

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

[Télécharger le fichier](#)
[source](#) au format .docx

Grandeurs vectorielles en première S

Introduction

Difficultés rencontrées par les élèves

La ressource [Expérimentation et modélisation, la place du langage mathématique en physique-chimie](#), produite en 2015/2016 par le GRIESP, pointe qu'« ... en physique-chimie une large palette de langages scientifiques est activée, que ce soit au niveau de la démarche expérimentale avec les mesures et leurs exploitations graphiques, ou au niveau de la démarche de modélisation avec l'élaboration et l'utilisation de relations littérales entre des grandeurs physiques (scalaires, algébriques, vectorielles, différentielles). Or, en collège comme au lycée, l'utilisation de ces langages est source de difficultés pour les élèves : difficulté de maîtrise de certains concepts et outils mathématiques (proportionnalité, calcul littéral, unités et conversions, puissances de dix, vecteurs, projections, primitives, etc.), attente trop rapide des enseignants d'une maîtrise experte par l'élève ou coordination insuffisamment développée entre les différentes disciplines... ». En 2016/2017, dans le cadre des programmes, un des axes de réflexion s'inscrit dans la continuité du travail mené l'année précédente. Cet axe vise à dépasser les difficultés mathématiques liées à l'utilisation des vecteurs de la fin du cycle 4 jusqu'à la Terminale S.

En effet, certains élèves oublient souvent de prendre en compte l'aspect vectoriel de la vitesse et de l'accélération et pensent notamment que deux vecteurs sont forcément égaux si leurs valeurs sont égales¹. De la même façon, trop souvent l'énoncé de la troisième loi de Newton se restreint à l'égalité des valeurs alors que la direction (« droite d'action ») et le sens (opposé) donnent toutes les caractéristiques vectorielles des forces modélisant les interactions réciproques entre points matériels². Aussi, certains points traités dans ce chapitre seront à rapprocher des activités sur la relativité du mouvement et la troisième loi de Newton.

Si des difficultés plus importantes sont rencontrées par les élèves en mécanique du fait de la manipulation des vecteurs (comme par exemple dans la seconde loi de Newton), il faut rappeler cependant qu'une des présentations possibles des lois de la mécanique peut être scalaire (comme dans le théorème de l'énergie cinétique).

1. GENIN, C., MICHAUD-BONNET, J. & PELLET, A. (1987). Représentations des élèves en mathématique et en physique, sur les vecteurs et les grandeurs vectorielles lors de la transition collège – lycée. *Petit x*, n° 14-15, pp. 39-63, MALGRANGE, J.-L., SALTIEL, É., & VIENNOT, L. (1973). Vecteurs, scalaires et grandeurs physiques. *Bulletin de la Société Française de Physique. Encart pédagogique*, n° 13, pp. 3-13, et AGUIRRE, J.M. & RANKIN, G. (1989). College students' conceptions about vector kinematics. *Physics Education*, 24, pp. 290-294.
2. VIENNOT, L. (1982). L'action et la Réaction sont-elles bien (égales et) opposées ? *Bulletin de l'Union des Physiciens*, n° 640, pp. 4⁴ 479-488 et 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.

Les grandeurs vectorielles dans les programmes

NIVEAUX	CONTENU DES PROGRAMMES
Fin de cycle 4	Attendus de fin de cycle <ul style="list-style-type: none"> Caractériser un mouvement. Modéliser une interaction par une force caractérisée par un point d'application, une direction, un sens et une valeur. Connaissances et compétences associées <ul style="list-style-type: none"> Modéliser une interaction par une force caractérisée par un point d'application, une direction, un sens et une valeur Force : point d'application, direction, sens et valeur.
Seconde	Actions mécaniques, modélisation par une force.
Première S	Cohésion et transformation de la matière La matière à différentes échelles Interactions fondamentales Champs et forces Exemples de champs scalaires et vectoriels. Champs magnétique, électrostatique, de pesanteur local. Loi de la gravitation ; champ de gravitation. Lien entre le champ de gravitation et le champ de pesanteur.
Terminale S	Temps, cinématique et dynamique newtoniennes Description du mouvement d'un point au cours du temps : vecteurs position, vitesse et accélération. Référentiel galiléen. Lois de Newton : principe d'inertie, principe fondamental de la dynamique et principe des actions réciproques.

Les grandeurs vectorielles dans le programme de première S – partie Comprendre, lois et modèles

Dans cette partie, la notion de vecteur est présente ou du moins sous-jacente.

COMPRENDRE, LOIS ET MODELES :

Quelles sont les causes physiques à l'œuvre dans l'Univers ? Quelles interactions expliquent à la fois les stabilités et les évolutions physiques et chimiques de la matière ? Quels modèles utilise-t-on pour les décrire ? Quelles énergies leur sont associées ?

Notions et contenus	Compétences attendues
Cohésion et transformations de la matière	
La matière à différentes échelles : du noyau à la galaxie. Interactions fondamentales : interactions forte et faible, électromagnétique, gravitationnelle.	Associer, à chaque édifice organisé, la ou les interactions fondamentales prédominantes.
Champs et forces	
Exemples de champs scalaires et vectoriels : pression, température, vitesse dans un fluide. Champ magnétique : sources de champ magnétique (Terre, aimant, courant). Champ vectoriel électrostatique : $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ Champ vectoriel de pesanteur local : $\vec{g} = \frac{\vec{P}}{m}$ Loi de la gravitation ; champ de gravitation. Lien entre le champ de gravitation et le champ de pesanteur.	Recueillir et exploiter des informations (météorologie, téléphone portable, etc.) sur un phénomène pour avoir une première approche de la notion de champ. Décrire le champ associé à des propriétés physiques qui se manifestent en un point de l'espace. Comprendre comment la notion de champ a émergé historiquement d'observations expérimentales. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour cartographier un champ magnétique ou électrostatique.</i> Connaître les caractéristiques : <ul style="list-style-type: none"> des lignes de champ vectoriel ; d'un champ uniforme ; du champ magnétique terrestre ; du champ électrostatique dans un condensateur plan ; du champ de pesanteur local. Identifier localement le champ de pesanteur au champ de gravitation, en première approximation.

Retrouvez Éduscol sur



La notion de vecteur

Cette notion :

- n'apparaît pas officiellement dans les programmes du cycle 4³, que ce soit en mathématiques ou en physique-chimie. On peut relever toutefois que les caractéristiques, direction, sens et valeur d'un vecteur sont abordées dans le cycle 4 en physique-chimie, mais là encore sans que soit utilisé le terme vecteur ;
- apparaît officiellement dans le programme de mathématiques de la classe de seconde³ mais « ... la définition proposée des vecteurs permet d'introduire rapidement l'addition de deux vecteurs et la multiplication d'un vecteur par un nombre réel, cette introduction est faite en liaison avec la géométrie plane repérée⁴... » ;
- est utilisée pour modéliser par exemple une action mécanique par une force en physique-chimie en classe de seconde⁵, mais là encore le mot vecteur n'apparaît pas de manière explicite.

Contenu de la ressource, différenciation et déroulement possibles

- Évaluation diagnostique sur le vecteur (direction, sens, valeur, notation, utilisation pour modéliser une action mécanique)
- Activité d'apprentissage *Représentation d'une force par un vecteur*, en 2 versions : *débutant à confirmé* et version plus experte.
- Évaluation formative

En fonction des résultats à l'évaluation diagnostique, plusieurs « parcours » pour parvenir à une des deux versions de l'activité d'apprentissage sont proposés aux élèves. A l'issue de cette séquence activité, une évaluation formative pourra être effectuée par tous les élèves, quel que soit le parcours d'apprentissage. Toutefois, elle n'interviendra pas au même moment.

