

# Les préconceptions en physique

## Introduction:

Obstacles courants à l'apprentissage:

1. L'élève manque d'information ou de vocabulaire.
2. L'élève ne possède pas les outils nécessaires.
3. L'élève n'est pas réceptif parce qu'il ne se sent pas concerné.
4. L'élève possède des préconceptions qui sont en contradiction avec ce qu'on essaye de lui enseigner.

**Préconception:** écart qui existe entre la pensée de l'apprenant et la pensée scientifique qu'on essaye de lui inculquer.

# Les préconceptions en physique

## Introduction:

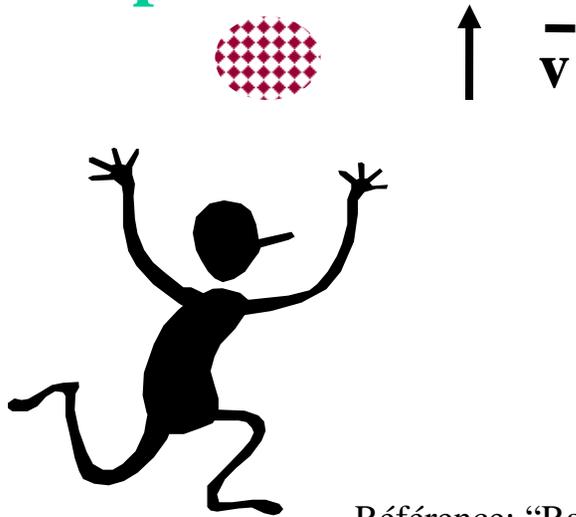
### Préconceptions:

- > expérience antérieure
- généralement non formulées et inconscientes
- ≠ exposé confus ou incomplet
- non détectées par des questions de type restititif ou par des exercices classiques

### Préconceptions en mécanique: Exemple 1: Le concept

d'inertie (1<sup>ère</sup> loi de Newton)

Représentez la ou les forces qui s'exercent sur la balle par des vecteurs et commentez.



# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en mécanique :

### Exemple 1: Le concept d 'inertie (1<sup>ère</sup> loi de Newton)

~3/4 des élèves de 6<sup>ème</sup>: ajoutent une force vers le haut:

- force résiduelle de la main qui a lancé!!!!
- vitesse initiale!!!!
- force de la masse vers le haut!!!!

### **préconceptions:**

- il faut une force dans la direction du mouvement!!!!
- une force de contact continue d 'agir même lorsqu'il n 'y a plus contact!!!!
- adhérence entre les notions de vitesse et de force!!!!
- Les forces sont une propriété de l'objet!!!!

La notion d 'inertie exprimée par la 1<sup>ère</sup> loi de Newton n 'est donc pas mobilisée par les élèves.

# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en mécanique :

### Exemple 1: Le concept d 'inertie (1<sup>ère</sup> loi de Newton)

#### **origine:**

- observations de la vie courante: si le cheval cesse de tirer la charrette, celle-ci s 'arrête!
- le rôle primordial des forces de frottement dans les mouvements usuels n'est pas perçu.
- il a fallu de nombreux siècles (Galilée) pour abandonner cette préconception qu'ont la plupart des élèves.

# Les préconceptions en physique

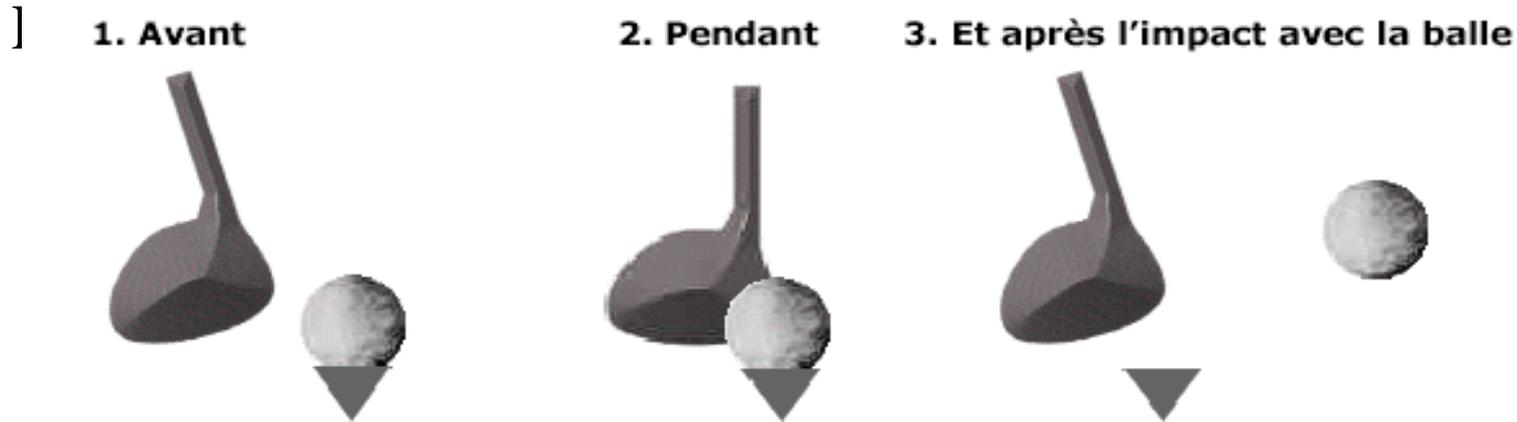
## Préconceptions en mécanique :

