	2	6
L'attraction terrestre n'intervient que lors de la descente	31	10	7
S'il n'y a pas de mouvement, il n'y a pas d'action.	16	27	5
L'élève utilise la conception erronée.	40	3	5

Retrouvez Éduscol sur



Quelques exemples de réponses et quelques focus

3	Une balle qu'on a laissé tomber. La balle a quitté la main mais n'a pas encore touché le sol.	la balle	l'air exerce la gravité
4	Une balle qu'on a fait tomber sur le sol en lui donnant une petite impulsion verticale vers le bas. La balle a quitté la main mais n'a pas encore touché le sol.	la balle	la main exerce une force donc la balle tombe plus vite.
5	Une balle qu'on a lancée en l'air verticalement. La balle a quitté la main et est en train de monter.	la balle	la main a exercé une force donc la balle monte puis l'air grâce à la gravité la fait ^{ne} redescendre
6	La même balle qu'à la situation 5. Elle redescend mais n'a pas encore touché le sol.	la balle	la gravité attire la balle vers le sol
7	Une balle immobile sur le sol.	la balle	la gravité la permet de rester au sol

« La main a exercé une force donc la balle monte mais l'air, grâce à la gravité la fait redescendre. »
 La réponse comporte des erreurs mais l'emploi du passé pour l'action exercée par la main et l'évocation de l'attraction gravitationnelle suggère que l'élève n'a pas manifesté la conception erronée.

3	Une balle qu'on a laissé tomber. La balle a quitté la main mais n'a pas encore touché le sol.	la balle	action exercée
4	Une balle qu'on a fait tomber sur le sol en lui donnant une petite impulsion verticale vers le bas. La balle a quitté la main mais n'a pas encore touché le sol.	la balle	action exercée par la Terre (gravité) action exercée par la pression
5	Une balle qu'on a lancée en l'air verticalement. La balle a quitté la main et est en train de monter.	la balle	Je pense qu'il y a quelque chose mais je ne sais pas quoi
6	La même balle qu'à la situation 5. Elle redescend mais n'a pas encore touché le sol.	la balle	action exercée par la Terre (gravité)
7	Une balle immobile sur le sol.	la balle	action exercée par (gravité).

L'élève pense qu'une action s'exerce même si il ne l'identifie pas comme une action exercée par la main. Il manifeste la conception erronée.

3	Une balle qu'on a laissé tomber. La balle a quitté la main mais n'a pas encore touché le sol.	la balle	Il y a l'attraction terrestre attire la balle vers le sol (attraction).
4	Une balle qu'on a fait tomber sur le sol en lui donnant une petite impulsion verticale vers le bas. La balle a quitté la main mais n'a pas encore touché le sol.	la balle	action exercé par la main sur la balle (lancé). l'attraction terrestre attire la balle vers le sol (attraction)
5	Une balle qu'on a lancée en l'air verticalement. La balle a quitté la main et est en train de monter.	la balle	La main exerce une action sur la balle (lancé).
6	La même balle qu'à la situation 5. Elle redescend mais n'a pas encore touché le sol.	la balle	L'attraction terrestre attire la balle vers le sol (attraction).
7	Une balle immobile sur le sol.	la balle	L'attraction terrestre attire la balle vers le sol (attraction).

L'élève pense que l'action exercée par la main se poursuit à distance. Il n'évoque plus l'attraction gravitationnelle lorsque la balle monte (alors qu'elle est conservée lorsque la balle est posée).

Il manifeste la conception erronée.

Discussion autour des focus

Pendant les 25 minutes suivantes, les élèves ont travaillé sur les trois points mentionnés dans le tableau. Les échanges ont été riches. En voici quelques extraits.

À propos de la présence de l'attraction terrestre dans les différentes situations :

Situation 2 :

- élève 1 : « Et dans la situation 2 ? »
- élève 2 : « Ben du coup, c'est partout ! »

Situation 7 : « S'il n'y avait pas l'action de la Terre, la balle irait partout, elle ne serait pas plaquée sur la table. »

Situation 5 :

- élève 1 : « Tu as dit que la Terre est toujours là ! »
- élève 2 : « Mais là, la balle monte ! »
- élève 1 : « Petit à petit, le lancer perd en puissance. L'action de la Terre la freine. »
- élève 3 : « Si la Terre n'était pas là, il n'y aurait pas de situation 6. »

À certains moments, le professeur a relancé le débat. Cela a été nécessaire pour la question de savoir si on rajoute une action dans le cas 7 :

- professeur : « Comparez les situations 4 et 7. »
- élève 1 : « Si la table était plus basse, la balle continuerait à tomber. »
- élève 2 : « Il y a la table aussi qui maintient la balle. »

Retrouvez Éduscol sur



Les débats ont été animés et intéressants et ont permis au professeur d'identifier les difficultés rencontrées. La justification écrite est souvent conforme aux échanges :

- a. En ce qui concerne l'action exercée par la Terre : La terre est constamment là donc à chaque action exercée sur l'objet, l'action est exercée par la Terre
- b. En ce qui concerne l'action exercée par la main : L'action de la main n'exerce pas une action à distance alors elle n'est possible
- c. En ce qui concerne les actions rajoutées : La table retient l'objet de tomber par terre

... mais peut parfois montrer des signes de persistance de la conception erronée alors que le débat laissait penser que la justification correcte serait retenue.

- b. En ce qui concerne l'action exercée par la main : C'est une action de contact, elle diffère selon l'impulsion donnée par la main.
- b. En ce qui concerne l'action exercée par la main : lorsqu'une action est réalisée au contact par la main, la main doit toucher l'objet tout au long de l'action, elle peut être réalisée également à distance.

Séance 2 : Mise en commun des travaux des groupes, bilan

Lors de la séance suivante, d'une durée d'une heure, une correction bilan avec lecture des productions de chaque groupe est réalisée.

Séance 3 : Utilisation de la simulation Capsule

La séance ne pose pas de difficulté particulière aux élèves. Il faut préciser aux élèves que l'on néglige l'attraction gravitationnelle puisque le système est loin de tout astre, ce qui peut poser problème puisque les capsules restent dans le système solaire où l'on ne peut négliger l'attraction solaire. « L'expérience » présentée est donc une simulation.

Il est important de rappeler aux élèves qu'il faut relever les données numériques de vitesse à leur disposition. Le logiciel affiche les composantes V_x et V_y de la vitesse et donne des valeurs algébriques de celles-ci. Certains élèves le remarquent, d'autres non. Une explication est donc parfois nécessaire.

La séance est globalement appréciée des élèves. Il est important de penser à faire le lien avec la séance précédente où l'on a fait remarquer qu'une action comme le poids modifie la vitesse de la balle (en montée et en descente).

Séance 4 : Évaluation formative

Le tableau suivant montre les réponses des élèves ayant suivi la séquence d'apprentissage. 54 élèves ont répondu aux deux questions.

	RÉPONSE A	RÉPONSE B	RÉPONSE C	RÉPONSE D
Question 1	4	38	12	0
Question 2	15	13	5	21

Les 28 élèves (52 %) ayant répondu 2a ou 2b mobilisent encore la conception erronée « adhérence force-vitesse ». Il y a une amélioration par rapport aux 40 élèves (83 %) qui la manifestaient lors de l'évaluation diagnostique mais cette conception, encore utilisée par un grand nombre d'élèves, nécessite d'être retravaillée les années suivantes.

Retrouvez Éduscol sur

