

Connaitre, anticiper et prendre en compte les idées initiales des étudiants

*« Il fallait être Newton pour apercevoir
que la lune tombe, quand tout le monde
voit bien qu'elle ne tombe pas. »*

P. Valéry, *Mélange*, 1939

Dans la vie courante, il y a **accélération** :

- lorsqu'on appuie sur l'accélérateur ;
- lorsque la vitesse augmente.

En physique, l'accélération est non nulle lorsque le vecteur vitesse varie.

Ces deux points de vue ne sont pas compatibles sur un certain nombre de situations...

La physique a-t-elle raison ?

En faire une réelle activité d'enseignement...

A- A votre avis, y a-t-il accélération dans les cas suivants de trajectoires rectilignes ?

Oui	Non
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐

a) Véhicule au “ point mort ”, initialement à l'arrêt, dont on lâche le frein à main dans une descente

b) Véhicule à vitesse constante sur le plat

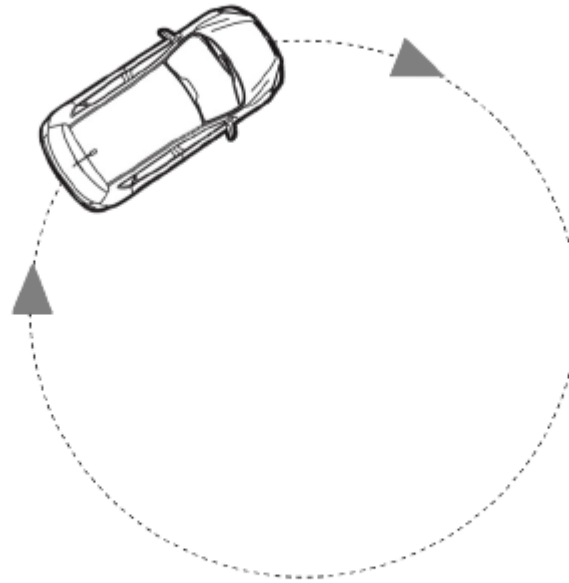
c) Véhicule à vitesse constante en montée

d) Véhicule roulant sur une route plate et commençant une montée, le tout à vitesse constante

e) Véhicule qui freine

... même à l'université !

Une voiture suit une trajectoire circulaire à vitesse constante. Ce mouvement est-il accéléré ?



22%

1 Oui

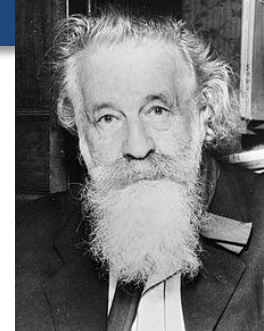
55%

2 Non car la vitesse est constante

23%

3 Il manque des données pour conclure

Bachelard (1884-1962)



- On apprend contre une connaissance antérieure
- Il faut mener une rupture du sens commun

*Le réel n'est jamais « ce qu'on pourrait croire » mais il est toujours ce qu'on aurait dû penser. La pensée empirique est claire, après coup, quand l'appareil des raisons a été mis au point. En revenant sur un passé d'erreurs, on trouve la vérité en un véritable repentir intellectuel. En fait, **on connaît contre une connaissance antérieure**, en détruisant des connaissances mal faites, en surmontant ce qui dans l'esprit même fait obstacle à la spiritualisation.*

[...]

*Quand il se présente à la culture scientifique, l'esprit n'est jamais jeune. Il est même très vieux, car **il a l'âge de ses préjugés**. Accéder à la science, c'est, spirituellement rajeunir, c'est accepter une mutation brusque qui doit contredire un passé.*

1- Ce qu'on entend par idées initiales

Idées initiales ?

Expliquer est un besoin naturel,
surtout en cas de surprise...

Prévoir est grisant, si on sent qu'on peut le faire...

Expliquer, c'est souvent attribuer des causes à des observations



Les élèves/étudiants viennent avec *une* physique

De quoi parle-t-on ?

De notions (au sens large) conceptualisées de manière différente de la notion scientifique correspondante, en se fondant sur des connaissances antérieures.

Préconception, misconception, théorie naïve, idée initiale, métaphore conceptuelle, raisonnement naïf, conception naïve, modèle tacite, raisonnement spontané ou naïf, conception alternative, raisonnement de sens commun...

Initiale : en référence à un niveau donné

Recherches sur les conceptions

Relativement récentes (années 1970) et basées sur la récurrence d'idées souvent "fausses", amenant à interpréter ou à effectuer un raisonnement non conforme à la discipline.

- Une conception est **un ensemble de connaissances ou de procédures que le chercheur attribue à l'élève pour rendre compte de ses réponses.**
- Cette "construction" suppose que l'élève est "cohérent"
- Une conception qui est apparue chez un groupe d'étudiants va apparaître aussi chez d'autres d'où la nécessité de les connaître pour mieux y faire face ou les anticiper.

Comment étudier les conceptions ?

- **Une approche cognitiviste**

« Les approches cognitives se basent sur l'hypothèse des représentations mentales des individus et se centrent sur leur étude en analysant comment de telles représentations se forment, comment elle sont influencées par les connaissances antérieures et comment elles contraignent l'acquisition de nouvelles informations. » (Vosniadou et al., 2005)

Centrage sur la production individuelle, connaissances inférées

- **Une approche socio-constructiviste**

«Cependant les concepts ne sont pas seulement des entités mentales qui résident dans nos têtes, ils font partie des pratiques sociales humaines. Les gens utilisent des concepts pour faire des choses dans un monde d'actions physiques et intellectuelles ; le discours est un aspect important de l'action pratique. » (Ivarsson et al., 2002)

La situation et les actions des élèves jouent un rôle essentiel pour étudier les connaissances mises en jeu

Des influences variées

Des raisonnements causaux simples, linéaires, qui se construisent dans la vie courante

Pour monter une côte, je dois accélérer

L'air chaud monte

Chauffer augmente systématiquement la température

certaines sont utiles :

La cause précède toujours l'effet ; la vitesse est une propriété de mon déplacement, pour allumer une ampoule il faut de l'énergie...

Le rôle du langage

poids/masse sens/direction chauffer/chauffer
accélération...

Le rôle des métaphores et de l'analogie

Les interférences disciplinaires

Langage, polysémie, métaphores...

- homonymie vs polysémie
 - Homonyme : avocat et avocat
 - Polysémie : bulldozer et bulldozer (personne)
mais aussi *chauffer* et *chauffer*...

- La polysémie peut venir de la
métaphore

*Système, dispersion, concentration, image,
rayonner, agir, quantité, interférences, courant...*

Le son est un gaz...

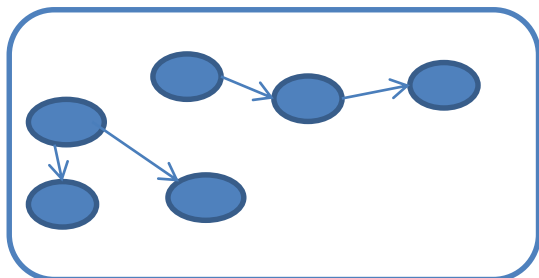
L'énergie est un aliment...



Le rôle du contexte...

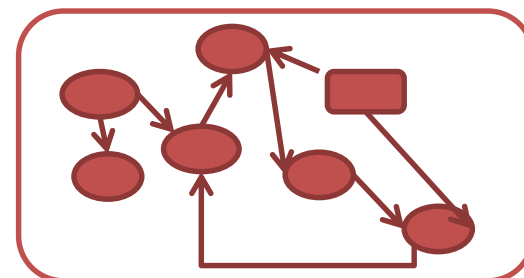


Connaissances initiales
sur un sujet



Changement
conceptuel

Savoir de la physique



Expérience de la vie
de tous les jours

Structures de
raisonnement de la vie
de tous les jours

Langage de la vie
de tous les jours

Analogies
métaphores

Connaissances
scolaires

Modélisation

Langage
scientifique

Structure du
raisonnement
scientifique

Formalisation
conceptuelle

Quelques caractéristiques

- ✓ suffit le plus souvent dans la vie courante
- ✓ est résistante (d'autant plus qu'elle est élaborée)
- ✓ peut être fragmentaire et partielle
- ✓ peut ne pas se manifester systématiquement chez un même élève (situation-dépendante)
- ✓ a un certain domaine de validité
- ✓ n'est pas obligatoirement une idée historique
- ✓ peut coexister avec la “bonne” représentation du physicien
- ✓ on a tous des idées initiales

Le conte du violon

- Carl Weiman (prix nobel **ET** bon enseignant)
 - Il enseigne comment marche un violon
le son est produit principalement par la caisse de résonance.
 - Préconception des étudiants :
le son provient des cordes
- 15 min plus tard, il demande
 - le son émis par un violon provient de
 - a. principalement des cordes;
 - b. principalement du bois derrière le violon;
 - c. des deux de la même façon;
 - d. aucune de ces réponses.



Le conte du violon

À votre avis, quelle est la fraction de bonne réponse à l'issu de ce vote ?



1. 0%
2. 10%
3. 30%
4. 50%
5. 70%
6. 90%

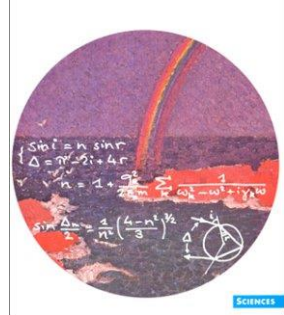
Le conte du violon

À votre avis, quelle est la fraction de bonne réponse à l'issu de ce vote ?

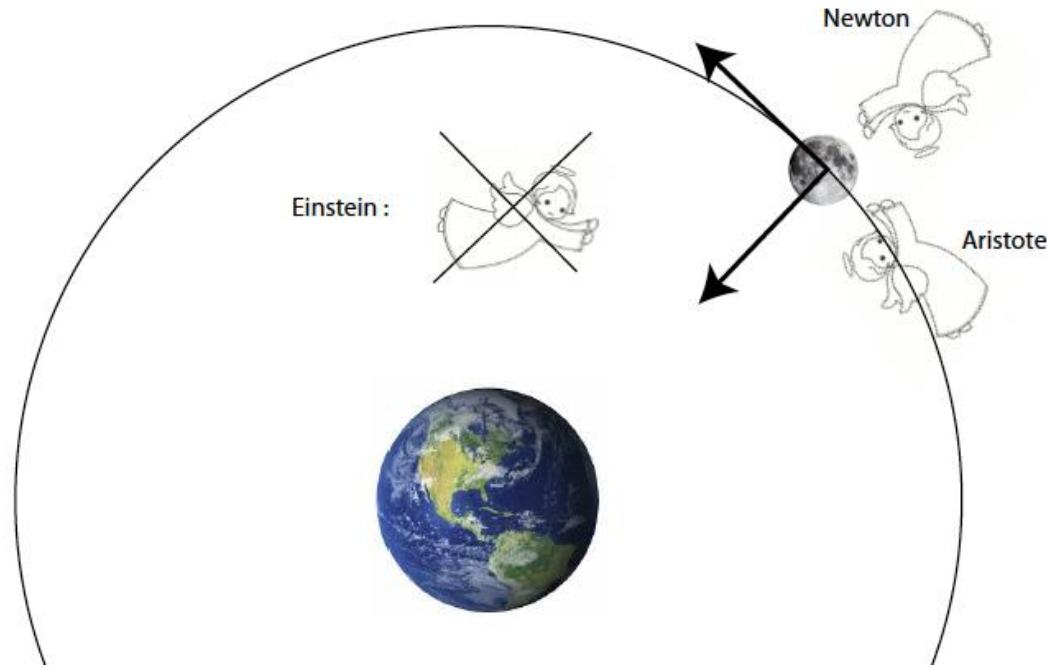


1. 0%
2. 10%
3. 30%
4. 50%
5. 70%
6. 90%

Richard Feynman
La nature
de la physique



Les anges de Feynman

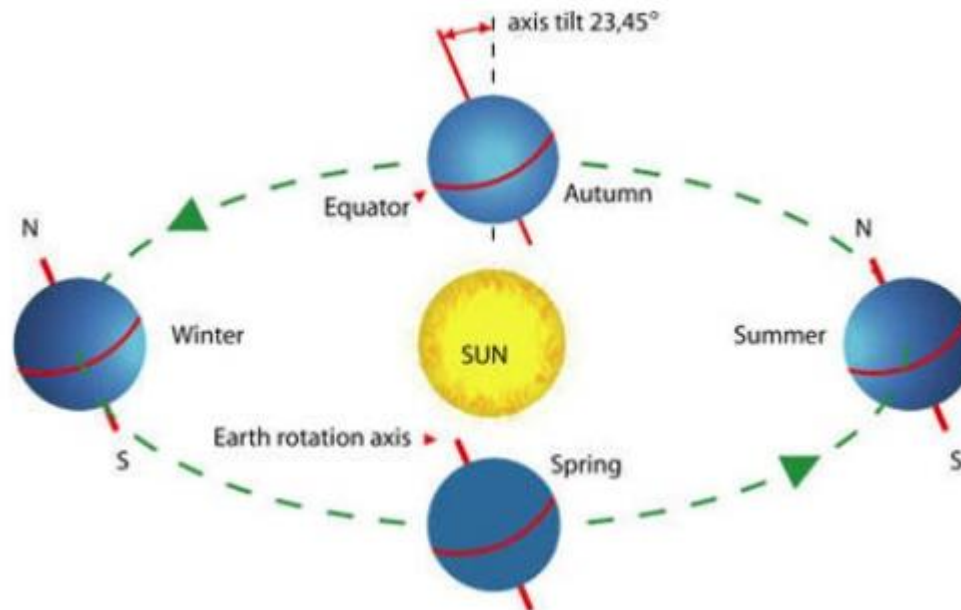


Il fallait être Einstein pour apercevoir que la lune va en ligne droite, quand tout le monde voit bien qu'elle tourne.

