



# Enseigner les sciences en considérant les conceptions inattendues des élèves

Présentation réalisée dans le cadre du congrès de  
l'Association québécoise des enseignantes et enseignants du primaire [AQEP]

Ugo Collard Fortin, Chargé de cours  
Université du Québec à Chicoutimi  
Alma, 25 mars 2017

# Plan de la présentation

- **Bloc #1** : L'enseignement des sciences au primaire
- **Bloc #2** : Les conceptions inattendues: Origine et Formation
- **Bloc #3**: Les principales conceptions inattendues: un aperçu...
- **Bloc #4**: Les interventions pédagogiques



# Bloc 1

**L'enseignement des sciences  
au primaire**



# L'enseignement des sciences au primaire

- Force est de constater que les enseignants sont encore nombreux à se sentir **peu compétents** au regard du programme de science et technologie (Conseil supérieur de l'éducation, 2013)
- Plusieurs facteurs peuvent ici être invoqués pour expliquer ce constat (manque de formation, de ressources, de matériel, de temps, de confiance, etc.).
- Toutefois, l'élément le plus restrictif verbalisé par les enseignants est assurément le «**manque de connaissances scientifiques**».



# L'enseignement des sciences au primaire

## *L'enseignant et la culture scientifique*

- La «culture» scientifique de l'enseignant constitue un point de départ. Cela permet:
  - ✓ De fournir des exemples riches, variés, nombreux et judicieusement choisis.
  - ✓ D'offrir des anecdotes, des illustrations hors programme.
  - ✓ De donner des réponses adéquates, précises et exactes.
- Elle est certes essentielle, mais largement **insuffisante à elle seule** pour «bien» enseigner l'objet des sciences.





# L'enseignement des sciences au primaire

## *Pratiques efficaces de l'enseignement de sciences*

- Six caractéristiques principales décrivent des pratiques efficaces en sciences:
  1. Des contenus reliés à la vie quotidienne et aux intérêts des élèves
  2. Un enseignement des sciences étroitement lié à la communauté
  3. Un engagement des élèves dans un processus d'investigation, d'échange d'idées et de confrontation des preuves
  4. Le développement et l'enrichissement de la compréhension conceptuelle des élèves
  5. Le recours à des évaluations qui facilitent l'apprentissage et mettent l'accent sur les retombées pour promouvoir la culture scientifique
  6. L'utilisation des TIC pour rehausser le processus d'apprentissage et faciliter l'acquisition des représentations multimodales.

# L'enseignement des sciences au primaire

- Le vocabulaire scientifique, de même que le caractère abstrait de certaines explications scientifiques ainsi que les représentations au moyen desquelles les élèves s'expliquent le monde, présentes avant l'enseignement, peuvent être des obstacles à l'enseignement (Astolfi et al., 1997).
- Les élèves ont des représentations, des **conceptions initiales ou inattendues** à propos des phénomènes scientifiques, qui peuvent rendre l'apprentissage ardu.



# L'enseignement des sciences au primaire

## *La compréhension des erreurs*

- L'explicitation des concepts doit être adjointe d'une **solide réflexion sur les erreurs prévisibles** ou observées que les élèves sont susceptibles de commettre alors qu'ils apprennent.
- L'enseignant se doit donc de considérer ces conceptions.  
«... travailler avec elles pour aller progressivement contre»!



The background features a dark grey, chalkboard-like texture with various white line-drawn icons. On the left, there is a globe, a stack of books, and a pair of glasses. On the right, there is a microscope and a stack of books. In the center, there are several arrows pointing in different directions. The overall theme is education and science.

# Bloc 2

**Les conceptions inattendues:  
origine et formation**

# Les conceptions inattendues: origine et formation

- Chacun, enfant ou adulte, éprouve le besoin de comprendre et d'expliquer le monde qui l'entoure (Thouin, 2009):

*Les objets légers flottent et les objets lourds coulent*

*Les fruits sont sucrés alors que les légumes ne le sont pas.*

*Le courant électrique est liquide qui circule dans les fils*

*Les avions volent parce qu'ils sont plus légers que l'air*

*La girafe a un long cou parce qu'elle doit pouvoir aller manger des feuilles en haut des arbres.*

*Les métaux ne brûlent pas*

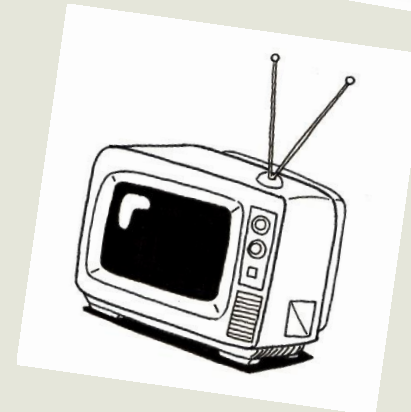
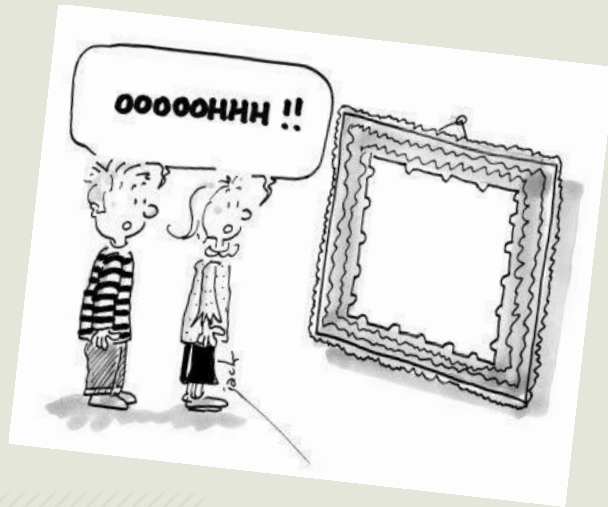
*Les baleines sont des poissons*

- La recherche a démontré que les élèves, peu importe leur âge, possèdent de nombreuses conceptions, souvent inspirées du *sens commun*, relativement au domaine des sciences (Thouin, 2009).



# Les conceptions inattendues: origine et formation

*D'où proviennent-elles?*





# Les conceptions inattendues: origine et formation

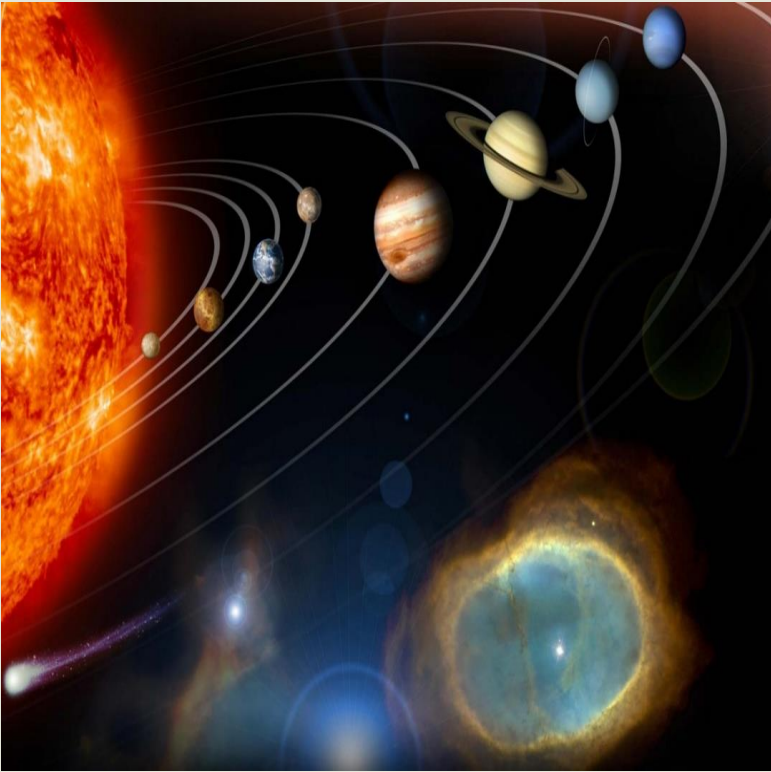
## Exemple 1: L'image du système solaire



Quel(s) apprentissage(s) peuvent résulter de l'exposition des élèves à cette image?

# Les conceptions inattendues: origine et formation

## Ce que les élèves peuvent retenir



- Représentation en deux dimensions d'une réalité tridimensionnelle.
  - ✓ Orbites dessinées à l'oblique (effet de profondeur)
    - « Les orbites sont très aplaties » (elles sont quasi-circulaires)
  - ✓ Les planètes et la comète semblent laisser des traces derrière elle (pour compenser l'immobilité du dessin).
    - « Les planètes semblent tournées dans le même sens »
    - « Les planètes orbitent toujours sur les mêmes trajectoires »
    - « La queue d'une comète marque son sillage » (Faux, la queue est projetée dans la direction opposée au Soleil)
  - ✓ L'échelle n'est respectée
    - « Jupiter n'est que deux fois plus loin du Soleil que la Terre »
    - « Plusieurs planètes sont presque aussi grandes que le Soleil »
  - ✓ Autres:
    - « Les étoiles sont des poussières qui traînent dans le système solaire »
    - « Il y a de gros nuages dans le système solaire. »



# Les conceptions inattendues: origine et formation

## Exemple 2: Les plantes vertes

Pourquoi les plantes sont-elles de couleur verte?