### Autres préconceptions autour de la loi d'inertie:

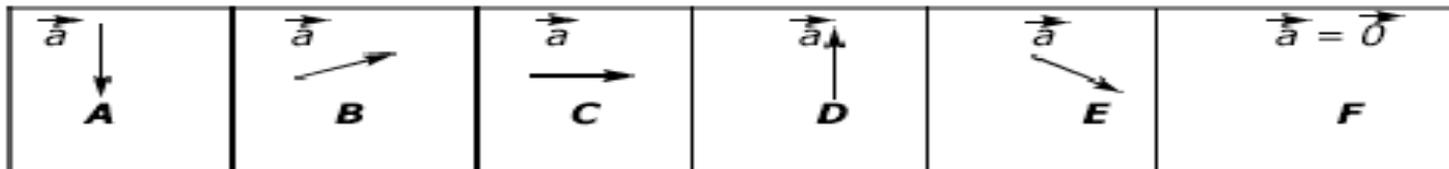
- Le seul mouvement naturel d'un objet est de ne pas bouger.
- Lorsqu'un objet est en mouvement continu, même à vitesse constante, une force agit sur lui dans le sens du mouvement.
- Cette force inventée est surtout présente lorsque la force est opposée au sens du mouvement. Le mouvement est alors expliqué par le fait que la force imaginée est plus grande que la force réelle.
- Tous les objets peuvent être arrêtés en enlevant la force qui agit sur eux.
- La masse de l'objet fait que celui-ci s'arrête.
- L'inertie est une force qui garde les objets en mouvement.

# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en mécanique: Exemple 2: La 2<sup>ème</sup> loi de Newton



- A. Représentez par un vecteur la ou les forces qui agissent sur la balle pour chaque situation et commentez-les.
- B. Choisissez parmi les vecteurs dessinés ci-dessous, celui qui représente l'accélération de la balle à chaque position.



\*extrait de: <http://www.restode.cfwb.be/download/infoped/info50b.pdf>

et <http://www.restode.cfwb.be/download/infoped/info52f.pdf> - M. Honorez et al

# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en mécanique:

### Exemple 2: La 2<sup>ème</sup> loi de Newton

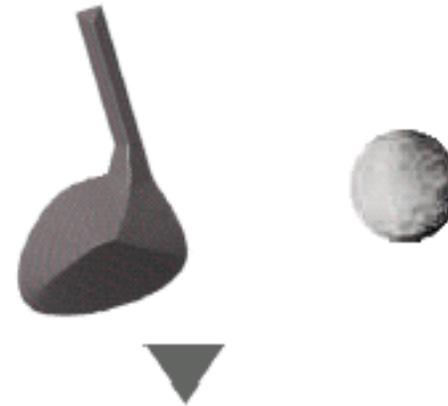
1. Avant



2. Pendant



3. Et après l'impact avec la balle



Questions posées à 23 élèves de 6<sup>ème</sup> (3h/semaine), après avoir étudié le cours « normal » sur les lois de Newton

Réponses OK:	1	2	3
A. Forces:	~60%	~20%	~25%
B. Accélération:	~80%	~20%	~10%

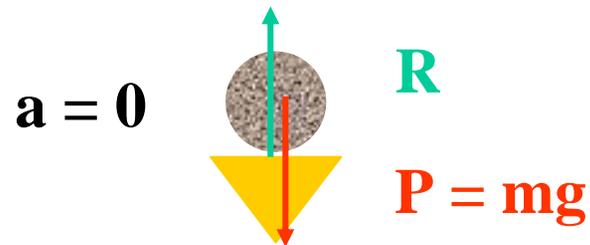
La situation d'équilibre pose moins de problèmes.

# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en mécanique :

### Exemple 2: La 2<sup>ème</sup> loi de Newton

- situation 1 (situation d'équilibre):



### préconceptions:

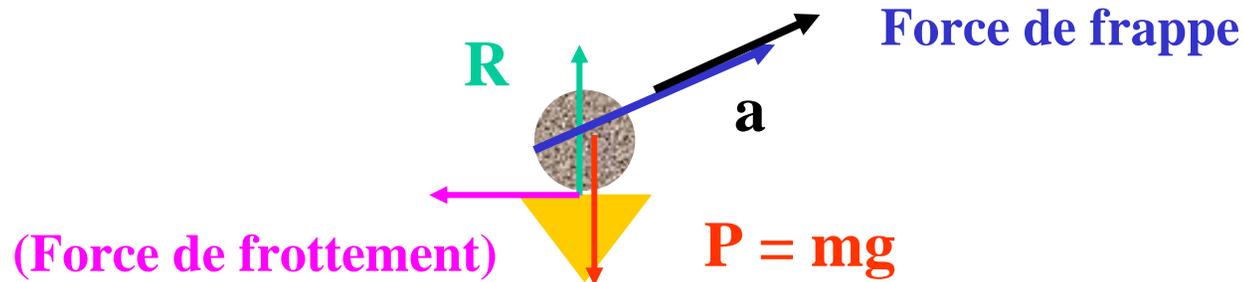
- s'il n'y a pas de mvt, il n'y a pas de force!!!!
- la gravité n'agit que sur un corps qui tombe!!!!
- seul un agent actif (qui bouge) exerce une force; les obstacles n'exercent pas de forces, ils sont juste dans le passage (pas de réaction du tee)!!!!

# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en mécanique :

### Exemple 2: La 2<sup>ème</sup> loi de Newton

- situation 2 (impact):



### préconceptions:

- si la vitesse est nulle, il n'y a pas d'accélération

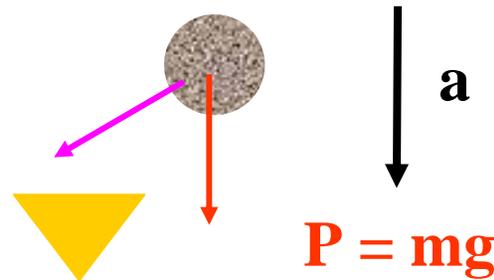
# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en mécanique :

### Exemple 2: La 2<sup>ème</sup> loi de Newton

- situation 3 (en vol):

(Force de frottement)



- **préconceptions:**
  - la force de frappe est toujours présente (cf 1<sup>ère</sup> loi)
  - il y a une réaction qui annule le poids (cf 1<sup>ère</sup> loi)
  - le sens de la force et le sens du mouvement sont les mêmes.
  - l'accélération et la vitesse ont toujours même direction et même sens

La force est reliée à la vitesse et la notion d'accélération n'est pas mobilisée par les élèves du moins à 2 dimensions.

# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en mécanique :

### Autres préconceptions autour de la 2ème loi de Newton:

- La vitesse est proportionnelle à la force appliquée.
- Une accélération implique une augmentation de forces.
- La dernière force qui agit détermine le mouvement.
- Pour qu'il y ait mouvement, il faut que les forces actives soient plus grandes que la résistance.
- Une plus grande masse implique une plus grande force.
- Les agents les plus actifs produisent les plus grandes forces.

### et pour la chute libre:

- Les objets les plus lourds tombent plus vite.
- L'accélération d'un objet qui tombe dépend uniquement de sa masse.

# Les préconceptions en physique

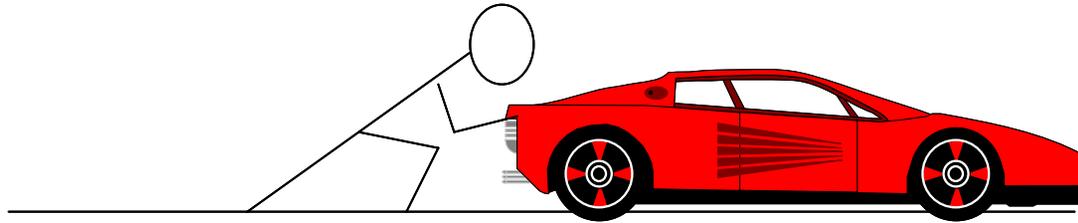
## Préconceptions en mécanique :

### et pour la masse et la force de gravité:

- La masse et le poids correspondent à la même chose et sont toujours égaux.
- L'atmosphère est responsable du poids.
- Le mouvement de rotation de la Terre provoque la gravité.
- La Lune ne tombe pas.
- Il n'y a pas de gravité dans le vide.

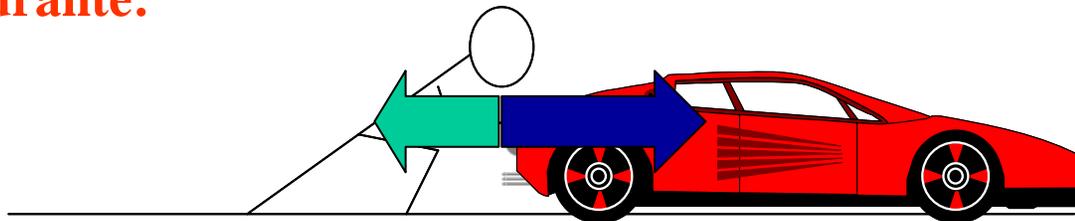
# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en mécanique : Exemple 3: La 3<sup>ème</sup> loi de Newton



Représentez par un vecteur les forces qui entrent en jeu lorsque ce conducteur met sa voiture en mvt en la poussant et expliquez.

**Réponse courante:**



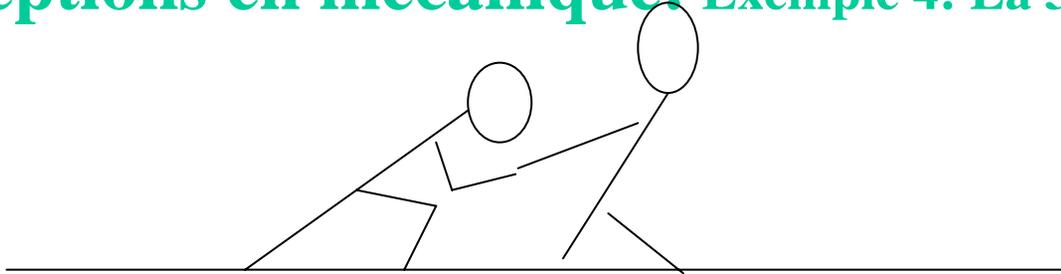
« Le conducteur pousse plus fort que la voiture ne résiste »

**préconception:**

- action et réaction agissent sur le même objet.

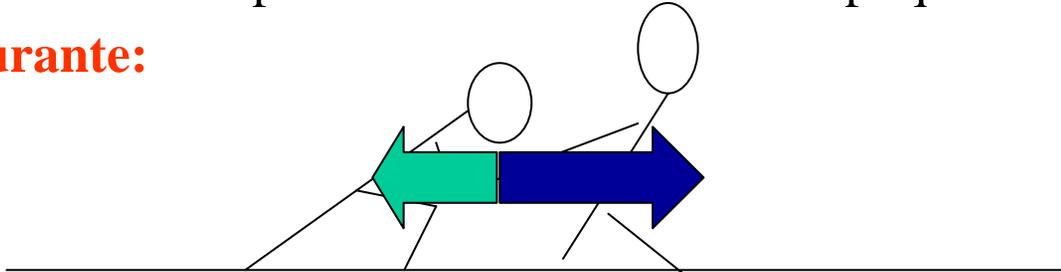
# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en mécanique: Exemple 4: La 3<sup>ème</sup> loi de Newton



Représentez par un vecteur les forces qui entrent en jeu lorsque le lutteur de gauche réussit à repousser celui de droite et expliquez.