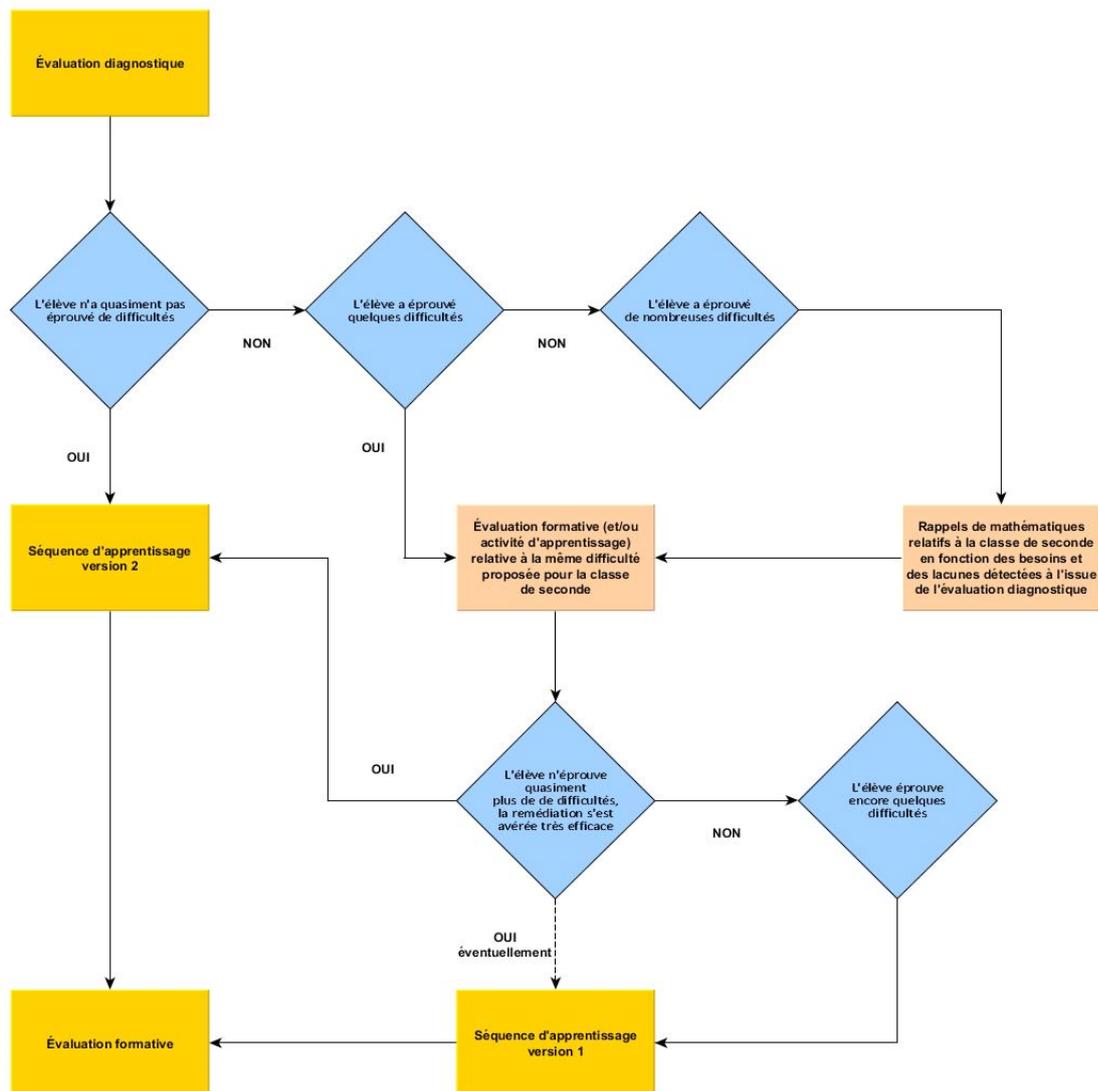
3. D'après BOEN spécial n°11 du 26 novembre 2015.

4. D'après BOEN n°30 du 23 juillet 2009.

5. D'après BOEN spécial n°4 du 29 avril 2010.

Retrouvez Éduscol sur





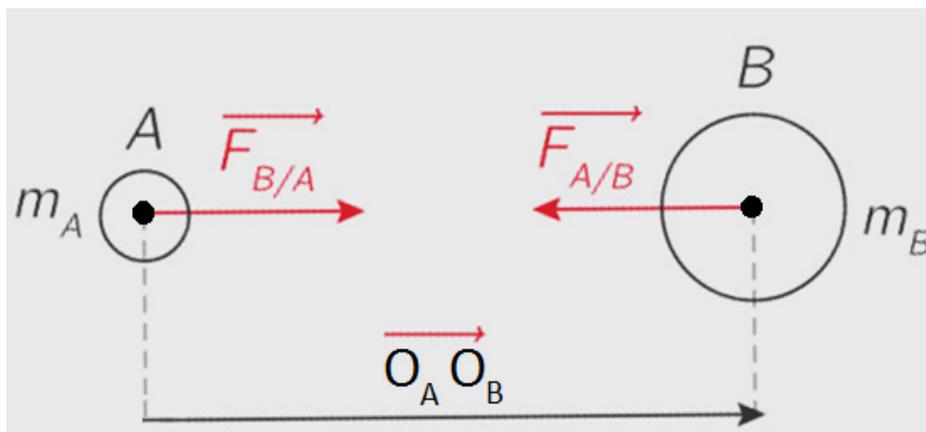
Retrouvez Éduscol sur



Évaluation diagnostique : la notion de vecteur

L'évaluation diagnostique ci-dessous est un questionnaire à choix multiple (QCM). Pour chaque question, une seule bonne réponse est possible. Pour certaines questions, il faut confirmer la réponse en choisissant la justification associée (une seule justification est possible). Entourer la réponse choisie et, le cas échéant, la justification associée.

Voici un schéma utilisé en physique pour illustrer l'interaction gravitationnelle (vue en classe de Seconde) entre deux corps A et B, à répartitions sphériques, de centres respectifs O_A et O_B , de masses respectives m_A et m_B . On suppose ici que $m_A < m_B$.



Notations des vecteurs en mathématiques et en physique

Question Q1)

Parmi les quatre propositions ci-dessous, laquelle correspond à un vecteur noté avec un bipoint ?			
Réponse 1	Réponse 2	Réponse 3	Réponse 4
$\vec{F}_{A/B}$	$\vec{F}_{B/A}$	$\overrightarrow{O_A O_B}$	m_A et m_B

Question Q2)

Valeur et valeur d'un vecteur sont des synonymes. Cela signifie que :			
Réponse 1	Réponse 2	Réponse 3	Réponse 4
$F_{A/B} = \vec{F}_{A/B}$	$F_{A/B} = \ \vec{F}_{A/B}\ $	$\vec{F}_{A/B} = \ \vec{F}_{A/B}\ $	$(\vec{F}_{A/B}) = \ \vec{F}_{A/B}\ $
$O_A O_B = \overrightarrow{O_A O_B}$	$O_A O_B = \ \overrightarrow{O_A O_B}\ $	$\overrightarrow{O_A O_B} = \ \overrightarrow{O_A O_B}\ $	$\overrightarrow{O_A O_B} = \ \overrightarrow{O_A O_B}\ $

Retrouvez Éduscol sur



Modélisation d'une action mécanique par une force représentée par un vecteur

Question Q3)

Le vecteur force $\vec{F}_{A/B}$ modélise l'action mécanique de :			
Réponse 1	Réponse 2	Réponse 3	Réponse 4
B sur A	O_B sur A	A sur B	O_A sur B

Justification de la réponse donnée à Q3)

Justification A	Justification B	Justification C	Justification D
Le vecteur est issu de B et est orienté vers A, c'est donc bien A qui attire B	Le vecteur est issu de O_B et est orienté vers O_A	Car $m_A < m_B$	Je ne sais pas

Question Q4)

Les vecteurs forces $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ sont tels que :											
Réponse 1		Réponse 2			Réponse 3			Réponse 4			
$\vec{F}_{A/B}$	a une valeur opposée à celle de	$\vec{F}_{B/A}$	$\vec{F}_{A/B}$	a une valeur plus grande que	$\vec{F}_{B/A}$	$\vec{F}_{A/B}$	a une valeur plus petite que	$\vec{F}_{B/A}$	$\vec{F}_{A/B}$	a la même valeur que	$\vec{F}_{B/A}$

Justification de la réponse donnée à Q4)

Justification A	Justification B	Justification C	Justification D
Car $m_A < m_B$	Car les deux vecteurs sont de même longueur	Car leur sens est opposé	Je ne sais pas

Retrouvez Éduscol sur



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

Question Q1)

Bonne réponse : Réponse 3

- Si réponses 1 et 2 : Problème avec la notion (ou le terme) de bipoint
- Si réponse 4 : Confusion entre vecteur et scalaire.

Question Q2)

Bonne réponse : Réponse 2.

Si réponses 1, 3 et 4 : Problème avec les notations entre les deux disciplines.

Question Q3)

Bonne réponse : réponse 3 avec la justification B.

Si réponse 1 : problème avec la notation A/B.

Si réponses 2 et 4 : problème de lecture d'énoncé.

Question Q4)

Bonne réponse : réponse 4 avec la justification B.

Si réponses 1, 2 et 3 : problème avec la notion de valeur d'un vecteur.

Remédiation

Une remédiation possible est de faire soit des rappels mathématiques en lien avec la notion de vecteur (séance d'AP par exemple) soit l'évaluation formative proposée sur le niveau seconde, en lien avec la même difficulté « difficultés mathématiques liées aux vecteurs (direction / sens / valeur) ».

Remarque pouvant donner lieu à une autre différenciation de la part du professeur

Si le professeur le juge utile, il pourra ajouter les deux questions ci-dessous relatives au point d'application, la direction et le sens d'un vecteur. Les tests de cette évaluation diagnostique, effectués auprès d'élèves, ont montré que la très grande majorité des élèves n'a pas de difficultés concernant ces aspects des vecteurs, c'est pourquoi ces questionnements apparaissent *a priori* moins fondamentaux.

Question Q5)

Les points d'application des vecteurs forces $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ sont respectivement :			
Réponse 1	Réponse 2	Réponse 3	Réponse 4
O_B et O_A	O_A et O_B	La masse m_A et la masse m_B	La masse m_B et la masse m_A

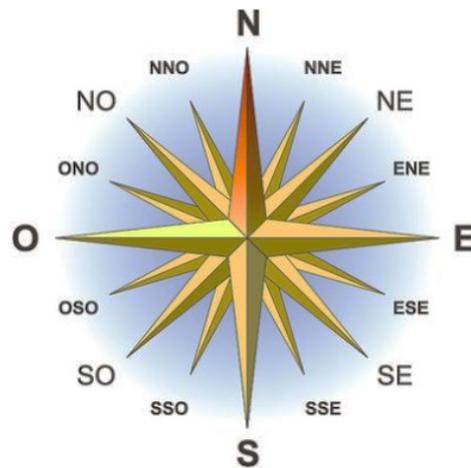
Question Q6)

Les vecteurs forces $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ sont :			
Réponse A	Réponse B	Réponse C	Réponse D
De directions opposées mais de mêmes sens	De mêmes directions et de mêmes sens	De directions opposées et de sens opposés	De mêmes directions mais de sens opposés

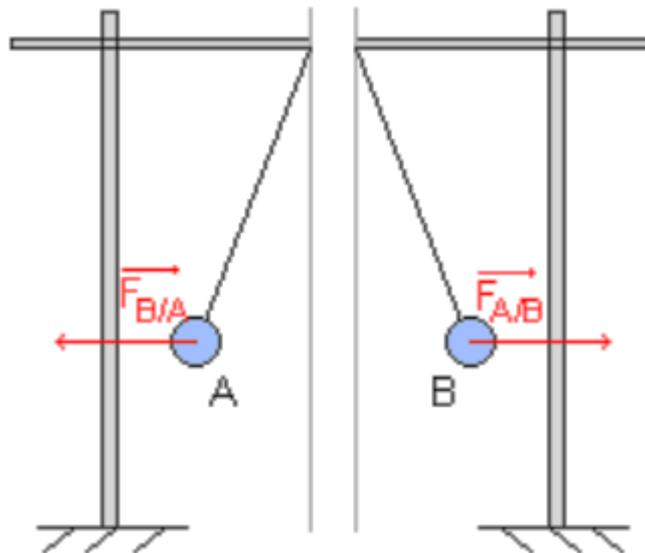
Retrouvez Éduscol sur



b) Donner la direction et le sens du vent appelé « tramontane » en utilisant la rose des vents ci-dessous.



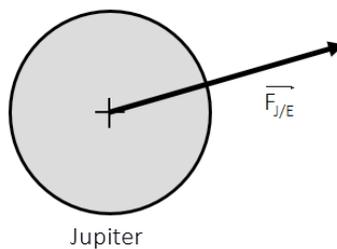
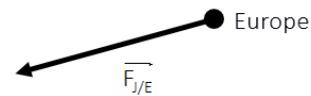
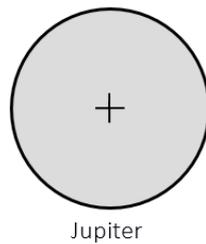
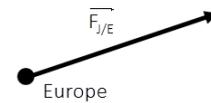
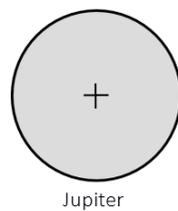
3. Deux pendules portant des charges électriques de mêmes signes se repoussent. Deux vecteurs forces ont été représentés, chacun ayant une valeur de 3 N.



- Préciser l'auteur de la force notée $\vec{F}_{A/B}$.
- Préciser le receveur de la force notée $\vec{F}_{B/A}$.
- Expliquer en quoi cette représentation montre la répulsion entre les deux pendules.
- Un élève écrit l'égalité suivante : $\vec{F}_{B/A} = \vec{F}_{A/B} = 3 \text{ N}$. Expliquer pourquoi cette écriture est incorrecte.
- Les deux pendules ont maintenant des charges de signes opposées. Que font les deux pendules ? Représenter sur un nouveau schéma les vecteurs forces $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ sachant qu'ils ont toujours la même valeur de 3 N chacun.

4. On connaît à ce jour 66 satellites naturels autour de JUPITER de masse M_J . L'un d'entre eux, découvert en 1610 par GALILÉE, s'appelle EUROPE. EUROPE, de masse M_E , est situé à une distance R_E du centre de JUPITER et décrit autour de JUPITER un cercle de rayon R_E . On note G la constante de gravitation universelle.

- Rappeler l'expression littérale, en fonction de G , M_J , M_E et R_E , de la valeur $F_{J/E}$ de la force d'attraction gravitationnelle exercée par JUPITER sur EUROPE.
- En déduire que $F_{J/E} = 1,35 \cdot 10^{22}$ N.
Données : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$; $M_J = 1,90 \times 10^{27} \text{ kg}$; $M_E = 4,79 \times 10^{22} \text{ kg}$;
 $R_E = 6,71 \times 10^8 \text{ m}$.
- Expliquer quelle est la bonne représentation du vecteur force $\vec{F}_{J/E}$ parmi les trois proposées ci-dessous.



- Qualifier la direction puis le sens du vecteur force $\vec{F}_{J/E}$.

Retrouvez Éduscol sur



Représentation d'une force par un vecteur- énoncé version 2 : niveau « expert »

1. Le document ci-dessous représente une carte de températures prévues dans différentes villes en France.



À chaque point de l'espace, on associe une valeur appelée aussi un scalaire, ici une température. Expliquer pourquoi on ne peut pas associer un vecteur « température » à chaque valeur.

2. Le document ci-dessous représente une carte des vents en France. À chaque point de l'espace, on associe un vecteur.

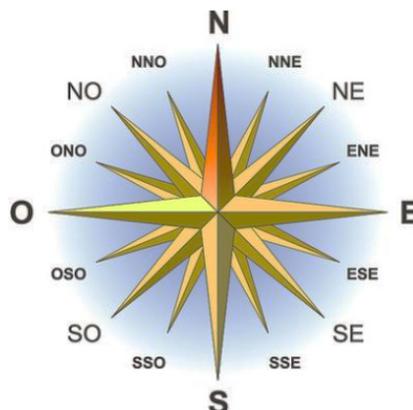


- a) Expliquer pourquoi on peut associer un vecteur « vent » à chaque nom de vent.

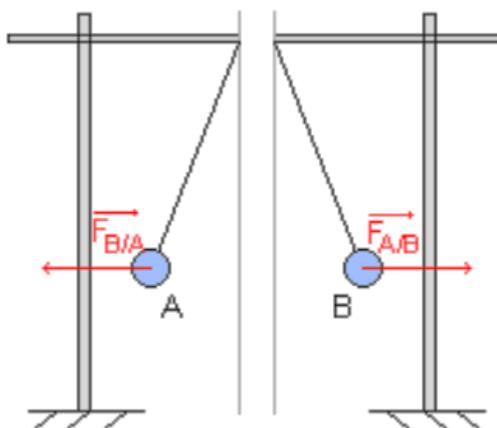
Retrouvez Éduscol sur



- b) Donner la direction et le sens du vent appelé « tramontane » en utilisant la rose des vents ci-dessous.



3. Deux pendules, en regard l'un de l'autre et portant des charges identiques, exercent l'un sur l'autre des forces. Deux vecteurs forces ont été représentés, chacun ayant une valeur de 3 N.



- Préciser l'auteur de la force notée $\vec{F}_{A/B}$.
 - Préciser le receveur de la force notée $\vec{F}_{B/A}$.
 - Expliquer en quoi cette représentation montre la répulsion entre les deux pendules.
 - Un élève écrit l'égalité suivante : $\vec{F}_{B/A} = \vec{F}_{A/B} = 3 \text{ N}$. Expliquer pourquoi cette écriture est incorrecte.
 - Les deux pendules ont maintenant des charges de signes opposés. Que font les deux pendules ? Représenter sur un nouveau schéma les vecteurs forces $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ sachant qu'ils ont toujours la même valeur de 3 N chacun.
4. On connaît à ce jour 66 satellites naturels autour de JUPITER de masse M_J . L'un d'entre eux, découvert en 1610 par GALILÉE, s'appelle EUROPE. EUROPE, de masse M_E , est situé à une distance R_E du centre de JUPITER et décrit autour de JUPITER un cercle de rayon R_E . On note G la constante de gravitation universelle.
- Rappeler l'expression littérale, en fonction de G , M_J , M_E et R_E , de la valeur $F_{J/E}$ de la force d'attraction gravitationnelle exercée par JUPITER sur EUROPE.
 - En déduire que $F_{J/E} = 1,35 \times 10^{22} \text{ N}$.

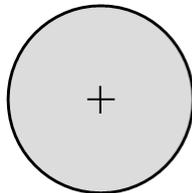
Données : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$; $M_J = 1,90 \times 10^{27} \text{ kg}$; $M_E = 4,79 \times 10^{22} \text{ kg}$; $R_E = 6,71 \times 10^8 \text{ m}$.

Retrouvez Éduscol sur



- c) Représenter sur le schéma ci-dessous, à l'échelle $1 \text{ cm} \ll 2 \times 10^{21} \text{ N}$, le vecteur force $\vec{F}_{J/E}$ modélisant l'action de JUPITER sur EUROPE.

● Europe



Jupiter

- d) Qualifier la direction puis le sens du vecteur force $\vec{F}_{J/E}$.