# Les conceptions inattendues: origine et formation

Réponse: La chlorophylle!

*Entendu quelque part dans une école*

**Élève:** « Les plantes sont vertes parce qu'elles boivent de l'eau et aussi parce qu'elles se nourrissent des rayons du Soleil.»

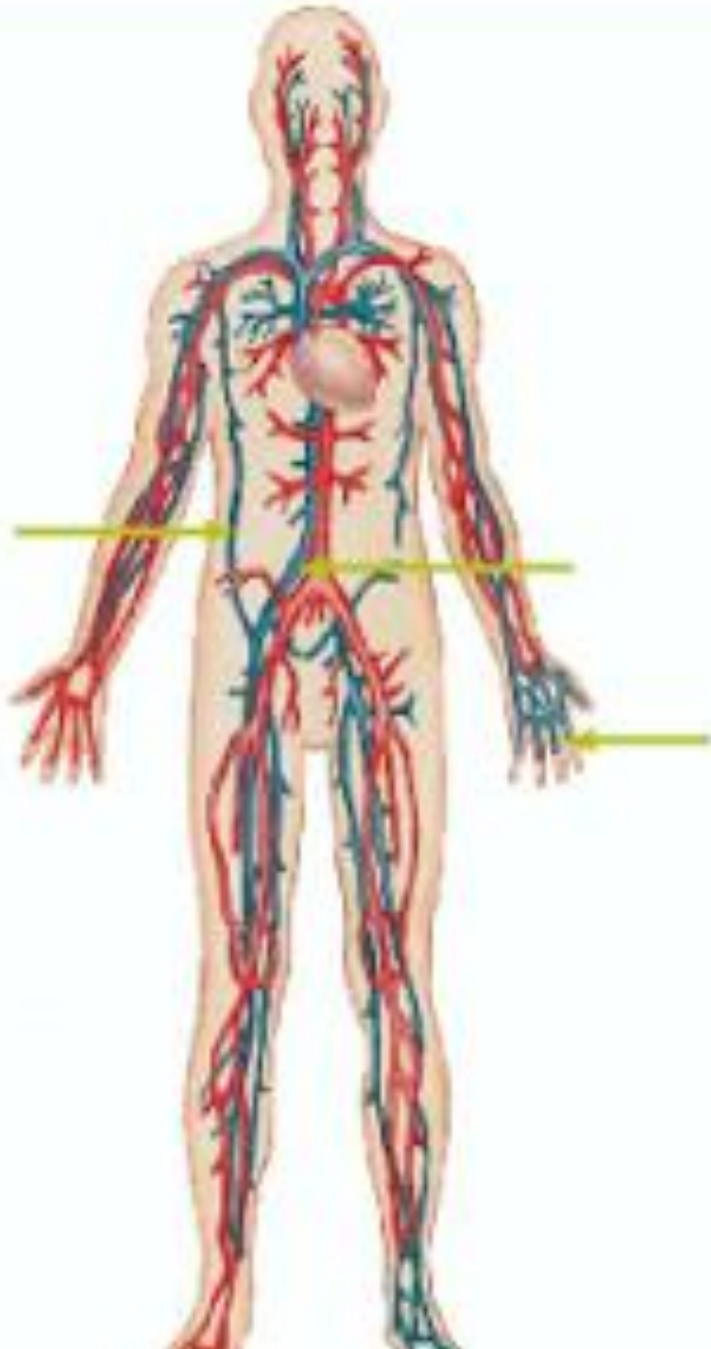
**Enseignante:** «Comment expliques-tu ça? »

**Élève:** « Et bien je sais qu'une plante a besoin d'eau et soleil pour vivre et croître. Étant donné que l'eau est bleue et que le Soleil est jaune, il est normal que le mélange des deux, se retrouvant dans la plante, produise sa belle couleur verte. C'est Normal, en plus quand on prive le gazon d'eau, que lui reste-t-il pour vivre? Du Soleil! C'est pourquoi il jaunit.»

**Enseignante:** «Mais quand on prive la plante de Soleil, cette dernière ne devrait pas bleuir, selon ton idée?»

**Élève:** «Oui, mais on ne la voit jamais bleue, car il fait nuit et la nuit on y voit rien».





Exemple 3 : La couleur du sang

Conception inattendue:

«Le sang dans les veines est bleu et rouge dans les artères »

# Les conceptions inattendues: origine et formation

## Principaux mécanismes de formation des conceptions inattendues (CI)

<u>Mécanismes</u>	<u>Formation des CI</u>	<u>Exemples de CI</u>
<b>La formation de catégorie générale mentale (catégorisation)</b>	<i>Nécessite l'adéquation à un ou plusieurs critères issus d'observations implicites ou des définitions explicites.</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <i>catégorisation des animaux chez les jeunes enfants; baleine = poisson, chauves-souris = oiseaux, papillons et mouches = bibittes</i></li></ul>
<b>Exclusion (disqualification)</b>	<i>L'appartenance à des catégories sous-tend qu'il existe des non-appartenances</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Un œuf de poisson ou de grenouille n'est pas «vraiment» un œuf.</i></li><li>- <i>Les rayons x, la lumière visible, les ondes radios et les infrarouges ne sont pas de même nature.</i></li></ul>



# Les conceptions inattendues

## Principaux mécanismes de formation des conceptions inattendues (CI)

<u>Mécanismes</u>	<u>Formation des CI</u>	<u>Exemples de CI</u>
<b>L'extension (extrapolation)</b>	<i>Transposition d'un principe ou d'une définition connus et généralement bien définis à de nouveaux contextes ou à de nouveaux objets qui lui semblent plus ou moins apparentés</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ <i>Un avion à hélice et l'hélice du moteur d'une voiture ont la même fonction.</i></li><li>➤ <i>Tout ce qui monte redescend s'applique à l'Espace</i></li><li>➤ <i>La voiture ralentit à cause de la gravité</i></li><li>➤ <i>Les nuages sont faits de vapeur d'eau</i></li></ul>
<b>La restriction</b>	<i>L'inverse de l'extension. Inhibition de projeter les connaissances à d'autres contextes</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ <i>Les ondes radios expliquent que le fonctionnement de mon poste de radio.</i></li><li>➤ <i>Les bactéries ne peuvent qu'être mauvaises pour la santé.</i></li><li>➤ <i>Tous les métaux ne peuvent pas brûler.</i></li><li>➤ <i>La gravitation ne s'applique qu'aux planètes</i></li></ul>

# Les conceptions inattendues

## Principaux mécanismes de formation des conceptions inattendues (CI)

<u>Mécanismes</u>	<u>Formation des CI</u>	<u>Exemples de CI</u>
<b>L'inférence</b>	<i>L'inférence renvoie à l'idée qu'il puisse exister un lien logique, ou même une homologie, entre ce que l'on connaît et ce que l'on cherche à connaître</i>	<p><i>La lumière peut produire un travail mécanique ( dans Star Wars les épées-lasers sont capables de se toucher), peut être ralentie (pistolet laser) .</i></p> <p><i>Les feux dans l'Espace sont particulièrement dangereux</i></p> <p><i>Le ciel est bleu à cause des océans ou à cause de la vapeur d'eau dans l'air</i></p> <p><i>Ce qui remplit l'espace qu'il y a entre les électrons et le noyau de l'atome est en fait de l'air ou de l'eau (si l'atome est dans l'eau).</i></p>

The background of the slide is a dark grey-green color with faint, white chalk-like sketches of various educational and scientific items. On the left side, there is a large sketch of a globe. Above it, there are sketches of a stack of books, a pair of compasses, and a ruler. On the right side, there is a sketch of a microscope. The overall theme is academic and educational.