**Réponse courante:**



« Le lutteur de gauche est le plus fort et pousse donc plus fort »

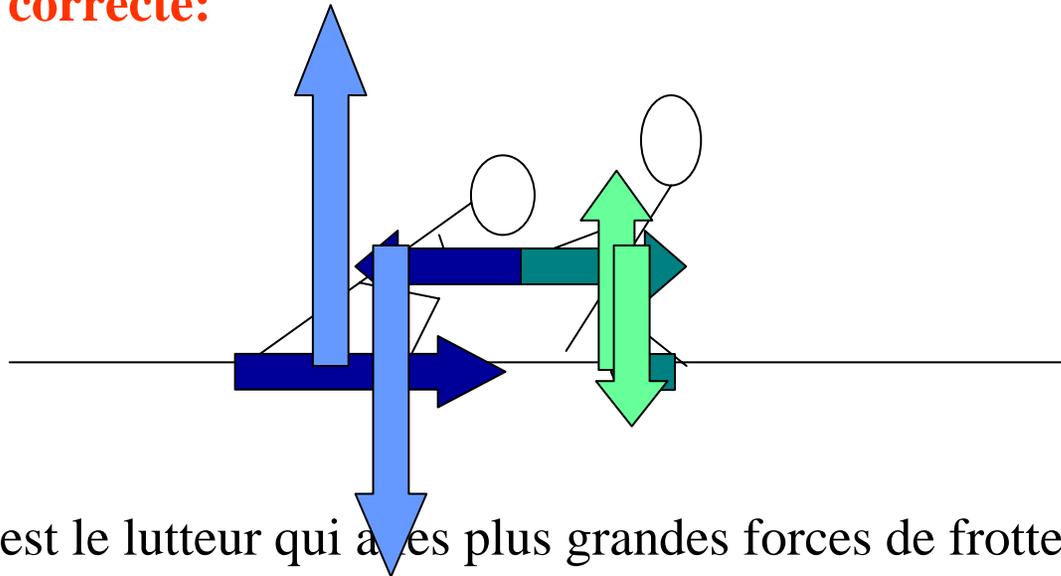
**préconception:**

- la force est une propriété de l'objet et celui qui est le plus fort exerce une force plus grande.

# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en mécanique: Exemple 4: La 3<sup>ème</sup> loi de Newton

### Réponse correcte:



- c'est le lutteur qui a les plus grandes forces de frottement entre le sol et ses pieds qui l'emporte!
- ...et/ou qui parvient à obtenir le couple de forces verticales (P et R) le plus favorable.

### préconception:

- les forces de frottements ne sont pas perçues comme de véritables forces capables de mettre un objet en mouvement (ex: voiture).
- les forces verticales sont oubliées.

# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en mécanique :

### résumé:

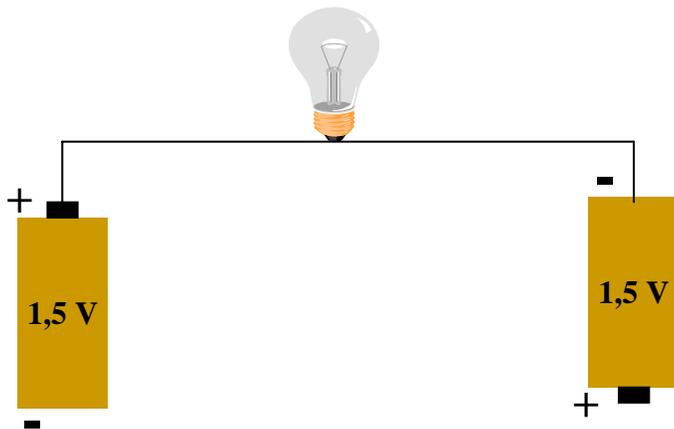
- résultent de l'expérience quotidienne: modèle dans lequel le rôle primordial des forces de frottement n'est pas intégré.
- ou de l'idéologie de la société: « celui qui l'emporte possède une plus grande force ».

# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en électricité:

- ✗ expérience antérieure
- concepts non compris (enseignés trop rapidement car supposés faciles):
  - courant électrique
  - résistance
  - différence de potentiel

### Exemple 5: Les conditions de l'existence d'un courant électrique:



L'ampoule brille-t-elle, oui ou non?

#### Réponse courante:

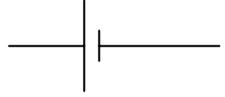
oui: 10 à 50% après enseignement, car les électrons de la pile de droite sont attirés par le pôle positif de la pile de gauche

# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en électricité:

### Exemple 5: Les conditions de l'existence d'un courant électrique:

#### préconceptions:

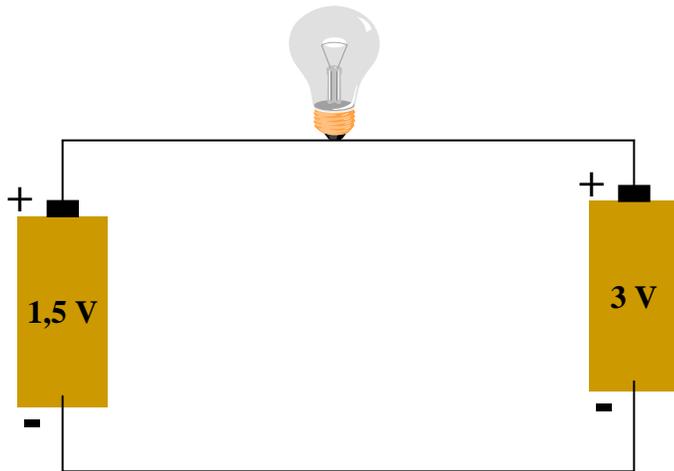
- les pôles d'une source sont vus comme des réservoirs inépuisables de charges, pouvant en contenir autant qu'on veuille; →  
circuit soit fermé pas nécessaire - renforcée par :   
mouvements d'ions dans l'électrolyte non perçu.