Le retour des idées initiales

idées initiales :

+ près => + chaud, donc + chaud => + près



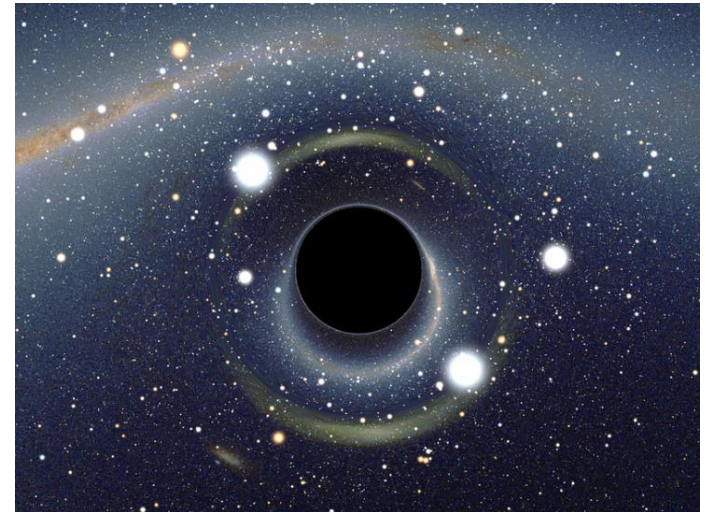
Le retour des idées initiales

idées initiales :

+ gros => + méchant

Un astronaute tombe dans un trou noir. Ses chances de survivre à la traversée de l'horizon sont

- 1 plus grandes si la masse du trou noir est grande
- 2 plus grandes si la masse du trou noir est petite
- 3 les mêmes, il est condamné à mourir
- 4 les mêmes, dans tous les cas il va survivre

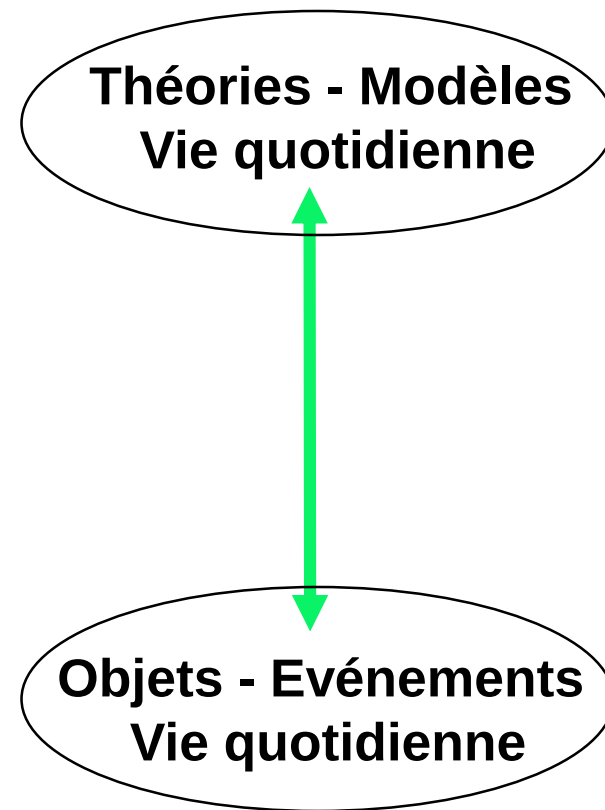


Les idées initiales peuvent aussi être théoriques...

Si un objet bouge, c'est
que quelque chose le fait
bouger

Un changement est du à
une cause

« raisonnement causal
linéaire »: à une cause
est associé un effet



Physique

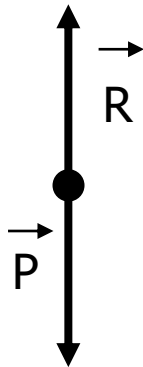
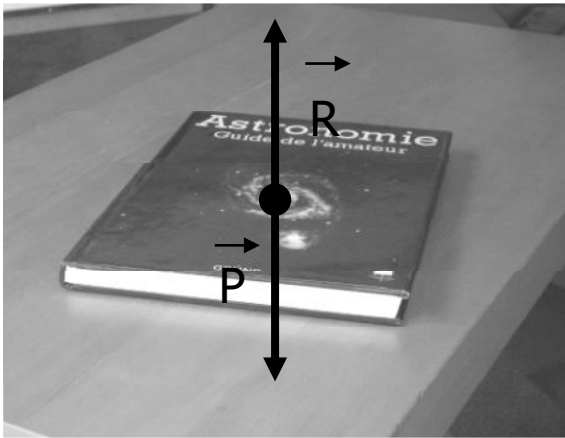
Pourquoi ce livre est il immobile?

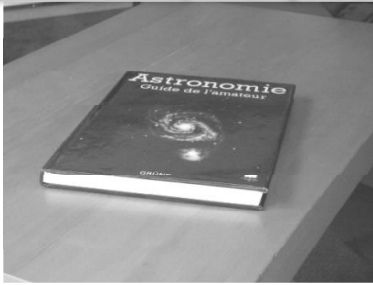
Parce qu'il est soumis à deux forces qui se compensent !!!

Vie quotidienne:

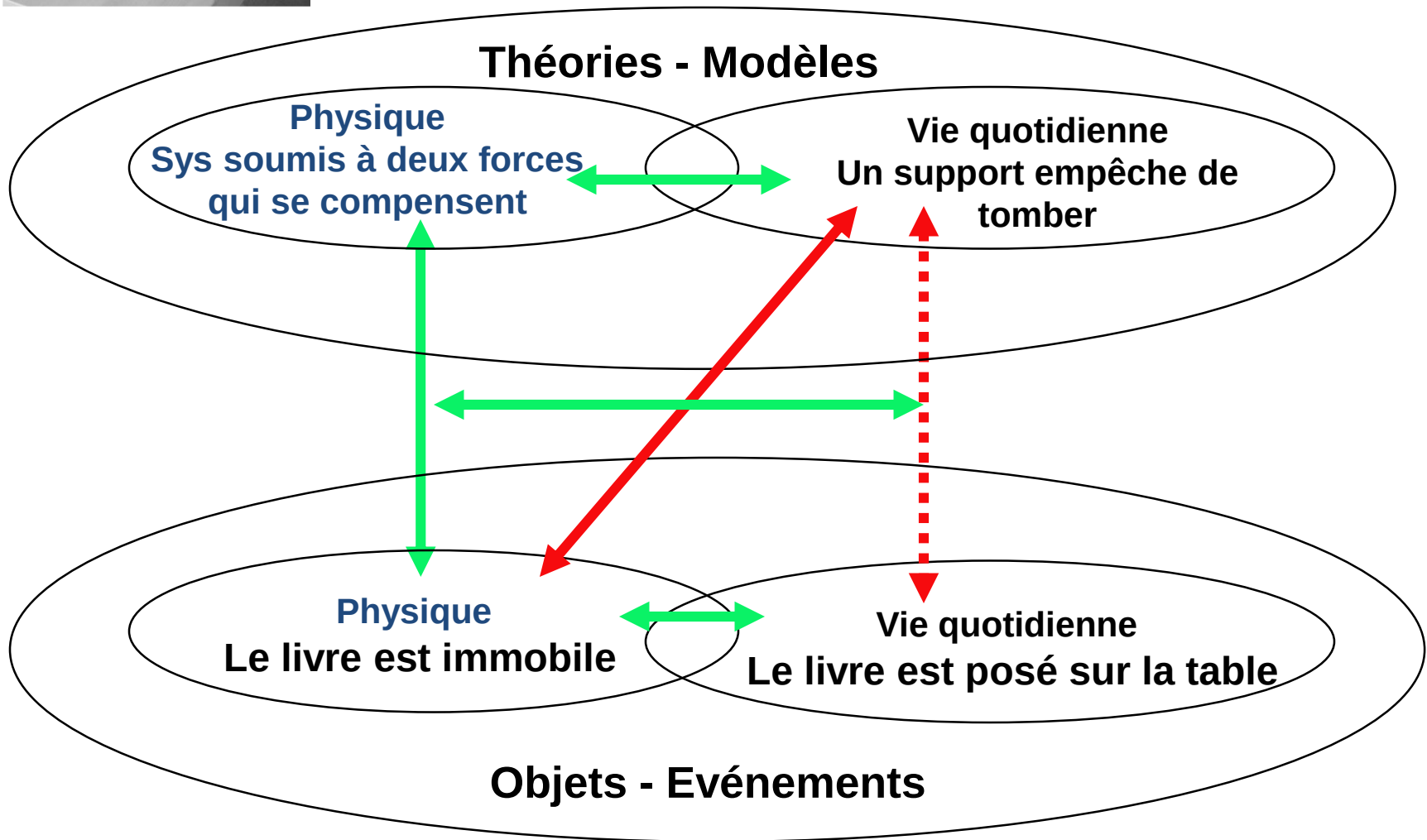
la table empêche le livre de tomber;

la table supporte le livre :
pas d'interprétation en termes de force



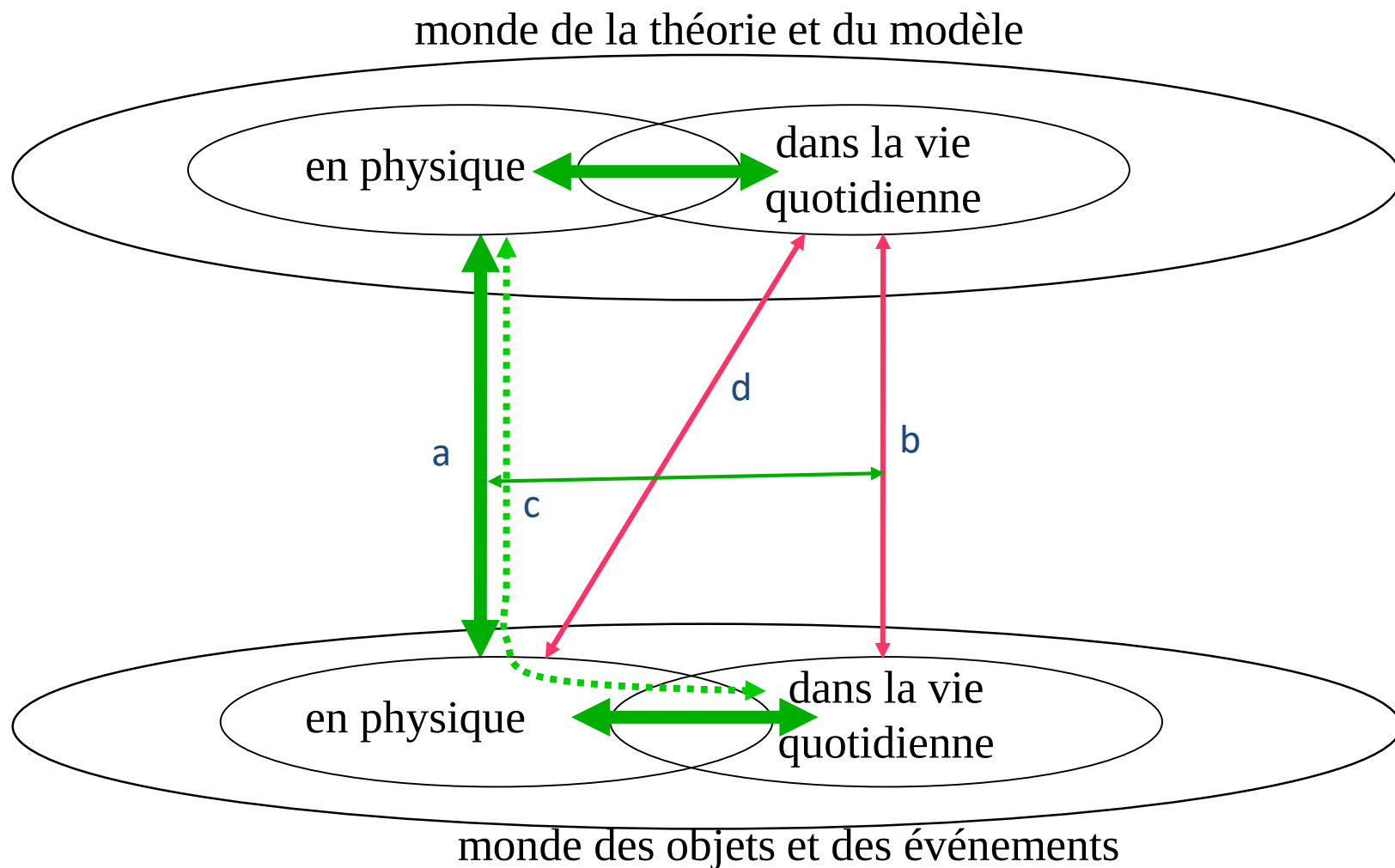


Analyse du cheminement possibles de l'élève



Connaissances de physique / connaissances de la vie quotidienne

Chaque domaine de connaissance met en jeu objets/événements et théorie/modèle



ATTENTION... une confusion classique

La vie quotidienne n'est pas le monde des objets et des événements

La physique n'est pas le monde des théories et des modèles

De la réalité au modèle



Vie quotidienne:

la balle tombe verticalement ;
la terre attire la balle ;