# Bloc 3

**Les principales conceptions  
inattendues: un aperçu...**

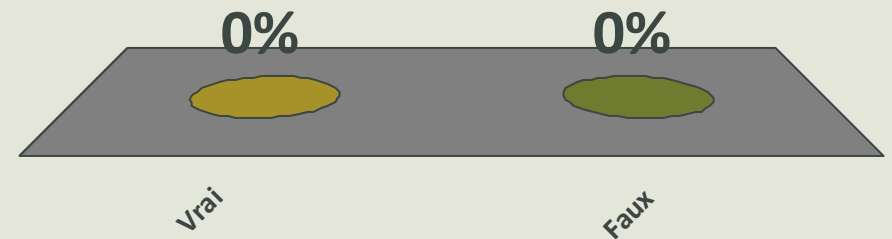




Les conceptions inattendues:  
Univers vivant

# Les champignons ne sont pas des végétaux

- A. Vrai
- B. Faux



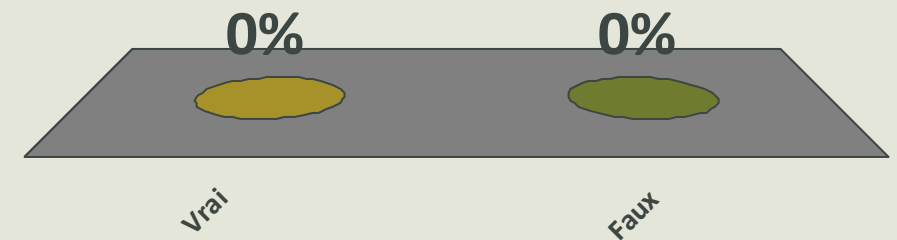




Les animaux peuvent avoir un ou, parfois, plus d'un cœur

A. Vrai

B. Faux

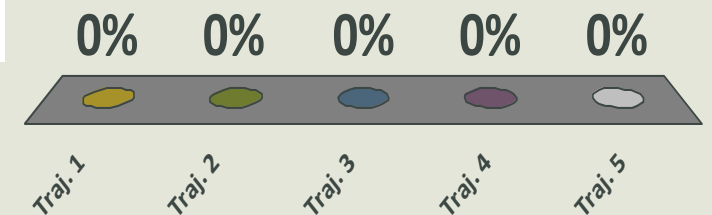
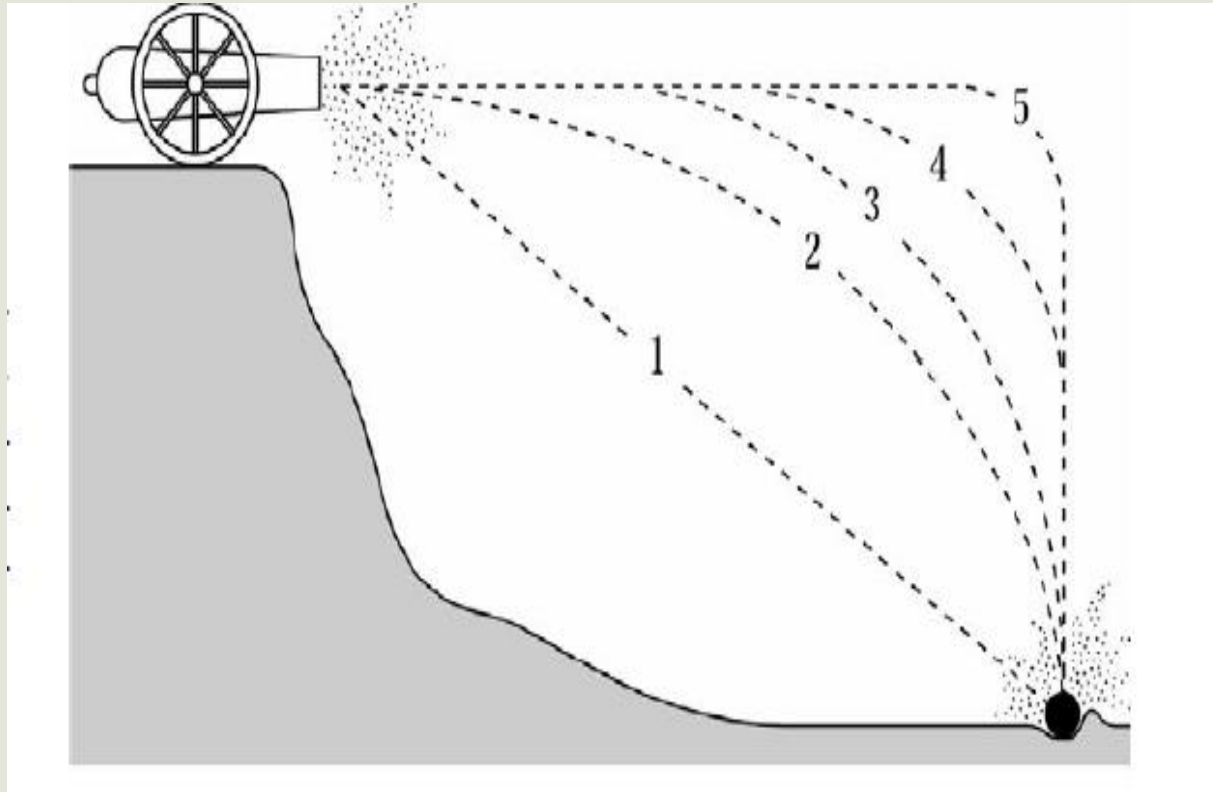




# **Les conceptions inattendues: Univers matériel**

Un boulet de canon est tiré du haut d'une falaise, tel qu'illustré ci-dessous. Laquelle des trajectoires 1-5 décrit le mieux la trajectoire du boulet de canon ?

- A. Traj. 1
- B. Traj. 2
- C. Traj. 3
- D. Traj. 4
- E. Traj. 5

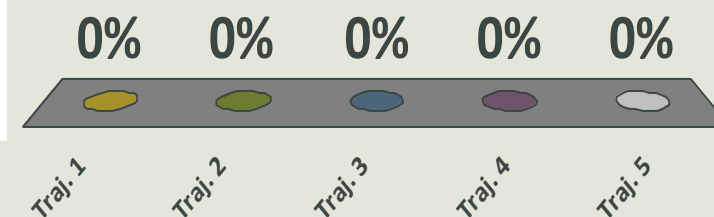
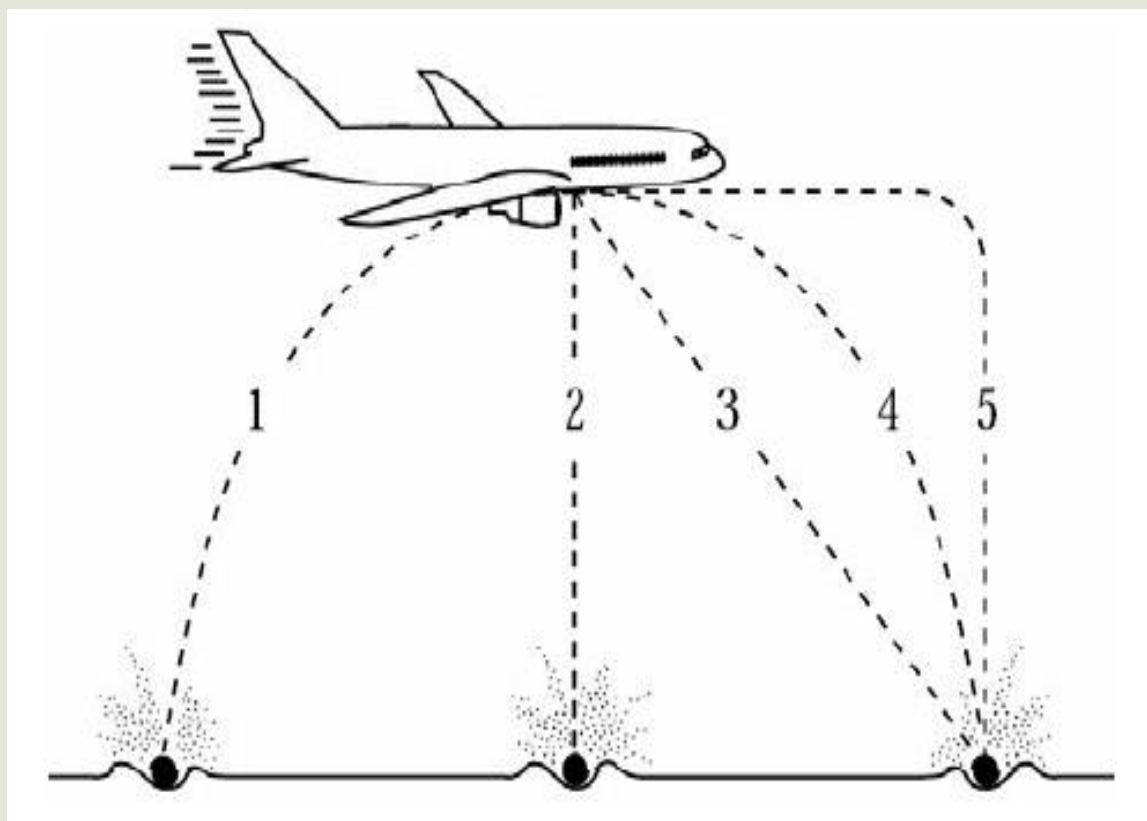