Attention: après qu'on ait insisté sur la nécessité d'un circuit fermé, ils ne feront sans doute plus cette même erreur mais leur préconception se manifestera à nouveau dans une situation plus complexe.

# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en électricité:

### Exemple 5: Les conditions de l'existence d'un courant électrique:



L'ampoule brille-t-elle, oui ou non?

### Réponse courante:

non: 60 à 90% après enseignement,  
car il ne peut y avoir de courant entre  
deux pôles positifs!

### Raisonnement correct:

Les 2 bornes – sont au même potentiel, soit 0

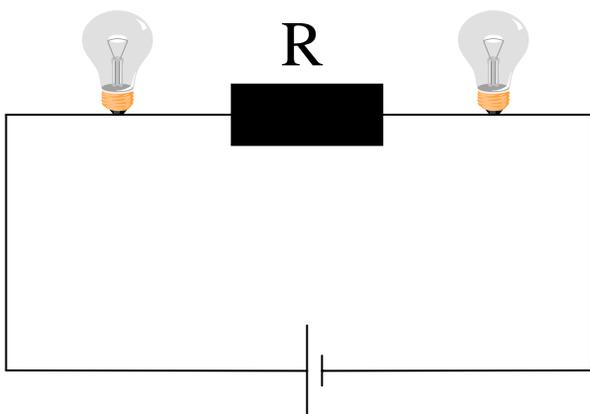
Dès lors la borne + de gauche est à +1,5 V et celle de droite à +3 V

Il existe donc une différence de potentiel  $+3 \text{ V} - 1,5 \text{ V} = 1,5 \text{ V}$  entre les 2 bornes +

# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en électricité:

### Exemple 6: Le raisonnement séquentiel en électrocinétique:



### Réponse courante:

L'ampoule de droite brille moins fort!

E1	E2	E3
51%	52%	10%

**E1: fin de secondaire en Belgique**

**E2: première année universitaire**

**E3: après 2 à 4 ans d'enseignement supérieur!**

### Préconception: raisonnement séquentiel:

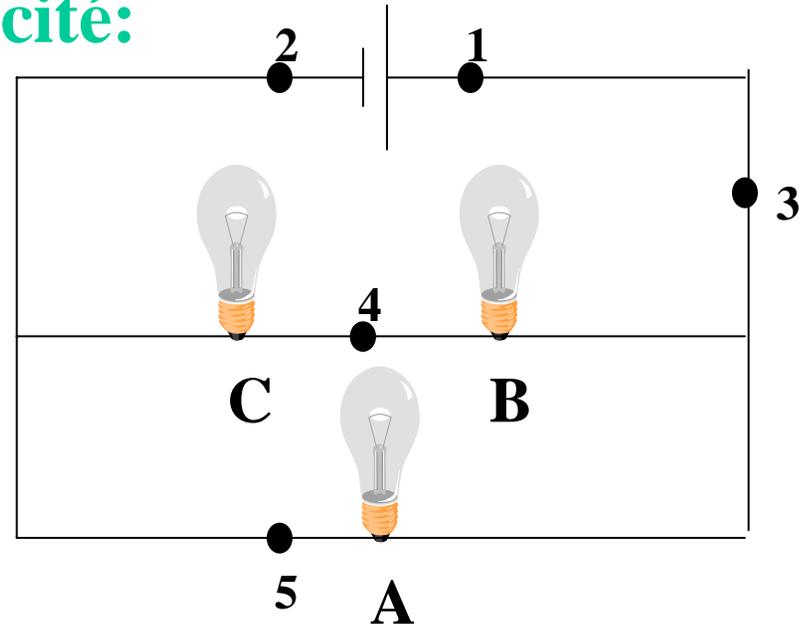
Le « courant » sort d'une des 2 bornes et part à l'aventure; il est plus ou moins affecté par les obstacles rencontrés (il s'use dans la résistance) et retourne finalement à l'autre borne – pas de rétroaction!

# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en électricité:

### Exemple 7: La loi d'Ohm

les 3 lampes sont identiques



- comparez l'intensité lumineuse de chaque lampe
- que se passe-t-il pour chaque lampe, si A est dévissée?
- que se passe-t-il pour chaque lampe, si C est dévissée (A revissé)?
- que se passe-t-il pour chaque lampe et pour les courants en 3, 4 et 5
  - si on relie les points 1 et 4 par un fil conducteur?
  - si on relie les points 2 et 5 par un fil conducteur?

# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en électricité: Exemple 7: La loi d 'Ohm

- pour les questions ci-dessus: ~30% de bonnes réponses en moyenne
- ~10% pour les 2 dernières
- exercices classiques sur la loi d 'Ohm: ~70%

### Réponses courantes:

- C brille moins que B car B a déjà utilisé une partie du courant (raisonnement séquentiel)
- Si on dévisse C, B brillera plus car elle recevra tout le courant (*idem*)
- Si on dévisse A, C et B vont briller plus fort car tout le courant y passera

### Préconception:

- le courant débité par le générateur est toujours le même, quel que soit le circuit.

Les élèves n 'ont pas de compréhension phénoménologique des concepts électriques qui entrent en jeu

# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en optique: Exemple 8: La formation des images en optique



Que se passe-t-il si on retire la lentille?

**Réponse courante:**

« L'image se met à l'endroit »

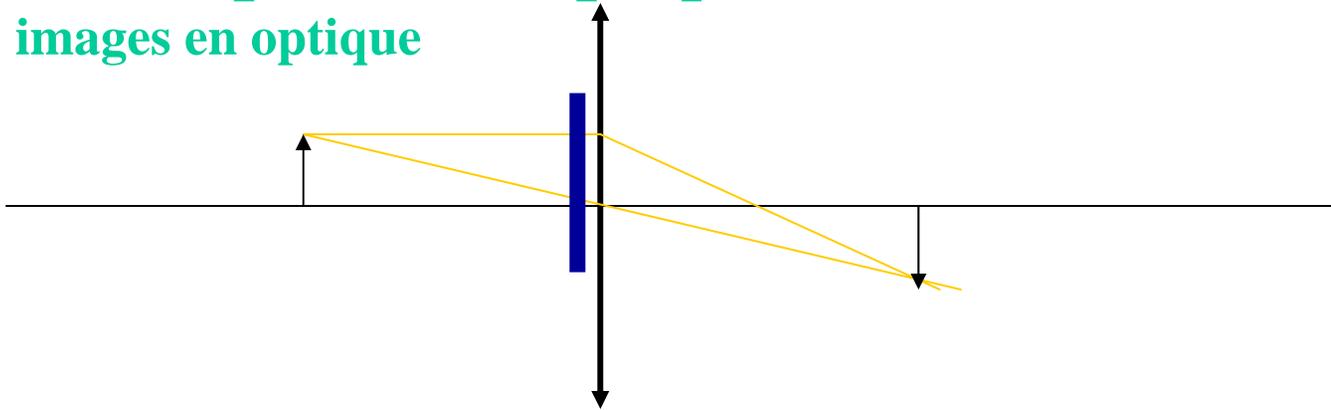
**Préconceptions:**

- L'image existe de par elle-même et voyage depuis la source; il suffit d'un écran pour l'attraper!!!!
- Le rôle de la lentille est de retourner les images ou de changer leurs dimensions!!!!

La nécessité de faire converger les rayons issus de la source pour avoir une image leur échappe totalement.

# Les préconceptions en physique

## Préconceptions en optique: Exemple 9: La formation des images en optique



Que se passe-t-il si on place un cache au centre de la lentille?

### Réponses courantes:

- « L'image disparaît »
- « Il y a un trou dans l'image »

### Préconception:

- Seuls les rayons de construction participent à la formation de l'image!!!!

L'existence des autres rayons et leur trajet sont ignorés.

# Les préconceptions en physique

## Comment combattre les préconceptions?

- font obstacle à l'apprentissage des concepts corrects
- reviennent à la surface régulièrement si c'est seulement l'enseignant qui les remet en cause et se contente de démontrer la pensée « correcte ».

### 1. Identification des préconceptions:

- être à l'écoute des élèves:
  - analyser leurs réponses, questions et commentaires
  - les inviter à raisonner à haute voix
- ne pas attribuer trop vite leurs erreurs à un manque d'étude ou d'attention
- poser des questions (par écrit ou oralement):
  - explication de situations quotidiennes
  - expliquer un schéma pris dans un livre
  - expliquer les résultats d'une expérience réalisée devant eux

# Les préconceptions en physique

## Comment combattre les préconceptions?

### 1. Identification des préconceptions:

- organiser un débat contradictoire:
  - les mettre devant des faits en apparence contradictoires et les faire discuter
  - confronter la classe à une conception émise par un élève ou tirée de l'histoire des sciences
- lire les études faites à ce sujet (voir bibliographie)

# Les préconceptions en physique

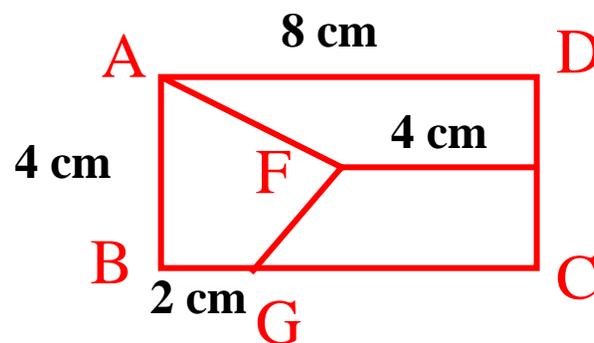
## Comment combattre les préconceptions?

### 2. Déstabilisation des préconceptions et reconstruction:

Le plus efficace : **situation problème**

- situation problème = tâche qu'ils ne peuvent mener à bien avec leurs préconceptions de manière à les amener à modifier leur organisation mentale et à construire la conception correcte.
- introduit par les mathématiciens :

exemple:



**consigne** : découper pour faire un puzzle – agrandir toutes les pièces dans toutes les directions pour obtenir un rectangle  $4 \rightarrow 7$  cm

**préconception** : il faut faire  $x + 3$  cm  
**aide** : commencer par  $4 \rightarrow 8$  cm, puis  $4 \rightarrow 6$  cm.

# Les préconceptions en physique

## Comment combattre les préconceptions?

### 2. Déstabilisation des préconceptions et reconstruction:

#### Situation problème

- inconvénients :
  - impossible de reconstruire comme ça toutes les conceptions en quelques heures par semaines.
  - pas de situation problème réalisable pour toutes les notions (difficile dès qu'on sort des mathématiques).
- précautions :
  - la tâche ne doit pas pouvoir être réussie avec leurs préconceptions
  - elle doit toutefois être compréhensible et réalisable pour eux
  - ne jamais faire à titre d'évaluation

# Les préconceptions en physique

## Comment combattre les préconceptions?

### 2. Déstabilisation des préconceptions et reconstruction:

Moins efficace que la situation problème :

#### démarche hypothético-déductive:

- poser une question qui nécessite de faire appel à la conception correcte pour y répondre correctement (les élèves ne construisent pas eux-mêmes la conception correcte).
- faire émettre des hypothèses
- faire concevoir et réaliser des expériences pour vérifier les hypothèses
- analyse des résultats et conclusions

# Les préconceptions en physique

## Comment combattre les préconceptions?

### 2. Déstabilisation des préconceptions et reconstruction:

#### Démarche hypothético-déductive:

- exemple :
  - questions résolues par Galilée (1632):
    - Un marin lâche une pierre du haut d'un mât d'un bateau en mouvement rectiligne uniforme :**
      - Question 1 : où tombe la pierre ?
      - Question 2 : quelle est sa trajectoire pour un observateur terrestre ?
  - **préconceptions probables :**
    - **il faut une force pour maintenir une vitesse, même constante**
    - **la forme de la trajectoire est la même pour tout le monde**

# Les préconceptions en physique

## Comment combattre les préconceptions?

### 2. Déstabilisation des préconceptions et reconstruction:

#### Démarche hypothético-déductive:

- **expériences :**
  - **une bille maintenue par une pince de chimie sur un support déplacé à vitesse constante (sensation de). A l'oeil, on évalue où tombe la bille par rapport au pied. Un papier carbone peut être utile pour repérer l'impact de la bille.**
  - **la commande électromagnétique de la chute (à distance) et la récupération dans un godet améliorent l'expérience précédente.**
- **observation et analyse:**
  - **chute au pied du mât > principe d'inertie (1ère loi de Newton).**

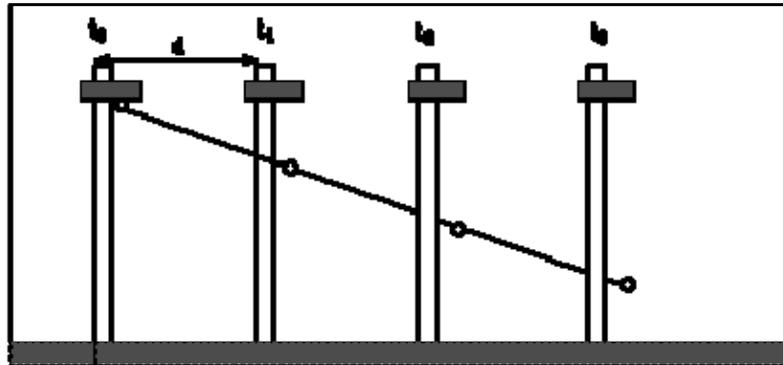
# Les préconceptions en physique

## Comment combattre les préconceptions?

### 2. Déstabilisation des préconceptions et reconstruction:

#### Démarche hypothético-déductive:

- **observation et analyse:**
  - faire dessiner la trajectoire pour un observateur terrestre – résultat possible :



# Les préconceptions en physique

## Comment combattre les préconceptions?

### 2. Déstabilisation des préconceptions et reconstruction:

#### Démarche hypothético-déductive:

- **observation et analyse:**
  - faire dessiner la trajectoire pour un observateur sur le bateau
  - montrer la contradiction avec la chute libre
  - faire le dessin correct pour l'observateur marin
  - passer à l'observateur terrestre
  - composition de MRU et chute libre
- éventuellement : placer l'expérience dans son contexte historique en faisant lire l'extrait correspondant de « Dialogue sur les 2 grands systèmes » (1632)
- Inconvénient qui reste : temps nécessaire pour amener les conceptions correctes.

# Les préconceptions en physique

## Comment combattre les préconceptions?

### 2. Déstabilisation des préconceptions et reconstruction:

#### Alternatives plus rapides:

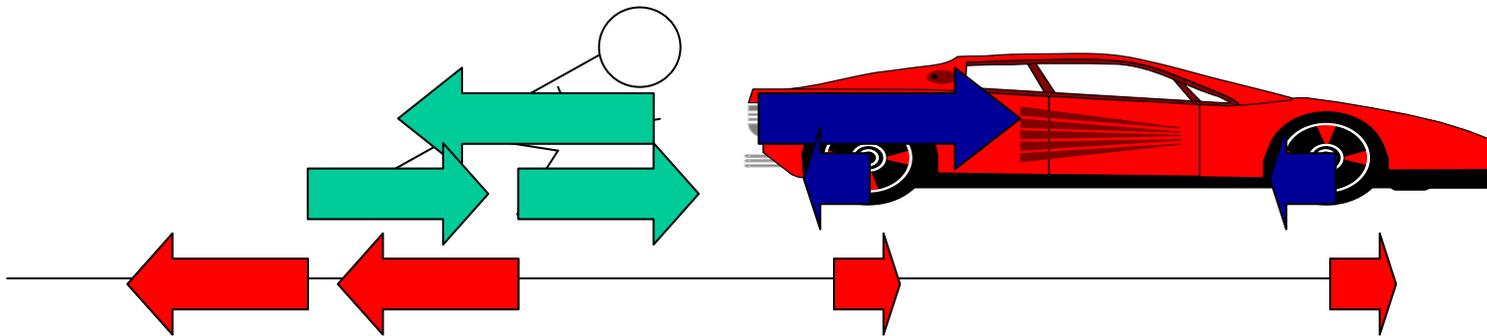
- construire les conceptions correctes avec eux par des questions :
  - attendre les réponses
  - faire discuter les réponses différentes par les élèves
- par des tâches courtes qui les maintiennent actifs. Exemple :
  - faire construire le vecteur  $\Delta v$  pour  $\Delta t$  petit, dans différentes situations (comprendre l'accélération)
  - diagrammes de forces éclatés: séparer les différents objets en contacts pour que le point d'application des forces soit clair, couleurs différentes

# Les préconceptions en physique

## Comment combattre les préconceptions?

### 2. Déstabilisation des préconceptions et reconstruction:

Diagrammes de forces éclatés:



# Les préconceptions en physique

## Comment combattre les préconceptions?

### 2. Déstabilisation des préconceptions et reconstruction:

#### Solution intermédiaire:

- Présenter des activités qui ébranlent leurs certitudes pour déstabiliser leurs préconceptions:

- expériences
- exercice
- films
- animations

**Doivent sortir des sentiers battus pour les stimuler, les motiver et qu'ils se souviennent.**

- Ensuite, reconstruction de conceptions correctes

# Les préconceptions en physique

## Comment combattre les préconceptions?

### 2. Déstabilisation des préconceptions et reconstruction:

Exemples d'activités:

- vidéogramme montrant des mouvements exécutés dans l'espace, en l'absence de frottements, en apesanteur ou à la surface de la lune
- chariot à faire tirer par les élèves: sentent que s'ils exercent une force constante, ils doivent courir de plus en plus vite
- lecture d'un article
- expérience faite par les élèves
- démonstrations

# Les préconceptions en physique

## Comment combattre les préconceptions?

### 2. Déstabilisation des préconceptions et reconstruction:

Activités de reconstruction

- analyser les situations
- émettre des hypothèses
- les vérifier
- les appliquer à plusieurs situations différentes

Attention, la reconstruction s'effectue à des vitesses différentes chez chacun des élèves. Avant de poursuivre, il faut donc tester qu'une reconstruction s'est bien opérée

(tâches individuelles fréquentes et donc courtes)

# Les préconceptions en physique

## Comment combattre les préconceptions?

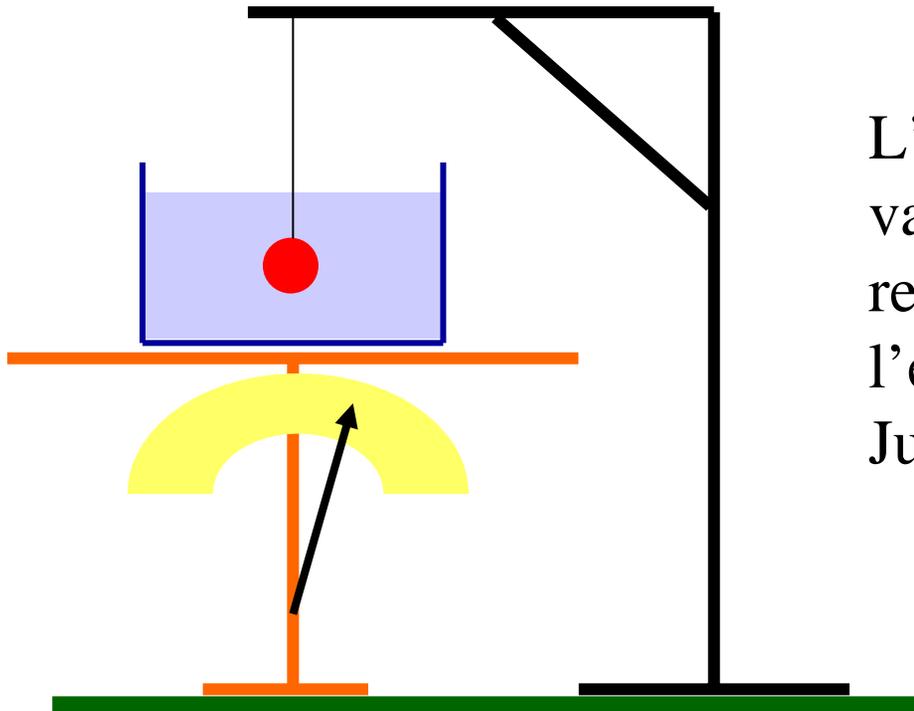
### 3. Eviter les présentations de la matière qui induisent des préconceptions fausses ou les renforcent:

#### Exemples:

- faire des schémas dans lesquels les points d 'application des forces n'apparaissent pas clairement.
- Représenter une pile par:  (Donne l 'impression qu'il y a rupture du courant à l 'intérieur de la pile)
- présenter un rayon lumineux comme quelque chose qui se voit de loin (rayon de lumière de la porte entre-ouverte)
- ne vous limitez pas toujours aux rayons utiles pour la reconstruction d'une image; dessinez les autres de temps à autres.

# Les préconceptions en physique

Et pour tester vos propres préconceptions:



L'indication de la balance va-t-elle changer lorsqu'on retire la bille suspendue de l'eau? Si oui, dans quel sens? Justifier.