*pas d'interprétation en
termes de force*

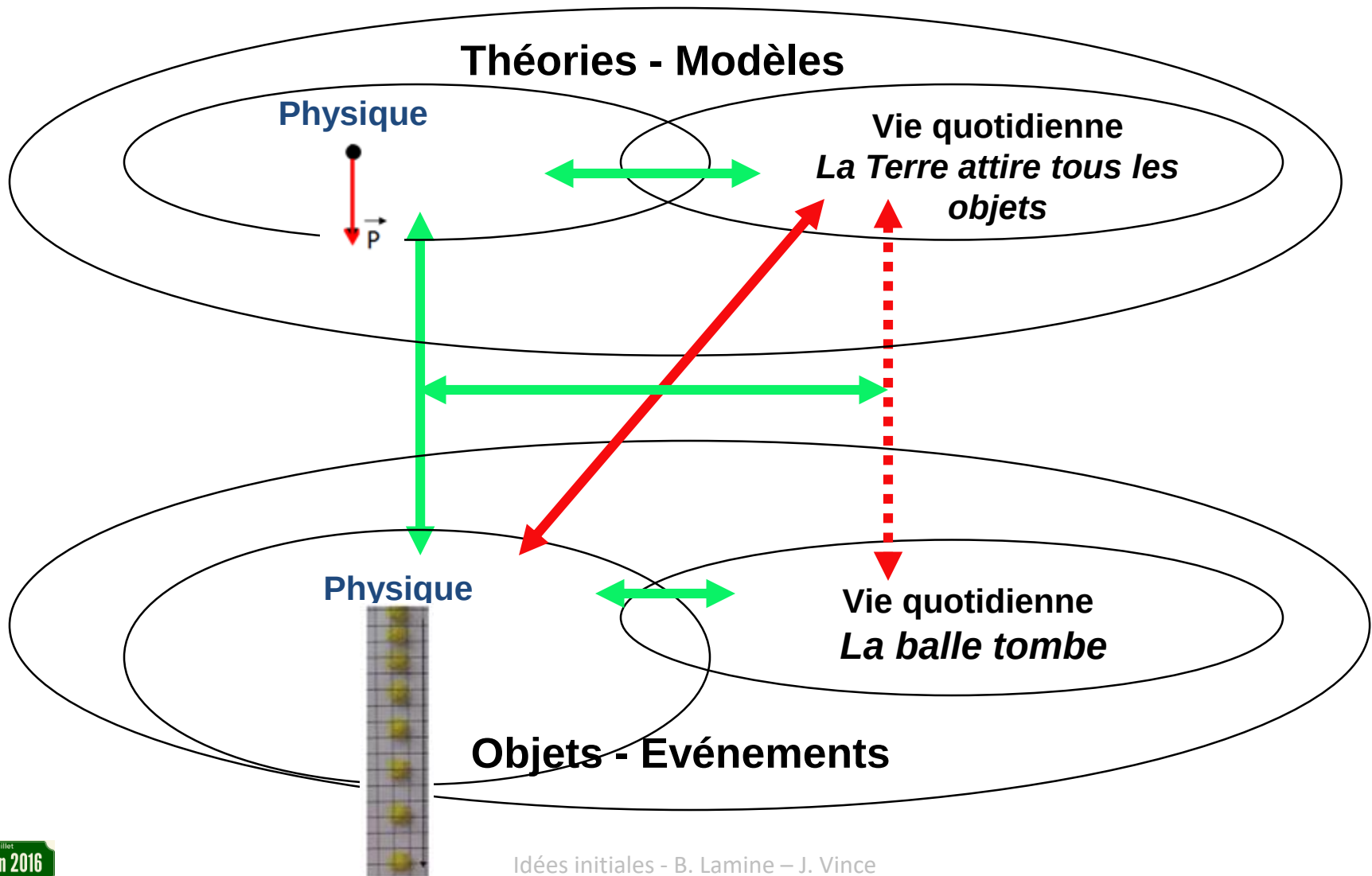


Physique

Pourquoi la balle tombe-t-elle ?

Parce qu'elle est soumise à une
force d'attraction exercée
par la terre !!!

Analyse du cheminement de l'élève et de l'acquisition



2- Atelier, travail en petits groupes

Exemples de conceptions classiques

- *En mécanique* : il y a une force dans le sens du mouvement.
- *En électricité* : le courant s'épuise.
- *En optique* : l'image se déplace avec les rayons lumineux donc peut être vue partout
- *Sur les gaz* : quand un gaz est comprimé, les particules qui le composent le sont aussi.
- *Sur les ondes* : la matière se déplace dans le sens de propagation de l'onde.

En mécanique

- 1- Quelle(s) signification(s) a le mot *force* dans la vie de tous les jours ? Les conséquences pour les élèves.
- 2- Les conceptions sur force et immobilité
- 3- Les conceptions sur force et mouvement

Significations de force

(Dictionnaire Trésor de la Langue Française)

A. [Comme propriété des êtres vivants] Énergie, pouvoir d'agir.

1. Énergie musculaire qui permet à un être vivant de réagir face à d'autres êtres, d'agir sur son environnement. Synon. *robustesse, vigueur*.

Avoir, ne pas avoir de force, avoir une force herculéenne; être, rester sans force; abuser de sa force.

2. Ensemble des ressources physiques, morales ou intellectuelles qui permettent à une personne de s'imposer ou de réagir.

Significations de *force* (suite)

B. [Comme propriété des choses]

1. *DYNAMIQUE*. Ce qui modifie l'état de mouvement ou de repos d'un corps. *Parallélogramme de forces; résultante de deux forces; force centrifuge*, centripète**. Synon. *énergie (potentielle ou cinétique)*.

Force acquise. Énergie qui se maintient une fois l'impulsion donnée.

2. Énergie qui est dans quelque chose.
 - [En parlant d'une chose concr.] *La force de l'eau, du courant. La force du vent, les accidents de terrain avaient empêché Michel d'entendre* (R. BAZIN, *Blé*, 1907, p. 19)

Et pour les étudiants ?...

- La force n'est pas vue comme une grandeur caractérisant une interaction mais *caractérise* plutôt l'objet

« La force de la masse vers le haut », « la masse a de la force vers le haut, sans ça comment tiendrait-elle en l'air en haut de la trajectoire ? » (Viennot, 1989)

- La force *sur* devient la force *de*
- La force *exercée par X sur Y* devient la force *de X sur Y*, puis éventuellement la force *de X*.

Significations de *accélération*

(Robert)

1. **COUR.** Augmentation de vitesse.
L 'accélération d 'un mouvement. Cette voiture a des accélérations foudroyantes. - FIG. Le fait d 'aller plus vite. L 'accélération du pouls, de la respiration, des travaux, de l 'histoire.
2. **PHYS.** Variation de la vitesse en fonction du temps. *Accélération de la pesanteur.*
MATH. Vecteur accélération : vecteur dérivé, par rapport au temps, du vecteur vitesse d 'un point sur une trajectoire. *Accélération négative.*
CONTR. Ralentissement.

Activité 2 : Signification de l'accélération en physique

A- A votre avis, y a-t-il accélération dans les cas suivants de trajectoires rectilignes ?

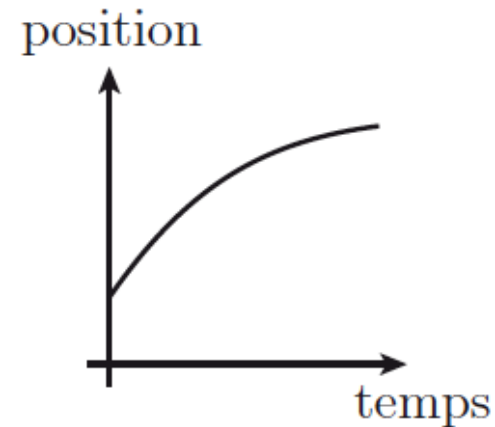
- a) Véhicule au “ point mort ” dont on lâche le frein à main dans une descente
- b) Véhicule à vitesse constante sur le plat
- c) Véhicule à vitesse constante en montée
- d) Véhicule roulant sur une route plate et abordant une montée (le tout à vitesse constante)
- e) Véhicule qui freine

B- Dans les cas suivants, peut-on dire pour lequel des deux véhicules la valeur de l'accélération est la plus grande ?

	Véhicule 1	véhicule 2	Réponse
1	accélération de 80 à 120 km/h en 10 s en descente	accélération de 80 à 120 km/h en 10 s en montée	☐ non ☐ oui (véhicule ...)
2	accélération de 0 à 120 km/h	accélération de 0 à 180 km/h	☐ non ☐ oui (véhicule ...)
3	Vitesse de 90 km/h pendant 10 s	Vitesse de 110 km/h pendant 20 s	☐ non ☐ oui (véhicule ...)
4	accélération de 80 à 120 km/h en 10 s	accélération de 80 à 120 km/h en 12 s	☐ non ☐ oui (véhicule ...)
5	accélération de 80 à 120 km/h en 10 s	accélération de 80 à 110 km/h en 10 s	☐ non ☐ oui (véhicule ...)
6	accélération de 30 à 40 km/h en 2 s	accélération de 120 à 130 km/h en 3 s	☐ non ☐ oui (véhicule ...)

Pour les cas 4, 5 et 6, représenter les deux courbes d'évolution de la vitesse des véhicules en fonction du temps (on admettra que la valeur de la vitesse est une fonction affine du temps). Comment l'accélération est-elle traduite sur ces courbes ?

Un train roule sur un rail en ligne droite. Le graphique montre sa position en fonction du temps.



D'après le graphique, on peut conclure que le train

- 6% ☐ 1 accélère tout le temps.
- 42% ☐ 2 décélère tout le temps.
- 52% ☒ 3 accélère au début et décélère ensuite.
- 0% ☐ 4 se déplace à vitesse constante.

Objets actifs et objets passifs

- Objets actifs et passifs
 - Un objet ne peut exercer une force que s'il est vivant, animé ou actif mais non passif.

« Mur qui pousse » ?? : c'est l'élève qui pousse et non le mur...
 - Un objet *plus* gros plus lourd agit *plus*.
- Il y a action s'il y a mouvement

Force et immobilité

Laquelle de ces propositions est vraie ?

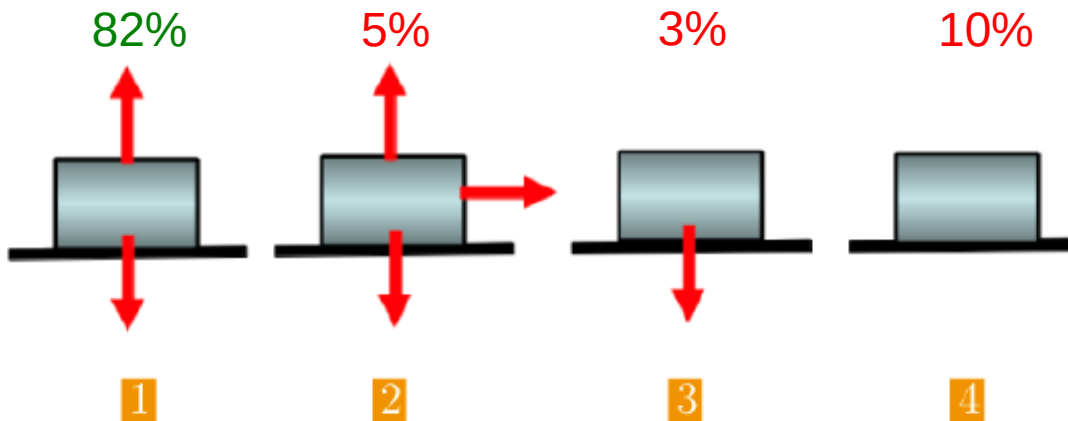
- 6% **1** Le seul mouvement naturel d'un objet est de ne pas bouger.
- 14% **2** Lorsqu'un objet est en mouvement continu, même à vitesse constante, une force agit sur lui dans le sens du mouvement.
- 8% **3** Tous les objets peuvent être arrêtés en enlevant la force qui agit sur eux.
- 11% **4** Lorsque plus aucune force n'agit sur un objet, la masse de celui-ci fait qu'il finit par s'arrêter.
- 24% **5** L'inertie est une force qui garde les objets en mouvement.
- 8% **6** Toutes ces propositions.
- 24% **7** Aucune de ces propositions.

Force et immobilité

- Pas de force si un objet est immobile (par exemple un objet posé sur une table).

Un bloc est à l'arrêt sur une surface sans frottement. Lequel des diagrammes correspond au bilan des forces exercées sur le bloc ?