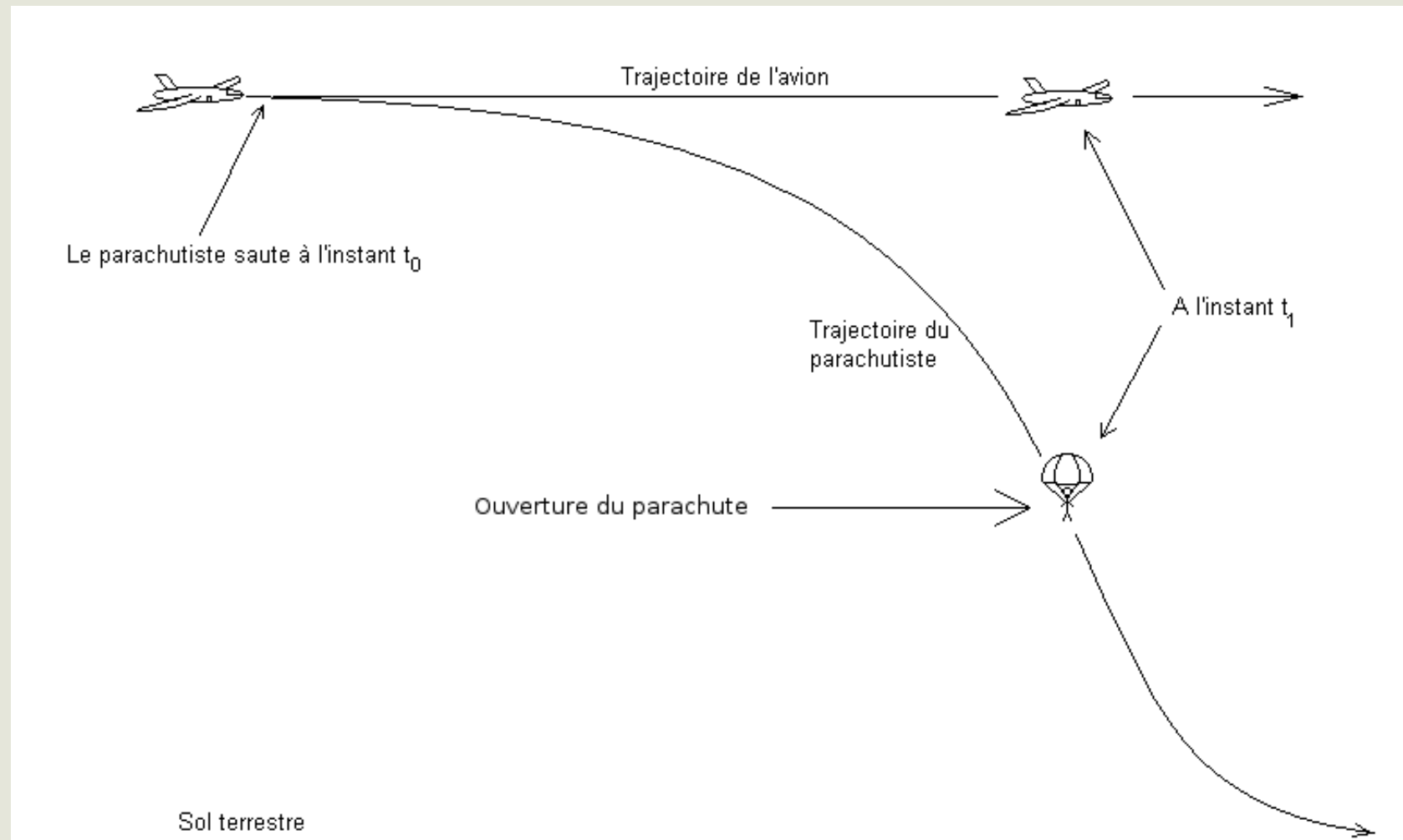




Une boule de quilles tombe accidentellement de la soute à bagages d'un avion volant horizontalement. D'après une personne au sol regardant l'avion, laquelle des trajectoires 1-5 représente le mieux la trajectoire de la boule de quilles après qu'elle ait quitté l'avion?

- A. Traj. 1
- B. Traj. 2
- C. Traj. 3
- D. Traj. 4
- E. Traj. 5



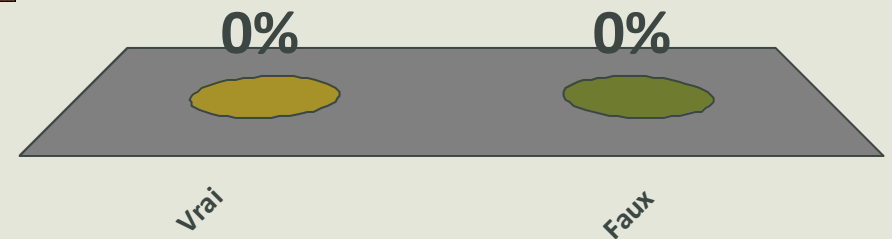
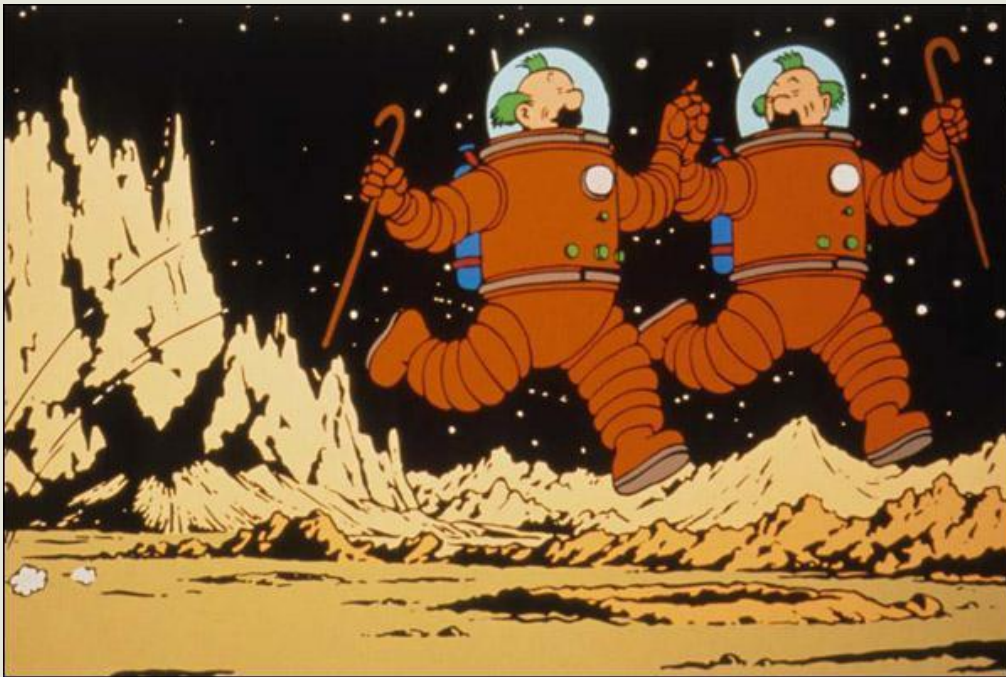


Trajectoires de l'avion et du parachutiste dans le référentiel terrestre



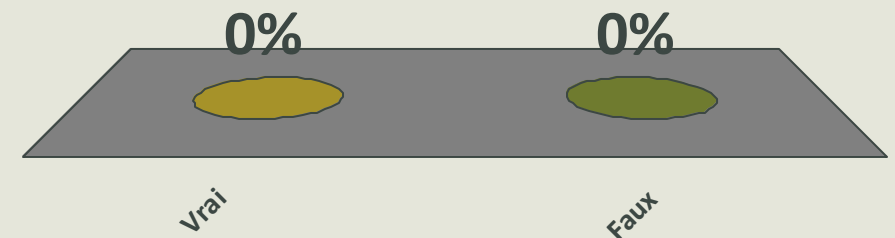
La masse d'un astronaute sur la Lune est-elle la même que sur la Terre?