Retrouvez Éduscol sur



Évaluation formative

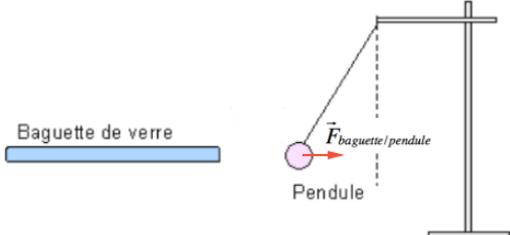
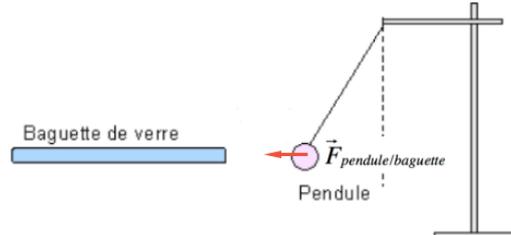
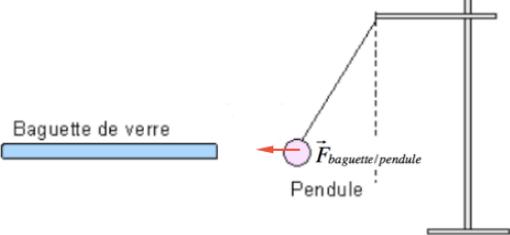
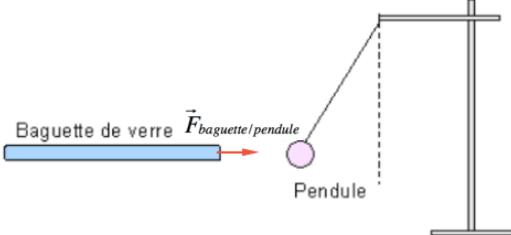
L'évaluation formative consiste à revenir sur l'évaluation diagnostique et à vérifier si les erreurs effectuées lors de l'évaluation diagnostique ont été comprises grâce à l'activité d'apprentissage.

L'évaluation formative ci-dessous est un questionnaire à choix multiple (QCM). Pour chaque question, une seule bonne réponse est possible. Entourer la réponse choisie

Énoncé

Question Q1)

Une baguette de verre, chargée positivement, attire un pendule chargé négativement. Les schémas ci-dessous représentent différents vecteurs forces exercés par la baguette sur le pendule. Parmi les quatre schémas, lequel représente et nomme correctement le vecteur force ?

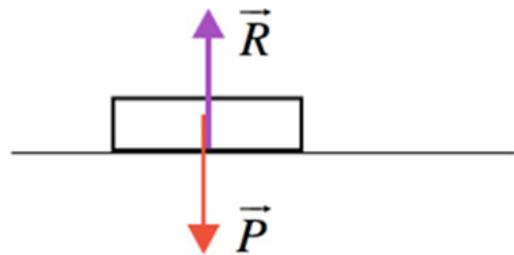
<p>Réponse 1</p> 	<p>Réponse 2</p> 
<p>Réponse 3</p> 	<p>Réponse 4</p> 

Retrouvez Éduscol sur



Question Q2)

Soit un livre immobile sur une table dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Deux forces s'exercent sur le livre : son poids \vec{P} , force exercée par la Terre sur le livre, ainsi que la réaction de la table sur le livre notée \vec{R} . Le principe d'inertie permet d'affirmer que la somme vectorielle de ces deux forces est nulle. Mathématiquement, cela se traduit par :



Réponse 1	Réponse 2	Réponse 3	Réponse 4
$P = R = 0$	$P + R = 0$	$\vec{P} = \vec{R} = \vec{0}$	$\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$

Éléments de correction et d'interprétation de l'évaluation formative proposée**Question Q1)**

Bonne réponse : réponse 3.

- Si réponse 1 : erreur sur le sens de la force exercée.
- Si réponse 3 : erreur sur le nom de la force exercée.
- Si réponse 4 : erreur sur le point d'application de la force exercée.

Question Q2)

Bonne réponse : réponse 4.

Si réponses 1, 2 et 3 : erreur sur l'égalité vectorielle.

Remédiation

Une remédiation possible peut consister à proposer une des activités de la partie Principe d'inertie de la ressource [Expérimentation et modélisation, la place du langage mathématique en physique-chimie](#) (page 84).

Retrouvez Éduscol sur