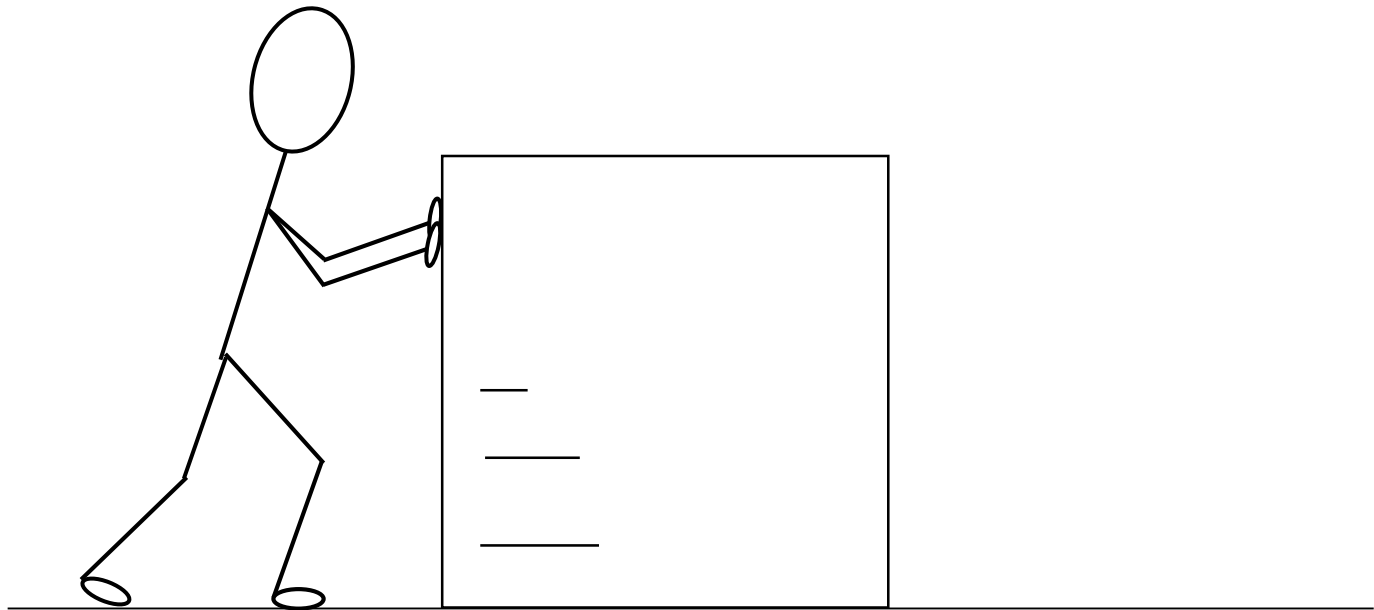
Chaque flèche représente une force. Considérez le nombre de flèches et leur direction mais ne tenez pas compte de leur longueur et de leur point d'application.



C'est acquis en L1.

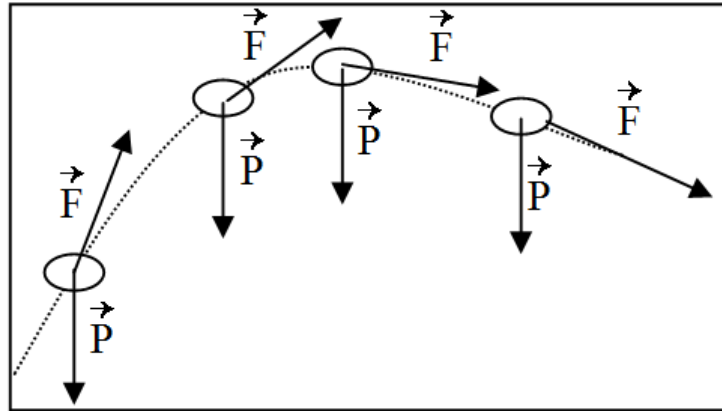
Force et actions réciproques

- L'action de la caisse peut être de même intensité que l'action du personnage sur la caisse si la caisse ne bouge pas...
- Mais si la caisse bouge, ce n'est plus possible !



Force et mouvement

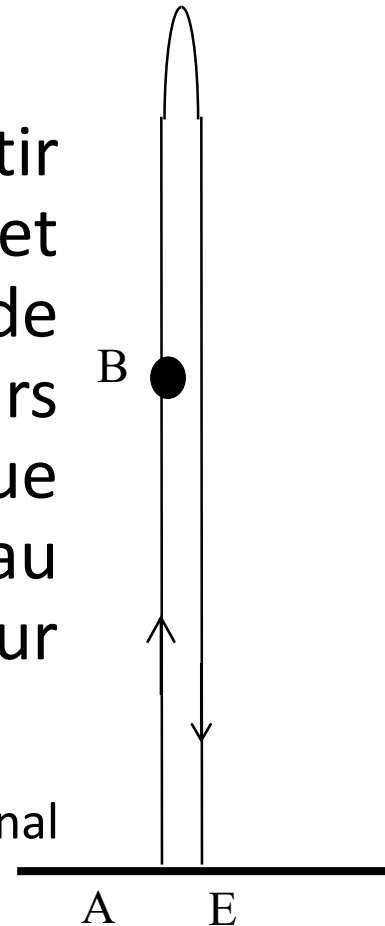
Adhérence force-vitesse



- Cette erreur typique se rencontre à 55% pour des élèves de Terminale, à 37% pour des étudiants en DEUG de physique, à 55% pour des étudiants en maîtrise de physique ainsi qu'à 55% pour des professeurs de physique.
- Cela met en évidence une résistance à l'enseignement et la persistance des conceptions alternatives même pour des étudiants ou enseignants scientifiques.

Force et mouvement (exemple)

Une pièce de monnaie est lancée à partir d'un point A en ligne droite dans l'air et rattrapée à un point E. Sur la ligne de gauche du dessin, tracer une ou plusieurs flèches montrant la direction de chaque force qui agit sur la pièce quand elle est au point B (trace des flèches plus longues pour des forces plus grandes)



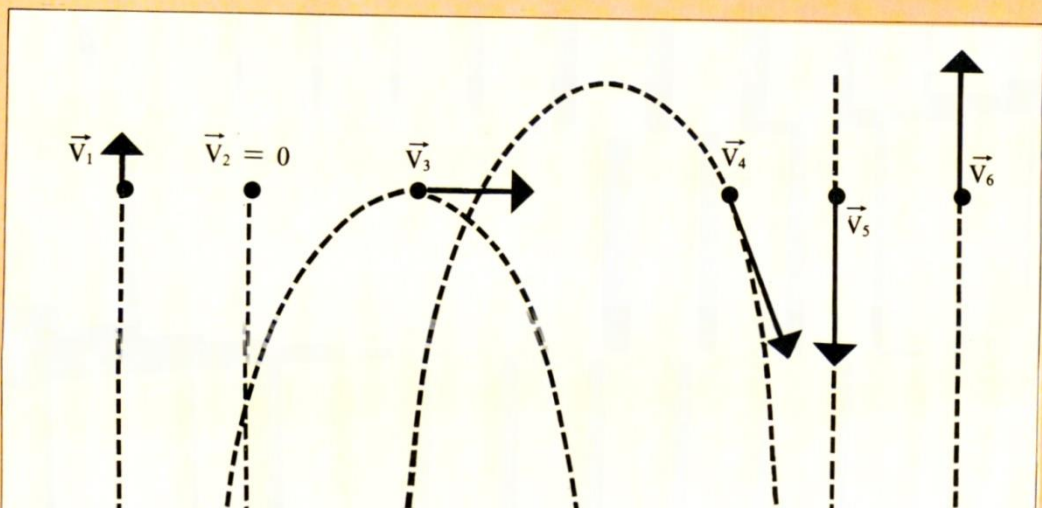
J. Clement (cité par L. McDermott ou voir American Journal of Physics (1982, 50, 66 - 71).

Force et mouvement (exemple)

Réponse typique des étudiants (première année d'université)

- Quand la pièce monte, la "force de la main" diminue à mesure qu'elle fait déplacer la pièce. Quand la pièce de monnaie monte cette force doit être plus grande que F_G , sinon la pièce descendrait.

Un jongleur joue avec 6 balles identiques. A l'instant t , les six balles sont en l'air à la même altitude, sur les trajectoires indiquées en pointillé sur la figure. On a également représenté sur celle-ci les vecteurs vitesses des six balles à cet instant.



Nombre d'élèves	SITUATION	RÉFÉRENCE	Année	Les forces sont...		
			d'enseignement	=	≠	? ou pas de réponse
29	A	1	dernière (secondaire)	39 % ██████	55 % ██████	6 % █
36		2	première (université)	58 % ████████	42 % ██████	0 %
226		3	première (univ. Belg.)*	44 % ██████	54 % ██████	2 % █

Force et mouvement

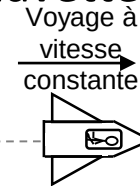
- Si un objet est en mouvement, il existe une force qui agit sur lui (ou il a une force), dans le sens du mouvement.
- À une vitesse constante correspond une force constante (la vitesse est même proportionnelle à la force).
- L'accélération est due à l'augmentation de la force

Autre exemple pour tester la manifestation de ces idées

Une navette spatiale voyage dans l'espace. Elle est très loin de toute étoile ou planète. Il n'y a pas d'air dans l'espace, donc il n'y a pas d'action de l'air. La navette voyage à vitesse constante.

(a) Quelle force doivent exercer les réacteurs pour que la navette continue de voyager à vitesse constante ?

- 1- Aucune force n'est nécessaire.
- 2- Une force constante vers la droite.
- 3- Une force en constante augmentation vers la droite.



(b) Le capitaine de la navette veut la faire aller dans la même direction et dans le même sens mais avec une vitesse de plus en plus grande. Quelle force doit être exercée par les réacteurs pour ceci ?

- 1- Aucune force n'est nécessaire.
- 2- Une force constante vers la droite.
- 3- Une force en constante augmentation vers la droite.

(c) Quelle force doit être exercée pour que la navette ralentisse ?

- 1- Aucune force n'est nécessaire. Elle ralentira si l'on attend.
- 2- Une force constante vers la gauche.
- 3- Une force en constante augmentation vers la gauche.

A la recherche d'une cause cohérente...

L. Viennot propose une "conception" qui permet d'interpréter les réponses des élèves :

Si dans la question le mouvement est directement accessible, c'est-à-dire observé ou présenté sous forme d'un diagramme (ou se réfère à une situation très fréquemment vécue),

2 cas se présentent :

- il y a compatibilité entre force et vitesse (force et vitesse de même sens ou les deux nulles), alors l'étudiant répond correctement (la force agit sur l'objet) ;
- il n'y a pas compatibilité, alors l'élève propose une "force de la masse" (et non agissant sur), proportionnelle à la vitesse (le "capital force").

L 'hybride « capital force »

Ce capital force est étiqueté de façons très diverses :

force-élan-inertie-énergie...

Il est la cause du mouvement, stocké dans l'objet en mouvement, et s'use en même temps que son effet (le mouvement).

Le mouvement et les forces

Étude auprès de lycéens et d'étudiants, filières scientifiques... (Mc Closkey, 1983)

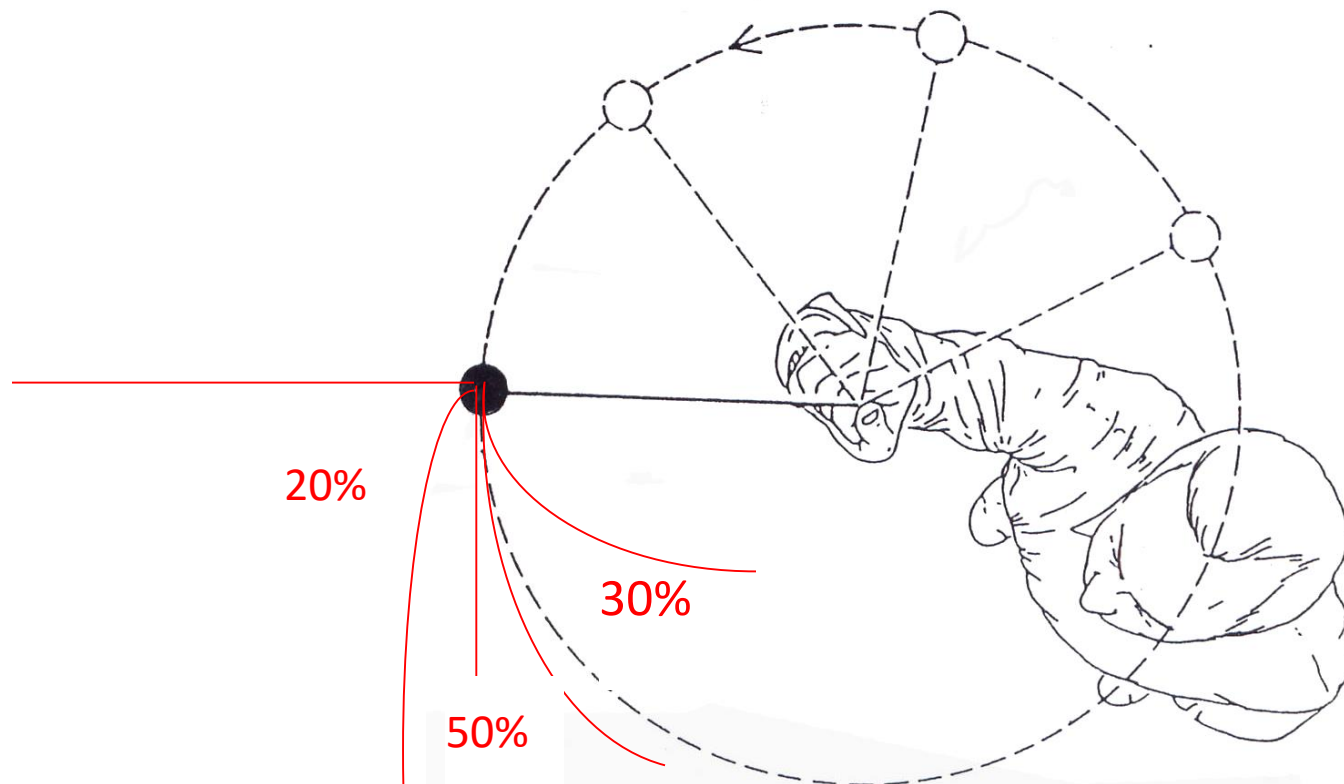
- 45% savaient qu'elle continue d'avancer pendant sa chute
- 49% pensaient qu'elle tombait à la verticale à l'aplomb de l'endroit où on l'a lâchée
- 6% croyaient que la balle reculait en tombant

$T = t_0$, lâche la balle

$T = t_0 + t$ la balle touche le sol

Des intuitions tenaces...

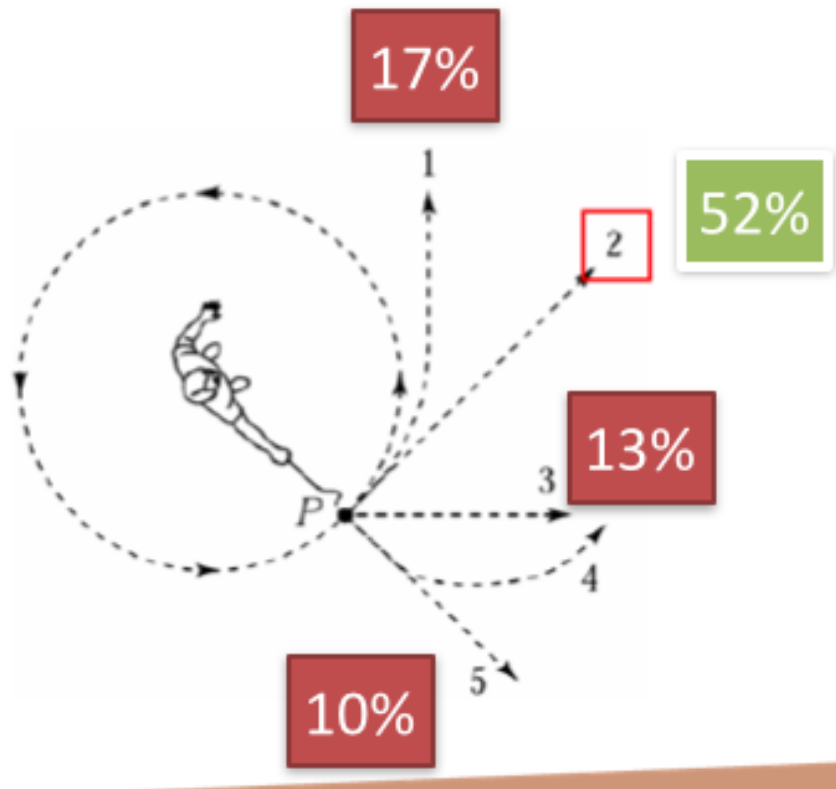
Un objet a tendance à garder mémoire de son mouvement antérieur...



On fait tourner une balle au bout d'un fil. On la lâche.

Des intuitions tenaces...

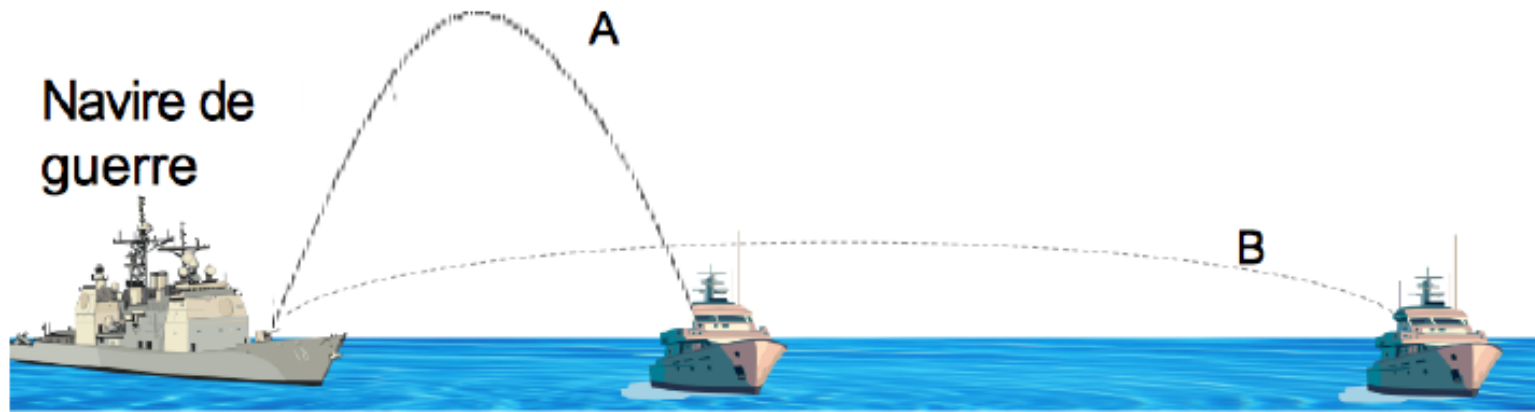
Un objet a tendance à garder mémoire de son mouvement antérieur... impetus circulaire





Des intuitions tenaces...

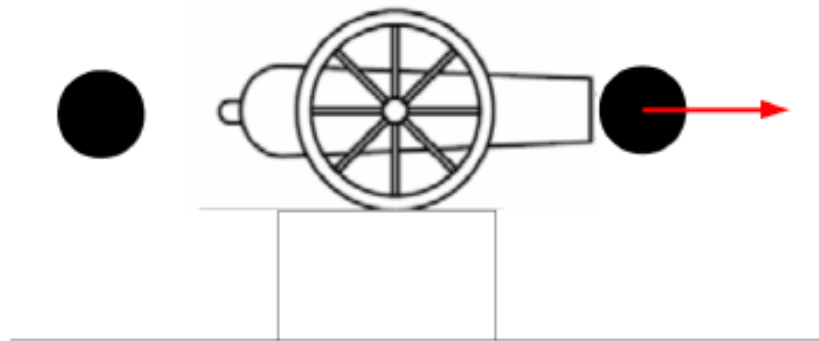
Un navire de guerre tire en même temps deux boulets de canon à la même vitesse (mais pas avec la même inclinaison). Si les boulets suivent les trajectoires paraboliques ci-dessous, lequel des deux bateaux est touché en premier ?



- 6% 1 Le bateau A.
- 19% 2 Le bateau B.
- 39% 3 Les deux se font toucher en même temps.
- 34% 4 Il manque des informations pour pouvoir répondre.

Des intuitions tenaces...

Un boulet est tiré par un canon horizontal. Au moment où il sort du canon, un autre boulet identique est lâché de la même hauteur, sans vitesse initiale. Lequel des deux va toucher le sol en premier ?



- 48% **1** Le boulet lâché sans vitesse initiale.
- 4% **2** Le boulet tiré par le canon.
- 45% **3** Les deux touchent le sol en même temps.

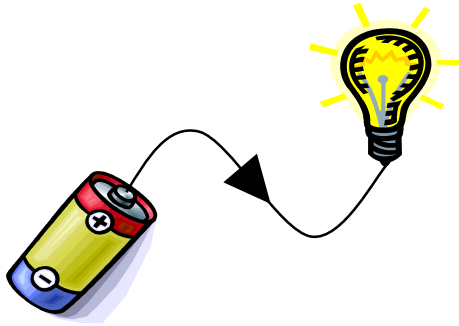
Des intuitions tenaces...

L'expérience est très puissante pour convaincre.

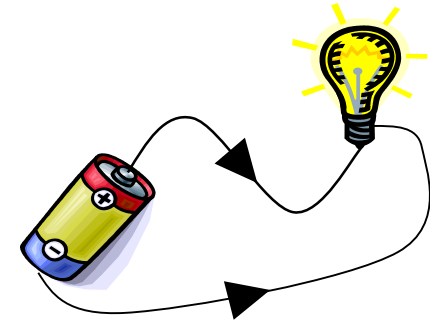


En électricité

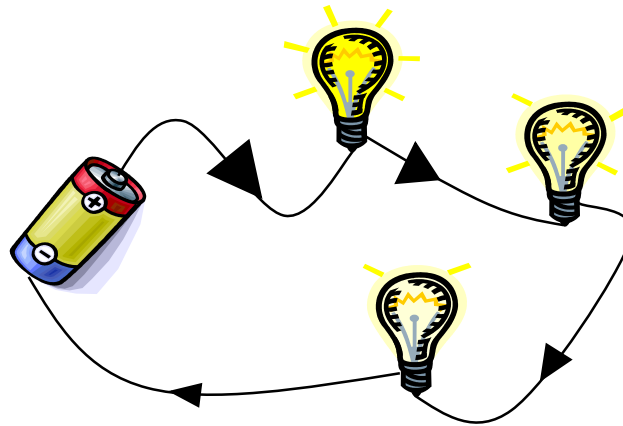
Conceptions classiques en électrocinétique



unifilaire



Courants antagonistes



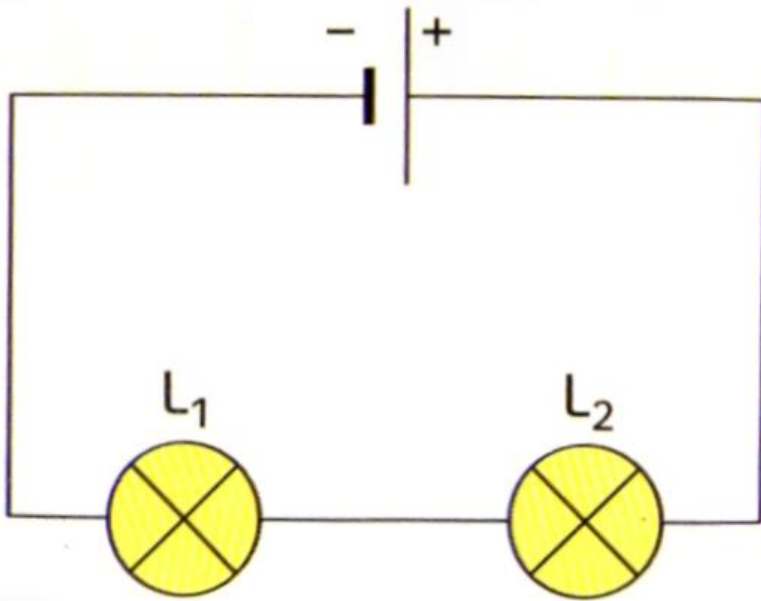
Épuisement du courant

Ressource 1: Les conceptions classiques en électricité

Tableau récapitulatif des conceptions en électrocinétique

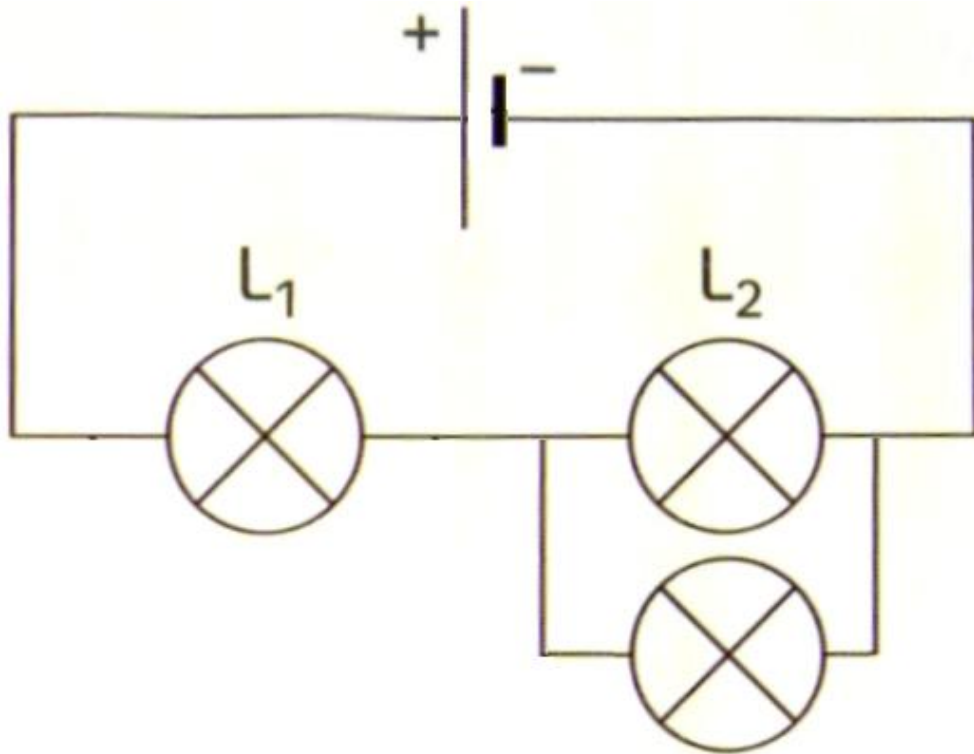
Conceptions ou raisonnements	Unifilaire	A courants antagonistes	Circulatoire avec épuisement du courant	pile= générateur de courant	Raisonnement séquentiel
Description et schéma (si possible)	Un seul fil suffit 	Un courant part de chaque borne de la pile 	Après chaque composant, le courant diminue 	Une pile débite toujours le même courant même si on change le circuit 	Modifier localement un circuit n'a pas d'influence sur ce qui est en amont
Classes d'âge concernées	Classes primaires et début enseignement du collège mais rapidement délaissée	40% des élèves de collège, résiste à l'enseignement du collège et disparaît au lycée (17 ans)	Survient dès le collège, persiste au lycée et dans l'enseignement supérieur	Un grand nombre de collégiens et de lycéens, une majorité d'étudiants	
Parties de programmes de collège concernées	Cinquième : partie 1	Cinquième : parties 1, 2 et 3	Cinquième : parties 1 et 2	Cinquième : parties 1, 2 et 3	Cinquième : parties 1, 2 et 3
Mise en garde			Renforcée par le recours à l'analogie	Renforcée par le recours à l'analogie	Renforcée par le recours à l'analogie