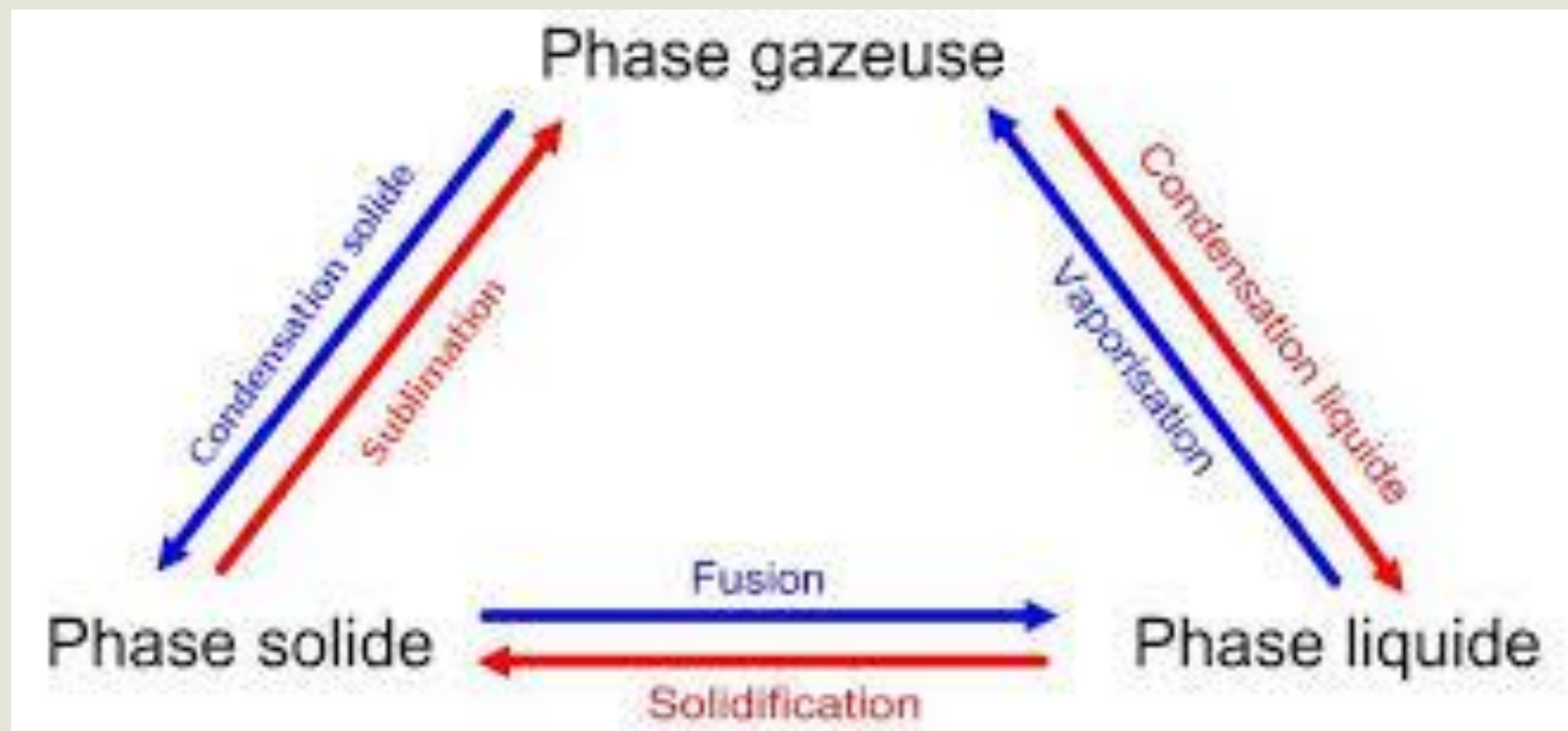
- A. Vrai
- B. Faux



Pour devenir de la vapeur d'eau, la glace doit toujours passer par l'état liquide. Vrai ou faux?

- A. Vrai
- B. Faux

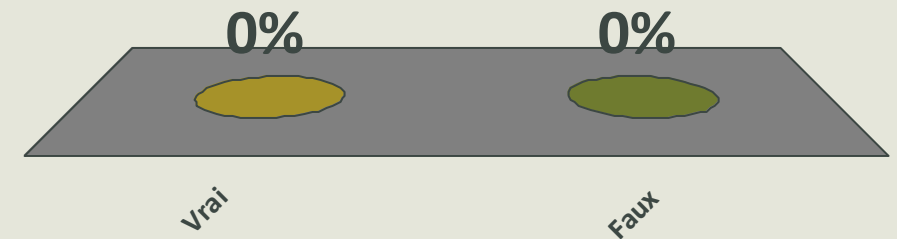






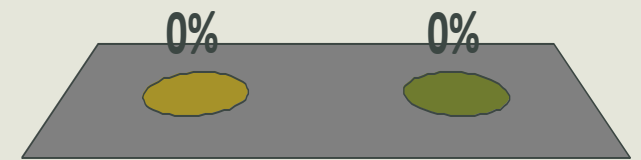
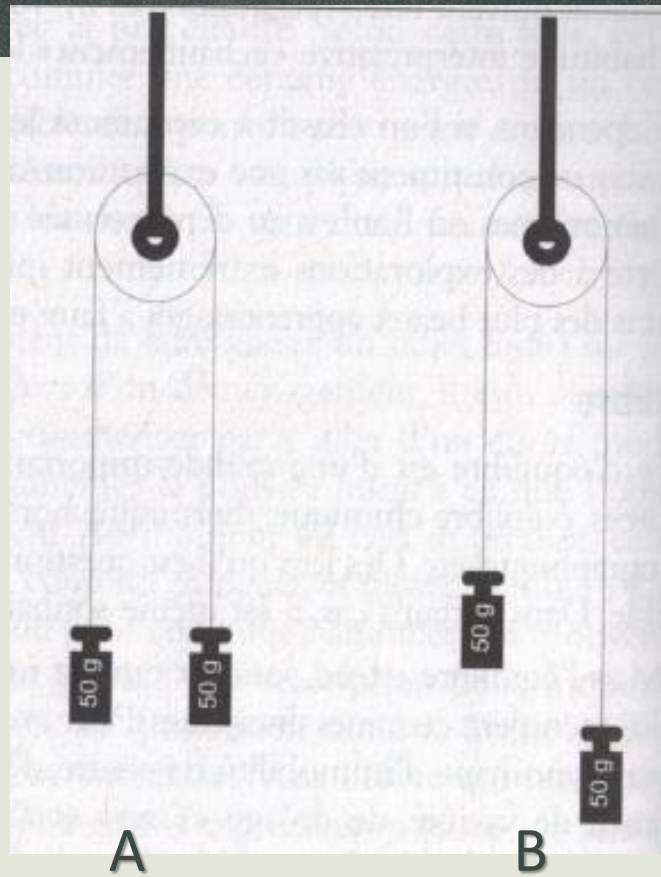
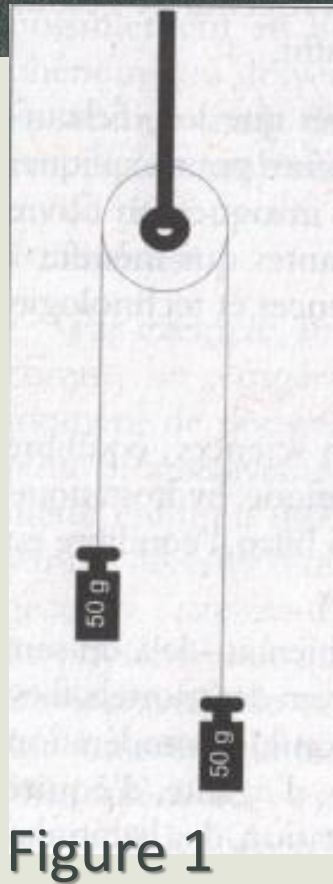
La buée et les nuages sont de l'eau à l'état gazeux.  
Vrai ou faux?

- A. Vrai
- B. Faux



Soit la position initiale suivante (Fig.1). Quelle sera la position finale de ce montage si personne n'y touche?

A.  
B.



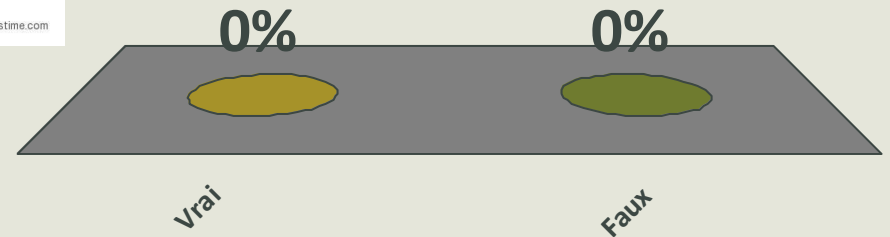
Pour faire fonctionner un appareil électrique, il me suffit de brancher un fil à une source de courant. Vrai ou faux?

- A. Vrai
- B. Faux

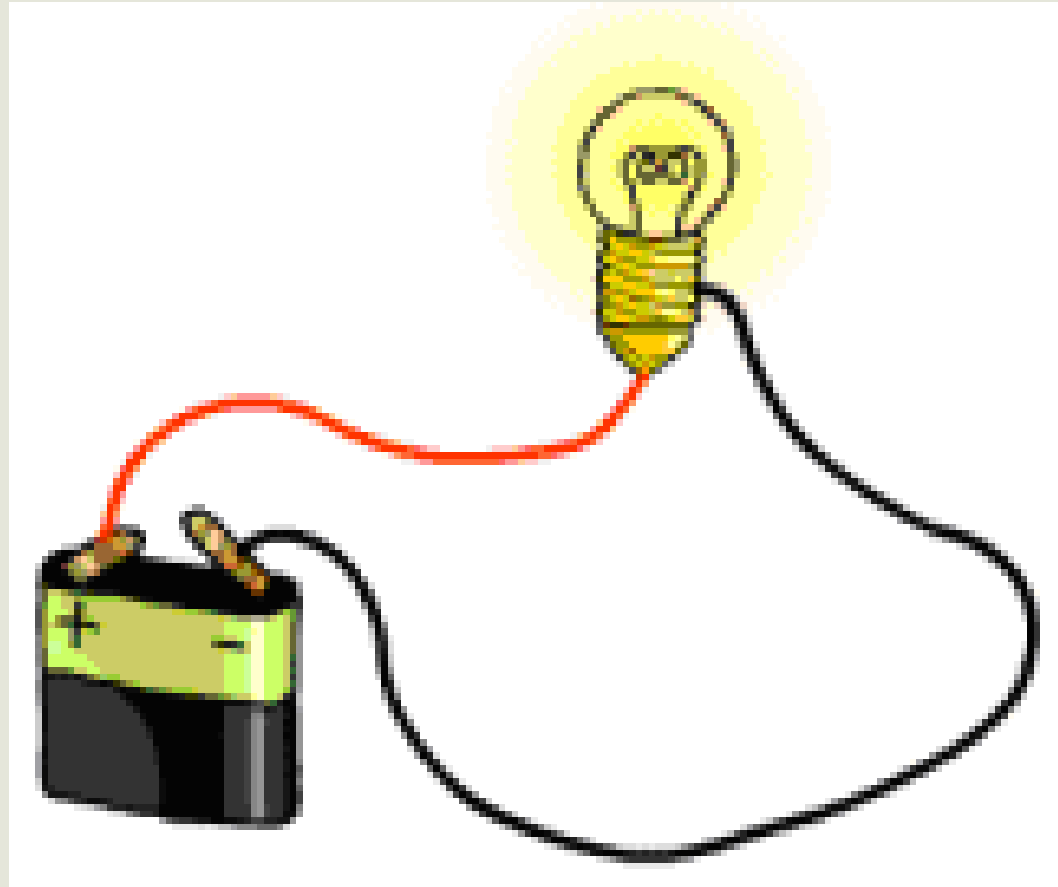


Download from  
Dreamstime.com  
This watermarked comp image is for previewing purposes only.

ID 11522986  
© Alexander Kukushkin | Dreamstime.com

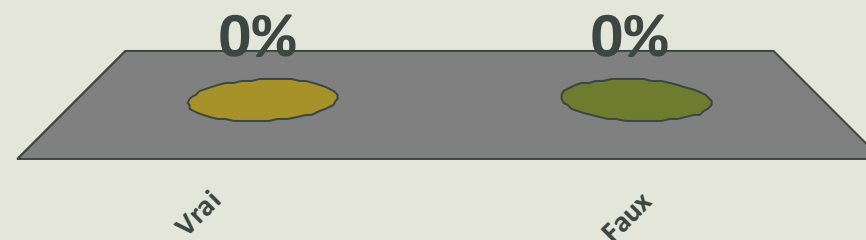






Un pH de 7 est de force «moyenne» considérant l'échelle de pH standard

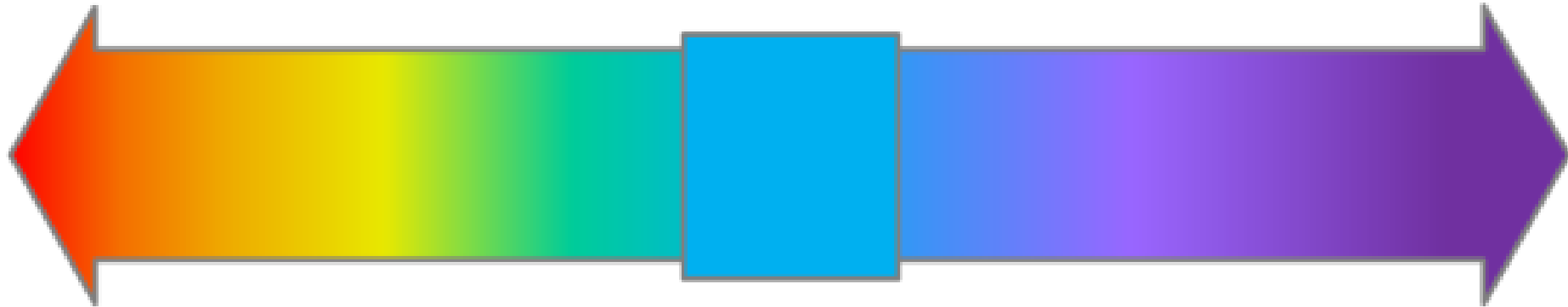
- A. Vrai
- B. Faux



**ACIDE**

**NEUTRE**

**ALCALIN**



**1-3**

**4**

**5**

**6**

**7**


**8**

**9**

**10**

**11-14**



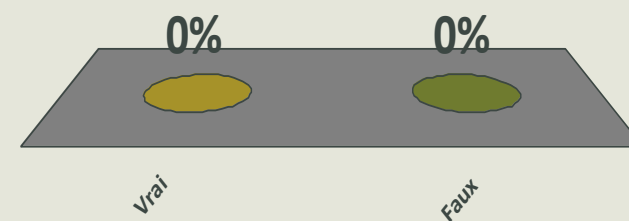
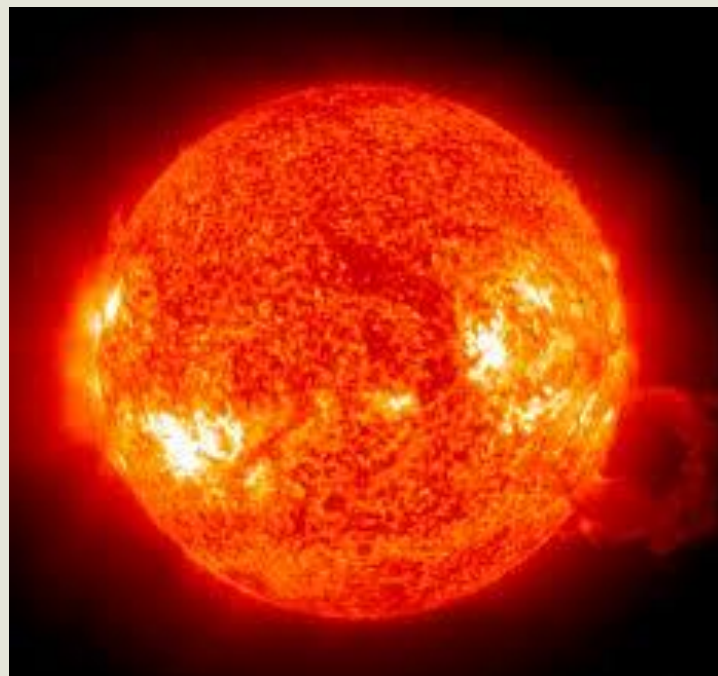


# Les conceptions inattendues: Terre et Espace

C'est grâce à l'énergie thermique du Soleil qu'il fait chaud sur Terre.

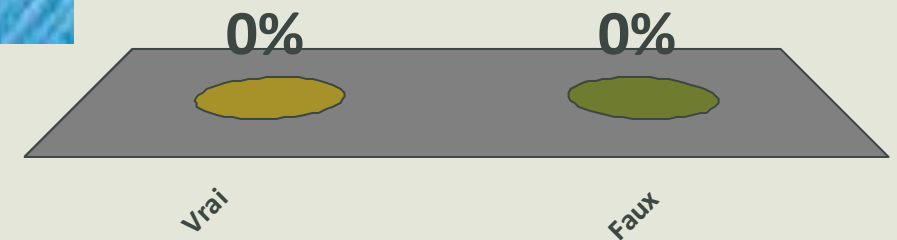
A. Vrai

B. Faux



Les saisons dans l'hémisphère Nord ne se produisent pas aux mêmes moments que dans l'hémisphère Sud.

- A. Vrai
- B. Faux

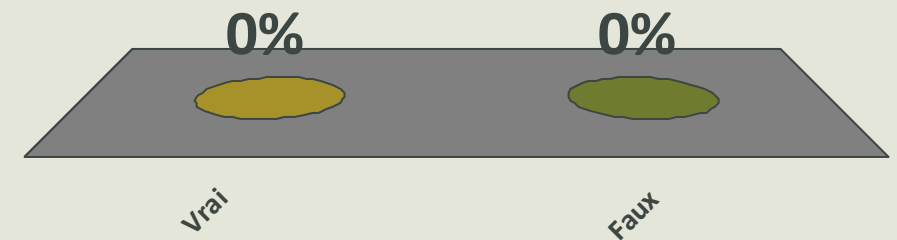




Le réchauffement climatique est dû en grande partie au trou formé dans la couche d'ozone. Vrai ou faux?

A. Vrai

B. Faux





# Bloc 4

**Les interventions pédagogiques**

# Les interventions pédagogiques possibles

- Les exemples précédents nous montrent d'abord que les élèves ne présentent pas de carence au niveau de leurs capacités de description ou d'explication, mais ils produisent tout de même une explication différente des experts.
- De pareilles conceptions existent (même à l'âge adulte) et sont régulièrement qualifiées de **résistantes**.
  - *Exemple de la vache et de la production du lait*
- L'enseignement doit donc s'attarder à ces idées et les changer: c'est ainsi que nous entrons dans l'univers du **changement conceptuel**.



