

Méthodes d'enseignement en physique

I. Introduction:

Il vous faut abandonner le mode ex cathedra!

Pourquoi?

- **Le discours exposant, même très clairement, le savoir correct est très peu efficace (voir cours de didactique générale).**
- **nécessite une grande motivation initiale de l'apprenant.**
- **nécessite un travail personnel plus important.**

Méthodes d'enseignement en physique

II. Le démarrage d'une leçon :

1. Obtenir le silence:

- « prenez votre cahier, votre journal de classe, de quoi écrire ; les regarder et attendre »
- éventuellement, dicter quelque chose.
- ou demander # et titre du dernier paragraphe vu dans le cahier.

2. Motiver les élèves, capter leur intérêt :

amener une question qui les interpelle, à laquelle la leçon devrait répondre

- soit directement :
 - comment fonctionne un moteur électrique ?
 - pourquoi les objets tombent-ils lorsqu'on les lâche ?
- soit indirectement :

Méthodes d'enseignement en physique

II.1. Commencer par une expérience :

Ne pas montrer (trop rapidement) et dire aux élèves ce qu'ils sont supposés voir et ce qu'ils sont supposés en conclure !

- les prive du plaisir de découvrir par eux-mêmes
- ils retiendront moins bien
- la question ne viendra pas d'eux et ils seront moins motivés

Méthodes d'enseignement en physique

II.1. Commencer par une expérience :

Comment faire ?

- **placer les élèves**
- **décrire le dispositif expérimental (pas trop vite)**
- **entretenir le suspens : que va-t-il se passer ?**
- **montrer**
- **demander ce qu'ils ont vu ; s'assurer que tout le monde a vu ; recommencer éventuellement**
- **les amener à se poser une question**
- **retour à leur place**
- **faire noter au cahier**

Méthodes d'enseignement en physique

II.1. Commencer par une expérience :

Exemple : expérience de la double fente (6ème)

- décrire et montrer source éteinte : source, 1^{ère} plaque à une fente, 2^{ème} plaque à 2 fentes, écran.
- que va-t-on voir ? ... On va vérifier !
- allumer la source ; que voit-on ?
- Comment est-ce possible ? D'où cela provient – il ?
- Ce sont des franges d'interférences qui résultent de la superposition de la lumière issue des 2 fentes ; nous allons essayer de comprendre
- titre, schéma au tableau
- recopier au cahier et résumer les observations.

Méthodes d'enseignement en physique

II.2. Commencer par une anecdote historique :

Pas de noms d'inventeurs ni de dates en introduction

mais

anecdote historique qui se raconte comme une histoire.

Veiller à la véracité historique.

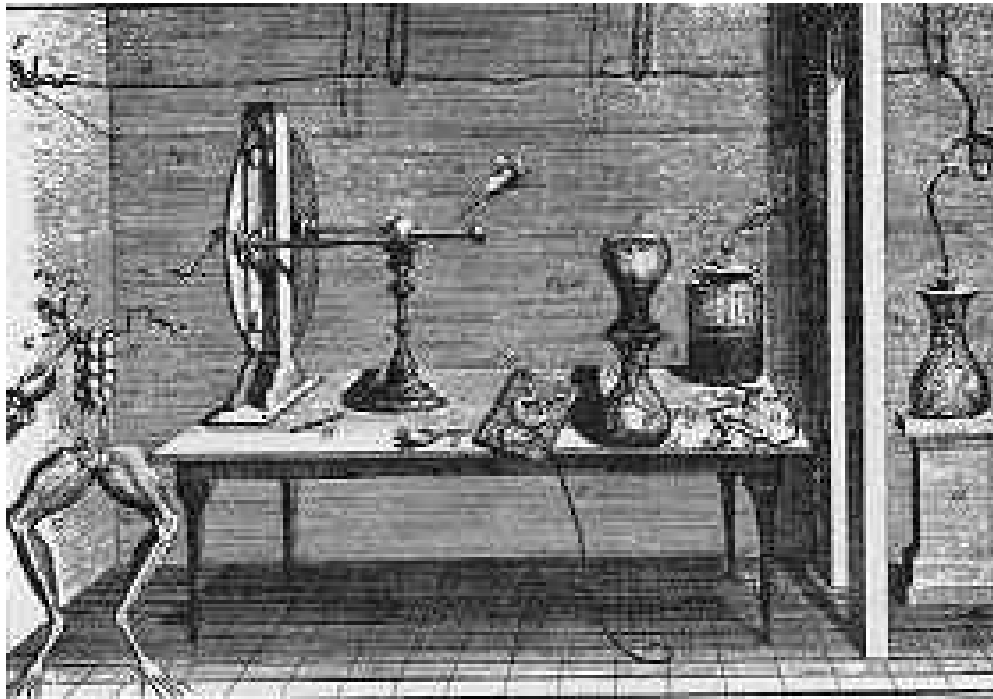
Se méfier des légendes (ex : pomme sur la tête de Newton).