Pour déstabiliser l'idée classique selon laquelle le courant s'use, je propose aux élèves de prévoir ce qu'il va se passer lorsqu'on inverse L_1 et L_2 .



Ici L_2 brille plus que L_1 ;
Que va-t-il se passer si on inverse L_1 et L_2 ?

À quoi peut servir cette prévision ?

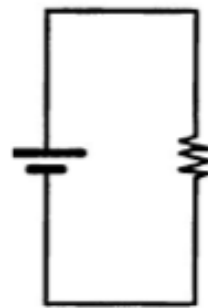


L_1 et L_2 sont identiques.
Seules dans le circuit série,
elles brillent de la même façon.

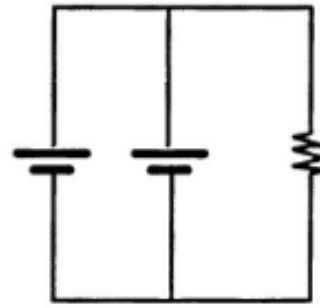
Que va-t-il se passer pour L_1
si on ajoute
une troisième ampoule identique
en parallèle de L_2 ?

Adhérence entre source de tension et source de courant

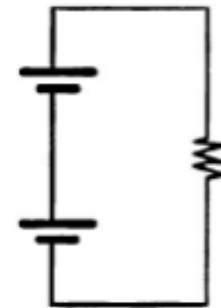
10. Dans quel(s) circuit(s) la résistance est-elle traversée par le plus petit courant ?



Circuit 1



Circuit 2



Circuit 3

38% a) Circuit 1

17% b) Circuit 2

6% c) Circuit 3

14% d) Circuit 1 = circuit 2

24% e) Circuit 1 = circuit 3

En optique

Un exemple classique en optique

L'image voyageuse

L'image est émise par l'objet et « voyage » jusqu'à l'écran en étant retournée au passage par la lentille

(Viennot, L, 1996, *Raisonnement en physique, la part du sens commun*, De Boeck Editeur).

Conséquence

- Cette conception suggère de faire réaliser une série d'expériences consistant :
 - à déplacer l'objet ou la lentille;
 - à enlever ou cacher la lentille
 - à former une image pour différentes positions de l'objet ou de la lentille;
 - à utiliser plusieurs lentilles.

Activité « cache sur la lentille »

Sur le montage, on observe l'image du chiffre " 1 " sur l'écran, la mise au point étant réalisée.

Question : *que pensez-vous observer sur l'écran si on place un cache contre la lentille, ce cache pouvant couvrir une bonne partie de la lentille?*

Conduite de l'activité

- Afin que la question soit bien comprise, la lanterne étant éteinte, le professeur peut masquer la lentille
- S'assurer que l'expérience n'est faite qu'après la prévision.
- Chaque étudiant prend position soit en annonçant à tous ce qu'il prévoit concernant ce qui sera observé sur l'écran... soit **en votant...**

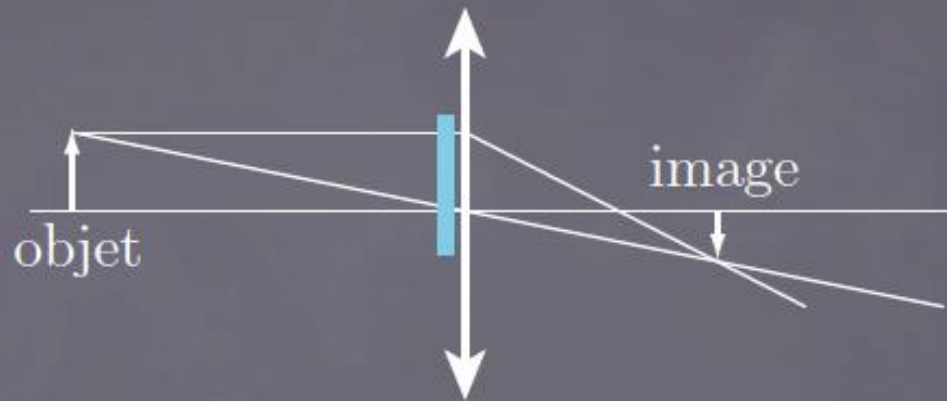
C'est motivant car :

- ils peuvent tous prendre position
- ils savent que la réponse va être donnée immédiatement par l'expérience elle-même
- Ils s'engagent devant le groupe

Un atout supplémentaire pour le professeur

- Le professeur est à peu près certain que plus de deux tiers du groupe ne va pas faire la bonne prévision: pour la majorité, l'image sera tronquée.
- Ce taux d'erreur est encore de 66% à bac +2
(Viennot, L, 1996, *Raisonnement en physique, la part du sens commun*, De Boeck Editeur)

En L1 à l'UPS



On dispose le cache bleu vers le centre de la lentille. Que se passe-t-il ?

- 33% 1 L'image disparaît
- 33% 2 Un trou apparaît dans l'image
- 33% 3 Une partie de l'image devient moins lumineuse
- 33% 4 L'image devient globalement moins lumineuse

L'interprétation par le modèle

L'activité est d'autant plus convaincante pour les étudiants et d'autant plus formatrice que le modèle rend parfaitement compte du résultat de l'expérience. Cette activité contribue à donner du sens au modèle, en particulier à la représentation de la marche de la lumière à travers une lentille.

Activité « on déplace l'écran »

- Montage « objet -lentille-écran », la mise au point étant réalisée.
- Question : *prévoyez et expliquez ce que vous allez voir lorsque l'écran sera déplacé (un peu puis beaucoup) vers l'avant ou vers l'arrière du banc d'optique.*

Réponses des étudiants

- Une bonne partie des étudiants pensent qu'ils verront encore quelque chose de net si on déplace l'écran. Ils précisent que ce sera plus net, plus petit ou plus grand, plus ou moins lumineux.
- Certains pensent que lorsque l'écran est très près de la lentille, l'image sera droite (erreur classique au lycée qui perdure parfois dans l'enseignement supérieur).

Lentille convergente

Un faisceau lumineux émergent d'une lentille convergente peut être

- 10% ☐ 1 convergent
- 30% ☐ 2 divergent
- 60% ☐ 3 parallèle à l'axe optique
- ☐ 4 toutes les réponses précédentes
- ☐ 5 Plusieurs de ces réponses mais pas toutes

Réel versus virtuel

Peut-on voir une image virtuelle ?

29%

1 Oui, il suffit de placer un écran

0%

2 Oui, il suffit de placer une lentille convergente et un écran

29%

3 Oui, il suffit de placer une lentille divergente et un écran

43%

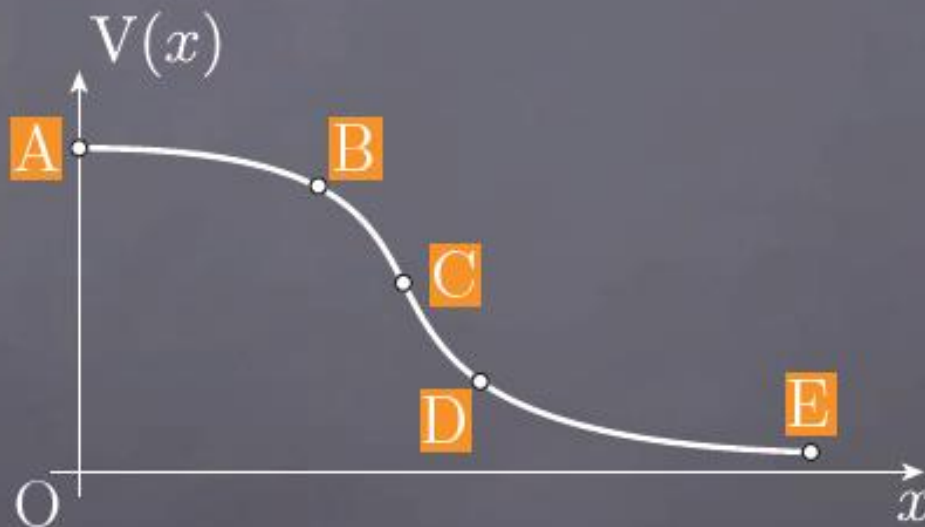
4 Non car elle est virtuelle

En thermodynamique

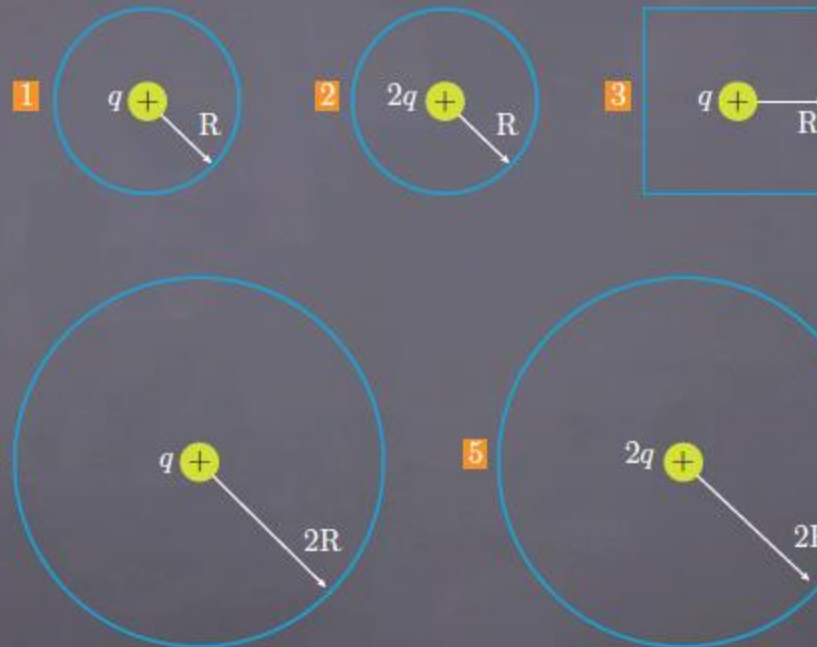
- Activité : on fait toucher une plaque métallique et une plaque en bois.
 - la plaque métallique est plus froide au toucher.
 - On pose un glaçon sur ces deux plaques. Sur quel plaque le glaçon fond-il le plus vite ?
- 56% 1. plaque métallique
- 44% 2. plaque en bois

En thermodynamique

On considère une région de l'espace où règne un potentiel $V(x)$ ne dépendant que de la coordonnée x et dont on donne une représentation ci-dessous. En quel point le champ électrique est-il le plus grand ?



La figure ci-après représente les sections bidimensionnelles de sphères et d'un cube. Classer du plus petit au plus grand les flux du champ électrique à travers les surfaces.



1 $1 = 2 < 3 < 4 = 5$

2 $4 = 5 < 3 < 1 = 2$

3 $1 < 3 < 2 < 4 < 5$

4 $1 < 3 < 2 = 4 < 5$

5 $1 = 3 = 4 < 2 = 5$

6 Aucune de ces solutions

La figure suivante représente trois sphères de rayon différent, chacune portant une même charge Q uniformément répartie en volume. On considère un point M à la distance r du centre. Classifier les trois situations suivant l'amplitude du champ électrique en M



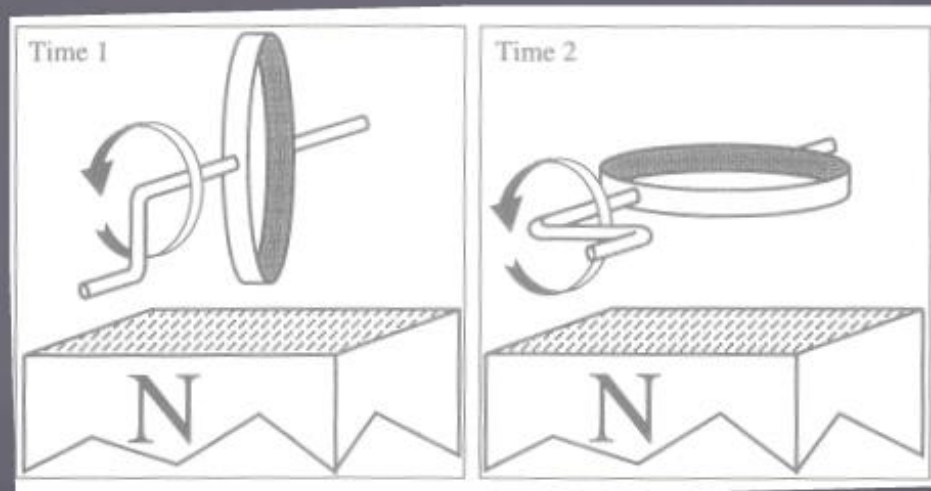
1 $1 < 2 < 3$

2 $1 = 2 = 3$

3 $3 < 2 < 1$

4 Aucune de ces solutions.

Une spire est mise en rotation uniforme autour d'un axe horizontale au dessus du pôle d'un aimant.



- 1 Le courant induit est nul au temps 1
- 2 Le courant induit est nul au temps 2
- 3 Le courant induit est toujours nul
- 4 Le courant induit n'est jamais nul

En relativité restreinte

- Le cours du secondaire amène à la représentation qu'une horloge qui se déplace n'indique pas un temps propre.
 - Et en plus on parle de référentiel Galiléen.

2.2 Relativité du temps

Temps propre

Le **temps propre**, ou **durée propre**, ΔT_0 est la **durée séparant** deux événements ayant lieu au même endroit dans un référentiel galiléen (R). Cette durée est mesurée par une horloge fixe dans ce référentiel galiléen et proche des deux événements.

Temps mesuré

L'**activité 2** a montré que la durée de vie propre d'un muon (doc. 4) en mouvement dans l'atmosphère terrestre est plus petite que la durée de vie mesurée par un observateur immobile à la surface de la Terre.

Le **temps mesuré**, ou **durée mesurée**, $\Delta T'$ est la durée séparant deux événements mesurée par une horloge fixe dans un référentiel galiléen (R') en mouvement par rapport au référentiel galiléen (R) dans lequel on mesure le temps propre.

On considère une horloge. Le temps délivré par cette horloge

Veuillez choisir une réponse :

- 33% ☐ n'est pas un temps propre si elle se déplace
- 35% ☐ n'est pas un temps propre si elle se déplace à une vitesse proche de la vitesse de la lumière
- 28% ☒ est toujours un temps propre

3- Comment repérer les idées initiales et s'appuyer sur elles ?

De nombreuses idées initiales ont été recensées dans la littérature.

généralement construit à partir d'interviews d'étudiants ou de réponses libres à une question ouverte.

Des interférences *parfois* destructives...

Des connaissances qui peuvent interférer ...

- soit en termes de vocabulaire commun utilisé en physique avec une signification différente.
- soit en termes de raisonnements intuitifs

Quelles conséquences pour l'enseignement ?

- Les tensions entre savoirs « quotidiens » et savoirs « scientifiques » peuvent être des sources d'incompréhension entre l'enseignant et l'étudiant.
- Elles peuvent être explicitées à l'étudiant pour qu'il puisse prendre conscience de ses propres apprentissages et du champ de fonctionnement des connaissances à acquérir
- Elles sont une aide pour prévoir... et surprendre !
- Elles peuvent servir de point d'appui

Le rôle de l'analogie pour faire émerger les idées

Questionnement, résolution de problème sur des situations d'étude « nouvelles »

- ▶ oblige à faire des liens d'analogie avec :
 - ✓ des situations familières déjà vécues
 - ✓ des systèmes explicatifs que l'on a construit au quotidien et les explications proposées par un cadre théorique moins familier et souvent davantage formalisé

Un exemple...



- a. C'est possible
- b. C'est un fake
- c. Il faut des conditions très particulières

Des conséquences importantes

- sur la structuration d'un enseignement
- sur le statut de l'erreur et le rapport au savoir
- sur le temps d'enseignement (peut être chronophage)
- ...

Choisir des situations

- Les situations classiques convoquées pour révéler une idée ne sont pas forcément reconnues comme des situations canoniques du sujet (*Lebrun N., 2013*)

Choisir des situations

- Distinguer les différents contextes d'usage et les différents sens selon le contexte : décrire une situation courante « en physique » nécessite déjà un apprentissage...
- Éviter l'ambiguïté au sujet du contexte lorsqu'on pose une question ou assumer l'ambiguïté pour en faire un sujet de débat dans la classe ;

4- Comment prendre en compte les idées initiales et les déconstruire ?

Comment construire des activités en tenant compte des idées initiales ?

Elicit -> Confront -> Resolve

Différents types d'activités :

- Activités permettant à l'étudiant de prendre conscience de ses idées initiales
- Activités prenant appui sur les idées initiales pour construire des connaissances en physique
- Activités illustrant la pertinence du modèle du physicien par rapport aux idées initiales
- Débats entre étudiants pour confronter leurs idées initiales

Toutes ces activités ne sont pas toujours suffisantes :

- changement de situation $\Rightarrow$ réapparition de l'idée
- coexistence des deux points de vue
- Idées initiales non prévues

Quelle attitude face aux idées initiales?

- Avoir conscience des idées initiales ne suffit pas.
- Donner les moyens à l'étudiant d'exprimer ses idées...
- Rendre ces idées initiales explicites aux étudiants ne résout pas tout.
- Accepter que le point de vue des étudiants soit un point de vue possible et non absurde.

Proposer des situations :

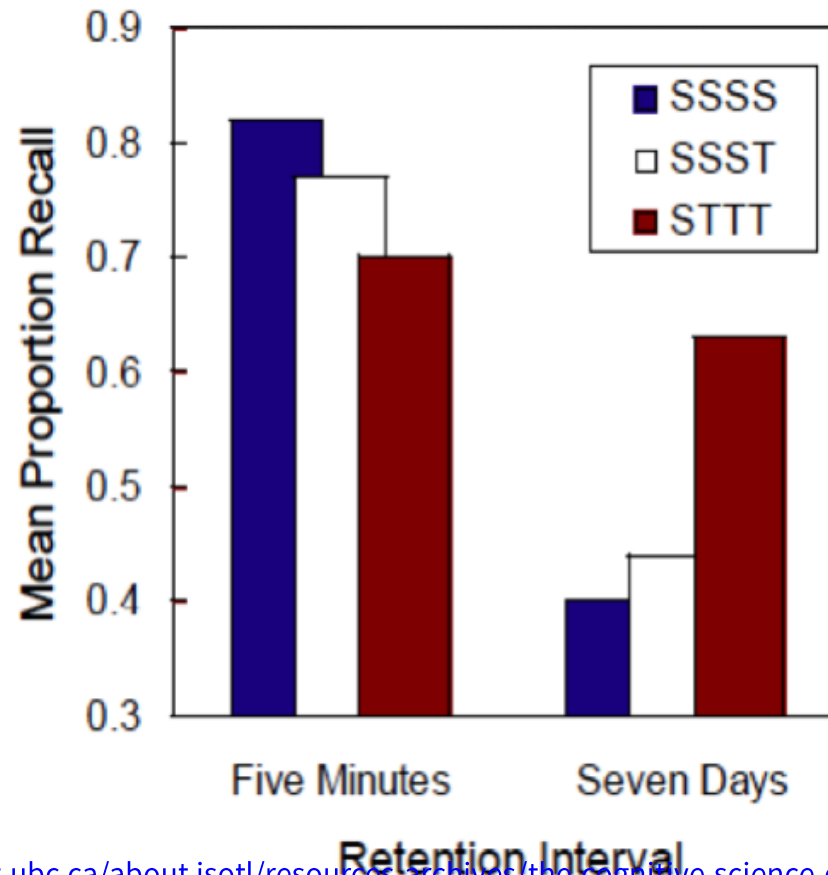
- faisant émerger explicitement ces idées avant de fournir l'interprétation du physicien/chimiste (le modèle) ;
- pour lesquelles l'idée initiale n'apparaît plus pertinente pour l'étudiant ;
- permettant de surmonter ces idées en les mettant en regard du modèle, afin de justifier davantage le point de vue du physicien.

Une constante cependant...

Les conceptions sont très résistantes à l'enseignement.

effet testing

Revenir régulièrement sur l'idées initiales pour l'amoindrir à chaque passage.



E. Eich, prof of psychology <http://ctlr.ubc.ca/about-isotl/resources-archives/the-cognitive-science-of-learning-enhancement-optimizing-long-term-retention/>

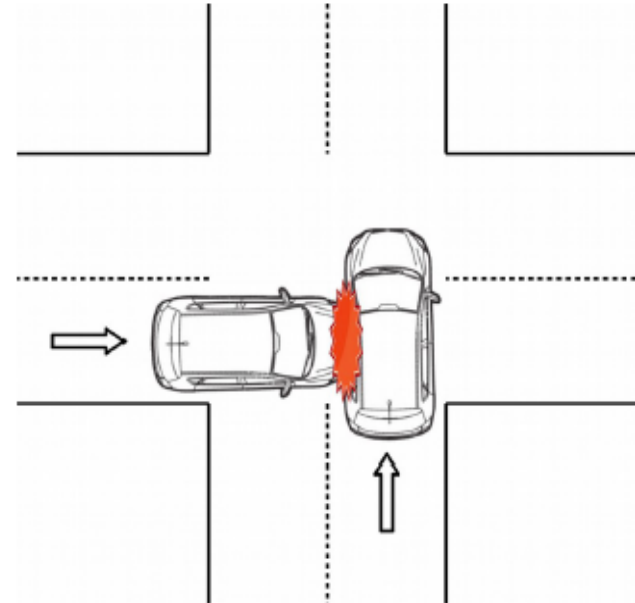
Faire le tour d'un concept

Un gros camion entre en collision avec une petite voiture compacte. Les deux véhicules roulaient à la même vitesse juste avant l'impact. Pendant la collision, quel véhicule exerce une force plus forte sur l'autre ?

1. le camion.
2. la voiture.
3. aucun des deux n'exerce de force sur l'autre.
4. le camion exerce une force sur la voiture mais la voiture n'exerce pas de force sur le camion.
5. les deux exercent une force de même intensité (norme) l'un sur l'autre.

Faire le tour d'un concept

Deux voitures se percutent à une intersection d'une route comme illustré sur la figure. Les deux voitures sont identiques et roulaient à la même vitesse au moment de l'impact.

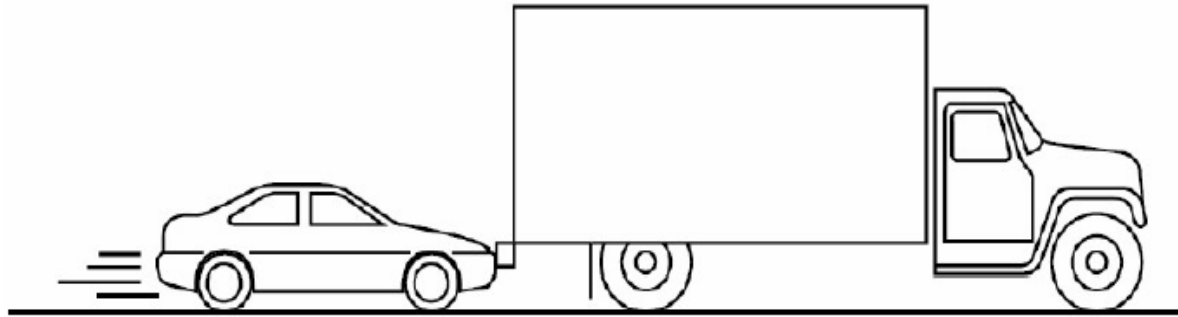


Au moment de la collision, quelle voiture exerce une force plus forte sur l'autre ?

1. La voiture de droite.
2. La voiture de gauche. La voiture du droite exerce une force sur la voiture de gauche mais plus faible.
3. La voiture de gauche. La voiture de droite n'exerce pas de force sur la voiture de gauche.
4. Les deux voitures exercent une force de même intensité (norme) l'une sur l'autre.
5. Aucun des véhicules n'exerce de force l'un sur l'autre.

Faire le tour d'un concept

Un gros camion tombe en panne sur une route et se fait pousser par une voiture.



Quand la voiture commence à pousser le camion, quel véhicule exerce une force plus forte sur l'autre ?

1. les deux exercent une force de même intensité (norme) l'un sur l'autre.
2. le camion.
3. la voiture. Le camion exerce aussi une force sur la voiture, mais plus petite.
4. la voiture. Le moteur du camion est à l'arrêt, donc le camion ne peut pas exercer une force sur la voiture.
5. ni la voiture ni le camion n'exercent de forces l'un sur l'autre. Le camion n'est poussé vers l'avant que parce qu'il est dans le chemin de la voiture.

Faire le tour d'un concept

On lance une pierre à quelques mètres devant soi. Durant la chute libre vers le sol, qui de la pierre ou de la Terre exerce une force plus importante sur l'autre ?

1. la pierre exerce une force plus importante sur la Terre que la Terre n'exerce sur la pierre.
2. la Terre exerce une force plus importante sur la pierre que la pierre n'exerce sur la Terre.
3. aucune n'exerce de force sur l'autre.
4. la Terre exerce une force sur la pierre, mais la pierre n'exerce pas de force sur la Terre.
5. les deux exercent une force de même intensité (norme) l'une sur l'autre.

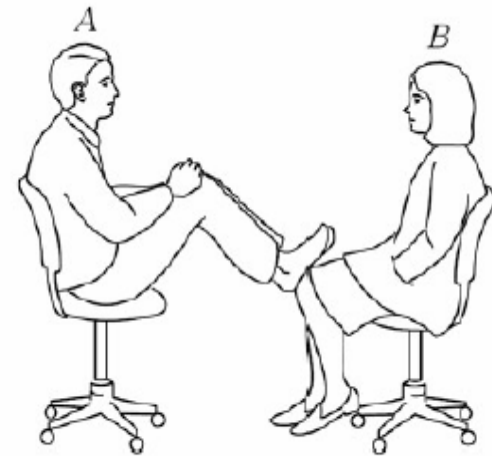
Faire le tour d'un concept

Une bille de métal est lâchée et percute le sol en terre. Elle s'enfonce alors rapidement dans le sol. Au moment où la bille entre dans le sol et s'enfonce rapidement,

1. la force exercée par la bille sur le sol est plus forte que la force exercée par le sol sur la bille.
2. la force exercée par le sol sur la bille est plus forte que la force exercée par la bille sur le sol.
3. les deux forces sont de même intensité (norme).
4. la bille n'exerce pas de force sur le sol.
5. on ne peut pas conclure.

Faire le tour d'un concept

Dans la figure ci-contre, l'élève A a une masse de 75 kg et l'élève B a une masse de 57 kg. Ils sont assis face à face sur des chaises à roulettes identiques. L'élève A place ses pieds nus sur les genoux de l'élève B, tel qu'illustré. Puis, l'élève A pousse soudainement sur les genoux de l'élève B, provoquant le mouvement des deux chaises.



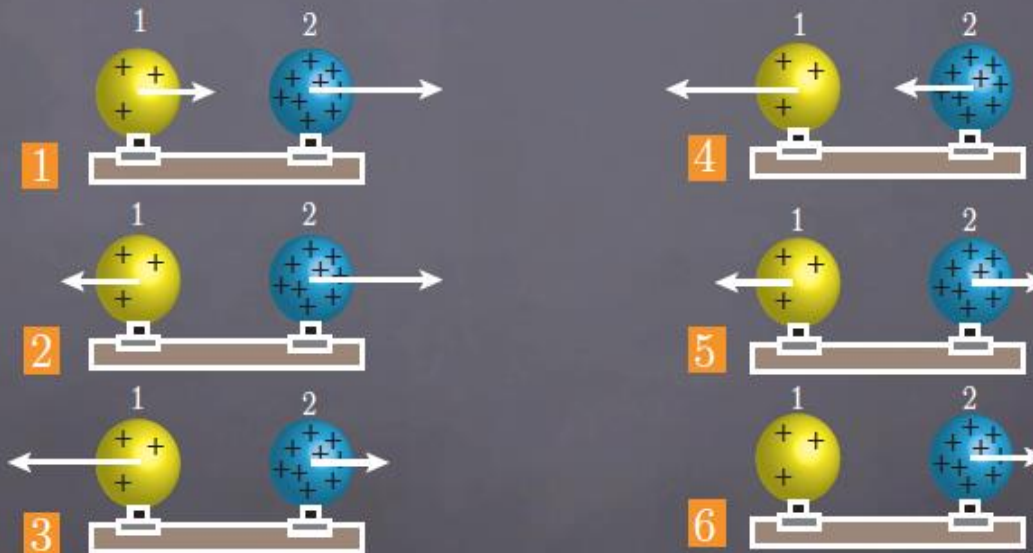
Durant la poussée alors que les deux élèves sont toujours en contact,

1. aucun des élèves n'exerce une force sur l'autre.
2. l'élève A exerce une force sur l'élève B, mais l'élève B n'exerce pas de force sur A.
3. chaque élève exerce une force sur l'autre, mais l'élève B exerce une force plus grande.
4. chaque élève exerce une force sur l'autre, mais l'élève A exerce une force plus grande.
5. chaque élève exerce autant de force l'un sur l'autre.

Faire le tour d'un concept

Deux boules fixées rigidement à un support et isolées électriquement sont chargées. La charge sur la boule 2 est trois fois plus importante que celle sur la boule 1.

Quel diagramme représente correctement les forces de Coulomb s'exerçant sur les boules ?



7 Aucune des réponses précédentes.

Faire le tour d'un concept

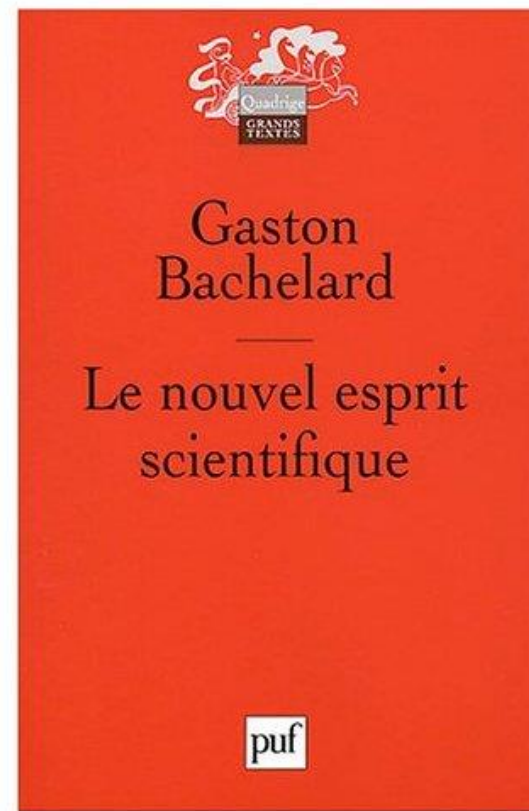


Faire le tour d'un concept

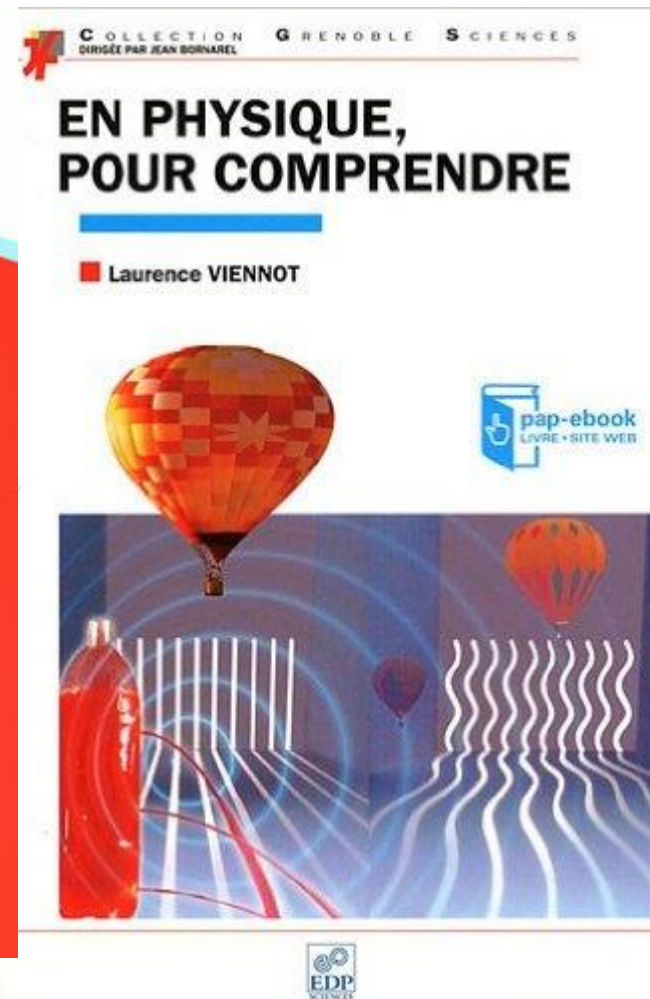
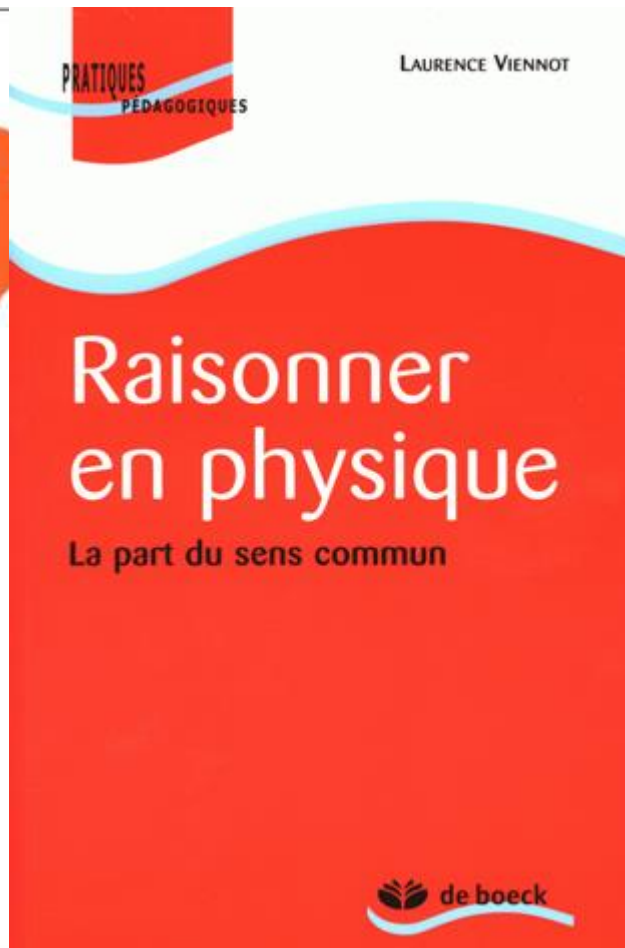
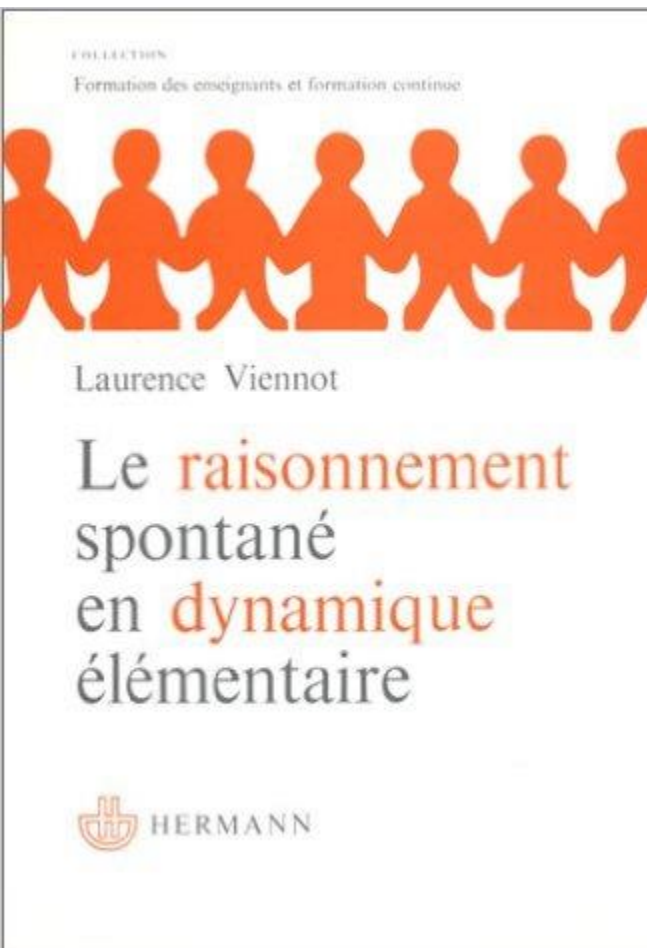


Pourquoi la mêlée de la nouvelle zélande recule-t-elle ?

- 9% 1. Parce que l'argentine exerce sur la nouvelle zélande une force plus grande que la nouvelle zélande n'exerce sur l'argentine.
- 2% 2. Parce que le sol exerce une force moins forte sur les crampons des néozélandais que sur les crampons des argentins.
- 49% 3. Parce que la masse totale des argentins est plus importante que la masse totale des néozélandais.
- 21% 4. Parce que les néozélandais sont fatigués.
- 14% 5. Aucune des raisons précédentes.



Les livres de L. Viennot



Une référence utile...

Une autre avec un peu plus de jargon...