# Les interventions pédagogiques possibles

- Certaines conditions sont à remplir pour que le changement conceptuel puisse se produire et vont comme suit:
  1. Il doit y avoir une **insatisfaction** par rapport, aux conceptions initiales (limites des conceptions initiales; conflits de centration ou sociocognitif).
  2. Une nouvelle conception doit paraître **intelligible** (en mesure de le comprendre)
  3. Une nouvelle conception doit être **plausible** (vraisemblable)
  4. Une nouvelle conception doit être **féconde** (c'est-à-dire offrir plus de possibilités que la conception initiale)
- Ces conditions devraient guider l'enseignant dans la sélection de l'intervention pédagogique à privilégier

# Les interventions pédagogiques possibles

- Le traitement des conceptions inattendues ne nécessite pas obligatoirement et systématiquement des activités de grande envergure.
- **De façon générale, pour récolter ces conceptions, l'enseignant laisse l'élève s'exprimer librement afin de l'encourager à expliquer ses idées, ses façons de raisonner et de donner un sens aux choses (partir de ce que les élèves savent).**
- Des techniques assez simples peuvent contribuer à éliminer une bonne quantité de conceptions. Par exemple:
  1. Questionner et discuter abondamment avec ses élèves
  2. Représenter un phénomène schématiquement ou graphiquement
  3. Agrémenter ses explications d'exemples judicieusement sélectionnés.
  4. Agrémenter ses explications de définitions bien construites
  5. Faire appel au «travail pratique»

# Les interventions pédagogiques possibles

## *Le questionnement et la discussion*

- *Interroger constamment ses élèves afin de sonder les conceptions et pouvoir agir à partir d'elles:*
  - ✓ Poser des questions sur des phénomènes présents dans le quotidien de l'élève
  - ✓ Questionner des illustrations, des photos ou des vidéos présentées comme élément déclencheur.
  - ✓ Questionner par un raisonnement inverse (e.g. Et si le Soleil n'existait pas?)
- *Animer des périodes de discussion:*
  - ✓ Placez vos élèves devant des explications contradictoires de divers phénomènes scientifiques et laissez-les en discuter entre eux.
  - ✓ Demandez à vos élèves ce qu'ils pensent de certaines conceptions que vous connaissez ou qui ont été énoncées par des élèves d'une autre classe.
  - ✓ Demandez à vos élèves ce qu'ils pensent d'une croyance de l'Antiquité ou du Moyen-Âge



# Les interventions pédagogiques possibles

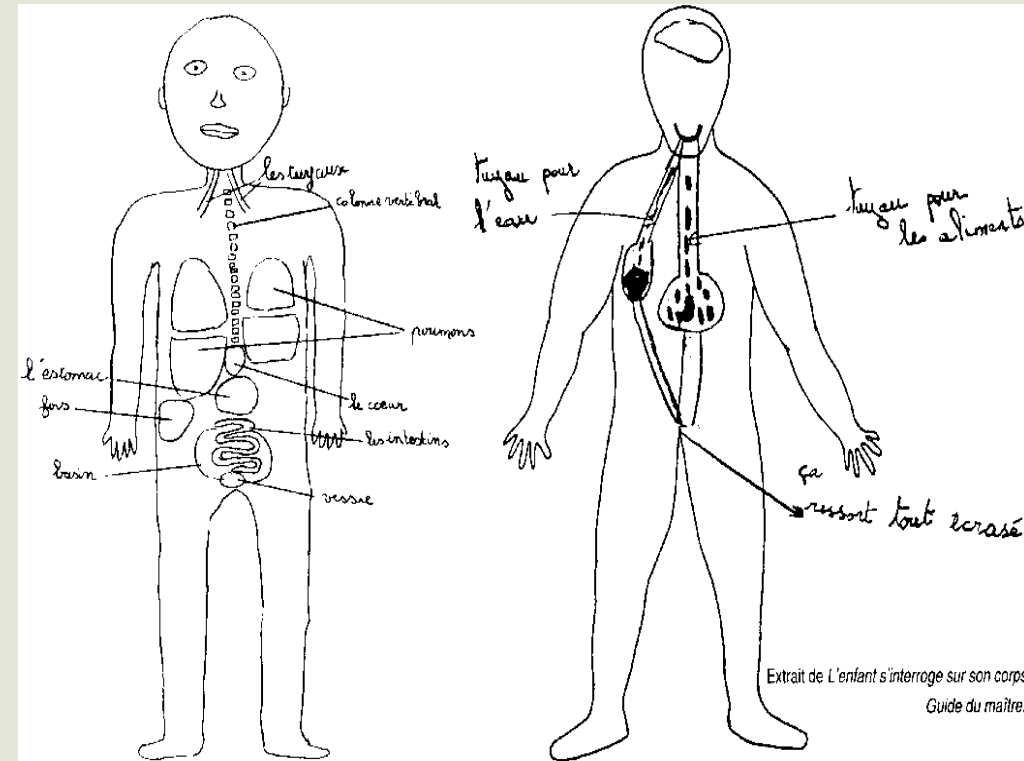
## *Le questionnement et la discussion*

À privilégier	À éviter
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aider les élèves à formuler des questions</li><li>• Accepter les mauvaises réponses.</li><li>• Construire du sens avec les élèves.</li><li>• Donner suffisamment de temps aux élèves pour répondre aux questions.</li><li>• Faire des quiz thématiques</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Expliquer, démontrer les réponses attendues à la place des enfants.</li><li>• S'attarder uniquement aux «bonnes réponses»</li><li>• Donner des modèles à suivre.</li><li>• Faire répéter les réponses attendues.</li><li>• Présenter des modèles trop complexes ou expliquer des concepts inaccessibles pour un élève du primaire.</li></ul>

# Les interventions pédagogiques possibles

## *Le représentation*

- Demandez à vos élèves de dessiner des êtres vivants, des objets ou des phénomènes naturels et demandez-leur de commenter leur dessin oralement ou par écrit.
- Travaillez à la construction de schéma conceptuel consistant à organiser entre-eux des mots-clés prédéfinis.



# Les interventions pédagogiques possibles

## *Les exemples*

### Le crustacé

- Définition possible: Arthropode possédant un exosquelette (carapace)
- Conception inattendue: «Le crustacé sont des animaux aquatiques»
- Exemples commun
  - À la définition de crustacé, on pourrait ajouter le homard
- Exemple « moins évidents »
  - Le cloporte est aussi un crustacé car même si il est terrestre, il respire par des branchies qu'il doit garder humides
- Contre exemple
  - Le scorpion, malgré sa ressemblance avec le homard n'est pas un crustacé



# Les interventions pédagogiques possibles

## Les définitions

- Deux parties pour une bonne définition:
  - Une catégorie
  - *Une distinction au sein de la catégorie*
- Exemple: araignée :  
*arachnide qui tisse des toiles*

TABLEAU 1.2  
Des définitions conformes et des définitions en infraction

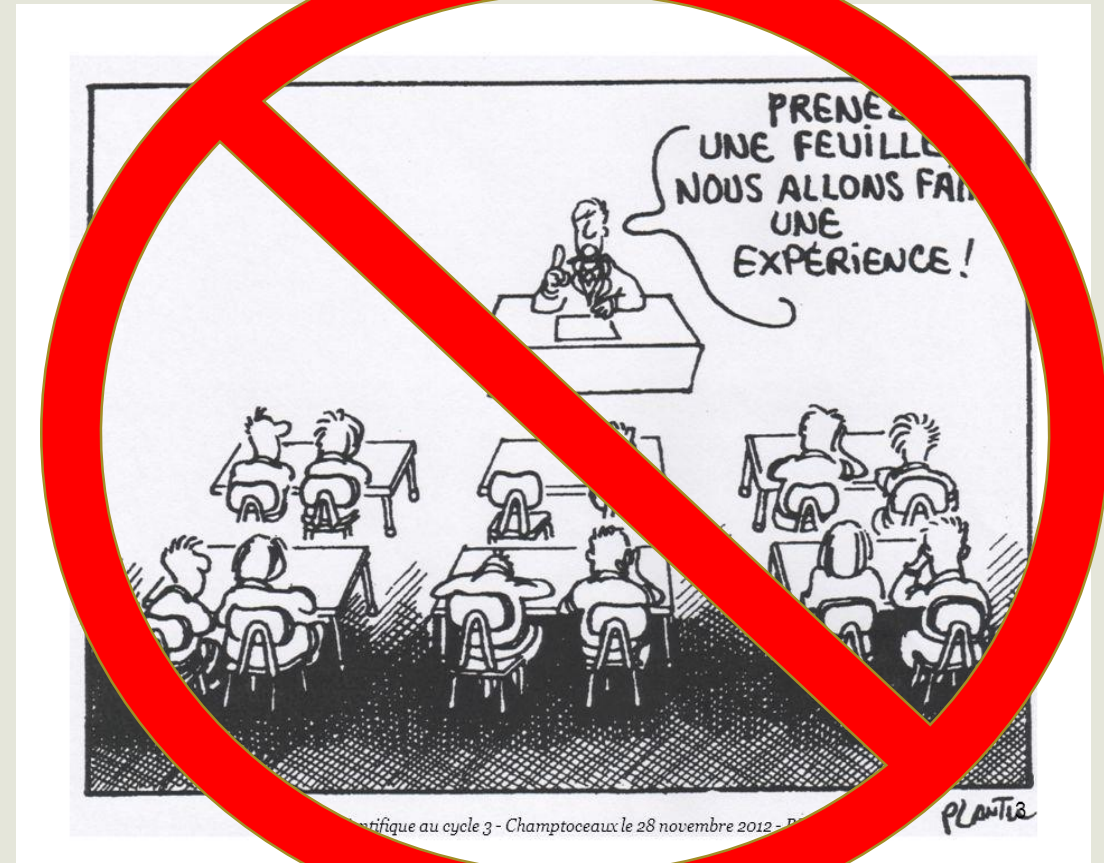
Objet	Définition conforme à la structure indiquée	Définition moins bien construite
Araignée	Arachnide qui tisse des toiles	Insecte qui tisse des toiles
Centimètre	Unité de mesure de la longueur qui correspond au centième d'un mètre	Centième d'un mètre
Feu	Réaction chimique de combustion donnant lieu à un important dégagement de lumière et de chaleur	Combustion du bois

*Il peut s'avérer parfois pertinent de demander aux élèves de donner leur propre définition de certains concepts scientifiques.*

# Les interventions pédagogiques possibles

## *Le travail pratique*

- Mettre en place des occasions pour les élèves d'observation et manipuler un phénomène ou un objet découlant du concept scientifique à l'étude
  - ✓ Faites la démonstration d'une expérience de physique, de chimie ou de biologie dont les résultats sont surprenants, et demandez d'expliquer ce qu'ils ont constaté.
  - ✓ Mettre les élèves en présence des simulateurs ou des logiciels permettant de «manipuler» différents objets ou paramètres d'un phénomène.
  - ✓ Inscrire les élèves dans un processus de résolution de problème (Situation ouverte) nécessitant différentes manipulations expérimentales.



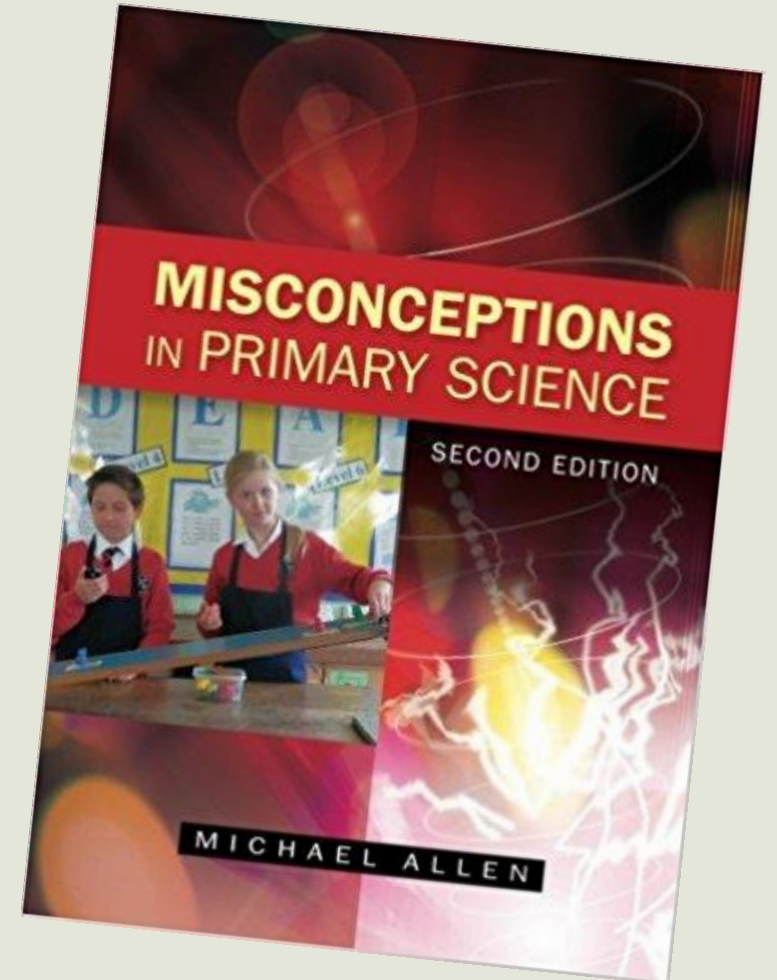
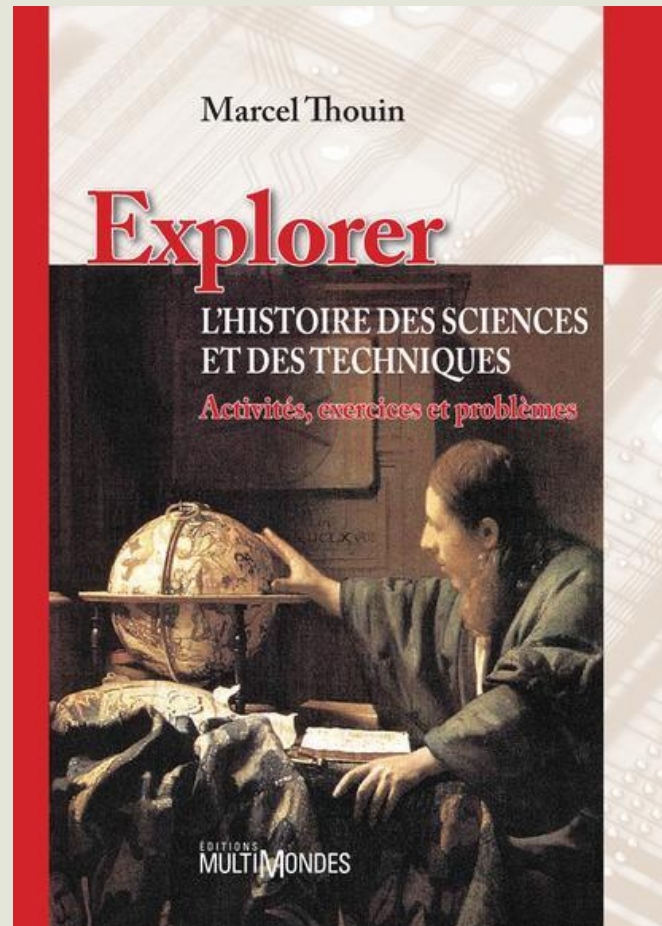
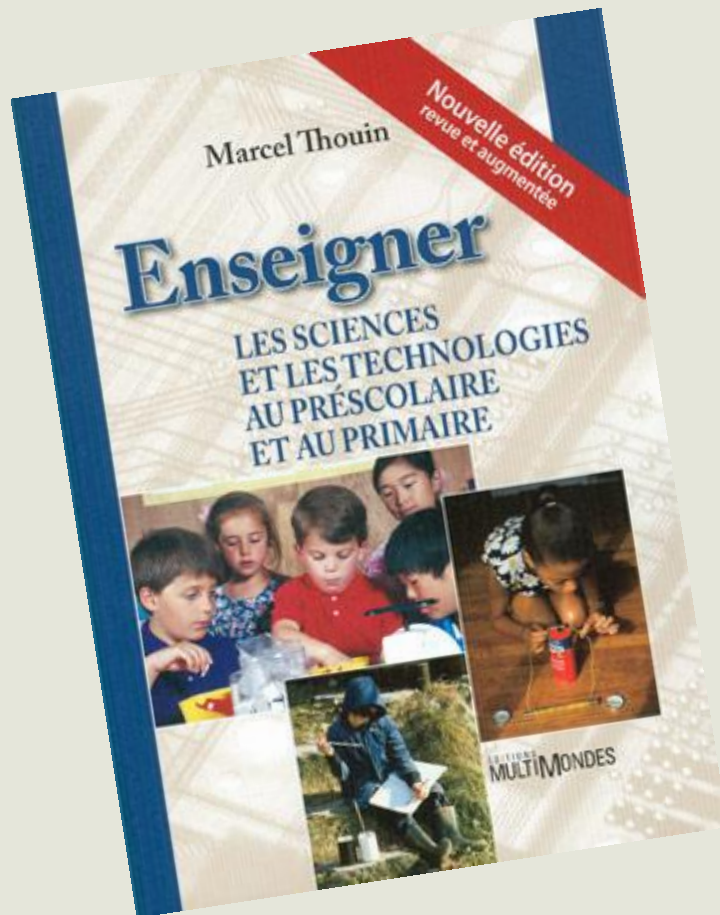
# Les interventions pédagogiques possibles

## *Le travail pratique*

À privilégier	À éviter
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aider les élèves à formuler des questions pour guider leurs explorations.</li><li>• Sortir du matériel concret.</li><li>• Expérimenter, toucher, manipuler, transformer.</li><li>• Aider l'élève à décrire ses observations.</li><li>• Faire verbaliser avant-pendant-après les actions.</li><li>• Encourager l'élève à faire des liens et à faire des comparaisons, à décrire ses stratégies et les effets produits.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Faire des expériences sans questionnement de départ.</li><li>• Faire de la « magie ».</li><li>• Travailler dans les cahiers.</li><li>• Faire des « recettes » qui ne nécessitent aucune réflexion.</li></ul>



# De bons ouvrages sur le sujet



# Pour inciter la réflexion

*Si je veux réussir à accompagner un être vers un but précis, je dois le chercher là où il est et commencer là, justement là.*

*Celui qui ne sait faire cela, se trompe lui-même quand il pense pouvoir aider les autres.*

*Pour aider un être, je dois certainement comprendre plus que lui, mais d'abord comprendre ce qu'il comprend.*

*Si je n'y parviens pas, il ne sert à rien que je sois plus capable et plus savant que lui.*

*Si je désire avant tout montrer ce que je sais, c'est parce que je suis orgueilleux et cherche à être admiré de l'autre plutôt que l'aider.*

*Tout soutien commence avec humilité devant celui que je veux accompagner ; c'est pourquoi je dois comprendre qu'aider n'est pas vouloir maîtriser, mais vouloir servir.*

*Si je n'y arrive pas, je ne puis aider l'autre.*



**Søren Kierkegaard  
(1813-1855)**