Méthodes d'enseignement en physique

II.2. Commencer par une anecdote historique :

Exemple : découverte de la pile électrique

1. Première observation du phénomène : Galvani – université de Bologne – 1780 – étude sur les contractions du muscle crural :



crochet en laiton
grenouille
tringle de fer
contact Fe – Zn
→ contractions

Méthodes d'enseignement en physique

II.2. Commencer par une anecdote historique :

Exemple : découverte de la pile électrique

2. Explication : tringle + grenouille + crochet = pile
→ courant → contraction

S'aider d'une pile et d'une ampoule : circuit ouvert → ampoule éteinte ; contact → courant → l'ampoule s'allume.

Mais Galvani ne savait pas tout ça ; il ne comprit pas
→ différents essais avec d'autres paires de métaux
→ résultats publiés 11 ans plus tard : électricité animale.

Méthodes d'enseignement en physique

II.2. Commencer par une anecdote historique :

Exemple : découverte de la pile électrique

3. Travaux de Volta – université de Pavie :

- 2 bandes de métaux en contact, sans grenouille → picotement sur la langue
 - > accumulation de charges, mais faible
- → empilement Cu – Zn
- poisson torpille : structure lamellaire + fluide
- → carton avec solution acide ou saline (pile : 1799)



Méthodes d'enseignement en physique

II.3. Commencer en montrant une photo:

photo pas trop banale !

ne pas aller trop vite pour montrer

montrer à toute la classe

leur demander de décrire ce qu'ils voient

essayer de faire naître la question

Méthodes d'enseignement en physique

II.3. Commencer en montrant une photo:

Exemple : introduction à l'énergie cinétique
cratère dans l'Arizona : diamètre 1200 m
profondeur 180 m



Méthodes d'enseignement en physique

II.3. Commencer en montrant une photo:

Exemple : introduction à l'énergie cinétique
qui a pu creuser un tel cratère ? Travail colossal !

$$V_{\text{cratère}} \sim \pi R^2 \times H \sim 3 \times 600^2 \times 180 \sim 194 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Réponse : la chute d'un astéroïde, il y a 50.000 ans de
seulement $\sim 40 \text{ m}$

$$V_{\text{astéroïde}} \sim \frac{4}{3} \pi R^3 \sim 4 R^3 \sim 4 \times 20^3 \sim 32 \times 10^3 \text{ m}^3$$

L'astéroïde était $\sim 6000 \text{ x}$ plus petit que le cratère !

Comment est-ce possible ?

Méthodes d'enseignement en physique

II.3. Commencer en montrant une photo:

Exemple : introduction à l'énergie cinétique

A la fin de la leçon : revenir à la photo, par exemple en calculant la vitesse que devait avoir l'astéroïde:

$$W = m_{\text{cratère}} g \times H/2$$

$$K = m_{\text{astéroïde}} v^2 / 2$$

$$\rightarrow v \sim 3 \text{ km/s}$$

En fait : $v \sim 12 \text{ km/s}$ car il y a eu explosion avant la chute (fragments à 10 km).

Méthodes d'enseignement en physique

II.3. Commencer par l'analyse d'un tableau ou d'un graphique:

1)

Extrait IBSR 2000	# accidents corporels	# décès <30j	# décès >30j
Autoroutes	4961	238	1445
Agglomérations	24796	401	3796
Hors agglomération	19307	831	6076

Méthodes d'enseignement en physique

II.3. Commencer par l'analyse d'un tableau ou d'un graphique:

2) Où sont les accidents les plus graves ?

Problème de normalisation !

→ / # accidents corporels

	tués	blessés graves
autoroutes	$238/4961=4,8\%$	1445 → 29%
agglomération	$401/24796 = 1,6\%$	3796 → 15%
hors agglomération	$831/19307 = 4,3\%$	6076 → 31%

faire observer : **2 x + d'accidents graves hors agglomérations – Pourquoi ?**

Méthodes d'enseignement en physique

II.3. Commencer par l'analyse d'extraits de bande dessinée :

Distribuer des photocopies ou projeter un extrait.

Faire observer.

Poser ou amener une question.

Exemple : Illustrations de mvts amenant la conservation de la quantité de mvt.

1) Montrer

2) Faire trouver pour chaque mvt, ce qui a permis de provoquer le mvt (commencer par faire un exemple avec eux)

Méthodes d'enseignement en physique

II.3. Commencer par l'analyse d'extraits de bande dessinée :

Exemple : Illustrations de mvts amenant la conservation de la quantité de mvt.

(1) moto: La vitesse passe de 0 à $v \rightarrow a \rightarrow F_{\text{ext}} = m a$

F_{ext} = frottement du sol sur les roues

(2) hélice : ... F_{ext} = réaction de l'air sur les pales

(3) radeaux : ... F_{ext} = réaction de l'eau sur les rames

(4) ballon qui s'élève : F_{ext} = ... poussée d'Archimède

(5) ballon qui se dégonfle : pression ds le ballon \rightarrow gaz éjecté par le ballon - F_{ext} = réaction du gaz éjecté

(6) fusée : les réacteurs éjectent du gaz ... cf. (5)

Méthodes d'enseignement en physique

II.3. Commencer par l'analyse d'extraits de bande dessinée :

Exemple : Illustrations de mvts amenant la conservation de la quantité de mvt.

3) Faire observer que les 2 derniers exemples peuvent se produire ds le vide – milieu non nécessaire –

Ce sont des exemples de conservation de la quantité de mvt

~en l'absence de F_{ext} , quand q.q. chose part ds une direction, q. q. chose doit partir en direction opposée (le gaz d'un côté, le ballon ou la fusée de l'autre).

Méthodes d'enseignement en physique

III. Introduction des lois et formules

- **ce qu'il ne faut pas faire :**
 - commencer par les énoncer,
 - puis expliquer les termes,
 - justifier à posteriori par une expérience ou un exemple
 - faire un exercice numérique
 - « La physique, c'est horrible : on ne comprend pas; ce n'est pas intéressant »
 - ils n'en gardent pas grand chose
- **ce qu'il faut faire :**

Il faut déduire les lois à partir d'observations expérimentales !

Mieux : les leur faire trouver eux-mêmes

Méthodes d'enseignement en physique

III.1. Quelques conseils pour les expériences

- **si possible : faire l'expérience en classe**
- **mieux : leur faire faire l'expérience (matériel – temps)**
exemple : le pendule (petit objet suspendu à un fil à un porte-manteau, trotteuse de montre)
- **si pas possible, montrer l'expérience filmée**
exemple : chute d'une plume et d'un marteau sur la lune
- **si pas possible : décrire ou montrer une animation sur ordinateur**

<http://www.sciences.univ-nantes.fr/physique/perso/gtulloue/index.html>

<http://www.univ-lemans.fr/enseignements/physique/02/index.html>

<http://www.walter-fendt.de/ph14f/>

Méthodes d'enseignement en physique

III.1. Quelques conseils pour les expériences

- **pour éviter les temps morts:**
 - faire l'expérience plusieurs fois dans différentes conditions pour ne pas être pris au dépourvu
 - faire une liste précise du matériel et de la procédure
 - bien préparer l'enchaînement de ce qu'on va leur montrer
 - comment on va exploiter
 - quelles sont les questions qu'on va leur poser
 - décider s'ils restent à leur place ou pas, s'ils notent ou pas, s'il faudra mettre au cahier plus tard ou si on distribuera des photocopies, etc ...

On ne perd pas de temps en faisant des expériences si on a bien préparé car les élèves comprennent plus vite et retiennent plus longtemps

... mais ça demande un gros effort de préparation au novice

Méthodes d'enseignement en physique

III.1. Quelques conseils pour les expériences

- **comment faire face au manque de matériel :**
 - **bricoler, réparer soi-même:**
 - exemple : chute libre (boule de pétanque + papier froissé)
 - **emprunter:**
 - autre classe, collègue ou ami
 - les jouets des enfants
 - expérimentarium
 - **commander (il y a un budget pour ça):**
 - fixer l'objectif pédagogique
 - montrer qu'il n'y a rien d'équivalent dans l'école
 - comparer différentes offres et faire un choix

firme Jeulin (firme française). Web : www.carbo.be; mail : info@carbo.be

rue Vander Elst 94 - 1950 Kraainem

Tél : 02/784 30 34 Fax : 02/784 30 44

Contact : Stéphane Marée : GSM : 0498/ 13 66 71

Framerie : voir site Restode

Méthodes d'enseignement en physique

III.1. Quelques conseils pour les expériences

- **choix des expériences:**
 - programmes,
 - livres scolaires,
 - expérimentarium,
 - sites internet

Rejeter les expériences d'interprétation complexe qui font intervenir trop de phénomènes.

Méthodes d'enseignement en physique

III.1. Quelques conseils pour les expériences

- **réalisation**
 - veiller à la visibilité par toute la classe
 - bien décrire le dispositif, lentement ou en interactif avant de montrer
 - laisser observer et faire énoncer les conclusions
 - à la fin d'une série d'observations ou d'expériences : résumer
 - ensuite, trace écrite : soit photocopies ou livre, soit au cahier: schémas au tableau, dicter ou laisser résumer.

Méthodes d'enseignement en physique

III.2. La démarche inducto - déductive :

1. Faire **observer** une situation et poser une question.
2. **Analyser** la situation:
quels sont les paramètres qui peuvent influencer la situation et émettre des hypothèses.
A faire trouver par les élèves.
3. **Expérimentation**:
leur faire imaginer des expériences pour vérifier les hypothèses et étudier la dépendance des paramètres.
réaliser les expériences.
analyse des résultats.

Méthodes d'enseignement en physique

III.2. La démarche inducto - déductive :

4. **Induction** de la loi:

remonter des faits observés à la loi, de cas particuliers à une proposition plus générale.

5. **Déduction** de la loi:

démonstration de la loi.

6. **Répondre à la question** posée initialement.

7. Traiter des **applications**:

- trouver des applications dans d'autres domaines des sciences ou dans la vie de tous les jours.
- exercices numériques.
- questions pour tester leur compréhension.

Exemple: Pression au sein d'un liquide

1. **Question:** “Comment expliquer la douleur aux oreilles parfois ressentie au fond de la grande profondeur d'une piscine?”

2. Analyse:

- Observation de l'existence d'une force de pression au sein d'un liquide (quelques expériences simples).
- Quelle est l'orientation de cette force, de quoi peut-elle dépendre?
On retient: la profondeur h , la masse volumique ρ , la surface S sur laquelle elle s'applique.

3. Expérimentation:

- Présentation du matériel:
 - le manomètre
 - les récipients de formes diverses
 - différents liquides

- Leur faire trouver expérimentalement l'orientation indifférente et faire vérifier les dépendances (et non dépendances):
 - à profondeur identique, on mesure la dénivellation dans le tube en U pour des liquides différents
 - dans un même liquide, on fait varier la profondeur.
 - pour 2 surfaces identiques S_1 et S_2 situées à différents endroits mais à même profondeur, observer que la force est la même.
 - À profondeur identique, la force de pression ne dépend pas de la forme du récipient.

- Analyse des résultats:
- soit $S = S_1 + S_2$, $F = F_1 + F_2$
donc, si $S_1 = S_2$, $F_1 = F_2$ et $F = 2 F_1$
donc, F proportionnel à S et $F = p S$,
ce qui définit la pression $p = F / S$
 - F , donc p , augmente avec ρ
 - F , donc p , augmente avec h

4. Induction de la loi:

$$p = f (h , \rho)$$

5. Dédution de la loi:

Expérience dans un aquarium rempli d'eau, avec un tube cylindrique, une plaquette en plastique et de l'eau colorée. On établit la loi par raisonnement:

$$F = M g = \rho V g$$

$$\text{Donc: } p = F / S = \rho V g / S = \rho g h$$

variante: cylindre gradué suspendu à un dynamomètre et plongé partiellement dans l'eau.

6. Répondre à la question posée initialement.

7. Traiter des applications.

Méthodes d'enseignement en physique

III.3. L'enseignement par compétence: