



PHYSIQUE/CHIMIE

Les « QP » à l'agreg interne

Comment s'y préparer?

Comment en faire un point fort ?

Encore un truc de
pédagogue...
On ferait mieux de
recruter des
physiciens et des
chimistes

Jacques Vince

Lycée Ampère

Enseignant associé à l'Ifé

jacques.vince@ens-lyon.fr

pegase.ens-lyon.fr



©Fabrice Erre



Les questions pédagogiques

- Un élément essentiel de l'épreuve...
- ...qui peut faire la différence
- Mais qui ne peut pas sauver des insuffisances disciplinaires...

	Compo physique	Compo chimie
2017	7/60*	5/51*
2018	11/53*	5/59*
2019	5/61**	4/60**

* Environ 1/3 de la note

** Environ 1/4 de la note

Au programme

Rapport de jury 2019

Concernant les questions pédagogiques, un corpus de documents supports ou de bibliographie est en général fourni en annexe du sujet, ainsi que des extraits de programmes officiels. Cependant, on attend d'un professeur candidat au concours de l'agrégation interne qu'il connaisse suffisamment les **objectifs des programmes concernés par l'épreuve** tant sur le plan des **concepts** étudiés que des **compétences** à développer chez les élèves (**socle** commun de connaissances, de compétences et de culture et compétences travaillées figurant au programme de physique du cycle 4 au collège ; **compétences de la démarche scientifique** au lycée et en CPGE), des **modalités pédagogiques** (activités expérimentales, démarches d'investigation, tâches complexes, situations-problème, résolutions de problèmes, approches documentaires, etc.) et des **enjeux didactiques** de l'enseignement de la physique et de la chimie.

La préparation du candidat à ce type de question relève de l'exercice de sa pratique quotidienne d'enseignant et de son travail personnel d'**analyse de pratique**.

Une question pédagogique peut mobiliser divers domaines d'expertise professionnelle de l'enseignant :

- **conception** ou **critique** d'une **activité** de formation ou d'évaluation à un niveau donné (par exemple : concevoir un protocole expérimental, élaborer des exercices, élaborer une résolution de problème, etc.)
- problématique de l'**évaluation** (par exemple : proposer une correction d'une production d'élève fournie dans l'énoncé, proposer des modalités d'évaluation, etc.)
- **analyse didactique et pédagogique** (par exemple : mettre en évidence ou illustrer la progressivité dans l'introduction d'une notion ou d'un concept, mettre en évidence des **obstacles cognitifs** relativement à une notion ou à un concept, modifier une activité fournie pour l'adapter à un niveau donné ou à une situation pédagogique particulière ; proposer des activités et/ou des scénarios de **remédiation** ; proposer une mise en œuvre de **différenciation** pédagogique, etc.)

Au programme

Rapport de jury 2019

Pour les questions pédagogiques, selon leur nature, sont évalués entre autres :

- la qualité scientifique de la réponse ;
- la concision et la pertinence de la réponse ;
- la compréhension des points des programmes concernés par la question ;
- l'adéquation de la proposition avec les objectifs des programmes concernés ;
- la capacité à identifier les compétences mobilisées par les élèves dans une activité ;
- le réalisme de la proposition en termes de scénario pédagogique et de mise en œuvre en classe au niveau concerné ;
- la capacité d'analyse des objectifs d'apprentissage d'une activité ;
- la capacité d'analyse des difficultés présentes dans une activité ;
- la capacité d'évaluation d'une production d'élève relativement aux compétences de la démarche scientifique (y compris l'usage rigoureux de la langue française et des langages scientifiques) ;
- la bonne articulation entre notion(s) scientifique(s) concernée(s) et proposition pédagogique ;
- l'esprit critique, la finesse de l'analyse ainsi que l'efficacité et la qualité de l'argumentation.

Transposition ?

La foire aux mots-clés

Activités

Progression
/ scénario

Analyser

Améliorer

Modalité
pédagogique

Objectifs
d'apprentissage

Évaluation formative,
sommative,
diagnostique

Remédiation

Obstacles

Compétences

Différenciation

Tâches
complexes

Enjeux
didactiques

Situation-
problème

Se mettre dans la peau

- de l'élève (corrigé, erreurs...)
- du prof qui agit en classe
- du prof qui conçoit
- du prof qui évalue
- du prof expert ayant une posture réflexive
 - au contact des travaux de didactique
 - au contact des innovations péda. ou des courants « à la mode »
 - faisant preuve d'esprit critique

Ne pas jargonner... mais savoir que ça existe...

Savoirs /
connaissances

Apprenant

Contrat
didactique

Dévolution

Milieu

Socio-
constructivisme

Pratiques
de
référence

ingénieries

Conceptions

Situation-
problème

Transposition

Transposition

Dissonance
cognitive

Registres
sémiotiques



Propositions...

Une proposition

1. D'où viennent les prescriptions actuelles ?
Au sujet des théories de l'apprentissage
2. Didactique ou pédagogique ?
Quelques études de cas pour un critère simple
3. Les idées initiales
Les connaître, s'en servir...
4. Le fonctionnement des savoirs en physique-chimie et l'activité de modélisation
Activité de modélisation et idées initiales : les 4 mondes
5. Un modèle structuré par activités
 - Activités ?
 - Démarches scientifiques, rôle des modèles
 - Contextualisation, malentendus scolaires et pédagogies invisibles
 - Former et évaluer par compétences / verbes d'action

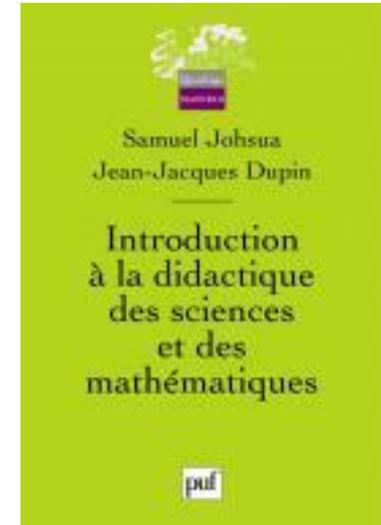
Didactique ?

« La didactique d'une discipline est la science qui étudie, pour un domaine particulier, les phénomènes d'enseignements, les conditions de la transmission de la "culture" et les conditions de l'acquisition des connaissances par un apprenant. »

Johsua S et Dupin JJ, *Représentations et modélisations*, 1989

« L'enseignant n'a pas pour mission d'obtenir des élèves qu'ils apprennent, mais bien de faire en sorte qu'ils puissent apprendre. Il a pour tâche, non la prise en charge de l'apprentissage - ce qui demeure hors de son pouvoir - mais la prise en charge de la création des conditions de possibilité de l'apprentissage. »

Chevallard Y, *La transposition didactique*, 1986



Une « discipline » sous influences multiples

- Sciences de l'éducation
- Épistémologie
- Sociologie de l'éducation
- Psychologie de l'éducation
- Psychosociologie
- Sciences cognitives
- Neuropsychologie
- Linguistes
- ...

À quoi servent des éléments théoriques sur l'apprentissage ?

MYTHE PÉDAGOGIQUE



À quoi servent des éléments théoriques sur l'apprentissage ?

On a tous des idées sur ce qu'on croit être les "bonnes" (meilleures ?) façons d'apprendre d'un élève...

La recherche en fait un objet d'étude et peut proposer/tester des situations d'enseignement qui favorisent l'apprentissage



ii favorisent

Gratter pour que ça rentre, y a que ça de vrai

Comment voulez-vous qu'ils apprennent de la physique s'ils ne font pas de manips

Vers des modèles pédagogiques ou théories de l'apprentissage...

« Les théories de l'apprentissage désignent un ensemble de lois ou de principes qui décrivent la manière dont l'apprentissage se déroule. »

Archambault J, *Vers une gestion éducative de la classe*, 1996

- La psychologie ne dit pas comment enseigner
- C'est une ressource, qui tente de comprendre comment les élèves apprennent



- Éclairer les choix du prof-ingénieur
- Permettre l'analyse de sa propre pratique

Enseigner...

- Il n'y a pas de modèle meilleur *dans l'absolu*
même si les programmes semblent en promouvoir certains types
- On ne peut pas séparer enseignement et apprentissage : ce sont des processus intriqués, l'action de l'enseignant et de l'élève est conjointe

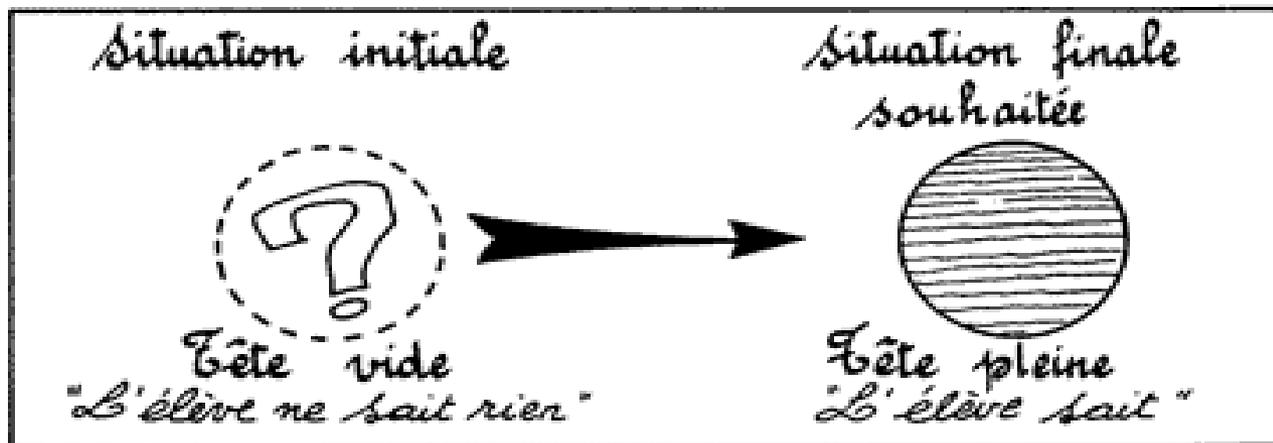
Le modèle transmissif... *ou l'élève comme une bouteille à remplir...*

« Le modèle des idées claires et du savoir transparent. »

Ubaldi JL, *Débuter dans l'enseignement*, 2006

Hypothèses du modèle :

- La neutralité conceptuelle de l'élève
- La non déformation du savoir transmis
- L'élève est dans de bonnes dispositions pour apprendre
- Les élèves apprennent tous de la même façon



Le modèle transmissif... *ou l'élève comme une bouteille à remplir...*



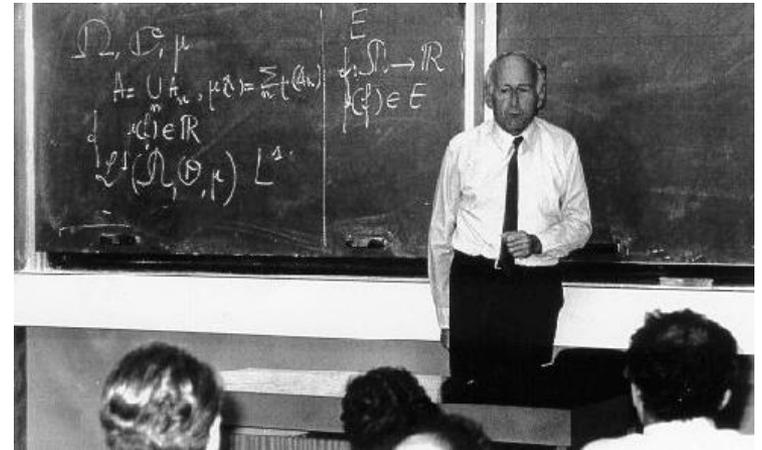
**"It's called 'reading'. It's how people
install new software into their brains"**

Le modèle transmissif... *à chacun sa place*

La répartition des rôles :

- Enseignant : celui qui sait
- Rôle de l'enseignant : expliquer clairement.
- Rôle de l'élève : écouter attentivement.
- Erreurs de l'élève : accidents dus à une écoute insuffisante ou à une mauvaise explication. Sont de la responsabilité de l'élève. On y remédie par une nouvelle explication, une écoute plus attentive et la répétition des exercices.

Ce modèle n'est pas absent
des instructions officielles...
... et des pratiques



Le modèle transmissif

Professeur - Savoir



Élève

Le béhaviorisme

- *Deux observables : situation et comportement*
 - *La psychologie devient la science du comportement (au sens de la manifestation de la maîtrise d'une connaissance/compétence)*
 - *A su dépasser le conditionnement ($S \rightarrow R$)*
 - *A donné lieu à la pédagogie par objectifs, par essai-erreur... mais aussi à des compétences observables précises !*
- Attendus : l'élève est capable de (verbe d'action)*

Le béhaviorisme fut un progrès...

Avant le conditionnement

Os **Salivation**



Cloche **Aucune réponse**



Pendant le conditionnement

Cloche **Salivation**
+
Os



Après le conditionnement

Cloche **Salivation**



Professeur - Savoir

Élève



- *Recentrage sur l'élève*
- *Efficacité avérée dans les apprentissages techniques et professionnels (nous en avons !)*
- *À chacun son rythme, sa manière, dans l'action (Skinner)*

Les limites du béhaviorisme

- Découpage nécessaire en micro-objectifs d'une tâche un peu complexe
- Empilement de savoirs mais le tout n'est pas la somme des parties
- Le béhaviorisme croule sous son propre poids...
- Le problème de la signification construite...

Le constructivisme

- Une icône : Jean Piaget (1896-1980)
- Une idée principale : on apprend en agissant et en se confrontant au monde
- Des raffinements :
 - On est le protagoniste actif de ses apprentissages
 - Dans une nouvelle situation, on assimile (on ramène de l'inconnu à du connu) ou on accommode (changement de connaissance, modification de façon de voir...)
 - Apprendre, c'est s'adapter (autorégulation)



Une conséquence importante en sciences

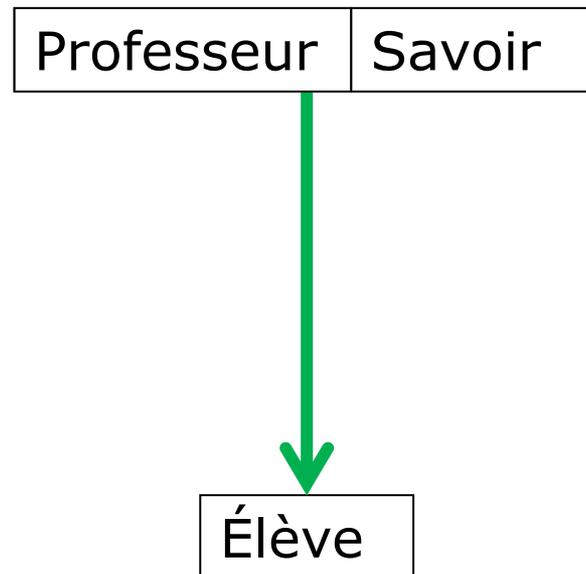
- Une nouvelle hypothèse psychologique : le couple formalisme-empirisme
- Basée elle-même sur une hypothèse forte : possibilité d'un passage direct entre manipulation et l'appréhension de structures abstraites si confrontation à des problèmes : **pédagogie de la redécouverte**

Et la pédagogie active fut...

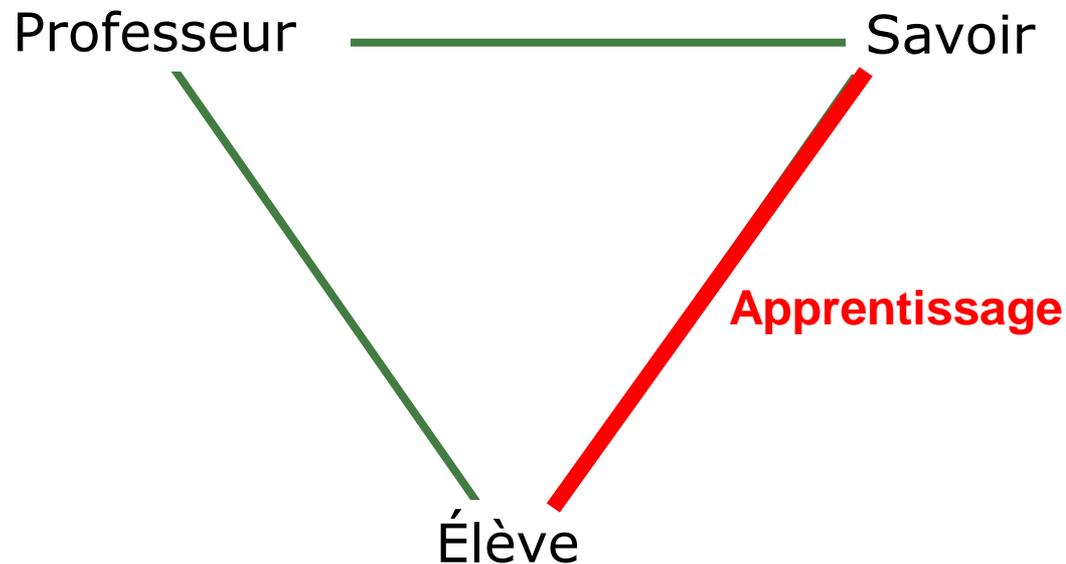
- L'élève est au cœur de l'apprentissage, il doit être en activité
- Le rôle de l'enseignant est de proposer des situations adéquates, en connaissant les savoirs et savoir-faire antérieurs des élèves
- Apprentissage par adaptation
- « *Mettre le plus possible à distance l'intention didactique pour laisser jouer au maximum les mécanismes d'appropriation par les élèves du problème et de son dépassement* » (Johsua et Dupin)

La **situation** doit poser un nouveau **problème**...

Une conséquence importante : dépersonnaliser le savoir



Quelques repères au sujet des modèles pédagogiques



Un paradoxe à lever...

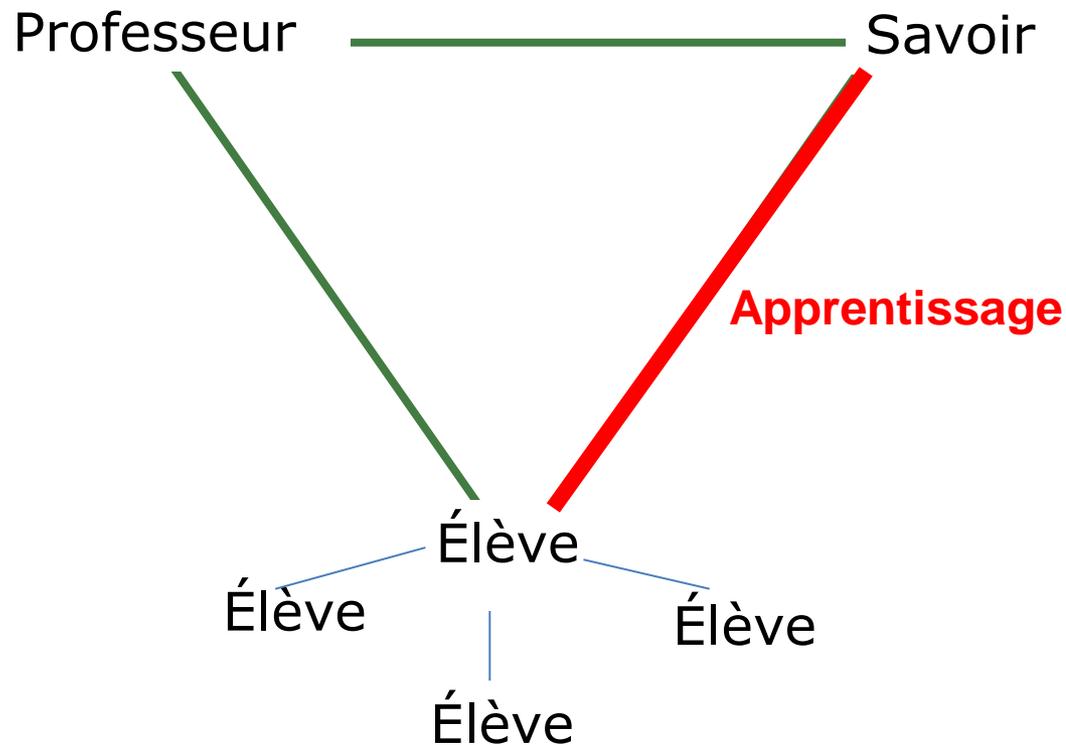
- Le prof veut que l'élève produise, en autonomie, la réponse adéquate
- Mais l'élève a besoin pour y arriver de moyens qui sont justement l'enjeu de l'apprentissage !
 - Distiller la réponse ou se donner l'illusion de ?
 - Ne rien dire et détourner l'élève du problème ?

Plusieurs types de situations...

Par exemple :

- Action
- Formulation
- Validation
- Institutionnalisation
(Brousseau)

Et les autres élèves ?



Le socioconstructivisme

- Un élément supplémentaire essentiel : le rôle des interactions (prof-élève et élève-élève)
- L'apprentissage se construit socialement
- Ce qui se joue dans l'apprentissage est en conséquence également la capacité à apprendre, comprendre, analyser : la situation-problème seule n'est plus suffisante

Le socioconstructivisme

« L'apprentissage donne naissance chez l'enfant à toute une série de développements internes qui ne lui sont accessibles que dans le cadre de la communication avec l'adulte et la collaboration avec les camarades, mais qui une fois intériorisés, deviendront une conquête propre de l'enfant... »

Vygotsky L, *Pensée et langage*, 1985



Le socioconstructivisme

Hypothèses du modèle :

- L'acquisition de connaissances passe par une interaction avec l'objet d'études, par le biais de résolutions de problèmes et d'interactions sociales .
- La tête de l'élève n'est jamais vide de connaissances.
- L'apprentissage ne se fait pas par empilement de connaissances, ni de manière linéaire.
- L'élève donne un sens à une connaissance si elle apparaît comme un outil indispensable pour résoudre un problème.
- La situation doit permettre le développement de la capacité à apprendre, à comprendre, à analyser.

Du social à l'individu...

Le socioconstructivisme

La répartition des rôles :

- Le rôle de l'enseignant est de proposer des situations d'enseignement qui seront traitées avec autrui.
- Autrui est un acteur indispensable de l'apprentissage.
- Le rôle de l'élève est d'essayer d'apporter une réponse à ces situations.
- Les erreurs de l'élève sont des preuves que l'apprentissage est en cours.



Le socioconstructivisme

- L'apprentissage favorise l'apparition de Zones de Prochain Développement (ZPD) : écart entre niveau de résolution avec aide et niveau atteint seul

Le véritable enseignement serait toujours un peu en avance sur ce que les élèves maîtrisent.

- Le conflit sociocognitif...
- Étayage : tout ce que peut faire l'enseignant pour permettre un apprentissage en cours d'activité
enrôler l'élève, être là sans être là, pour maintenir sa motivation, l'encourager (aspects socio-affectifs), le soutenir, le guider en explicitant, en interagissant sans donner la solution (aspects cognitifs)

Vers un apprentissage coopérant

- Une activité qui implique de rendre les savoirs publics, négociables, en solidarité.
- Favorise la réflexion sur les démarches : explicitation de « comment je fais », planification, retour sur...
- L'élève comme transducteur (Marchive, 1997)
 - Transmetteur d'infos
 - Traducteur dans un langage compréhensible par l'autre



Pédagogie ou didactique ?

Didactique ou pédagogie ?

Plus les étudiants sont impliqués, mieux ils apprennent

Il faut donc proposer aux élèves des problèmes de la vie courante qu'ils ont envie de résoudre



Didactique ou pédagogie ?

Lorsqu'on observe sur l'un écran l'image d'un objet donné par une lentille, que va-t-il se passer si on cache la moitié de la lentille ?

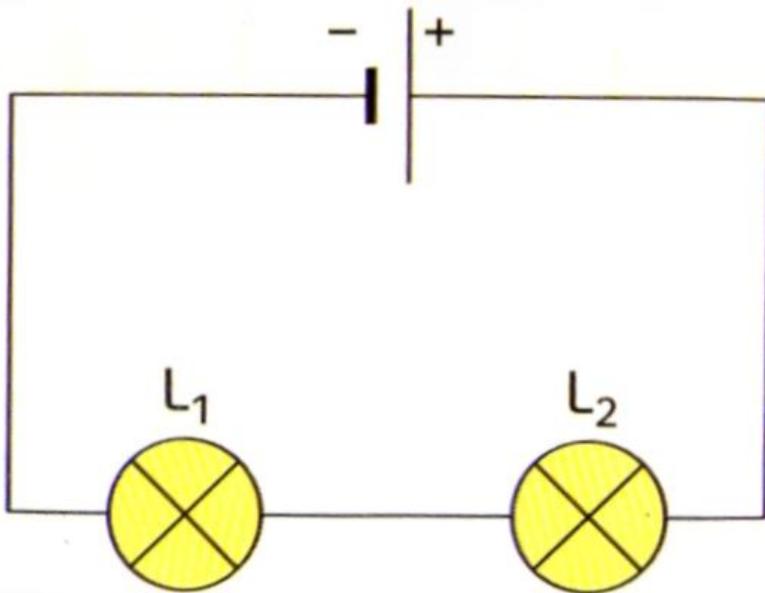
Plus les étudiants sont impliqués, mieux ils apprennent

Lors de la présentation de manip de cours, on conseille à l'enseignant de demander aux élèves de prédire le résultat de la manip avant qu'elle n'ait lieu

Choix
pédagogique

Didactique ou pédagogie ?

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 .

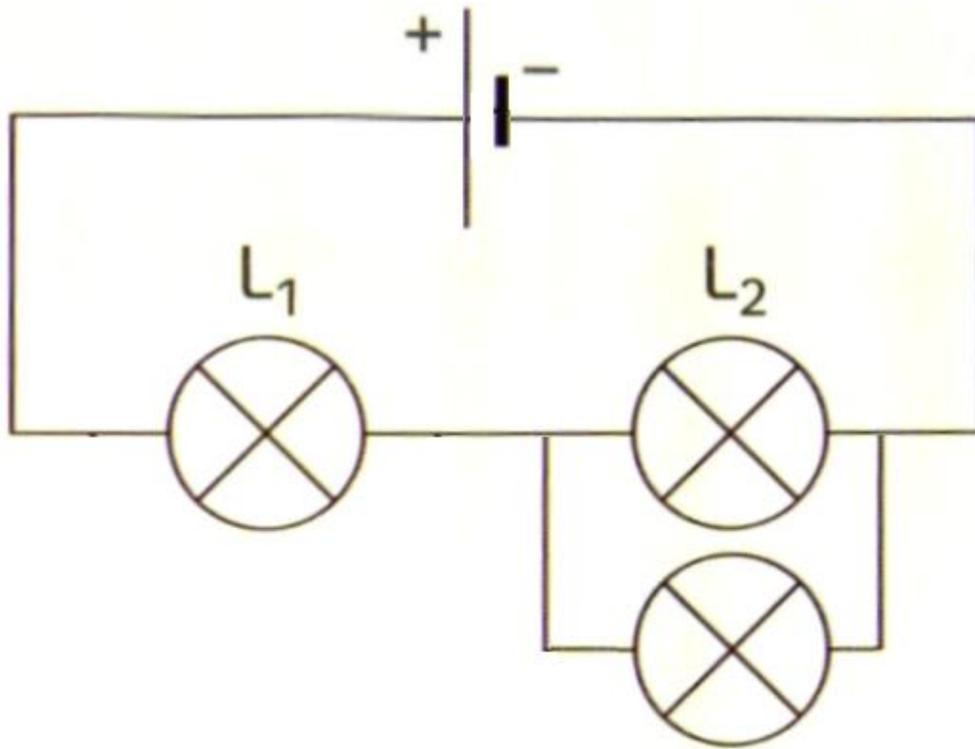


Ici L_2 brille plus que L_1 ;
Que va-t-il se passer si on inverse L_1 et L_2 ?



Didactique ou pédagogie ?

À quoi peut servir cette prévision ?

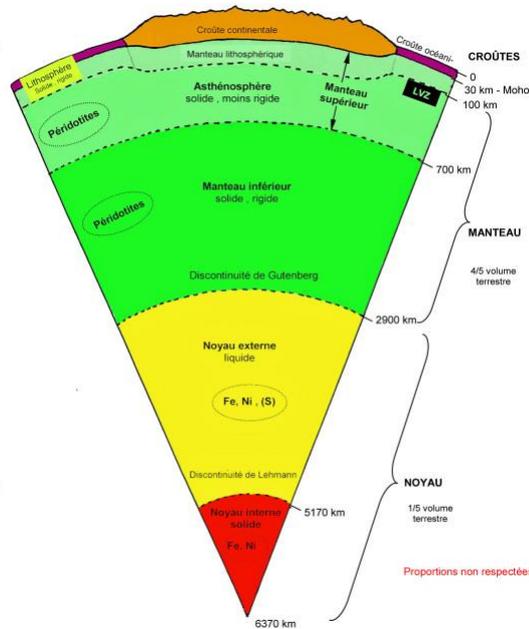
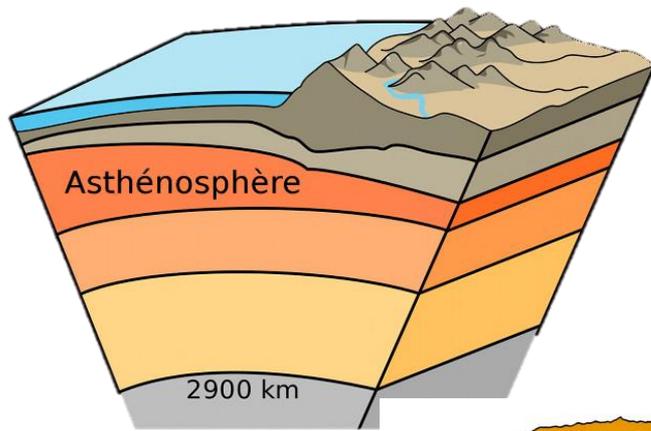


L_1 et L_2 sont identiques.
Seules dans le circuit série,
elles brillent de la même façon.

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



Didactique ou pédagogie ?



En géologie, on a montré que les élèves avaient tendance à penser que la partie colorée en rouge était la plus chaude

On suggère d'utiliser un autre code couleur pour les couches terrestres

Choix didactique

Pour que les élèves sachent clairement ce sur quoi je vais les évaluer, je leur donne une fiche de compétences écrite quelques jours avant le devoir, en indiquant aussi les formules à connaître...



Comme je sais que le mot **accélération** de la vie courante pose plein de problèmes pour l'apprentissage de la physique, je vais faire un petit questionnaire-bilan pour voir où en sont les élèves avant enseignement.



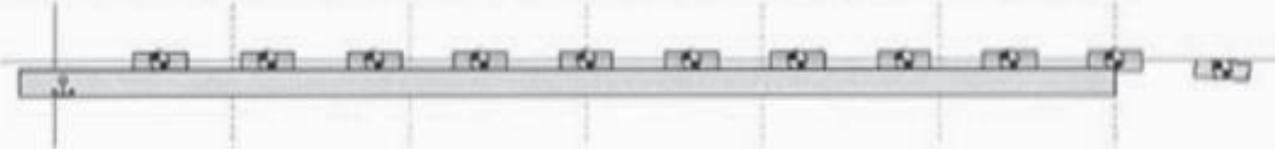
Choix
Pédagogique
(+ un peu
didactique)

Agreg interne 2015

1.2 Questions liées à l'enseignement de la mécanique et de l'hydrostatique au lycée

8. Après avoir enseigné tous les contenus du programme correspondant à l'étude des mouvements en classe de seconde, un professeur a fait travailler ses élèves sur la notion de force en utilisant l'énoncé ci-dessous.

On s'intéresse au mouvement simulé d'un palet de hockey lancé sur une patinoire :



Ce mouvement peut être considéré comme rectiligne et uniforme (sur quelques mètres) :

Quelles sont les forces qui s'exercent sur le système palet qui permettent d'expliquer son mouvement simulé ? Quelles sont leurs caractéristiques ? Détaillez votre proposition et vos arguments.

Les réponses de trois élèves sont données en annexe A, ainsi que la présentation de ce qu'on appelle les diagrammes "objet-interaction".

- Analyser les erreurs des élèves, expliquer en quoi le diagramme "objet-interaction" est un outil qui peut permettre d'éviter certaines d'entre elles.
- Proposer une correction complète des questions posées.

Didactique ou pédagogie ?

Une proposition élève 3 :

- Force de réaction
- Force de gravitation } se compensent et empêchent le palet de tomber } sur la patinoire
- Force de vitesse
- \emptyset force de frottement et de déplacement d'air.

Un outil proposé par la recherche en didactique de la physique : les diagrammes « objet-interactions »

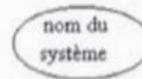
On appelle système, un objet (matériel), une partie d'objet ou un ensemble d'objets (ce découpage de la réalité en systèmes est un choix fait par celui qui étudie la situation).

Interactions : quand un système A agit sur un système B, **simultanément** B agit sur A ; on dit que A et B sont en interaction. L'action de A sur B est notée A/B et l'action de B sur A est notée B/A.

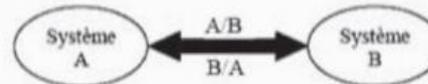
Cet énoncé est applicable dans toutes les situations, c'est-à-dire quand les systèmes sont au repos et aussi quand ils sont en mouvement.

Représentation

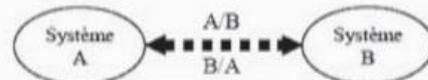
Représentation d'un système



Représentation d'une interaction "de contact"



Représentation d'une interaction "à distance"



Une fois un système choisi, on représente toutes ses interactions avec les autres systèmes extérieurs sur le même schéma. Ce schéma global s'appelle le diagramme *système-interaction* ou encore « objet-interaction ».

Une fois le diagramme construit, on peut modéliser chaque action de A sur X par un vecteur représentant la force exercée par A sur X et réaliser le « bilan des forces » qui s'exerce sur le système.

D'après les travaux de recherche du groupe sésames :

http://pegase.ens-lyon.fr/theme.php?rubrique=1&id_theme=1

Didactique ou pédagogie ?

Parce que l'articulation entre modèle et observation est difficile, pour donner un statut particulier aux connaissances d'ordre théorique, je distribue aux élèves une feuille intitulé « Modèle » sur une feuille de couleur.



Surtout
didactique...

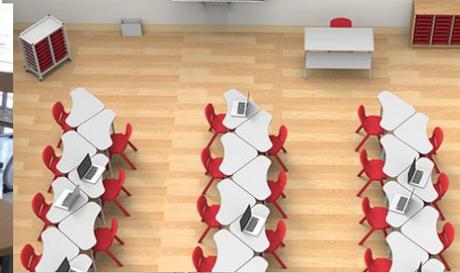
Mais pas
seulement...

Didactique ou pédagogie ?

L'organisation de la classe

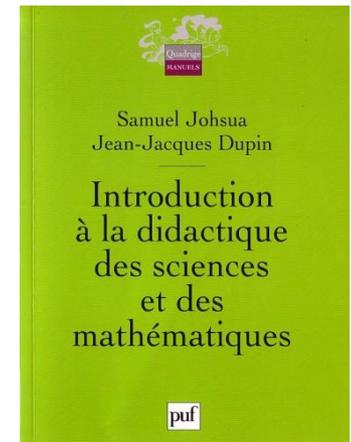
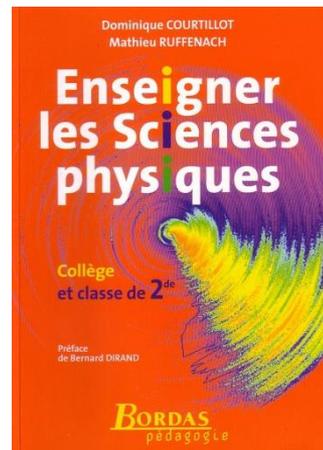
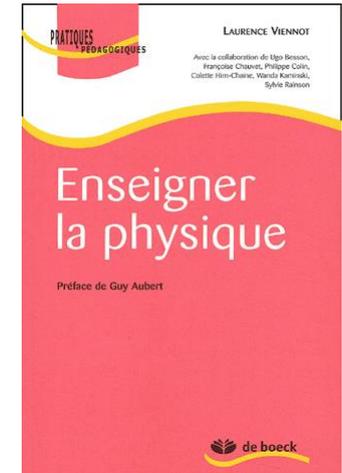
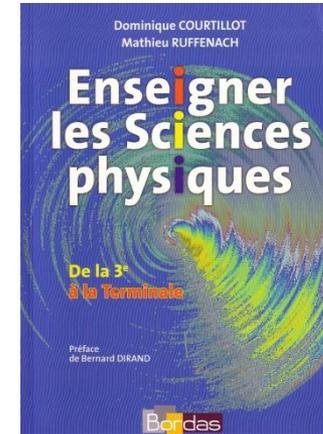
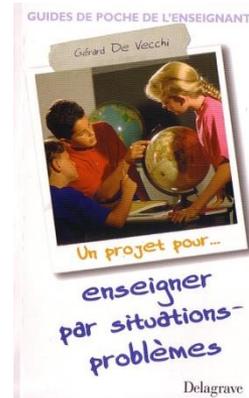
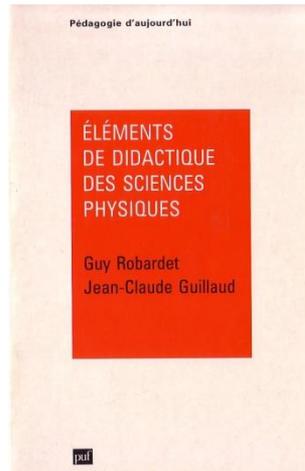
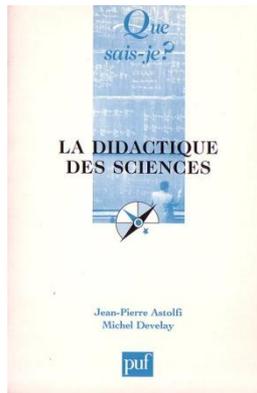


Choix
pédagogique



Pour aller plus loin ...

Sur les aspects didactiques





Connaitre, faire émerger et prendre en charge les conceptions initiales

D – Approche d'une notion : l'analyse spectrale d'un son

Dans son cours d'enseignement de physique-chimie en classe de terminale S, un professeur aborde la notion d'analyse spectrale d'un son.

17. (QP) Donner la définition du spectre en fréquence d'un son telle que le professeur peut l'énoncer à ses élèves de terminale S.

18. (QP) Un élève se demande s'il y a une différence entre l'analyse spectrale d'un son et la partie « analyse spectrale » traitée antérieurement dans le cours de chimie en terminale S. Proposer une réponse que le professeur peut lui apporter.

39. (QP) Le programme de 1^{ère} S est l'occasion de familiariser les élèves avec la notion de champ, que ce soit un champ scalaire comme celui de température ou bien un champ vectoriel comme le champ magnétique. Les deux figures suivantes donnent des informations complémentaires sur le champ magnétique terrestre.

Citer deux obstacles, chez les élèves, associés à ces deux types de représentations? Comment y remédier?

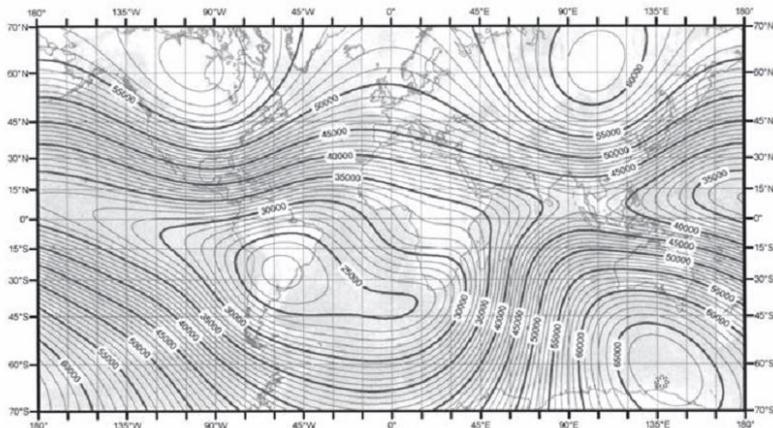


Figure 14 – Intensité du champ géomagnétique. L'unité est le nT et l'écart entre deux contours est de 1000 nT (document internet http://www.geomag.bgs.ac.uk/documents/WMM2010_Report.pdf).

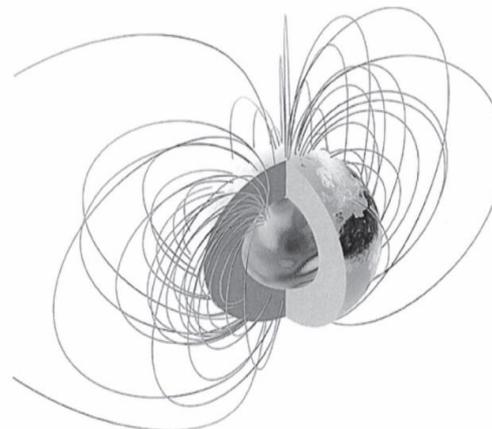


Figure 15 – Lignes de champ du champ magnétique terrestre.

9. (QP) Le ballon sonde.

Lors d'une séance d'accompagnement personnalisé en classe de Terminale S, une professeure propose plusieurs versions d'une même résolution de problème selon le niveau des élèves. La version « confirmé », destinée aux élèves en réussite, est disponible en annexe 2.

- Proposer une correction à destination des élèves.
- Quels sont les obstacles éventuels rencontrés par les élèves ?
- Quels éléments faut-il rajouter pour proposer une version du problème à destination des élèves éprouvant plus de difficultés au niveau du raisonnement ?

Quels obstacles rencontrés par les élèves pourront être levés par ce travail coordonné entre les deux enseignants ?

Le professeur pose à ses élèves les questions suivantes :

Pour chronométrer une course de 100 m, un élève équipé d'un chronomètre au centième de seconde est situé à 50 m de la ligne d'arrivée et à 112 m du starter.

Lui est-il possible de déclencher instantanément le chronomètre quand il entend le coup de feu du starter ?

Lui est-il possible d'arrêter instantanément le chronomètre quand le premier athlète passe la ligne d'arrivée ?

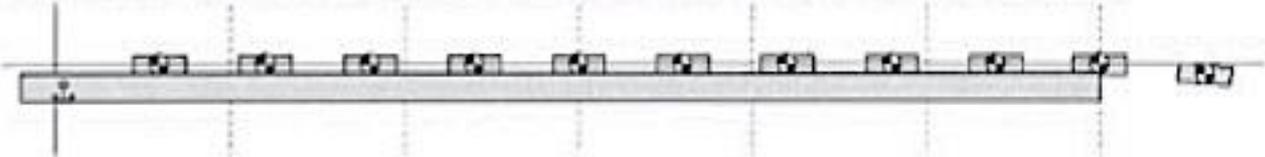
Données : - vitesse de propagation des ondes sonores : 340 m.s^{-1}

- vitesse de propagation des ondes lumineuses : $3,0.10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Q28. QP. Relever les défauts que présentent ces questions, les reformuler pour qu'elles soient rigoureuses et en proposer une solution.

8. Après avoir enseigné tous les contenus du programme correspondant à l'étude des mouvements en classe de seconde, un professeur a fait travailler ses élèves sur la notion de force en utilisant l'énoncé ci-dessous.

On s'intéresse au mouvement simulé d'un palet de hockey lancé sur une patinoire :



Ce mouvement peut être considéré comme rectiligne et uniforme (sur quelques mètres) :

Quelles sont les forces qui s'exercent sur le système palet qui permettent d'expliquer son mouvement simulé ? Quelles sont leurs caractéristiques ? Détaillez votre proposition et vos arguments.

Les réponses de trois élèves sont données en annexe A, ainsi que la présentation de ce qu'on appelle les diagrammes "objet-interaction".

- Analyser les erreurs des élèves, expliquer en quoi le diagramme "objet-interaction" est un outil qui peut permettre d'éviter certaines d'entre elles.
- Proposer une correction complète des questions posées.

Une proposition élève 1 :

- * Son poids \vec{P} exercé par la TERRE.
- * La vitesse initiale exercé par la cass
- * L'air
- * La glace.

Une proposition élève 2 :

force gravitationnelle : sur le palet
force de frottement : sur ~~la patinoire~~ aucune
force d'accélération : durant la descente
force de contact : aucune

Les forces sont nulles lorsque le palet est sur la glace et lorsqu'il la quitte la force du palet est plus forte et donc il tombe.

Une proposition élève 3 :

- force de réaction
- force de gravitation } se compensent et empêchent le palet de tomber } sur la patinoire
- force de vitesse
- \emptyset force de frottement et de déplacement d'air.

9. Dans le but de vérifier si le principe fondamental de l'hydrostatique est solidement ancré chez ses élèves de terminale STI2D, un professeur leur propose les deux situations schématisées figure 3. Il a relevé ces deux exemples donnés dans un article de recherche en didactique comme étant révélateurs de représentations initiales erronées qui surgissent même après l'enseignement du concept de pression dans un fluide.

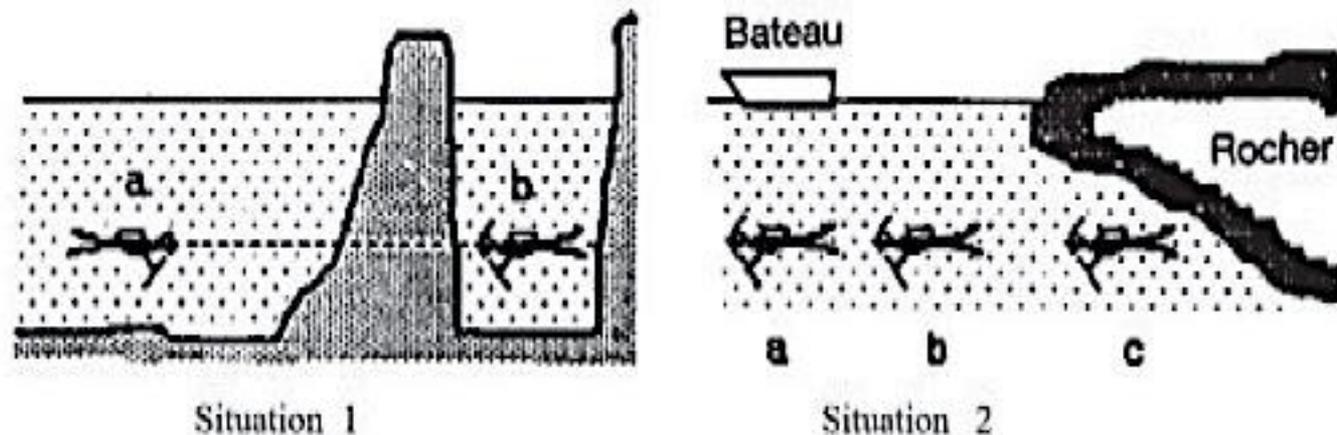
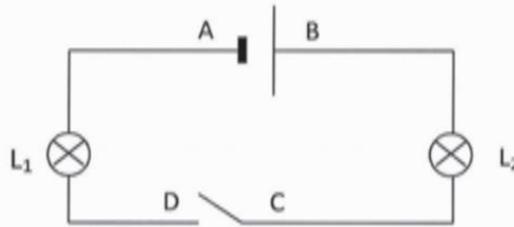


FIGURE 3 –

- Imaginer les questions qui pourraient accompagner ces deux schémas pour parvenir à vérifier si l'élève raisonne à partir du principe fondamental de l'hydrostatique ou bien plutôt d'un modèle personnel hérité du sens commun.
- Rédiger les réponses exactes attendues des élèves et, en vous appuyant sur votre expérience professionnelle, donner des exemples de réponses erronées fréquentes et la cause probable de ces erreurs.

D. Retour sur l'électricité au collège

Un professeur de collège présente à des élèves de première année de cycle 4 le schéma de montage électrique suivant :



Le professeur précise que les deux lampes sont identiques. Il demande aux élèves de décrire *a priori* les phénomènes observés dans la situation où l'interrupteur est ouvert. Trois réponses d'élèves figurent en annexe 5.

Q40. QP. Analyser les réponses des élèves et proposer des pistes pédagogiques pour remédier aux éventuelles erreurs relevées dans les trois réponses.

Élève 1

On observe que le courant par de la borne + et la borne - en passant par la lampe L₂ mais l'interrupteur CD est ouvert donc les particules ne peuvent pas passer pour aller jusqu'à la borne - car pour que les lampes s'allument et pour qu'il y ait de l'électricité, les particules électriques se frottent entre eux pour produire de l'électricité. Mais dans ce schéma ci-dessus l'interrupteur est ouvert donc le schéma ne peut pas fonctionner.

Élève 3

On observe que la borne B va dans le sens de la L₂ ce qui veut donc dire que le courant va dans le mauvais sens. On observe aussi que l'interrupteur est ouvert juste avant la L₁ ce qui veut donc dire que la lampe 1 ne s'allumera pas. Donc le professeur a branché la pile dans le mauvais sens (il a inversé la borne + avec la borne -). La borne (+) est B... Ainsi que la borne (-) est A. Dans le circuit, seulement la L₁ s'allumera.

Élève 2

On observe que c'est un circuit simple. La lampe L₂ brûille et que la lampe L₁ est éteinte. La lampe L₁ est éteinte car le courant électrique part de la borne positive (+) de la pile à la borne négative (-). Le courant est arrêté à l'interrupteur car il est ouvert donc le courant ne passe pas par la lampe L₁ et n'arrive pas à la borne -. Le circuit est donc ouvert.

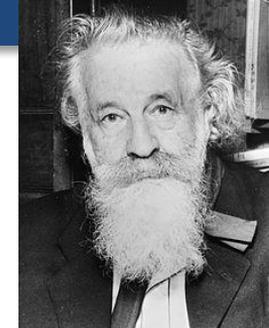
Connaitre, anticiper et prendre en compte les idées initiales des élèves

*« 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

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.

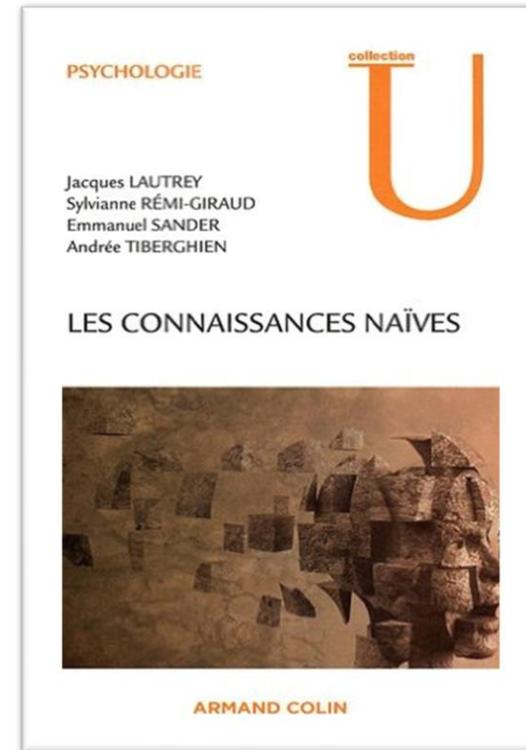
De quoi parle-t-on ?

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

Notions/raisonnements convoqués en réponse à une demande de description/interprétation

Leur conceptualisation est fondée sur des **connaissances antérieures**.

Initiales : en référence à un niveau donné



Le besoin d'expliquer...



...sera d'autant plus grand que l'effet de surprise sera important

Genèse et caractéristiques

- ✓ Le besoin d'expliquer, surtout en cas de surprise
 - Attribuer des causes à des effets
 - façonne une représentation du monde
- ✓ Le besoin de communiquer
 - recours aux langages (disponibles)

Une idée initiale

- ✓ suffit souvent dans la vie courante
- ✓ est résistante (d'autant plus qu'elle est élaborée)
- ✓ sa manifestation peut être situation-dépendante pour un même élève
- ✓ n'est pas obligatoirement une idée historique
- ✓ peut coexister avec la "bonne" représentation *en physique*

on a tous un catalogue d'idées initiales

Connaissances communes vs savoir scientifiques

- La connaissance commune :
 - Implicite,
 - Partiellement structurée et partiellement cohérente.
- Le savoir scientifique :
 - Explicite,
 - Structuré et cohérent.
- La connaissance commune,
 - peut parfois conduire à une réponse correcte,
 - n'est presque jamais conforme au savoir scientifique

Les limites de l'étude des conceptions

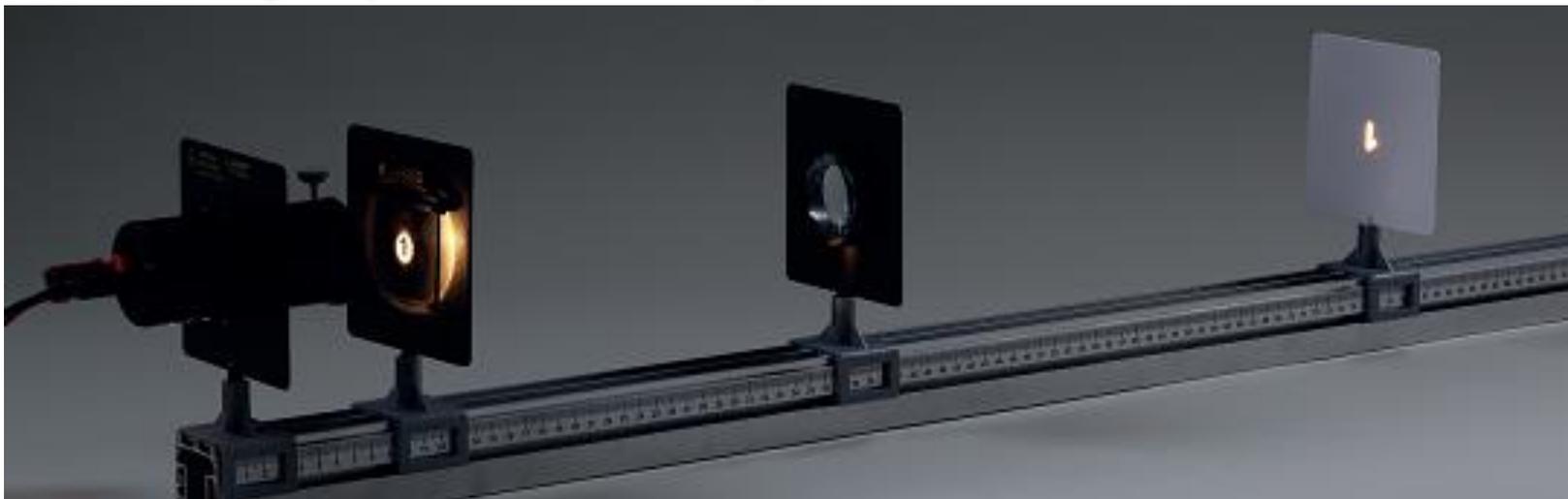
- ne prend pas en compte le fonctionnement social de la classe
- ne prescrit pas systématiquement des situations propices à les déconstruire.

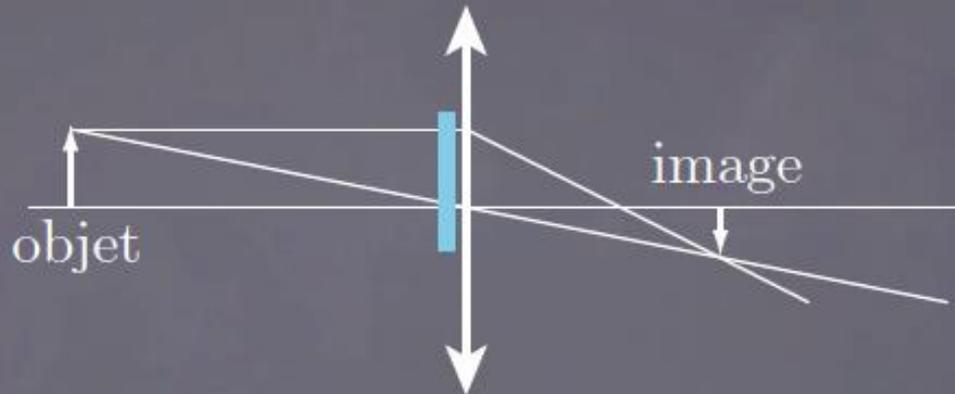
Exemple de la conception de l'image voyageuse

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

L'image est un tout qui subit des transformations au gré de ce qu'elle rencontre : retournement, déformation...

- L'image est émise par l'objet : elle est visible partout, même si on enlève la lentille.
- L'image est tronquée si on tronque les instruments qui la modifie
- On ne peut voir une image qu'avec un écran
- L'image comme source isotrope
- ...





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
- 3 Une partie de l'image devient moins lumineuse
- 33% 4 L'image devient globalement moins lumineuse

En L1 à l'UPS (*Données Brahim Lamine*)

Idées initiales

(Interférences Vie quotidienne / Physique)

Des connaissances qui peuvent interférer ...

- soit en termes de vocabulaire commun utilisé en physique avec une signification différente.
- soit en termes de raisonnements intuitifs ou d'idées initiales.

Quelles conséquences pour les activités ?...

- Les tensions entre savoirs « quotidiens » et savoirs « scientifiques » peuvent être des sources d'incompréhension entre le professeur et l'élève.
- Elles peuvent être explicitées à l'élève pour qu'il puisse prendre conscience de ses propres apprentissages et du fonctionnement des connaissances à acquérir.

Idées initiales ?

A- conceptions (recherche)

B- mots utilisés dans la vie courante avec un sens différent de celui qu'il reçoit en sciences

C- connaissances des élèves relevant d'autres disciplines.

A- Les conceptions

Recherche relativement récente (années 1970) basée sur la récurrence d'idées souvent "fausses", amenant les élèves 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"
- Le chercheur postule que cette conception qui est apparue chez un groupe d'élèves va apparaître aussi chez d'autres élèves d'où la nécessité de les connaître pour mieux y faire face ou les anticiper.

Quelques caractéristiques des conceptions

- **Une conception :**
 - peut être fragmentaire et partielle
 - peut ne pas se manifester toujours chez un même élève (dépend beaucoup de la situation)
 - a un certain domaine de validité
 - n'est pas identique aux idées historiques
- **Les limites des conceptions**
 - ne prend pas en compte le fonctionnement social de la classe
 - ne prend pas en compte les méthodologies mises en place dans le cadre de la classe.

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.

B- Signification quotidienne vs signification en sciences

- Connaissances issues de la vie quotidienne :
 - « 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...

Souvent reliés aux mots et/ou aux conceptions

- Mots de la vie courante ayant un sens différents en Sciences Physiques:

poids/masse sens/direction

accélération ...

C- Connaissances issues des autres enseignements

- Vocabulaire utilisé en mathématiques:
 - graphe /représentation graphique
 - dérivée (notation)
- Notion de modèle
 - littérature,
 - SVT
 - Mathématique
- Vocabulaire :
 - justifier; montrer; analyser...
- Méthodologie de résolution d'un problème
- Consignes sur le tracé d'un graphe, sur la rédaction d'une copie (ce que veut dire rédiger, bien présenter...)

Conceptualisation, rôle du langage

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...

Activité 4 : Accélération d'une voiture

Activité 4 -

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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Véhicule à vitesse constante sur le plat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Véhicule à vitesse constante en montée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Véhicule roulant sur une route plate et commençant une montée, le tout à vitesse constante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Véhicule qui freine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 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

Langage, polysémie, métaphores...

- Différence entre homonymie et polysémie
 - Homonyme : avocat et avocat
 - Polysémie : bulldozer et bulldozer (personne) mais aussi *chauffer* et *chauffer*...
- Dans la polysémie,
 - les mots partagent un bout de signification
 - Repose sur la métaphore
Système, dispersion, concentration, rayonner, quantité, interférences...
- Le rôle des métaphores dans la quotidienne



Les faux amis

- Le sens courant est différent du sens scientifique
 - éloigné ou incompatible avec le sens scientifique.

Exemple :

- Agir en physique :
 - La Terre agit sur un livre immobile posé sur une table.

Les mots conducteurs/passerelle

- Une structure sémantique qui peut être transposée sans trop de transformation pour l'usage scientifique
 - Transformateur
 - Réservoir
 - Vibration
 - ...
- Ces termes nécessitent une articulation explicite entre les contextes d'usages : *énergie, vitesse, accélération, image, chaleur...*

Catégorisation des concepts

- Catégories ontologiques
 - anciennement un débat de philosophie
 - puis un débat en linguistique
 - utile en psychologie
- Exemples
 - « *Les vacances sont étroites* »
 - « *Une vache dure une heure* »
 - Mais aussi « la température d'une onde », « la masse d'un champ »*



F.C. Keil (1989)

Concepts, kinds and cognitive development

Conceptualiser...

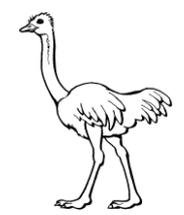
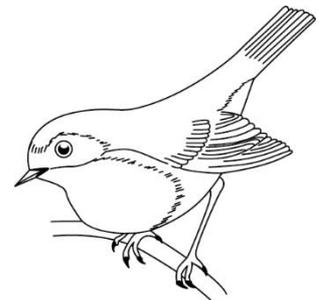
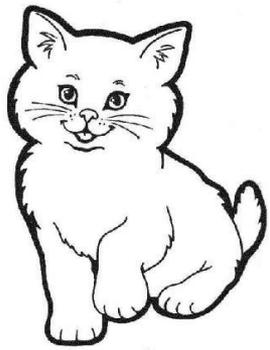
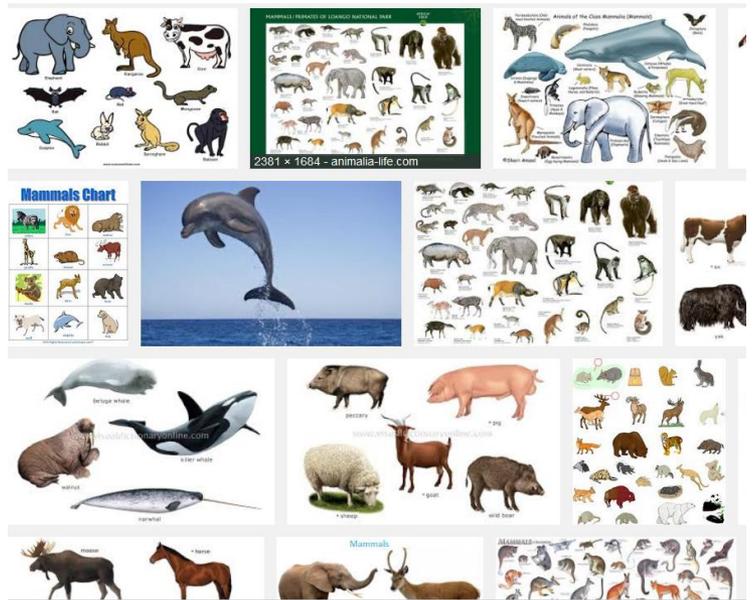
- Faire des catégories
(concepts catégoriels)
- Les nommer
- Les mettre en relation (recours à des concepts formels)
- Faire des liens avec de nouveaux concepts



Vosniadou, S., (2007).

The cognitive-situative divide and the problem of conceptual change,
Educational Psychologist, 42(1), 55-66.)

Faire des catégories



Le changement conceptuel

- Toute entité est classable dans une catégorie ontologique (entités/processus/états mentaux) pourvue d'attributs
- Face à une situation donnée, l'élève attribue des attributs à l'entité qui est en jeu.
- Les concepts scientifiques appartiennent à une catégorie ontologique particulière.
- C'est le particularisme de la catégorie des concepts scientifiques qui fait que l'élève a du mal à les acquérir, parce qu'il les catégorise la plupart du temps comme des événements.

Organisation des concepts en catégories

Vie de tous les jours

- Chaleur = attribut d'un objet lié à la perception
- Son = sensation d'un individu, plutôt agréable (par opposition à bruit)

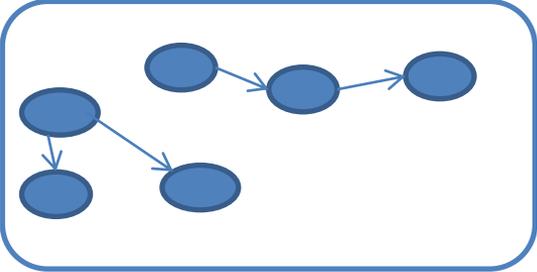
Physique

- Chaleur = transfert d'énergie
- Son = vibration mécanique qui se propage (onde)

Raisonnement novice

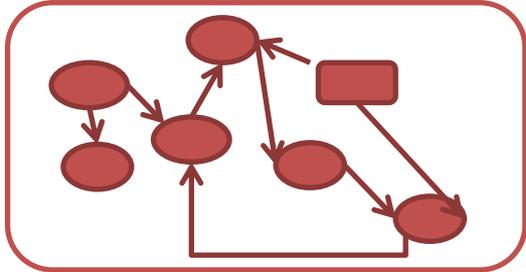
Raisonnement expert

Connaissances initiales d'un élève sur un sujet



Changement conceptuel

Savoir à enseigner sur un sujet



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

Modélisation

Structure du raisonnement scientifique

Langage scientifique

Intégrer des activités permettant à
l'élève de formuler ses idées initiales
et
aider à leur prise en charge

Le changement conceptuel

- Permettre aux élèves :
 - de découvrir le champ d'application des connaissances quotidiennes des élèves
 - e comprendre la connaissance scientifique
 - la faire appliquer sur la nouvelle situation
 - la faire appliquer sur l'ancienne situation



Comment construire des activités en tenant compte des idées initiales ?

Différents types d'activités :

- Activités permettant à l'élève 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

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'élève d'exprimer ses idées...
- Rendre ces idées initiales explicites aux élèves ne résout pas tout.
- Accepter que le point de vue des élèves 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'élève ;
- 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.

Pour que ça marche...

L'élève doit percevoir que son idée ne fonctionne plus...

La nouvelle idée doit être compréhensible

La nouvelle idée doit pouvoir être acceptée/plausible

La nouvelle idée doit être fonctionnelle et sa pertinence plus grande doit être visible...

Avant de se lancer...

- Sur quelles connaissances des élèves s'appuie cette activité ?
- Quels obstacles veut-elle les amener à dépasser?
- Quels sont les mots qui font faire problème et quels sont ceux qui peuvent « aider la physique »?

Interférences Vie quotidienne / Physique

Quelles conséquences pour les activités...

- 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 à l'élève ou assumer l'ambiguïté pour en faire un sujet de débat dans la classe ;

Une ressource utile...

Fiches connaissances

cycles 2 et 3

Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche
Direction de l'enseignement scolaire
applicable à la rentrée 2002

Fiche 1. États de la matière et changements d'état.....	Fiche 16. Énergie	29
Fiche 2. Mélanges et solutions	Fiche 17. Lumière et ombres	31
Fiche 3. Air	Fiche 18. Points cardinaux et boussole	33
Fiche 4. Stades de la vie d'un être vivant	Fiche 19. Mouvement apparent du Soleil	35
Fiche 5. Fonctions communes des êtres vivants	Fiche 20. Rotation de la Terre sur elle-même	37
Fiche 6. Besoins des végétaux	Fiche 21. Système solaire et Univers	39
Fiche 7. Divers modes de transmission de la vie	Fiche 22. Manifestations de l'activité de la Terre	41
Fiche 8. De l'ordre dans le monde vivant	Fiche 23. Électricité	42
Fiche 9. Évolution des êtres vivants	Fiche 24. Leviers et balances	44
Fiche 10. Rôle et place des êtres vivants dans leur milieu	Fiche 25. Transmission de mouvements	45
Fiche 11. Mouvements et déplacements	Fiche 26. Technologies de l'information et de la communication	47

<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11937/fiches-connaissances-cycles-2-et-3>

Ou

http://national.udppc.asso.fr/attachments/article/712/Fiches_connaissances_2002.pdf

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 élèves ?...

- 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	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui (véhicule ...)
2	accélération de 0 à 120 km/h	accélération de 0 à 180 km/h	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui (véhicule ...)
3	Vitesse de 90 km/h pendant 10 s	Vitesse de 110 km/h pendant 20 s	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui (véhicule ...)
4	accélération de 80 à 120 km/h en 10 s	accélération de 80 à 120 km/h en 12 s	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui (véhicule ...)
5	accélération de 80 à 120 km/h en 10 s	accélération de 80 à 110 km/h en 10 s	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui (véhicule ...)
6	accélération de 30 à 40 km/h en 2 s	accélération de 120 à 130 km/h en 3 s	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> 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 ?

Objets actifs et objets passifs

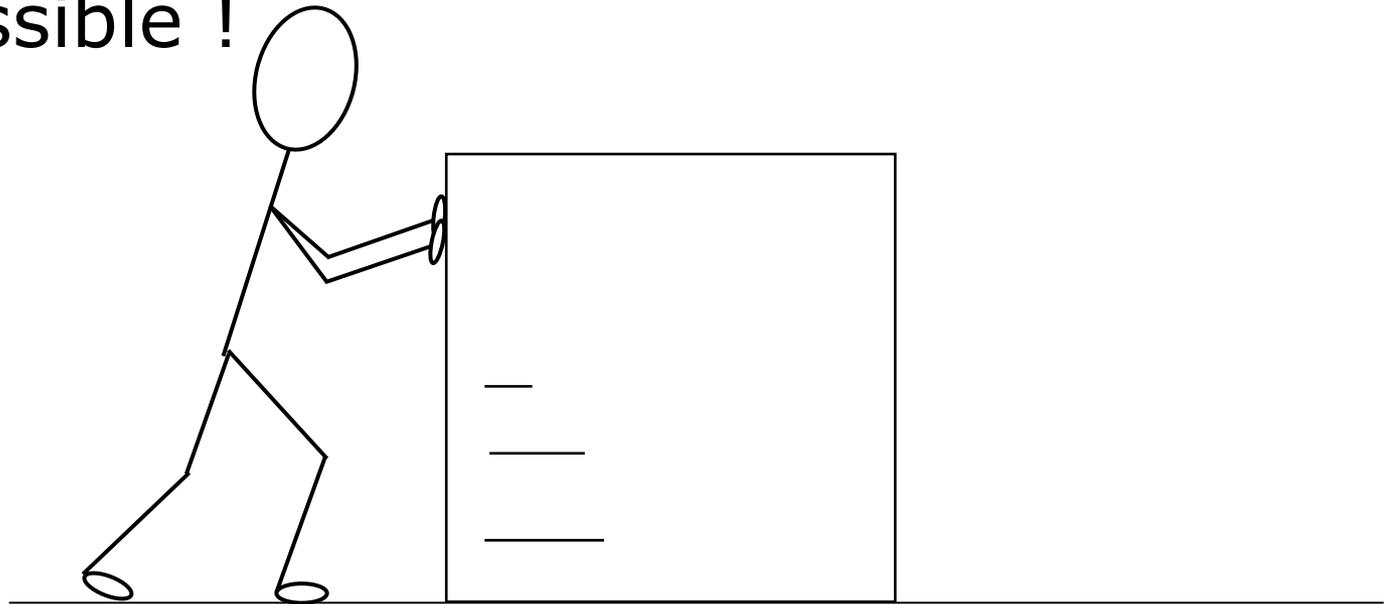
- Objets actifs et passifs
 - Un objet ne peut exercer une force que s'il est vivant, animé ou actif mais non passif.
« Mur qui pousse » ?? : c'est l'élève qui pousse et non le mur...
 - Un objet *plus* gros plus lourd agit *plus*.
- Il y a action s'il y a mouvement

Force et immobilité

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

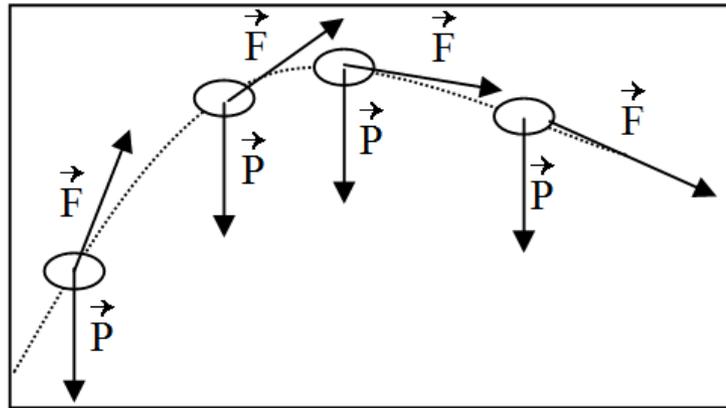
Force et actions réciproques

- 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

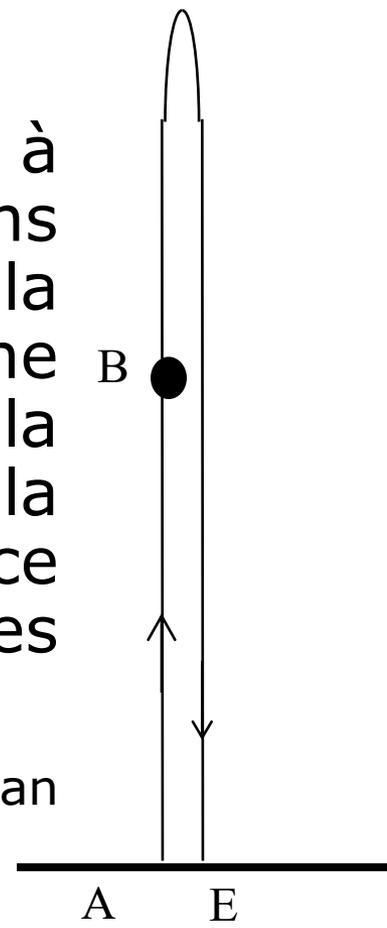
Adhérence force-vitesse



- 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 flèche plus longues pour des forces plus grandes)



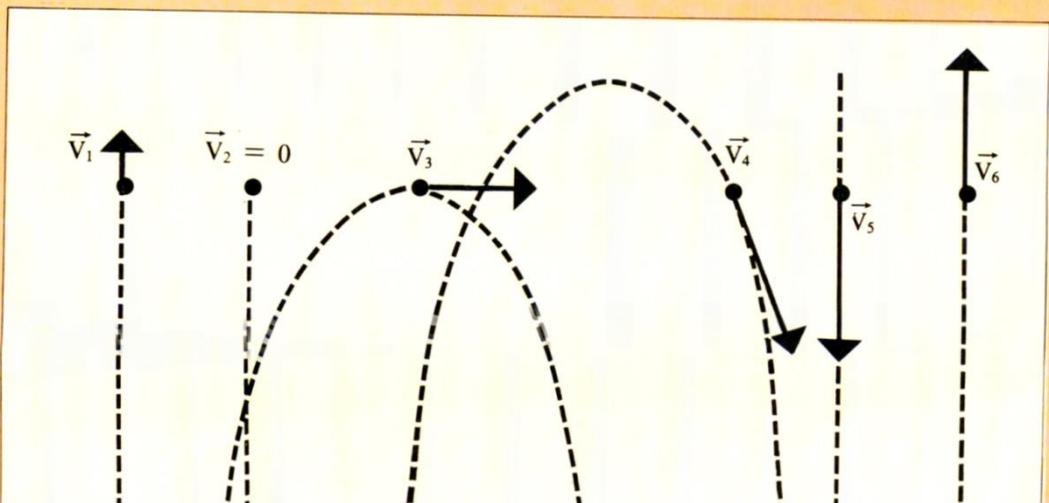
J. Clement (cité par L. McDermott ou voir American Journal of Physics (1982, 50, 66 - 71).

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 »

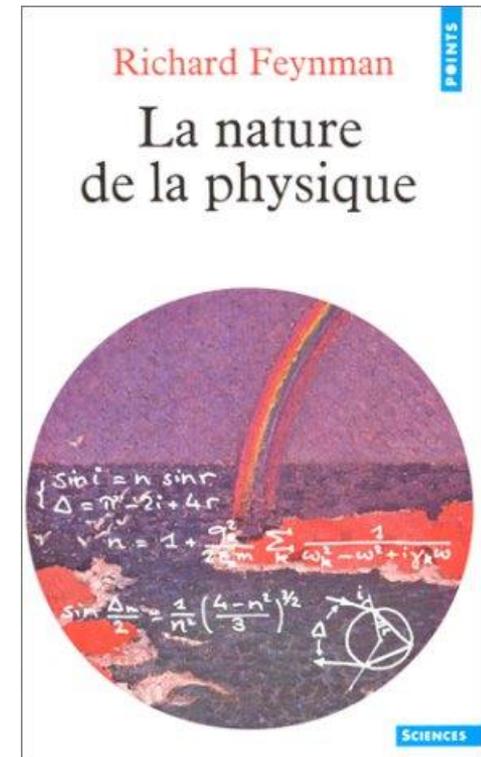
Ce capital force est étiqueté de façons très diverses :

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).

Force/déplacement, un confusion parfois commode...

La question suivante était : qu'est-ce qui fait tourner les planètes autour du Soleil ? Au temps de Kepler, il y avait des gens pour répondre qu'il y avait derrière chaque planète un ange battant des ailes et la poussant de son orbite. Comme vous le verrez, cette réponse n'est pas très loin de la vérité. La seule différence est que les anges ont une autre position et battent des ailes vers l'intérieur de l'orbite.



Le mouvement et les forces

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

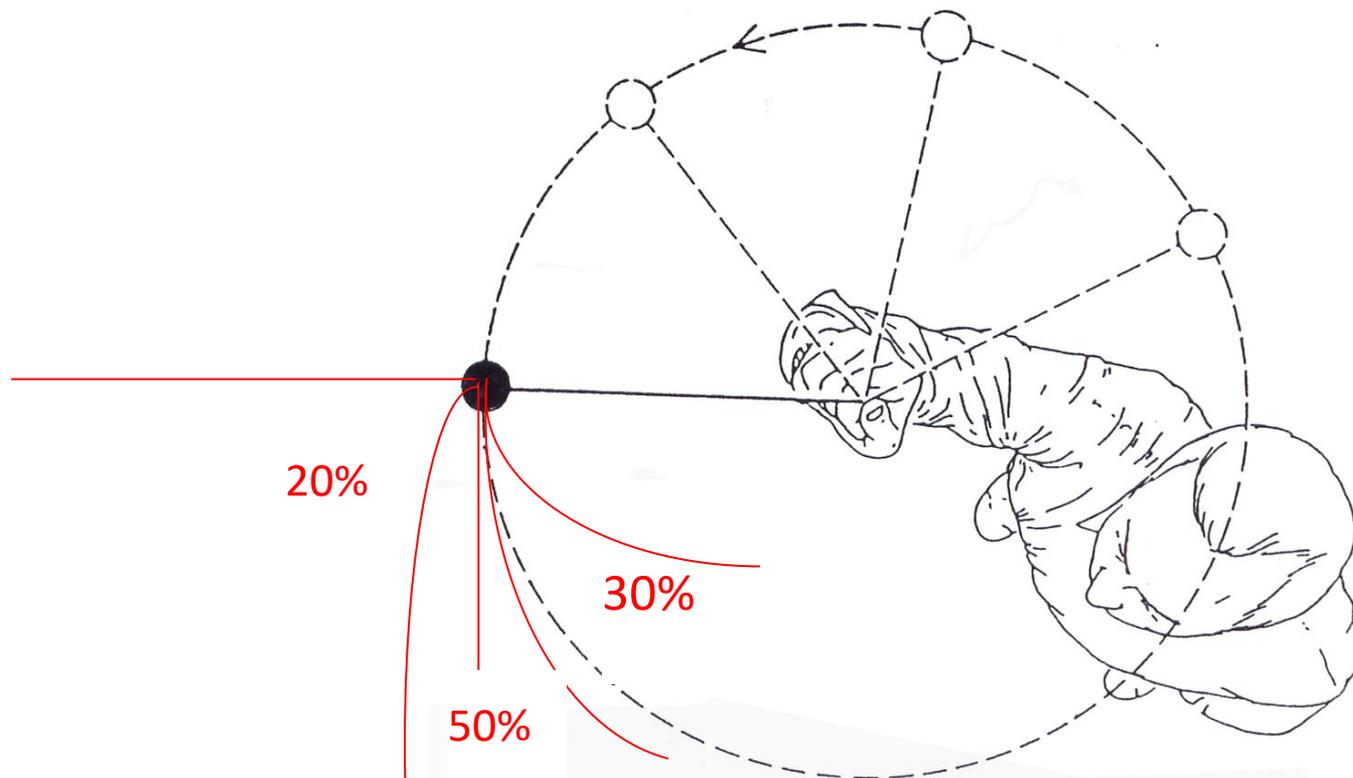
- 45% savaient qu'elle continue d'avancer pendant sa chute
- 49% pensaient qu'elle tombait à la verticale à l'aplomb de l'endroit où on l'a lâchée
- 6% croyaient que la balle reculait en tombant

$T = t_0$, lâche la balle

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

Des intuitions tenaces...

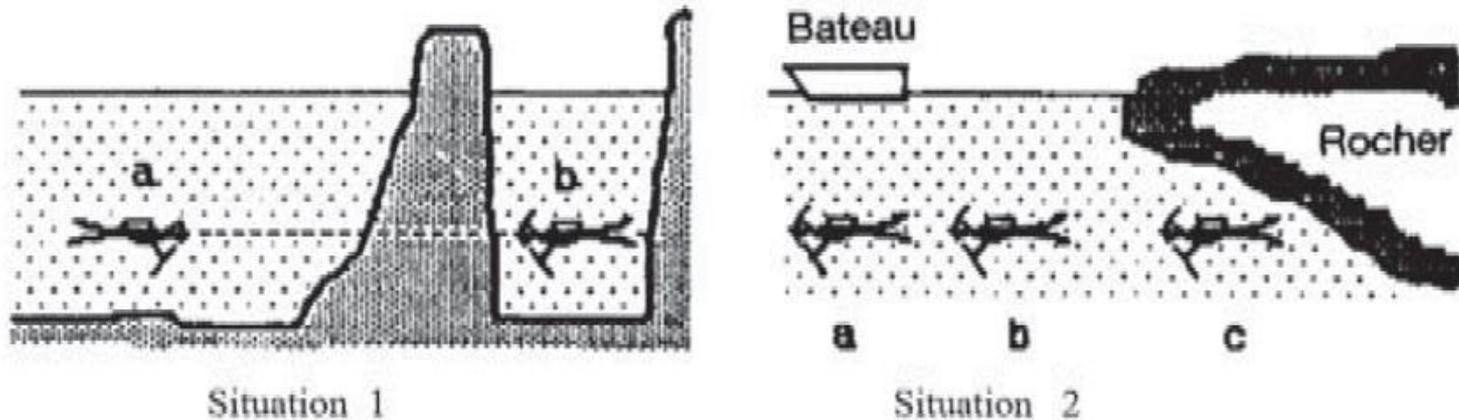
Un objet a tendance à garder mémoire de son mouvement antérieur...



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

Au sujet de la pression

« Loi fondamentale de la statique des fluides. »

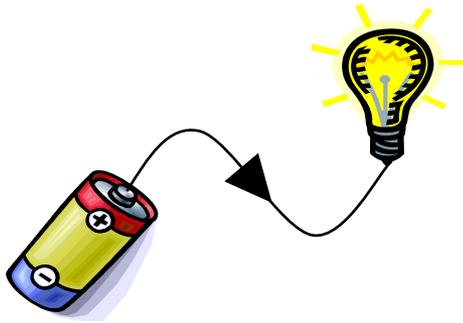


La pression est « perturbée » par la présence d'obstacles dans la direction verticale ou par l'étendue horizontale des contenants

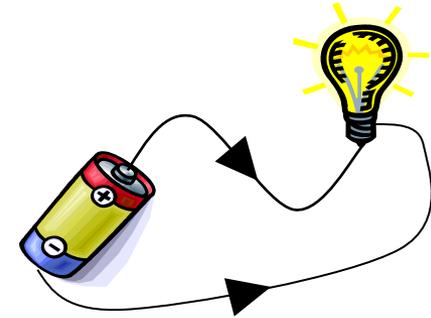
La présence d'un fluide peut perturber l'action de la Terre (confusion Terre/sol)

En électricité

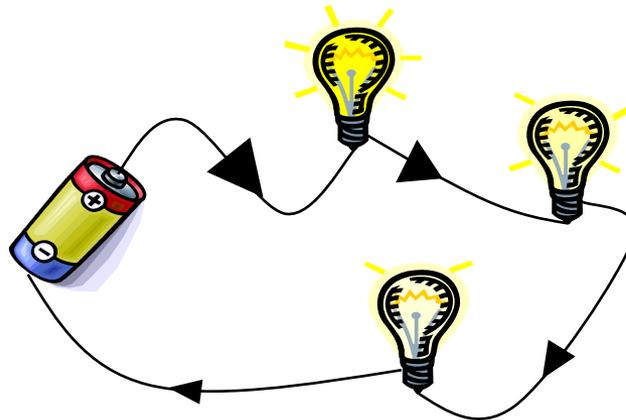
Conceptions classiques en électrocinétique



unifilaire



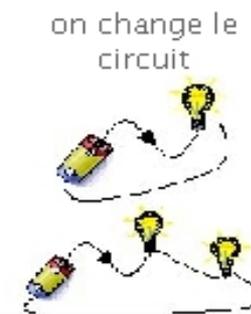
Courants antagonistes



Épuisement du courant

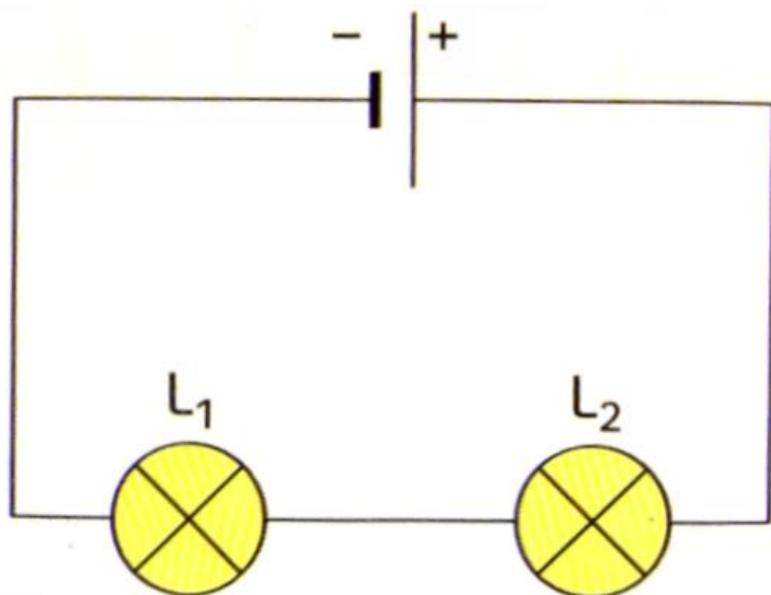
Ressource 1: Les conceptions classiques en électricité

Tableau récapitulatif des conceptions en électrocinétique

Conceptions ou raisonnements	Unifilaire	A courants antagonistes	Circulatoire avec épaissement 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

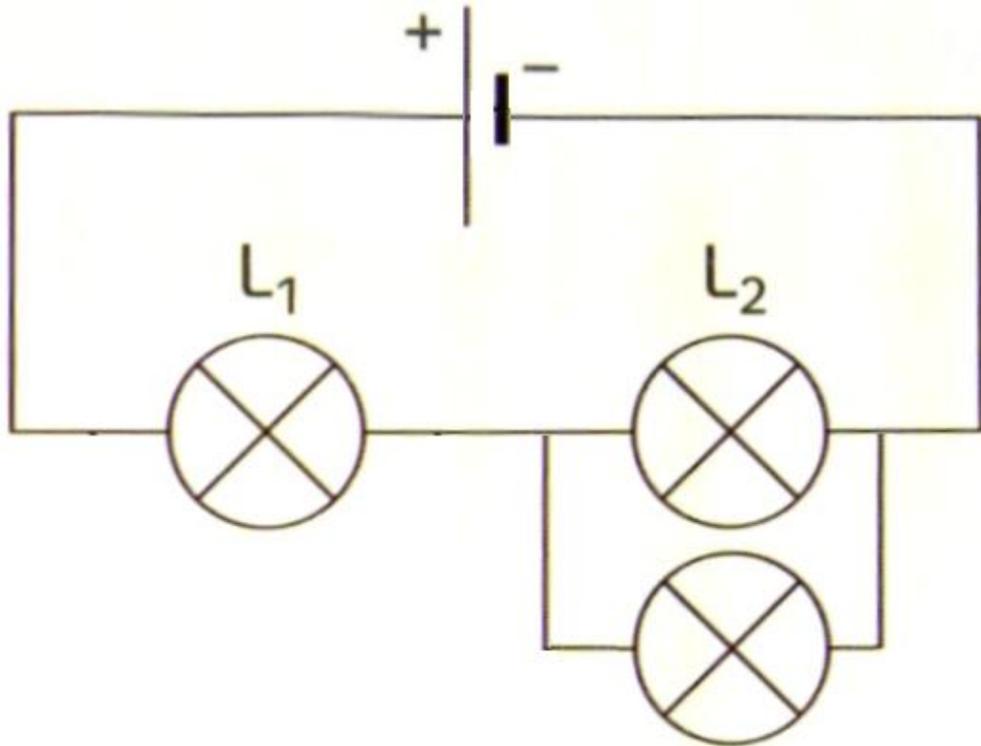
et L_2 .



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



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 ?

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, Raisonner en physique, la part du sens commun, De Boeck Editeur).

Conséquence

- Au collège comme au lycée, cette conception suggère également 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-professeur, 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

- Les élèves sont autour de la paillasse du professeur, ils ne doivent pas pouvoir faire l'expérience avant d'avoir fait une prévision.
- Afin que la question soit bien comprise, la lanterne étant éteinte, le professeur masque la lentille
- Chaque élève prend position en annonçant clairement à la classe ce qu'il prévoit concernant ce qui sera observé sur l'écran

Les élèves sont motivés car masquée
quand la lentille sera masquée

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

Un atout supplémentaire pour le professeur

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

L'interprétation par le modèle

L'activité est d'autant plus convaincante pour les élèves 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 paillasse professeur : « 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 élèves

- Une bonne partie des élèves 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 qui perdure parfois dans l'enseignement supérieur).

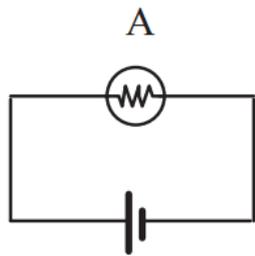
Causalité simple



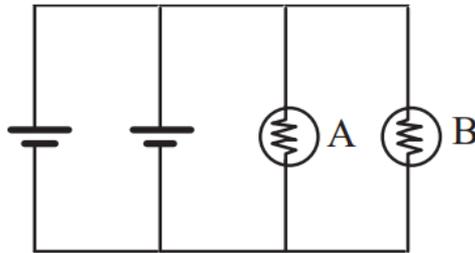
- Cause :
 - Ce qui est chaud (ou froid)
 - Un appareil construit pour chauffer (ou refroidir)
- Effet
 - Devenir plus chaud ou plus froid
 - Éventuellement d'autres changements
- Relation causale
 - Plus la cause agit, plus ce qui est chauffé devient chaud, ou plus les changements sont importants

Le problème de la causalité simple en physique

Quelle ampoule brille le plus?



Circuit 1



Circuit 2

- Raisonnement « plus de plus de »
- Causalité simple
- Problème quand causalité complexe :

$$P = UI$$

$$PV = nRT$$

Modèle causal mais physique !

- Cause / effet / processus
- Qui explique
 - l'exemple du four
 - l'isolation des boissons

Modélisation par le scientifique

- Cause :
 - Différence de température entre deux systèmes
- Effet :
 - Transfert de chaleur spontané
- Processus
 - Le transfert est plus ou moins rapide selon la substance

Principe : relaxation vers l'équilibre thermodynamique

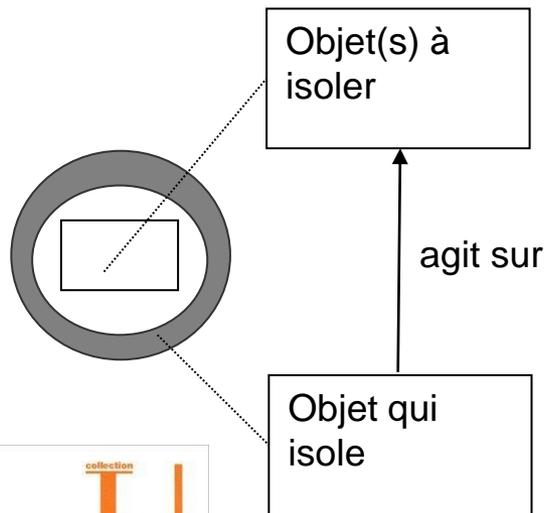
Des exemples en thermodynamique

- Conceptions des élèves :
 - Plus on chauffe plus un corps devient chaud
 - (parfois il peut aussi se transformer : cuisson, ébullition)
- Si on met des objets dans un four à 60°C pendant plusieurs heures, quelle est la température des objets?
 - Eau = 60°C
 - Laine $> 60^{\circ}$
 - Métal $< 60^{\circ}$
- Pour garder la température d'une boisson, il faut mettre quoi autour?
 - Boisson chaude : laine
 - Boisson froide, glace : aluminium

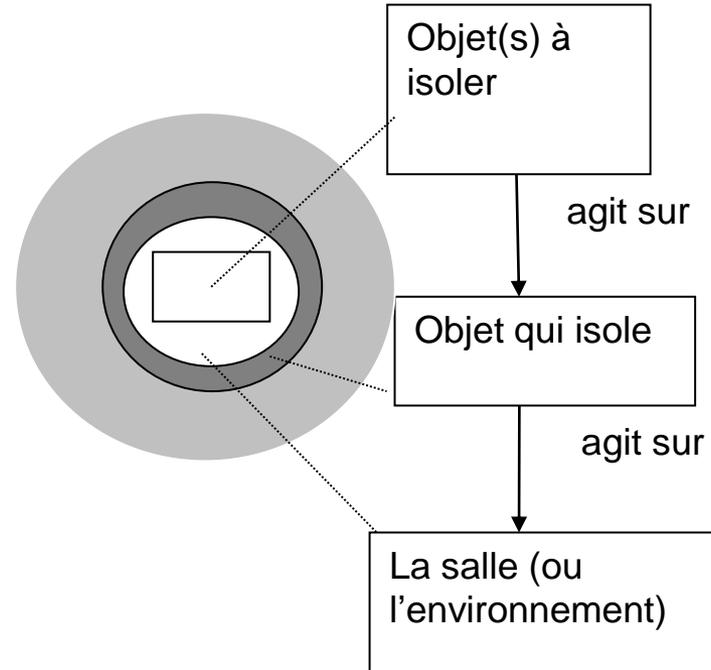
Les différents objets d'une même pièce (sans source de chaleur) ne sont pas perçus à la même température

Stratégie d'enseignement

Avant
enseignement



Après
enseignement



Pour aller plus loin...

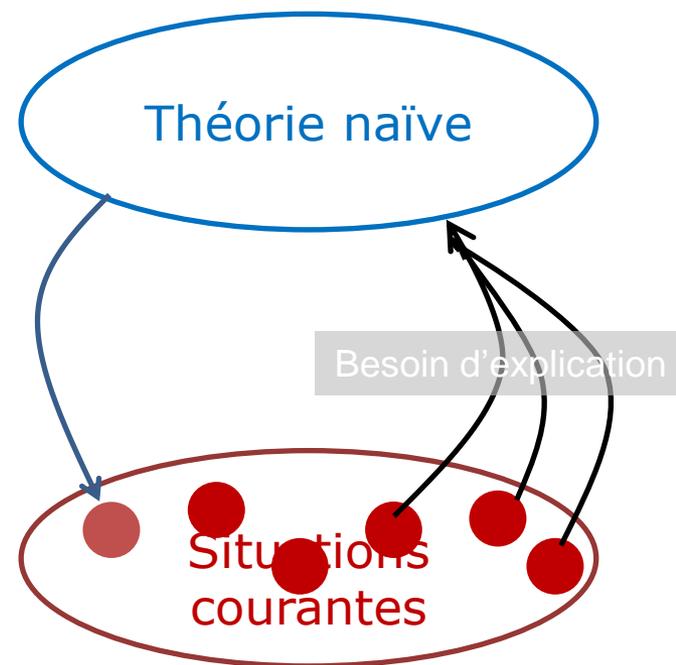
Quelle influence
de la vie quotidienne
lorsqu'on analyse un apprentissage
à l'aide de la modélisation ?

À la recherche de régularités

Chercher des explications valides
sur une large variété de situations

=

une activité de **modélisation**



Exprimer une idée initiale, c'est convoquer une
théorie en référence à une situation observable

À la recherche de régularités

Chercher des explications valides
sur une large variété de situations

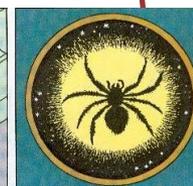
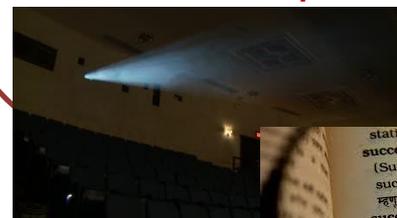
=

une activité de **modélisation**

Image
voyageuse

Besoin d'explication

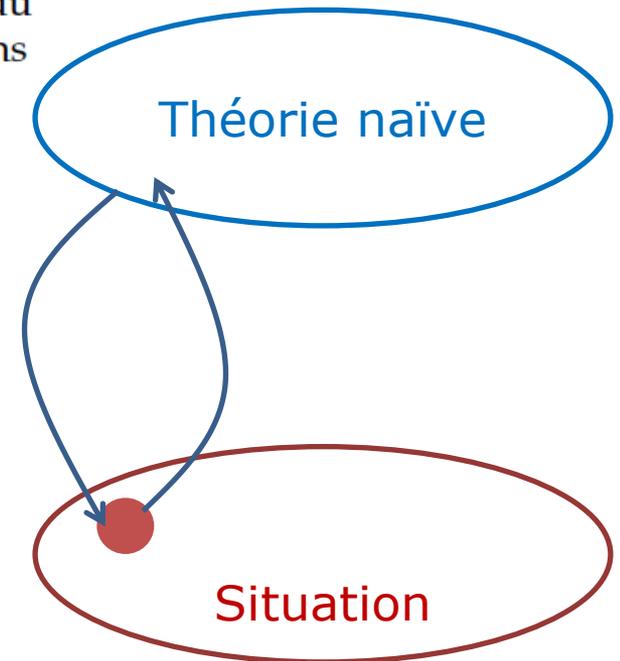
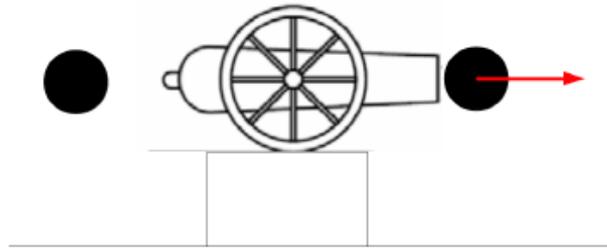
Image = photo
Exemples d'images



Exprimer une idée initiale, c'est convoquer une
théorie en référence à une situation observable

À la recherche de régularités

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 ?



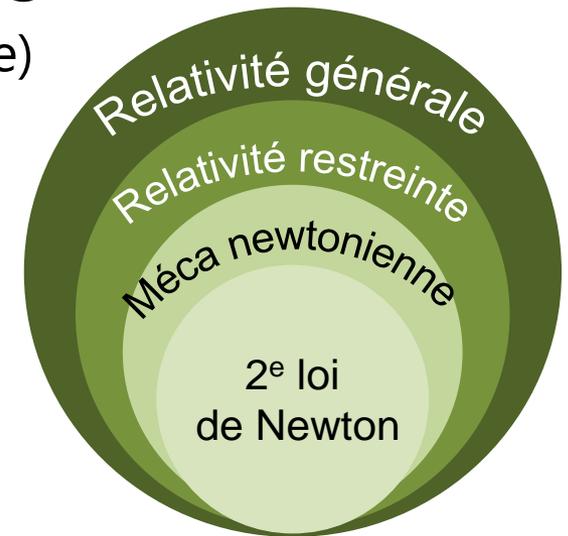
- 48% **1** Le boulet lâché sans vitesse initiale.
 4% **2** Le boulet tiré par le canon.
 45% **3** Les deux touchent le sol en même temps.

Exprimer une idée initiale, c'est convoquer une théorie en référence à une situation observable

Théories et modèles

(point de vue épistémologique)

Des théories « emboîtées »

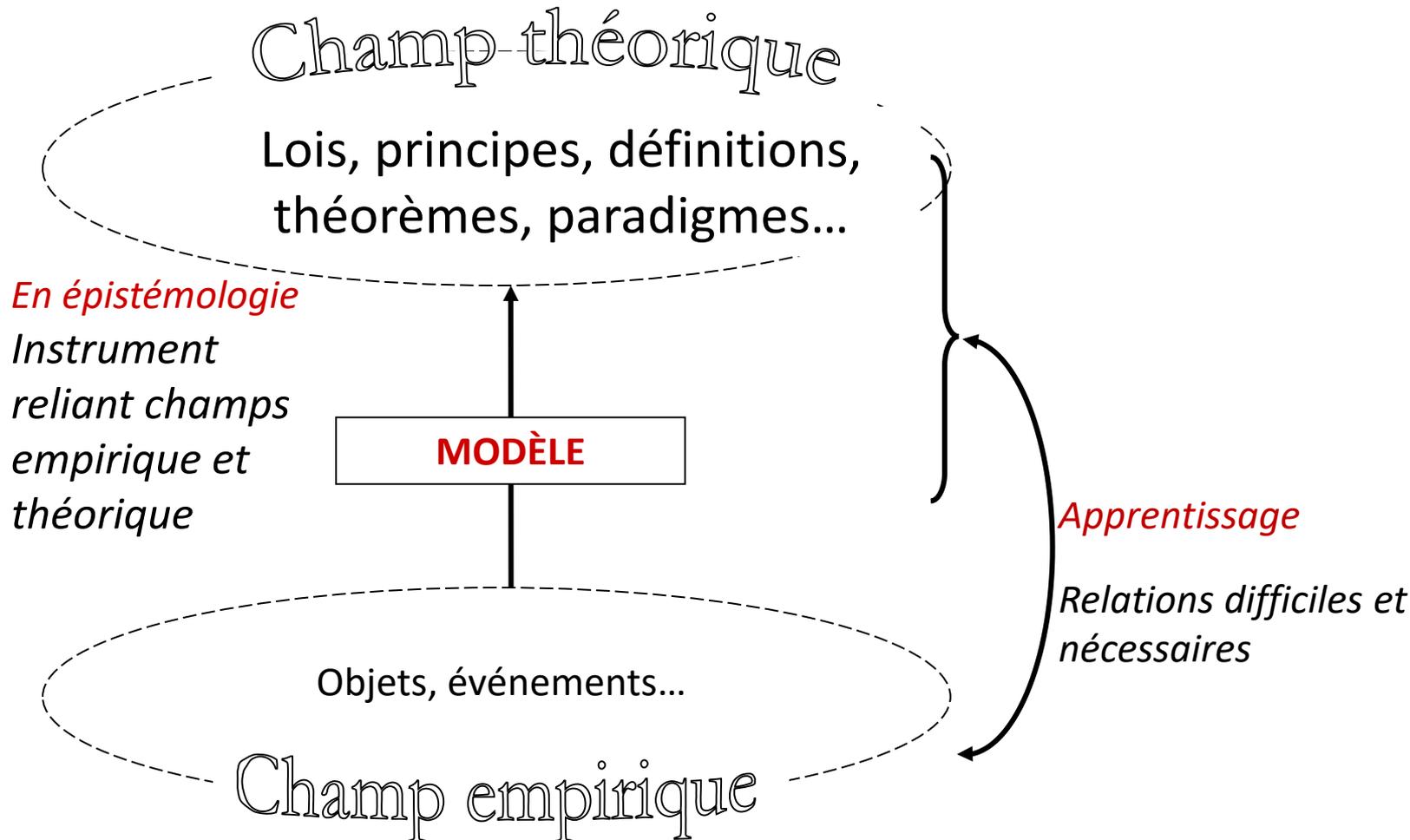


La frontière entre théorie et « modèle théorique » est parfois floue

Dans l'enseignement secondaire, les grandes théories sont réduites à certains de ces modèles théoriques, des modèles liés aux situations étudiées : *modèle de la chute libre, modèle du pendule simple, modèle du gaz parfait...*

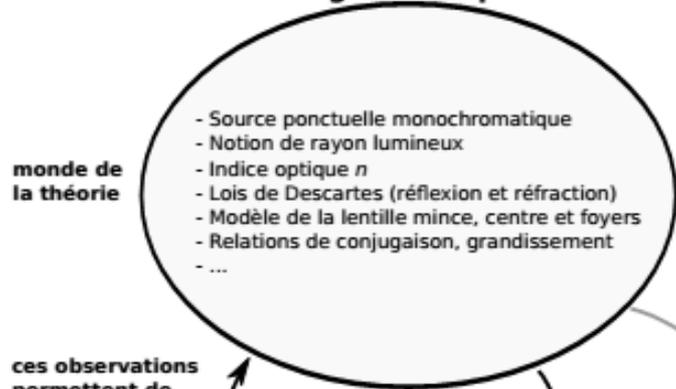
Le « modèle théorique » a une valeur **explicative** et **prédictive**

Une épistémologie "scolaire"

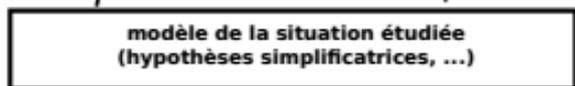


Expliciter les deux mondes

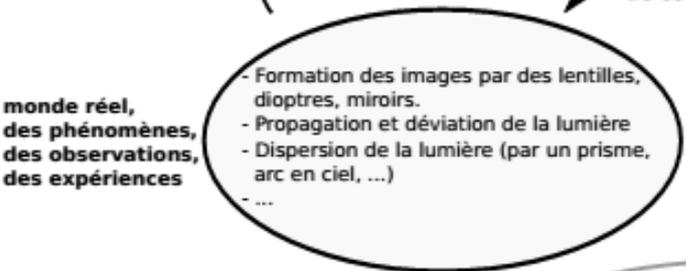
Théorie de l'optique géométrique



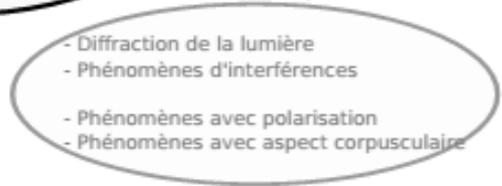
ces observations permettent de construire



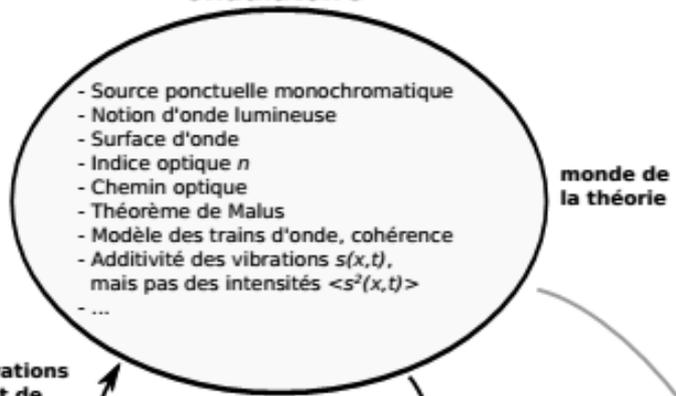
cette théorie permet de comprendre



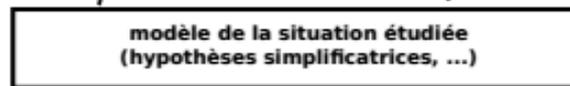
cette théorie ne permet pas de comprendre



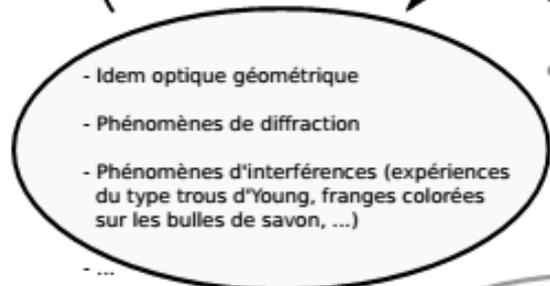
Théorie de l'optique ondulatoire



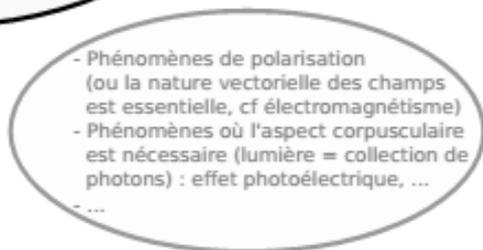
ces observations permettent de construire



cette théorie permet de comprendre



cette théorie ne permet pas de comprendre



Articuler deux mondes

T/M

monde de la théorie et du modèle
Relations entre concepts

Relations entre concepts
et objets/événements

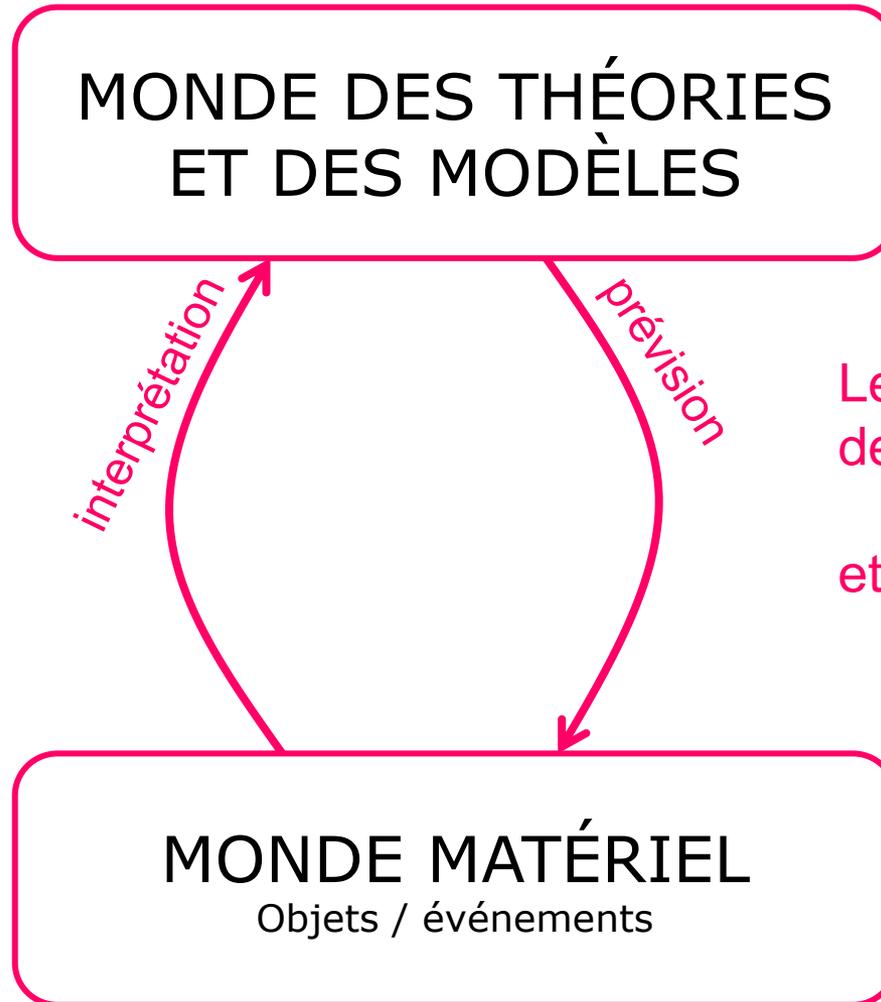
Ce qui crée du sens

Une difficulté majeure

O/E

monde des objets et des événements
Relations entre événements et/ou objets

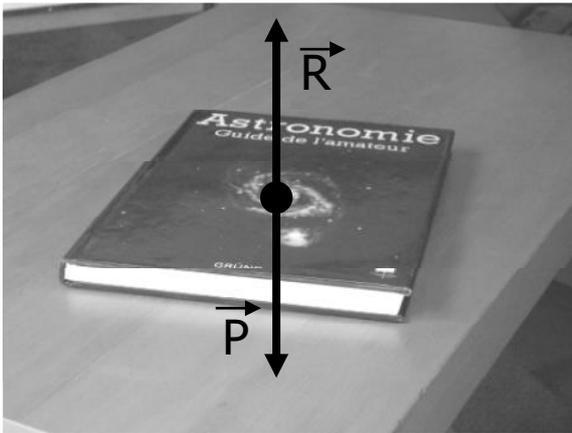
Une simplification



Le rôle particulier
de la mesure
et de la simulation...

Un exemple classique...

Pourquoi ce livre est-il immobile?



Explication courante

la table l'empêche de tomber ;
la table supporte le livre.
pas d'interprétation en termes de forces

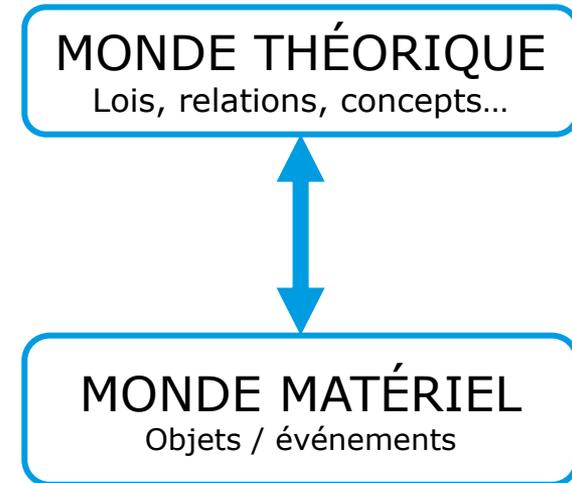
En physique

Le livre est soumis à deux forces qui se compensent



Un enjeu d'apprentissage à expliciter

- Inhérent à la démarche scientifique
- Exigeant pour l'élève
- Totalemment intégré pour l'expert



« Les **concepts** apparaissant dans notre pensée et dans nos expressions de langage sont – d'un point de vue logique – **pures créations de l'esprit et ne peuvent pas provenir inductivement des expériences sensibles**. Ceci n'est pas si simple à admettre parce que nous unissons concepts et liaisons conceptuelles aux expériences sensibles si profondément habituelles que **nous perdons conscience de l'abîme** logiquement insurmontable entre le monde du sensible et celui du conceptuel et de l'hypothétique. »

A. Einstein,
Remarques sur la théorie de la connaissance de Bertrand Russel

Une démarche qui se décline en une variété d'actions

MONDE THÉORIQUE
Lois, relations, concepts...



MONDE MATÉRIEL
Objets / événements

Choisir un modèle adapté pour **expliquer** des faits

Établir des **relations** entre grandeurs

Recourir à une **simulation** pour **expérimenter** sur un **modèle**

Démarche de modélisation

Effectuer des **prévisions** et les **confronter** aux faits

Choisir, concevoir et mettre en œuvre un dispositif expérimental pour **tester** une loi

Simplifier la situation initiale

Construire des savoirs théoriques ?

Lois, relations ?

Loi d'Ohm
Lois de Snell-Descartes
Relation de conjugaison

MONDE THÉORIQUE
Lois, relations, concepts...

Abstraction
Induction

Construire des phénoménologies

Lien(s) mouvement / actions
Lien hauteur / fréquence
Liens état / température

Descriptions / représentations conceptuelles

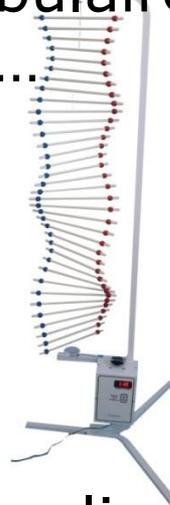
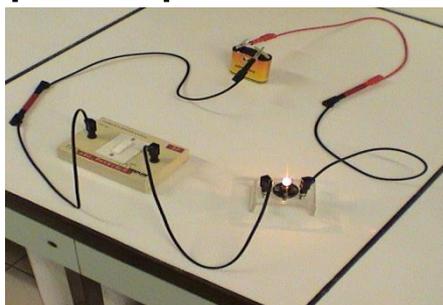
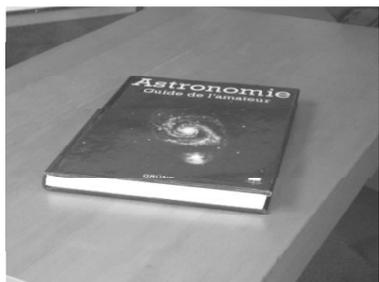
Équation de réaction
Modèle du rayon lumineux
Modèle de l'œil
Modèle de l'atome

MONDE MATÉRIEL
Objets / événements

Pour l'apprentissage initial...

Cette activité de modélisation nécessite d'étudier des situations "simples" et/ou très épurées...

- pour lesquelles l'explication ou l'interprétation en termes de physique ne présente pas *a priori* un intérêt immédiat
- éloignées des situations que les élèves pourraient avoir envie de comprendre...
- en utilisant un vocabulaire à manipuler avec beaucoup de précautions...

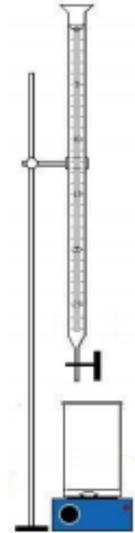


... et qu'il faudra tenter de lier à des situations courantes éventuellement plus complexes

Exemples

Titrage

« L'équivalence est obtenue lorsqu'on a versé suffisamment de solution titrante pour faire réagir toute la solution titrée initiale »



Optique

Justifier que l'image est à X cm de la lentille.

E1 : « parce que si je mets un écran à X cm de la lentille, je vois net »

E2 : « car d'après la relation de conjugaison, $\overline{OA'} = X \text{ cm.}$ »



Pour l'apprentissage ultérieur

Les choix de modélisation peuvent être déjà effectués ou masqués :

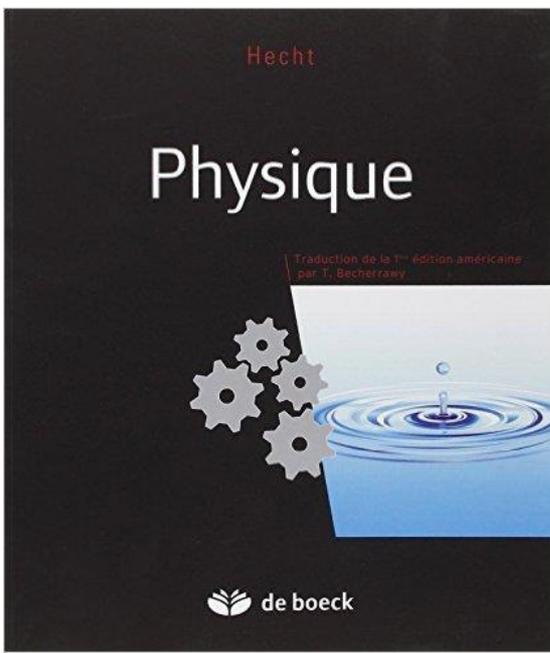
l'élève est immédiatement dans le modèle de la situation.

Conséquences *possibles* :

- il y a un risque de laisser croire qu'on n'étudie que des situations idéales
- le retour à la situation initiale après traitement des éléments théoriques peut poser problème

Pour l'apprentissage ultérieur...

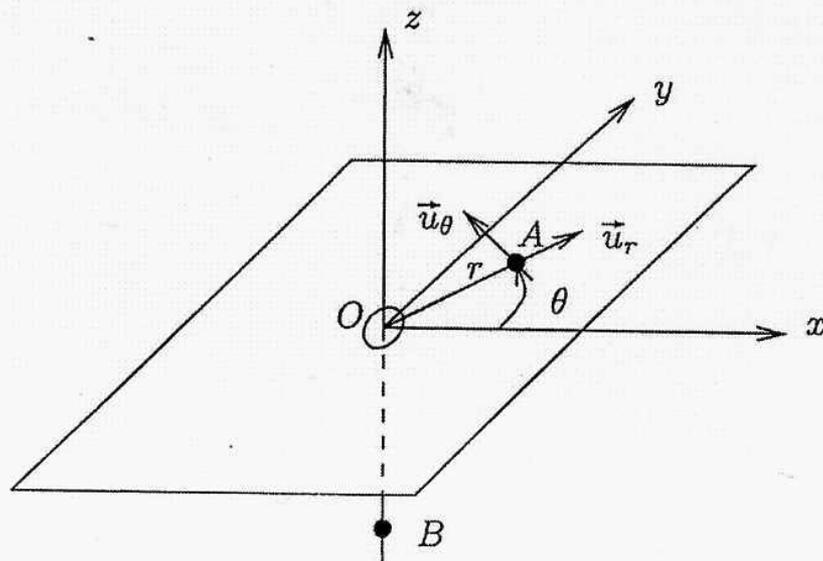
Exemple 5.7 Florence ($m_F = 50$ kg) et son ami Grégoire ($m_G = 70$ kg) sont liés ensemble par une corde de masse négligeable. Elle est debout, sans frottement, sur une plaque horizontale de glace mouillée quand son ami tombe accidentellement d'une falaise (Fig. 5.17a). La corde passe sans frottement sur la branche d'un arbre. Nous supposons que la partie de la corde vers la fille est horizontale. Déterminer (a) la tension de la corde et (b) les accélérations des amoureux.



Pour l'apprentissage ultérieur...

Sur une table horizontale se trouve un point matériel A de masse m_A mobile sans frottement (cf. figure). On munit l'espace d'un repère cartésien $(Oxyz)$, fixe dans un référentiel galiléen, Oz étant la verticale ascendante. Le point O coïncide avec le centre de la table. On note $(\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$ la base orthonormée directe de ce repère cartésien. Le point A peut être ainsi repéré par x et y (abscisse et ordonnée), mais aussi par ses coordonnées polaires r et θ : $r = OA$, $\theta = (\vec{u}_x, \overrightarrow{OA})$. On définit la base locale $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_z)$ par $\vec{u}_r = \frac{\overrightarrow{OA}}{r}$, $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_z)$ formant une base orthonormée directe.

La table est percée en son centre O d'un petit trou par lequel passe un fil inextensible, de masse négligeable, liant A à un autre point matériel B , de masse m_B , sur l'axe Oz , en dessous de la table. Le fil peut coulisser sans frottement. On suppose que le fil est tendu durant tout le mouvement. Les forces que le fil exerce sur A et B sont respectivement: $\vec{T}_A = -T\vec{u}_r$ et $\vec{T}_B = T\vec{u}_z$, où T est la tension du fil, a priori non constante. Le point B ne peut se déplacer que sur l'axe Oz ; on note z_B sa cote, négative: $\overrightarrow{OB} = z_B\vec{u}_z$. Enfin, l'accélération de la pesanteur s'écrit $\vec{g} = -g\vec{u}_z$.



Activité

Dans une partie de programme de votre choix, pointer :

- Ce qui est interne au modèle (M)
- Ce qui implique lien entre Modèle et Objet/événement (lien)
- Ce qui est interne aux objets/événements (OE)

Exemple de confusion des « deux mondes »

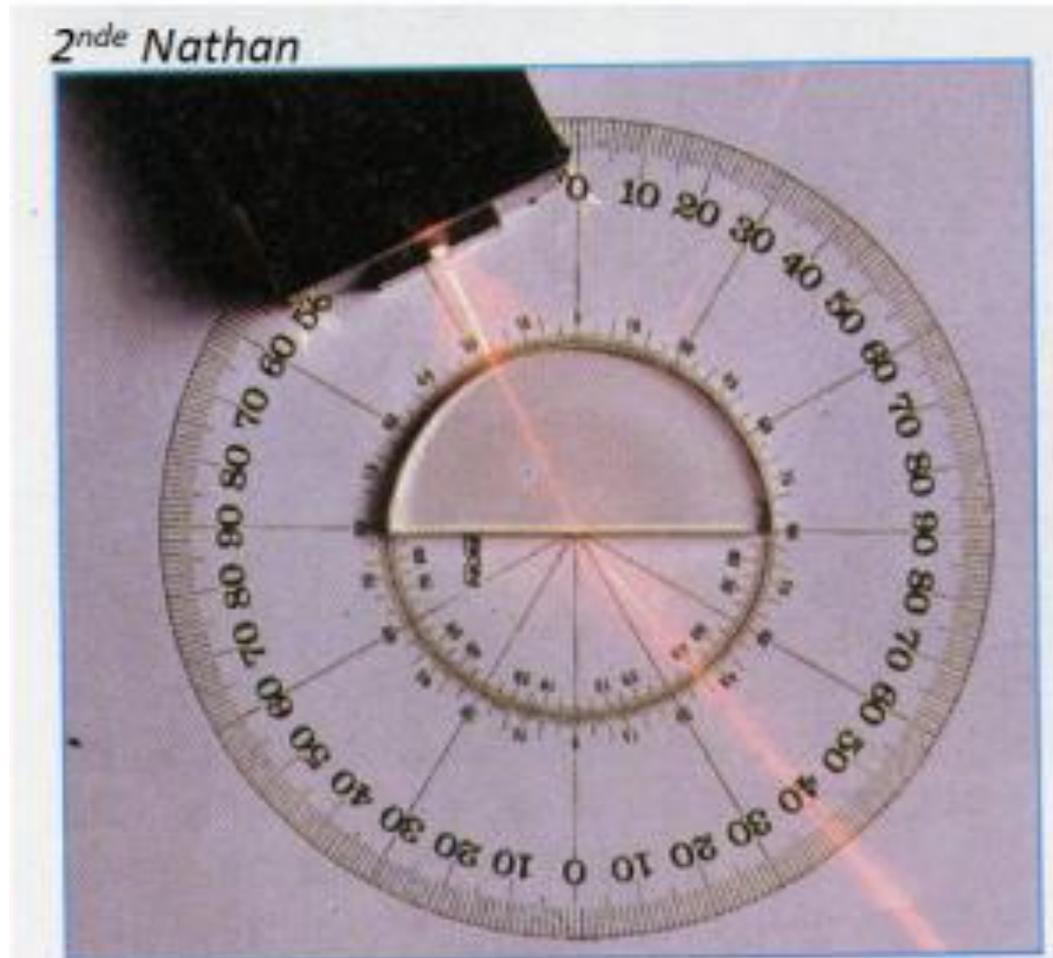


Fig. 6 Passage de la lumière du Plexiglas dans l'air ($i = 26^\circ$ et $r = 40^\circ$).

Et alors, que faire ?

Pour voir le chapitre complet : [ICI](#) en pdf ou sur [Pegase](#) en version modifiable

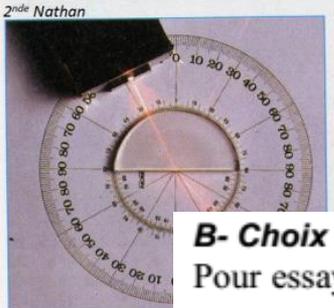


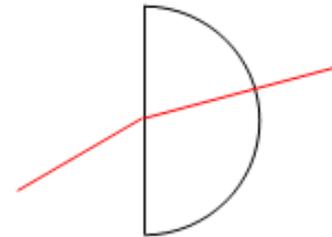
Fig. 6 Passage de la lumière dans l'air ($i = 26^\circ$ et $r =$

B- Choix d'un modèle parmi les deux restants, à partir de mesures

Pour essayer de trouver le modèle le plus adapté, on fait des mesures d'angles : pour différents angles d'incidence on mesure l'angle de réfraction. On dispose pour ceci d'un laser, d'une feuille servant de rapporteur (360°), d'un demi-cylindre constitué d'un matériau transparent.

Préparation et compréhension du dispositif

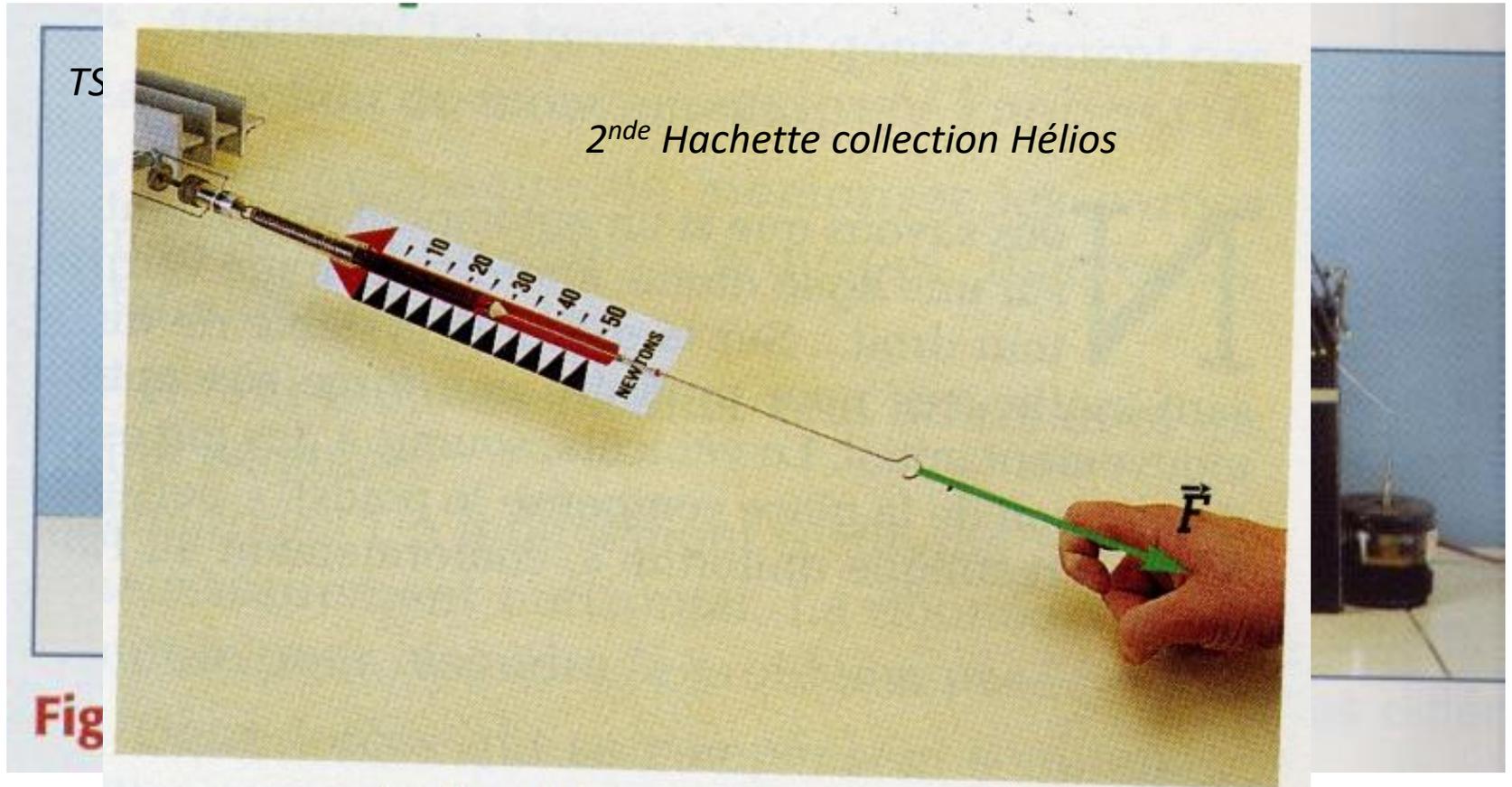
- 1) Expliquer pourquoi si la lumière entre par la face plane au niveau du point O, elle n'est pas déviée lorsqu'elle sort par la face arrondie (schéma ci-contre).
- 2) En déduire comment on a intérêt à positionner le demi-cylindre sur le rapporteur, lorsqu'on veut mesurer facilement les angles d'incidence et de réfraction. Représenter le demi-cylindre sur le rapporteur ci-contre. **Appeler le professeur lorsque vous avez fait une mesure d'un angle d'incidence et d'un angle de réfraction.**



Mesures

Les mesures des angles sont regroupées dans le tableau ci-dessous. Vérifier rapidement que vous trouvez les mêmes valeurs et compléter les deux colonnes incomplètes.

Exemple de confusion des « deux mondes »



Fig

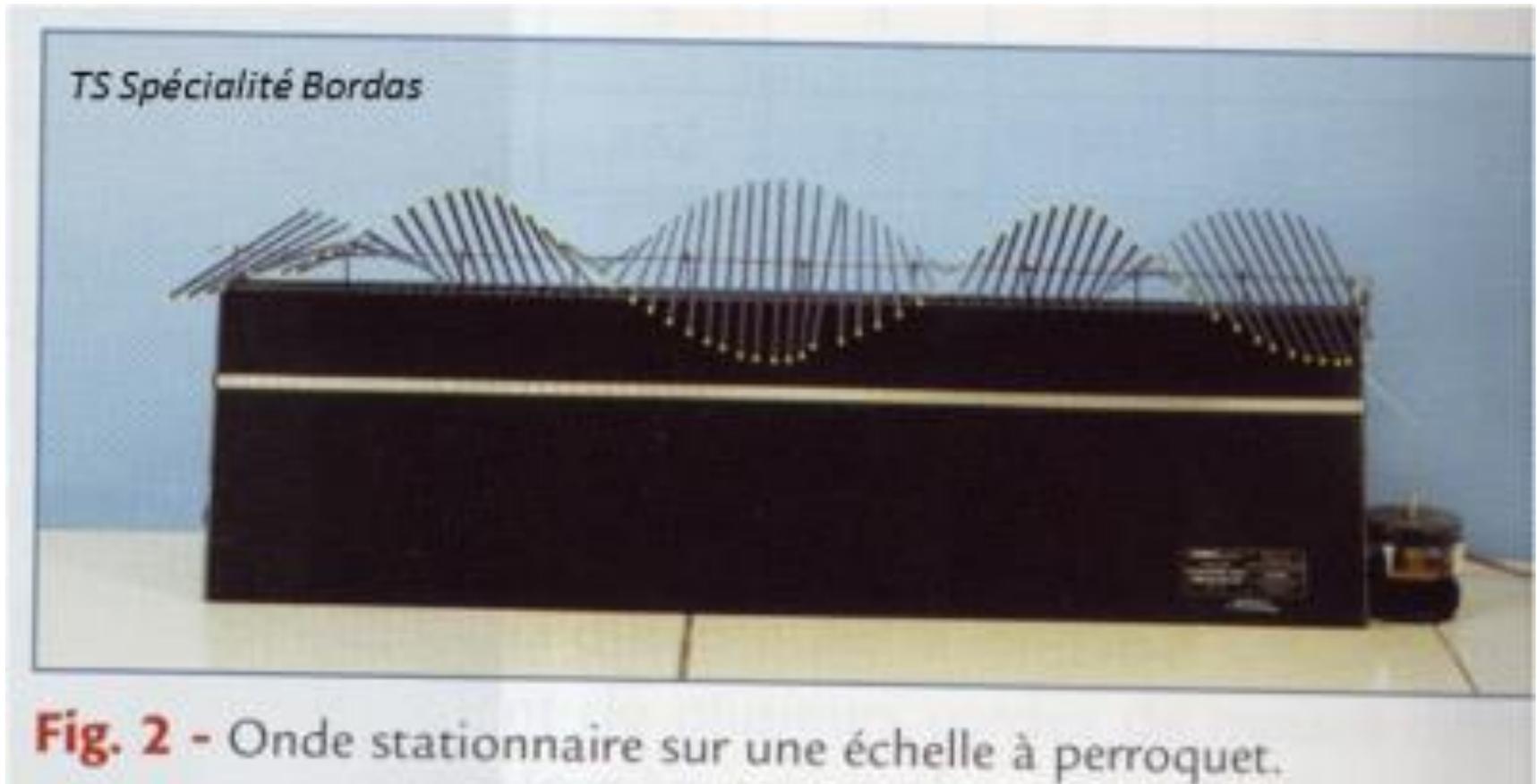
une lon-

Doc. 13 Représentation du vecteur force lorsqu'on tire sur le crochet d'un dynamomètre.

Animation :

Autre conséquence sur les ondes

- On ne verra jamais une onde !



Comment expliciter l'activité de modélisation ?

- *En assurant l'activité de l'élève*
- *En donnant un statut aux concepts*

Chapitre 1 - Ondes progressives

Activité 1 (expérimentale) Un même modèle pour différentes situations.

En physique, on décrit grâce à un même modèle les cinq situations disponibles dans la classe :

Situation 1 : Une corde est disposée horizontalement sur le sol. On soulève puis repose brièvement son extrémité libre.

Situation 2 : On agite l'extrémité d'une drôle de machine, appelée « échelle de perroquet » ou « ondoscope ».

Situation 3 : Un long ressort est tendu par terre. On comprime brièvement une de ses extrémités.

Situation 4 : De l'eau stagne dans un récipient. Un objet pointu est brièvement enfoncé dans l'eau.

Situation 5 : Un haut-parleur est alimenté par un GBF pour émettre un son.

Indiquer par écrit deux propriétés qui vous semblent communes à ces différentes situations.

Après mise en commun et discussion par groupe de 4, proposer sur une feuille A3 une définition d'une onde mécanique

✂-----✂

Vous disposez des § A et B du modèle

Activité 2 Ondes à une ou deux dimensions

Les vagues à la surface de l'eau peuvent être décrites comme des ondes mécaniques progressives. On envisage deux situations où se propagent des vagues, photographiées et reproduites ci-dessous :

Situation 1 :

Situation 2 :



Conséquences (côté enseignement)

Penser à des « petits pas » de modélisation

(ce qui questionne les situations très ouvertes...)

Distinguer *physiquement* les éléments du modèle du reste des documents fournis

Une feuille à part

Éventuellement de couleur

De 2 à 4 mondes

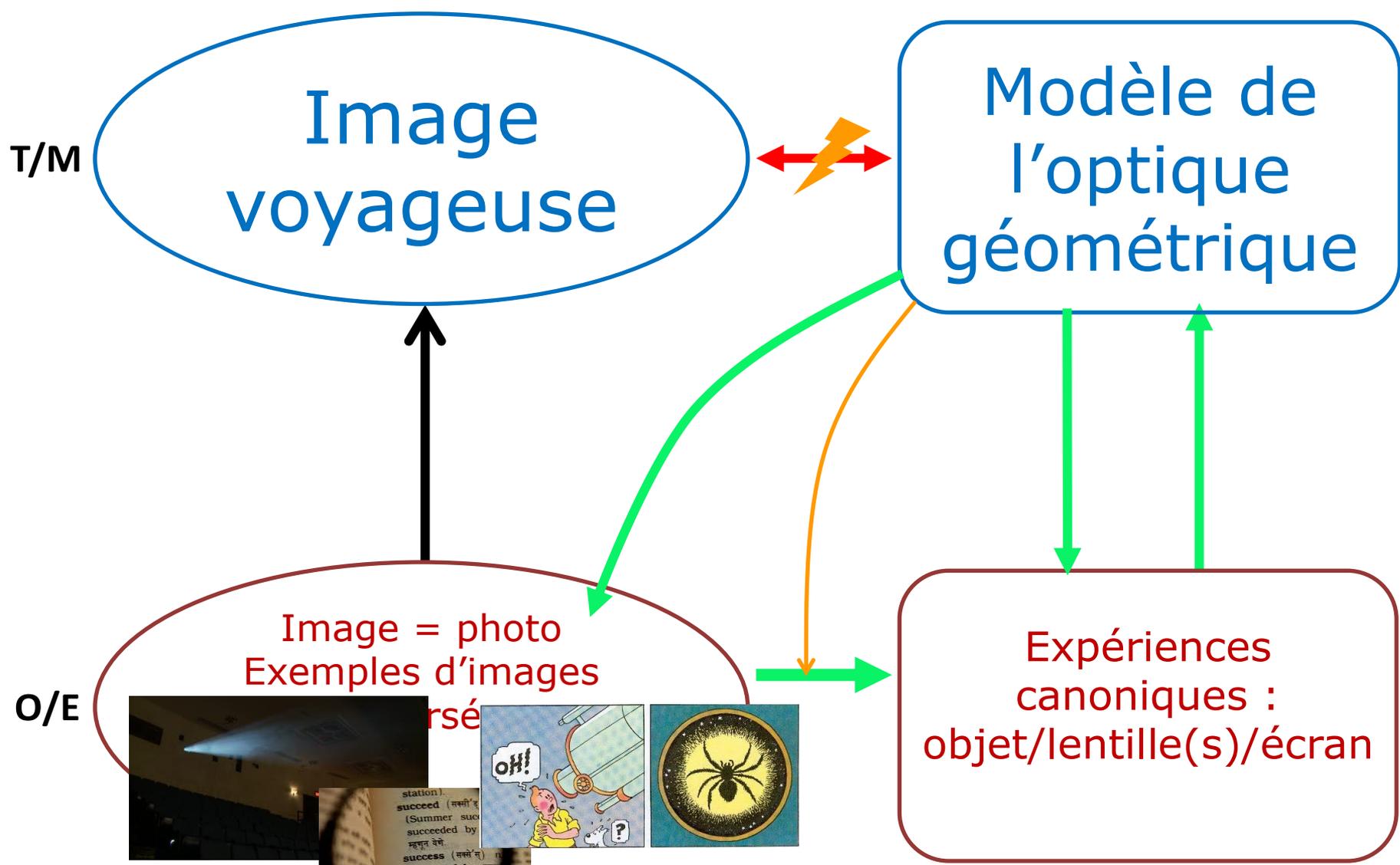
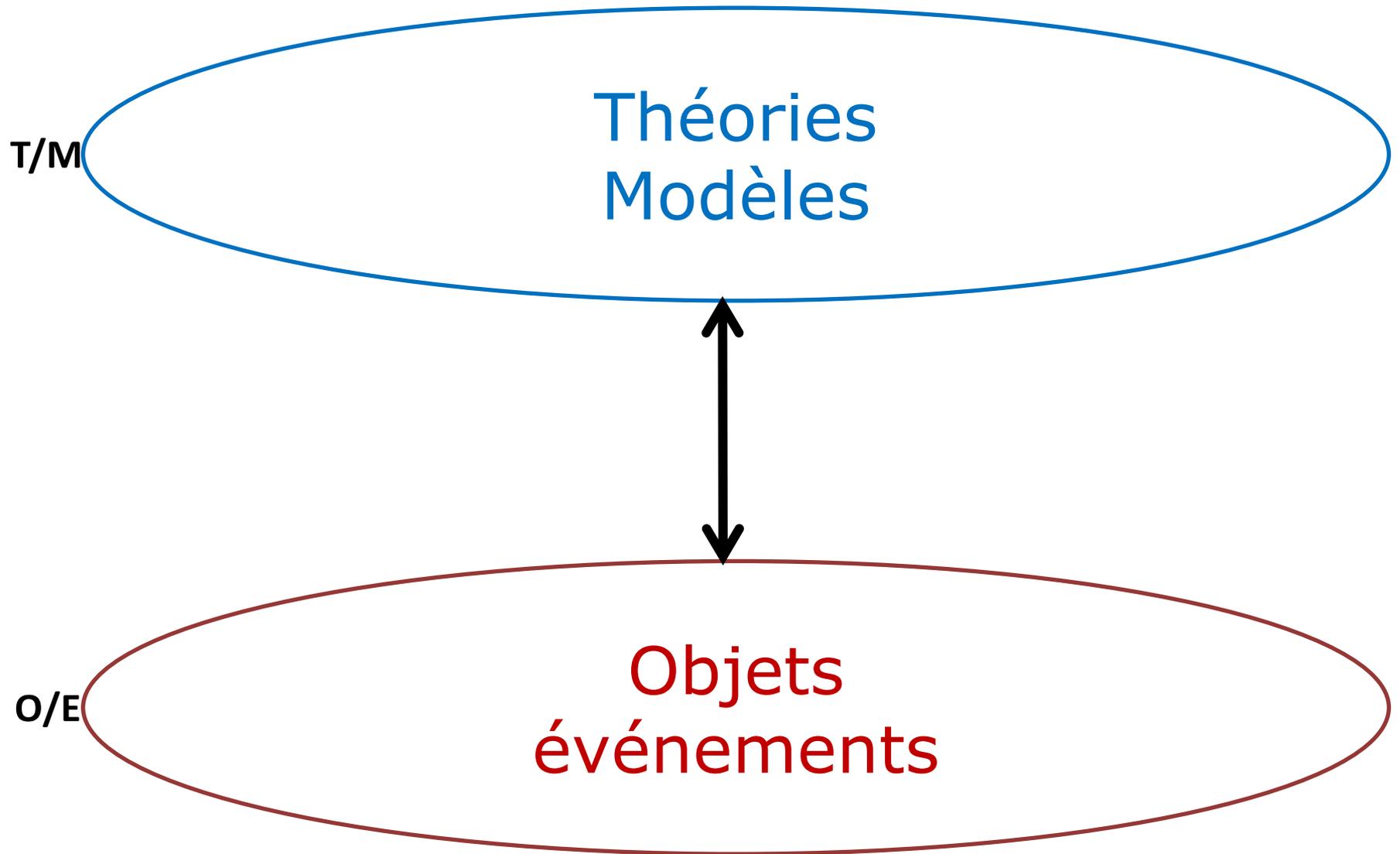


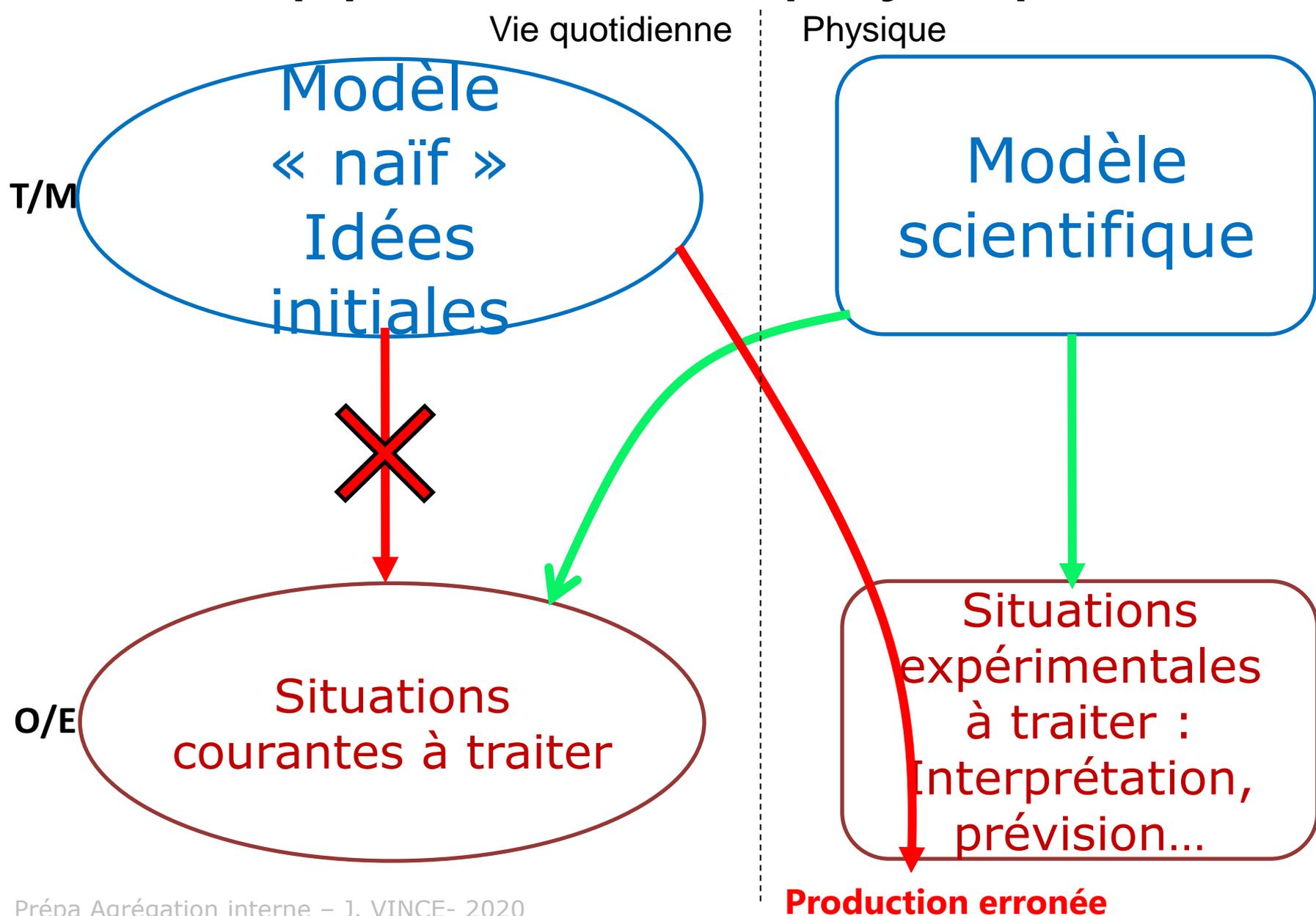
Image = photo
Exemples d'images



Apprendre en physique



Apprendre en physique



Apprendre en physique

Vie quotidienne

Physique

T/M

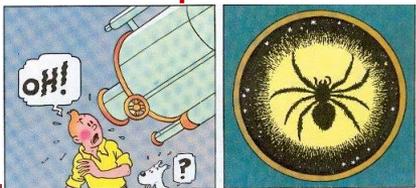
Image voyageuse

Modèle de l'optique géométrique



O/E

Araignée sur l'objectif : est-ce possible ?

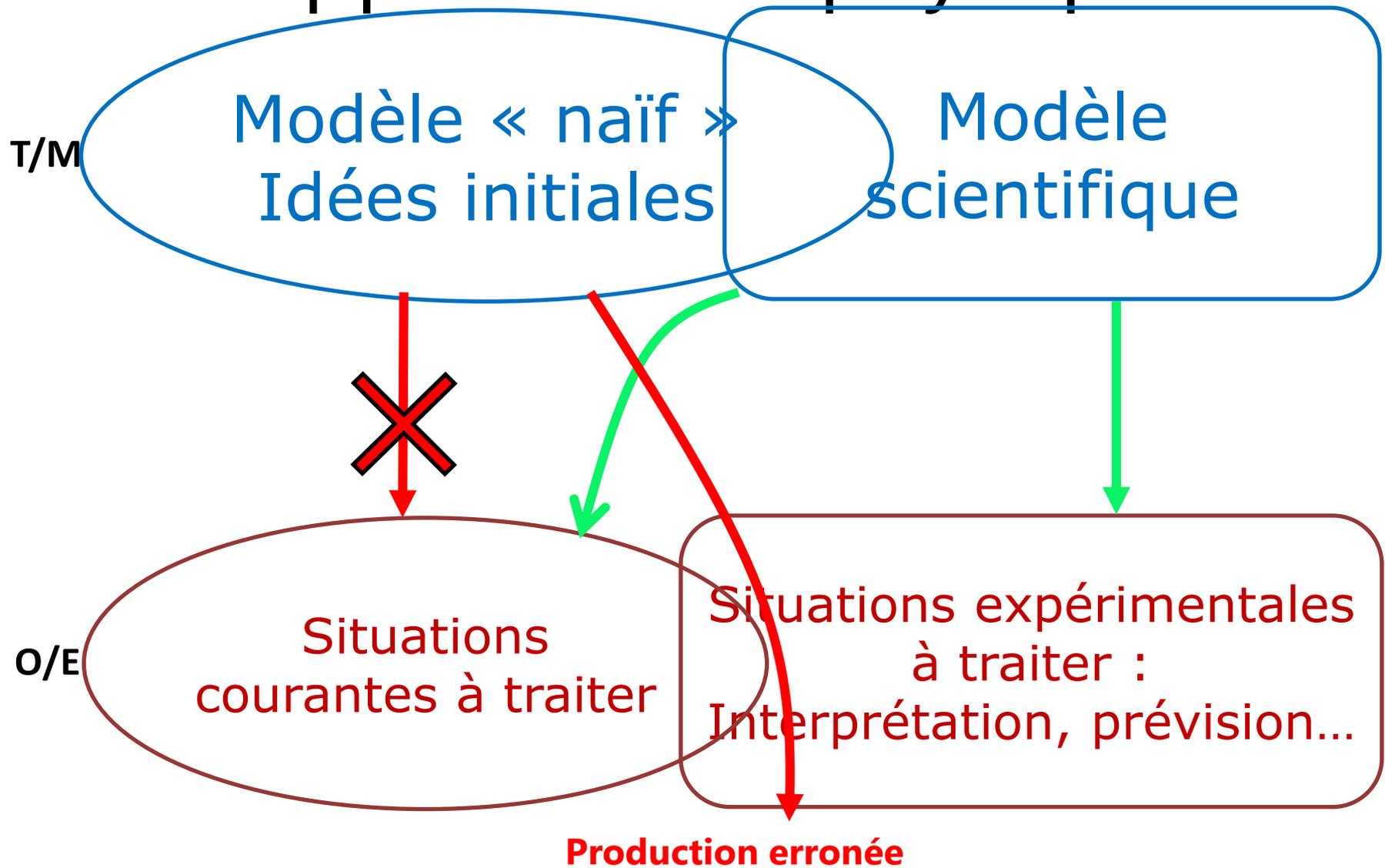


Que voit-on si on cache la moitié supérieure de la lentille ?

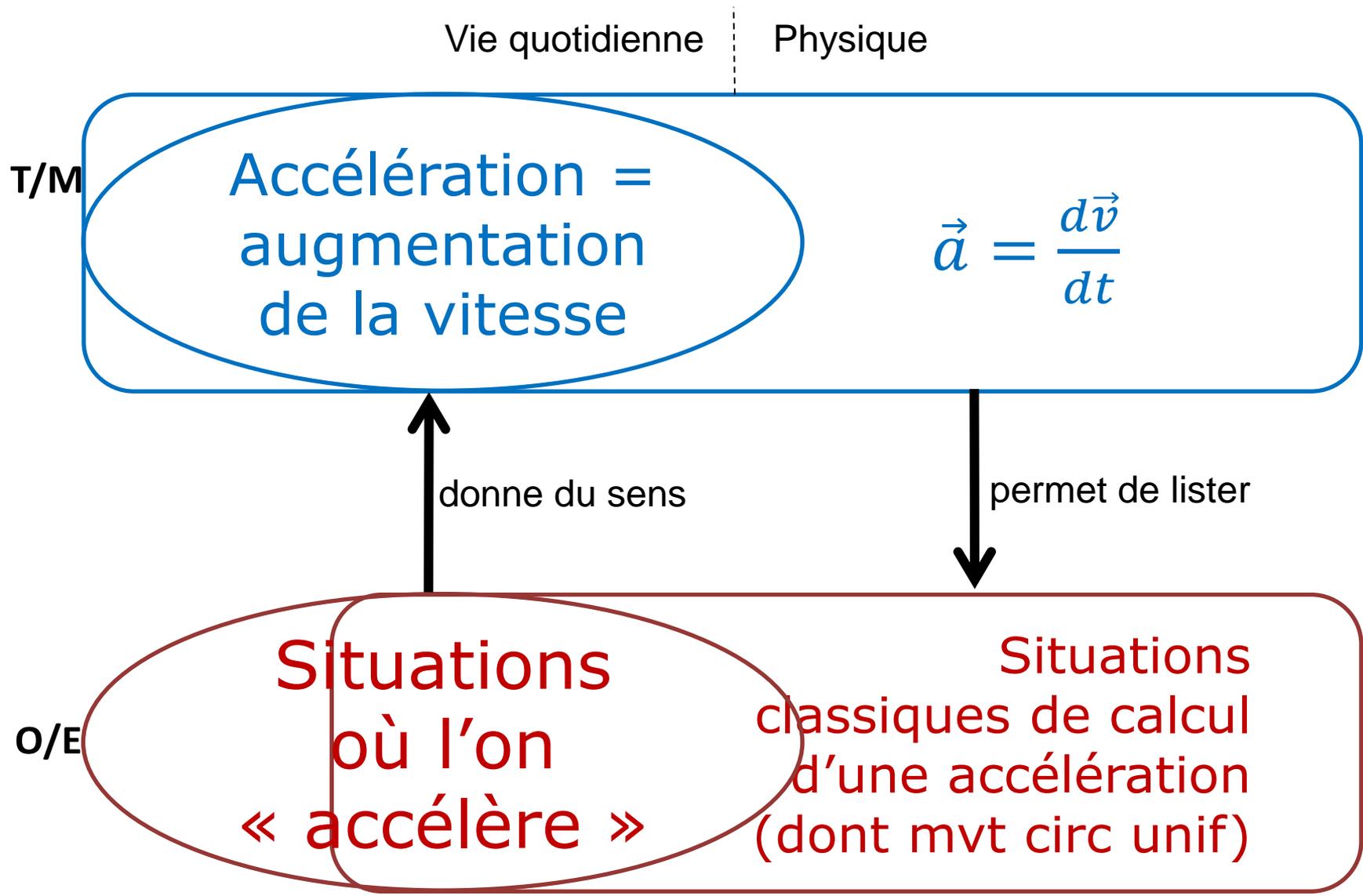


La moitié de l'image L'image moins lumineuse

Apprendre en physique

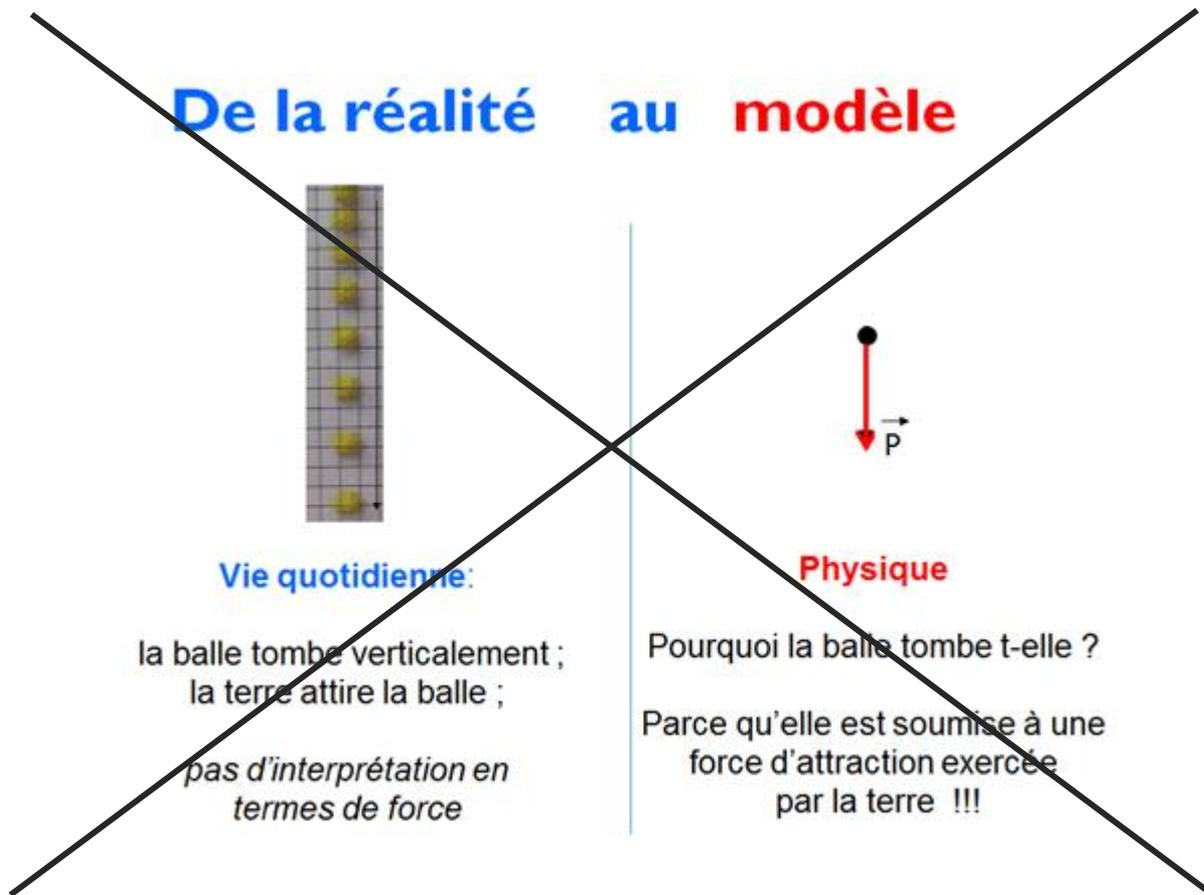


Extension des idées...

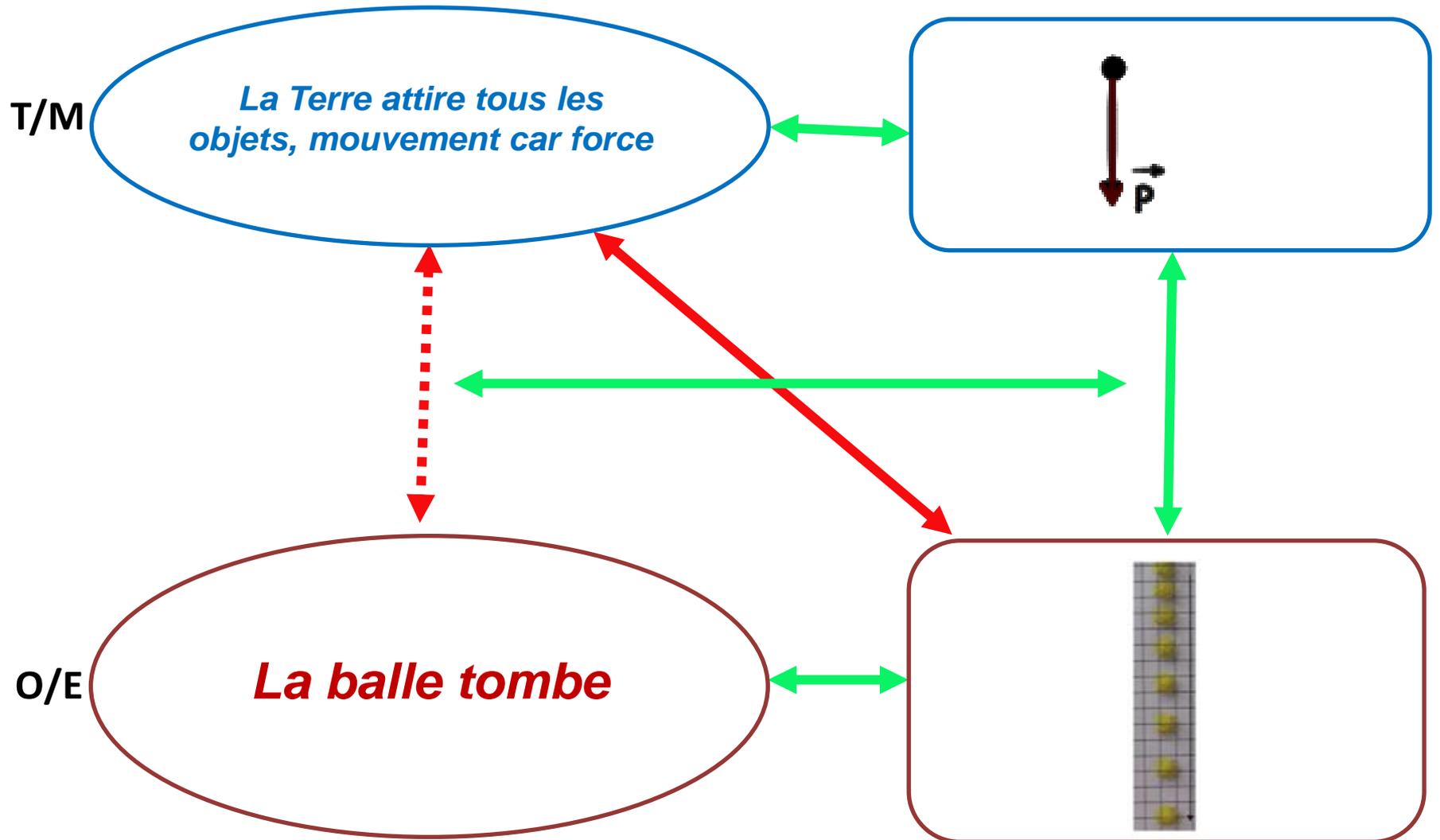


Vie quotidienne vs modèle ?

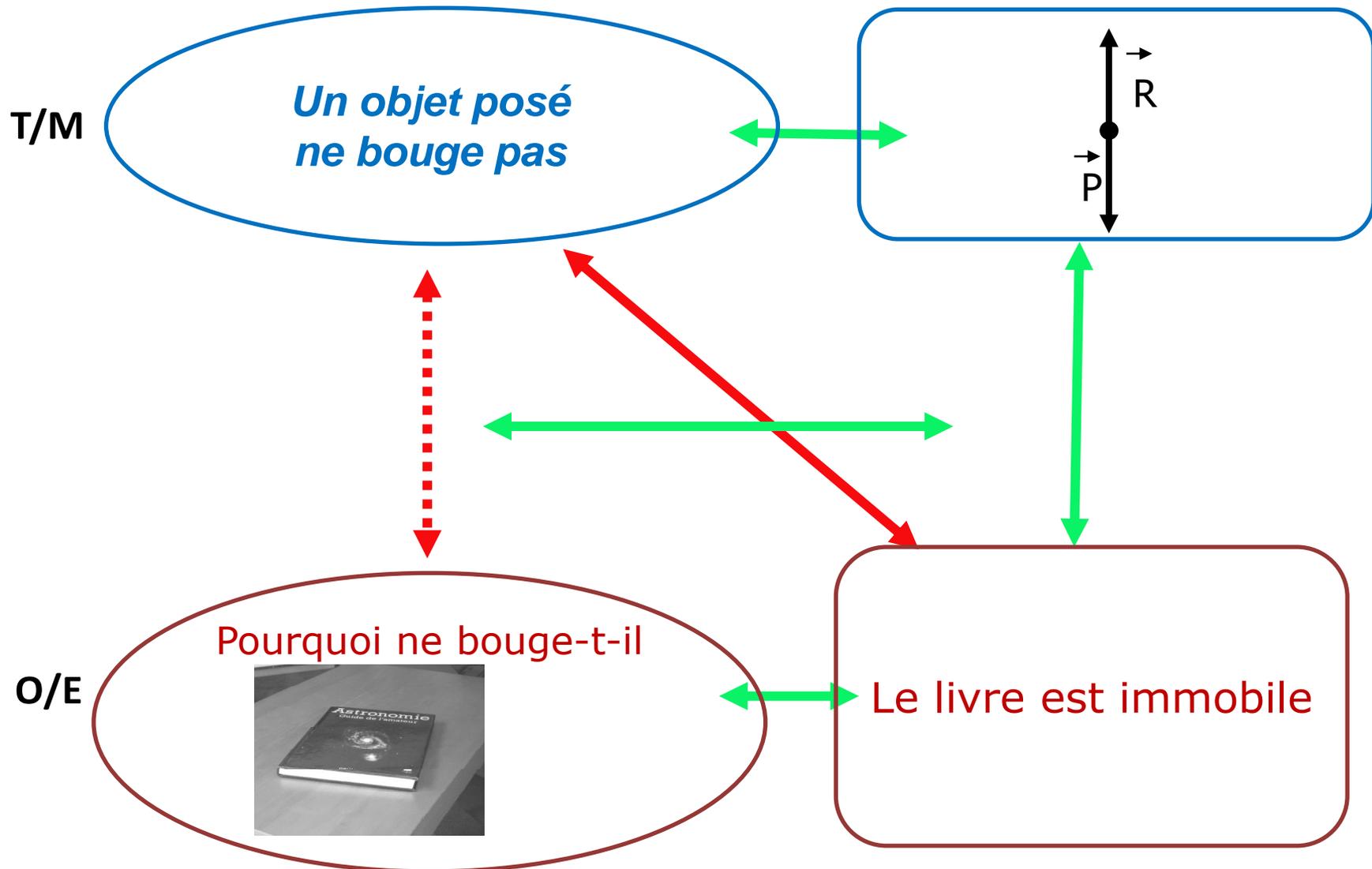
Une confusion classique...



Un modèle d'apprentissage opératoire pour tous les niveaux



Un modèle d'apprentissage opératoire pour tous les niveaux



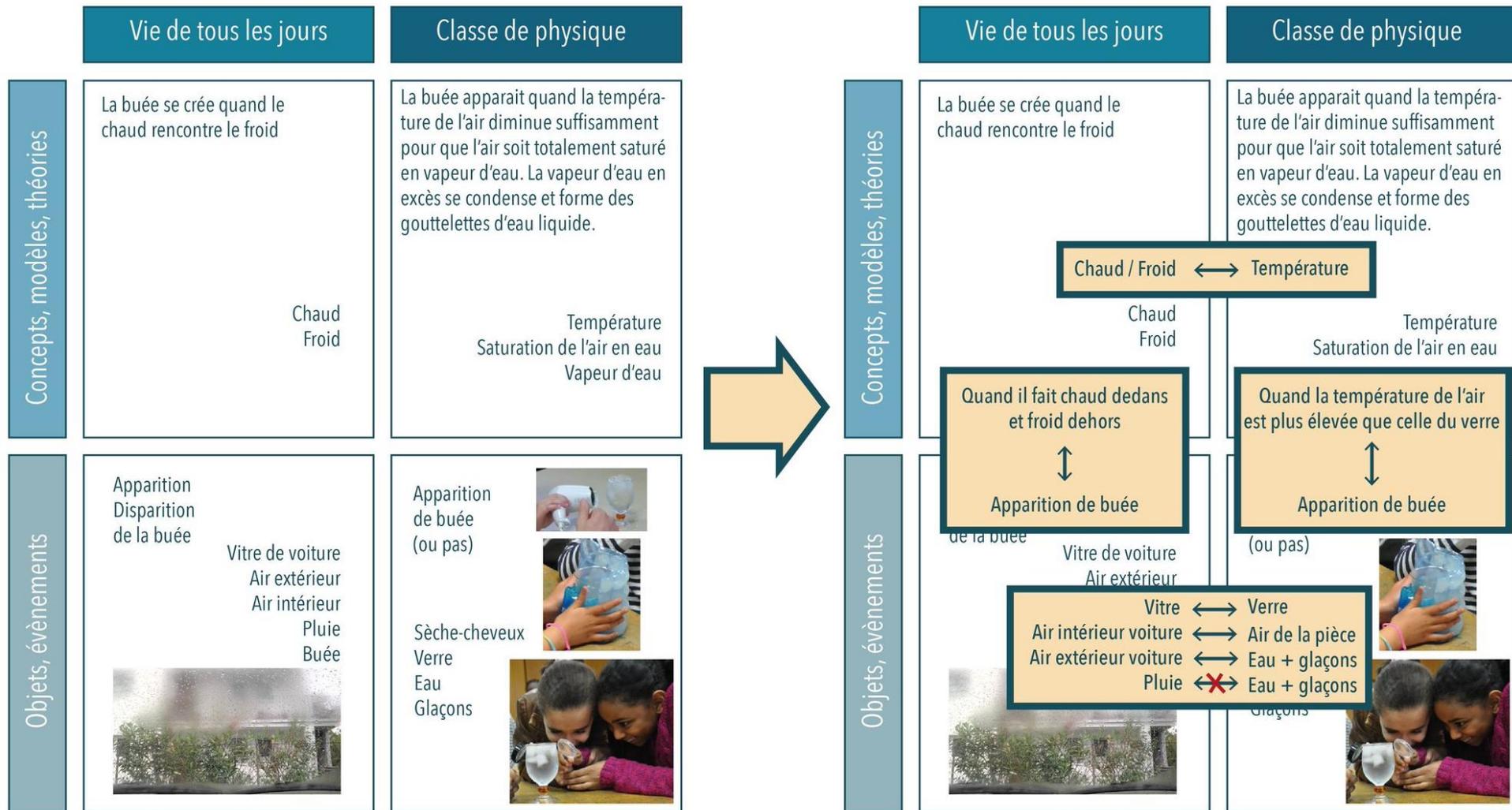
Un outil de conception des enseignements qui prend en compte les idées initiales

Cas des ondes

	Connu		A construire	
	Vie quotidienne	Physique	Vie quotidienne	Physique
T/M	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Les ondes : c'est invisible ça pénètre partout ✓ Plus on parle fort, plus le son va vite ✓ Confusion vitesse/amortissement 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fréquence/période ✓ Célérité de la lumière 		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fréquence, période, longueur d'onde ✓ $\lambda = vT$ ✓ Définition d'une onde ✓ Relation célérité-retard
Relations T/M \leftrightarrow O/E	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Le son va moins vite dans l'eau que dans l'air car l'eau est plus « dure » ✓ Lien entre téléphone portable et OEM 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Variation de v en fonction du milieu ✓ Lien entre couleur et longueur d'onde... ✓ La lumière est une onde ✓ Valeur de la vitesse de la lumière ✓ Valeur de la vitesse du son 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Perception Doppler ✓ Manifestation des ondes méca dans la matière 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Caractéristiques observables des ondes ✓ Phénomène de propagation ✓ Interprétation de l'effet Doppler
O/E	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tremblement de terre ✓ Sismographe ✓ Echographie ✓ Radiographie ✓ Vagues 		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Situations dans lesquelles intervient diffraction et interférences 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Infos sur sources d'ondes ✓ Situations de méca (corde, vague, ressort...) ✓ Manip des deux micros ✓ Manip durée de propagation

Un outil de conception des enseignements qui prend en compte les idées initiales

Cas d'une démarche d'investigation sur la buée (Aude Caussarieu)



Co-existence et brouillage des modèles

Des coexistences de modèles peuvent générer de nouvelles idées initiales erronées

Exemple :

L'effet Doppler est lié au déplacement (donc à la position relative E/R)

L'effet Doppler est un effet sur la fréquence



La fréquence du signal reçu dépend de la distance à l'émetteur...

Vie quotidienne

Physique

Physique

Vie quotidienne

Théories / modèles

- Le son est un objet qui se déplace
- Le son se faufile
- Le son monte
- Le son ne se propage que dans l'air
- Plus le son est fort, plus il va vite.
- Plus le son avance, moins il va vite

- Le son se propage avec une certaine vitesse
- Le son ne se propage pas dans le vide
- Conditions de propagation
- Notion de vitesse de propagation
- Fréquence (domaine audible, ultrasons, infrasons).

- Émission (vibration, caisse de résonance).
- Milieu de propagation.
- Distinction entre période et fréquence
- Relation entre période et fréquence.
- Intensité sonore, niveau sonore.

- Hauteur d'un son
- Timbre du son

Théories / modèles

Relations

- Le son est de moins en moins fort si on s'éloigne de la source
- Le son va moins vite dans l'eau que dans l'air
- Plus le milieu est dur, moins le son va vite
- Si un objet vibre vite, le son va vite.

- Lien entre distance parcourue, durée, vitesse.
- Il existe des sons audibles, non audibles en lien avec la fréquence
- Le son se propage dans tous les milieux
- Vitesse de propagation dépend du milieu

- Lien vibration source / vibration milieu.
- Nécessité d'un milieu pour propager la vibration
- Un son = phénomène périodique
- Lien qualitatif entre intensité sonore et niveau sonore.
- Lien niveau sonore et dangers
- Lien amplitude-intensité
- Lien fréquence-hauteur
- Indépendance fréquence-amplitude
- Lien timbre-forme du signal

- Un son fort peut être dangereux
- Est douloureux à partir de 120 dB
- Timbre caractéristique d'un instrument de musique

Relations

Objets / événements

- En hauteur, j'entends mieux.
- Plus aigu => plus fort
- Film : on entend les lasers.
- On entend mieux les aigus.
- On voit l'éclair avant d'entendre le tonnerre
- Mur du son
- Écho : ça résonne
- Instruments de musique
- Micro, smartphone, enceintes, casque...

- Il y a des vibrations qu'on n'entend pas.
- sonar
- HP + GBF ?
- Risques auditifs

- Distinguer aigu/grave fort/faible
- Vibration visible avec HP
- HP + GBF
- Cloche à vide
- Expérience flamme devant HP
- Diapason avec et sans caisse.
- Mesure de la période et de la fréquence : micro, carte, oscillo, simulateur
- Son produit par microcontrôleur
- Sonomètre

- Deux sons joués par deux instruments différents.
- Son aigu et grave.
- Il existe des US et des IS
- Son dans les métaux (entendre les voisins dans les tuyaux en cuivre).
- La voix comme émetteur.
- Exemple de sons forts, dont il faut se méfier
- Dans le vide, pas de son

Objets / événements

Enseigner *avec* des activités
Enseigner *par* activités
Structurer par activités

Pourquoi ?
Comment ?
Quels
dangers ?



*Ben déjà qu'on a du
mal à leur faire
apprendre leurs
cours...*

1. État des lieux des pratiques et des préconisations
2. Des activités dans une grande variété de pratiques
3. De quoi l'activité est-elle le nom ?
4. Structuration par activités et hypothèses d'apprentissage
5. Atouts de la structuration par activités
6. Risques de la structuration par activités
7. Produire une structure en activités

Lien avec l'autorité/discipline...

- L'activité permet de canaliser l'énergie de l'élève.
- La nécessité de débattre au sein d'un groupe limite les possibilités de bavardages.
- L'activité crée une dynamique qui empêche l'élève de s'ennuyer.



Les activités permettraient de :

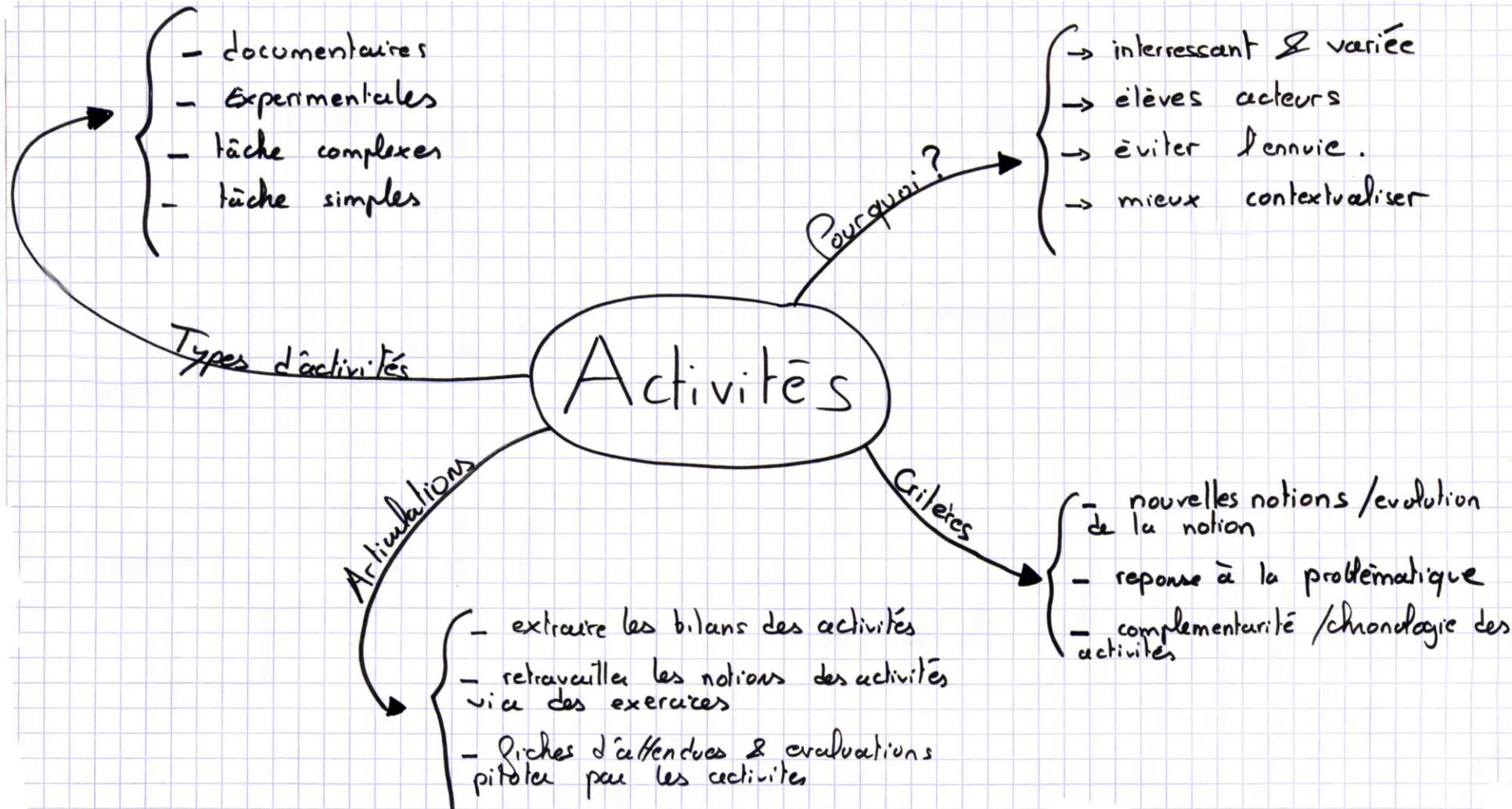
- Rendre l'élève acteur de son apprentissage
- Développer et expliciter les démarches
- Montrer l'utilité de la physique et de la chimie (objets et situations quotidiens...)
- Motiver l'élève
- Entraîner aux tâches complexes

**Une grande variété
de pratiques...**

Pourquoi des activités ?



- Pourquoi « faire » des activités ?
- Quand faites-vous des activités ?
- Quel critère pour changer d'activité ?
- Peut-on repérer différents types d'activités ?



Pourquoi faire des activités ?

- Classe vivante
- Faire réfléchir les élèves

Quels critères pour changer d'activité ?

- À la fin d'une notion
- À la fin d'un niveau de cours

Comment s'articulent-elles avec les autres moments / ressources de la classe ?

- Avant les bilans
- Avant les exercices

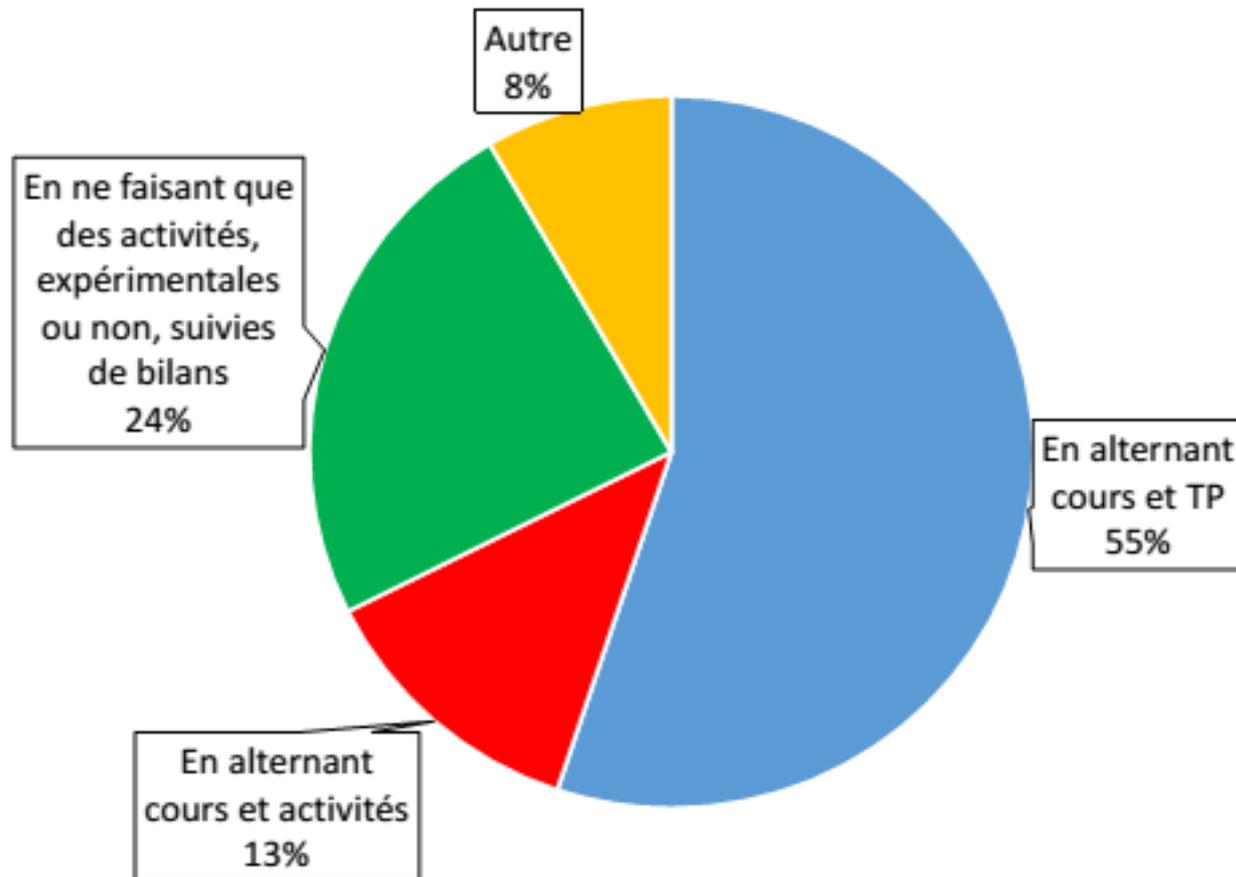
Peut-on repérer différents types d'activités ?

- Documentaire
- Expérimentale
- Tâche complexe

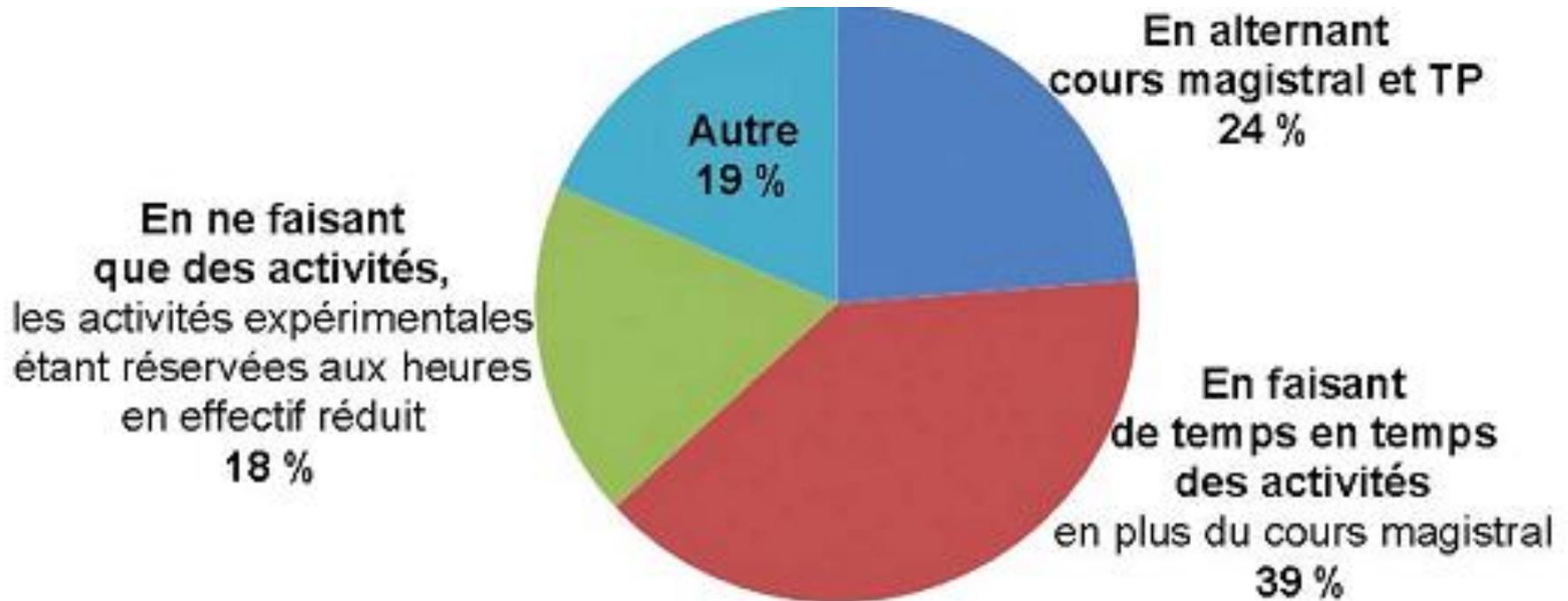
Pour mettre les élèves en activité...

- Faut-il des « activités » ?
- Faut-il des TP ?
- Faut-il les évaluer ?
- Faut-il les faire échanger entre eux ?
- ...

Enquête UdPPC Classe de 2^{nde} juin juillet 2016 (N=706)



Enquête UdPPC Classe de Terminale S juin juillet 2013 (N=434)



Une variété de pratiques...

- Alternance cours / TP
- Suite d'activités, expérimentales ou non
- Activités + cours
- Activités + TP
- Autre...

**De quoi l'activité
est-elle le nom ?**

Structurer son enseignement à l'aide d'activités

Quelle place et quelle forme pour l'institutionnalisation ?

par **Jacques VINCE**

Lycée Ampère - 69002 Lyon

Université de Lyon - ESPÉ de Lyon - 69004 Lyon

jvince@ac-lyon.fr

Anne Marie MIGUET

Lycée Saint-Exupéry - 69004 Lyon

ammiguet@ac-lyon.fr

Stéphane PERREY

Lycée La Martinière Monplaisir - 69003 Lyon

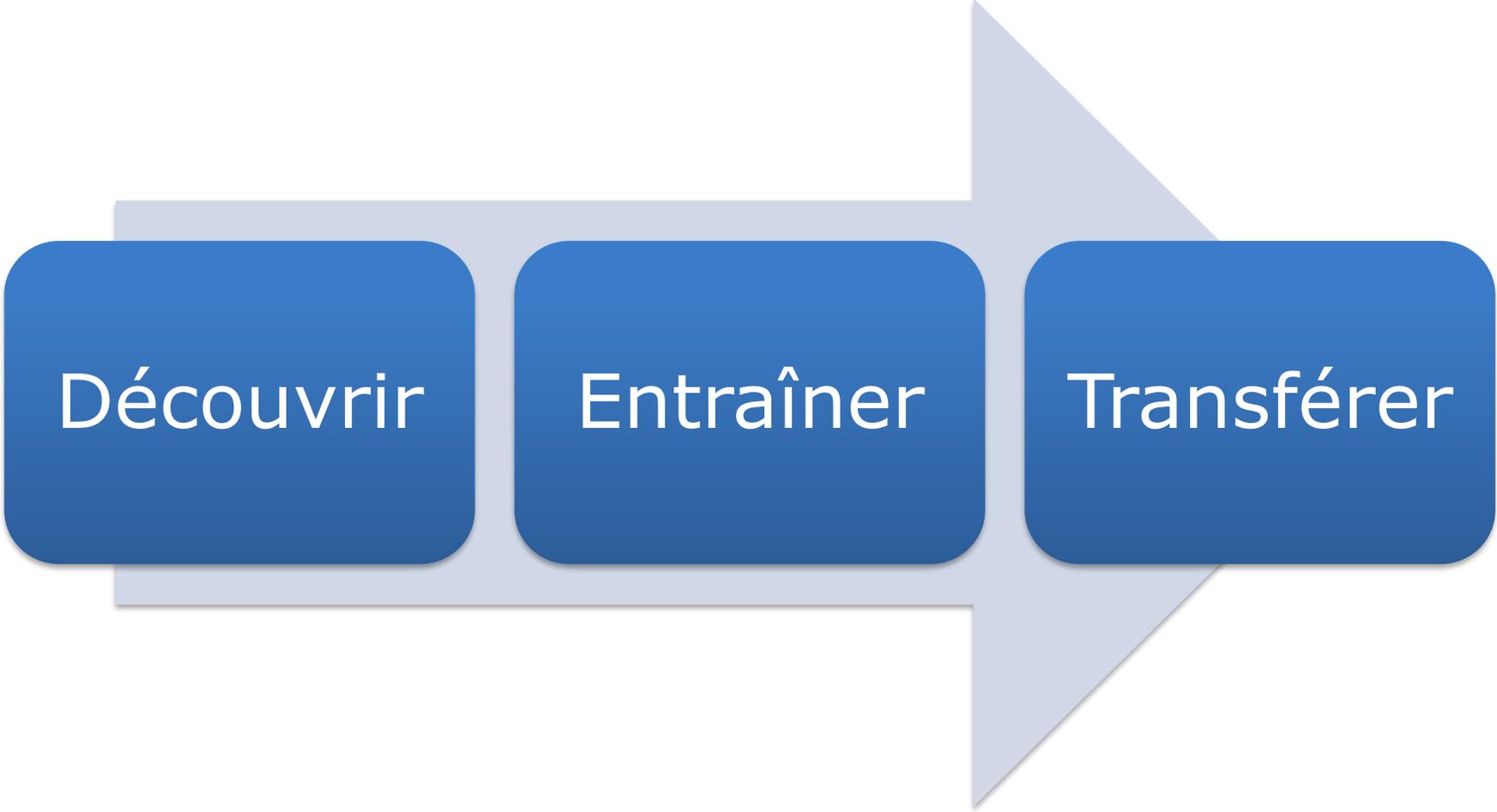
stephane.perrey@ac-lyon.fr

et **Andrée TIBERGHIE**

Université de Lyon - CNRS, UMR ICAR, Labex ASLAN

andree.tiberghien@univ-lyon2.fr

À quel moment faire des activités?



Découvrir

Entraîner

Transférer

Plusieurs types d'activités

À caractère expérimental

- TP inductif
- TP déductif
- Démarche d'investigation
- Situation problème

À caractère documentaire

- Résolution de problème
- Tâche complexe
- Synthèse de document
- ...

ÉVOLUTION DE L'ENSEIGNEMENT DE LA PHYSIQUE ET DE LA CHIMIE

- > Utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique
- > Expérimentation et modélisation
- > Activités documentaires
- > Résolutions de problèmes
- > Analyse des évaluations
- > Repères pour la formation
- > Les mathématiques : rapprochements didactiques entre trois disciplines scientifiques dans la continuité [bac-3 ; bac+3]
- > Activités expérimentales : enjeux de formation
- > Recommandations pour la conception de l'épreuve écrite de physique-chimie du baccalauréat S
- > Nouveaux profils des étudiants scientifiques à partir de la rentrée 2013

La polysémie du mot *activité*

- Le support d'enseignement : le texte, les consignes orales, les documents ?
 - L'activité de l'élève : celle effective, celle imaginée par le prof ?
 - L'activité du prof ?
- ➔ nécessité de préciser de quoi on parle ...

le mot activité désigne l'ensemble :

- **Support** de l'activité qui doit permettre à l'élève de **découvrir un nouveau savoir ou savoir-faire**, cela la différence d'un exercice qui est un outil d'entraînement, de répétition, d'approfondissement de la compréhension
- **Actions effectives** des élèves (et du prof) qui doivent permettre la co-construction du savoir :
 - Compréhension de l'énoncé (rôle du prof qui doit laisser le temps aux élèves mais pas laisser les élèves « bloqués »)
 - Réponses aux questions posées (rôle du prof qui doit accepter des réponses incorrectes à ce stade)
 - Mise en commun des réponses, correction.
 - Institutionnalisation, décontextualisation.

Une définition possible...

Dans cette partie, nous entendons l'activité en référence à la pratique de classe :
une activité correspond ainsi à un moment de la séquence pédagogique, marqué par un début et une fin, pendant lequel l'élève réfléchit et propose des réponses à des consignes (souvent écrites) ou à une résolution de problème...

Cette phase de classe est donc généralement liée à un support écrit, proposé par l'enseignant pour conduire la situation d'enseignement.

Quelle différence avec un exercice?

L'activité correspond à « une première fois »,
l'exercice à un entraînement

Activités et autonomie

- L'activité doit permettre à l'élève une certaine **autonomie** : il doit pouvoir comprendre les consignes sans aide et doit pouvoir fournir des réponses aux questions posées
- Ces réponses peuvent être incorrectes du point de vue de la physique
- **Autonomie** n'est pas opposé à **guidage** : on peut être autonome dans une activité guidée.

« structurer par activités » signifie :

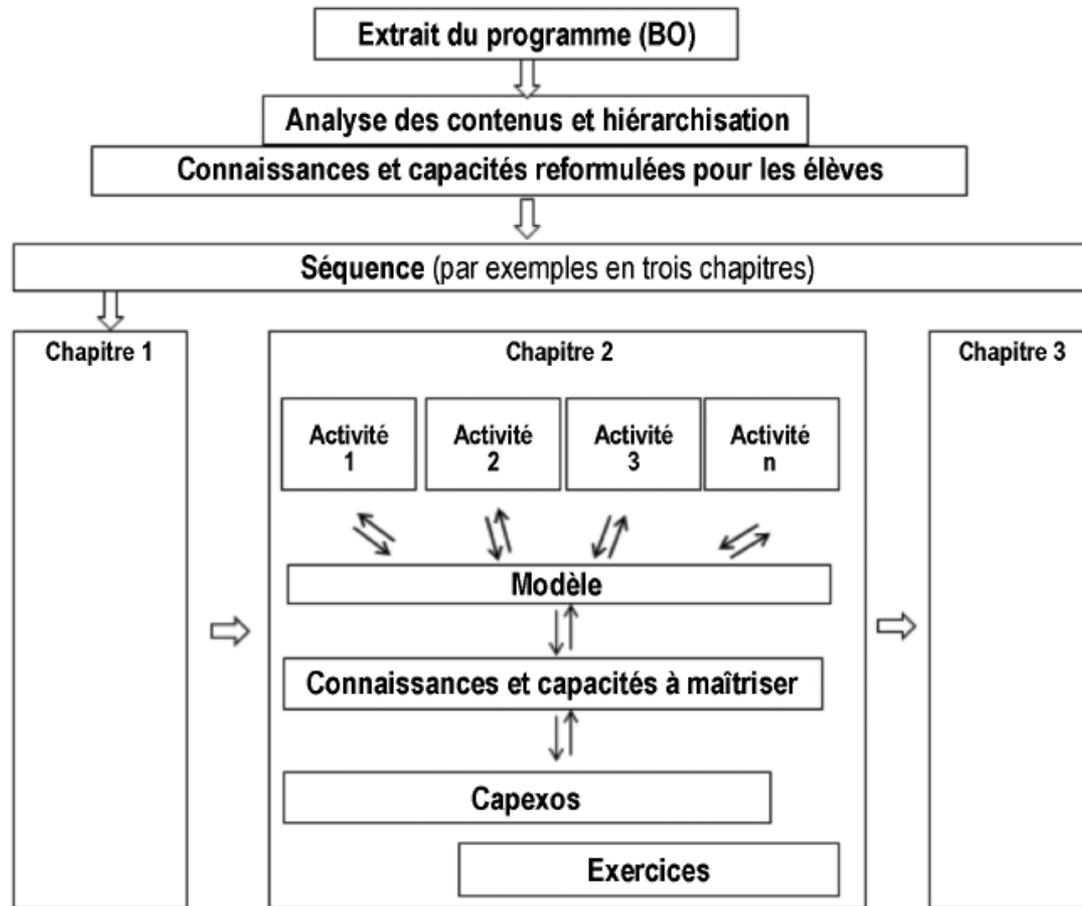
- Chaque activité s'insère dans une **suite cohérente d'activités**, définie à partir de l'ensemble du savoir en jeu dans le chapitre, voire la séquence.
- **Ce qui délimite une activité est donc le savoir** bien plus que la situation d'étude, cad le cas particulier qui est au service de l'apprentissage visé.

Est-ce compatible avec ce que l'Institution entend par activité ou enseigner par activités ?

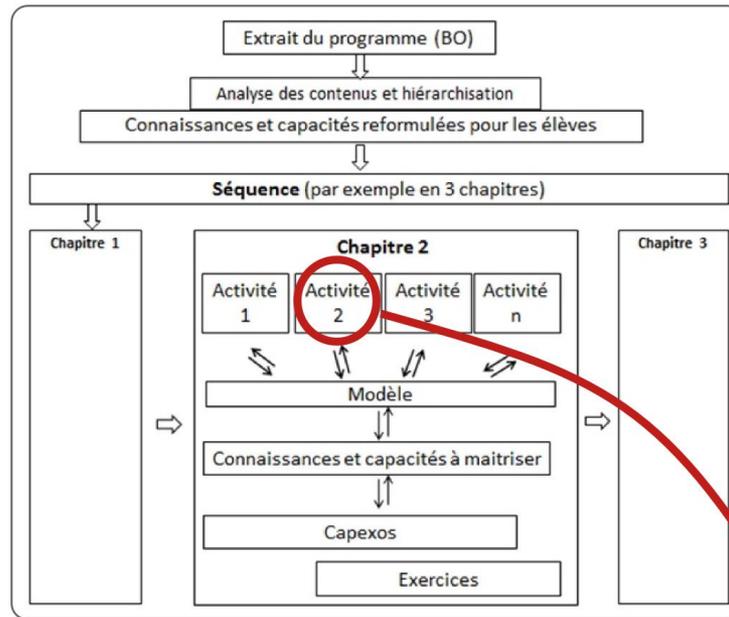
Analyse et synthèse de documents, résolution de problème, démarche expérimentale, investigation...

- Ces types d'activités sont davantage caractérisés par un ensemble de capacités
- Ces activités *peuvent* être intégrées à un chapitre et sont souvent présentées (en particulier dans les manuels) comme *autonomes* et « à côté » d'un cours...

Un choix possible



De quoi parle-t-on ?



Quelques caractéristiques des activités

L'activité

permet à l'élève de découvrir ou d'utiliser pour la première fois un nouveau savoir ou savoir-faire

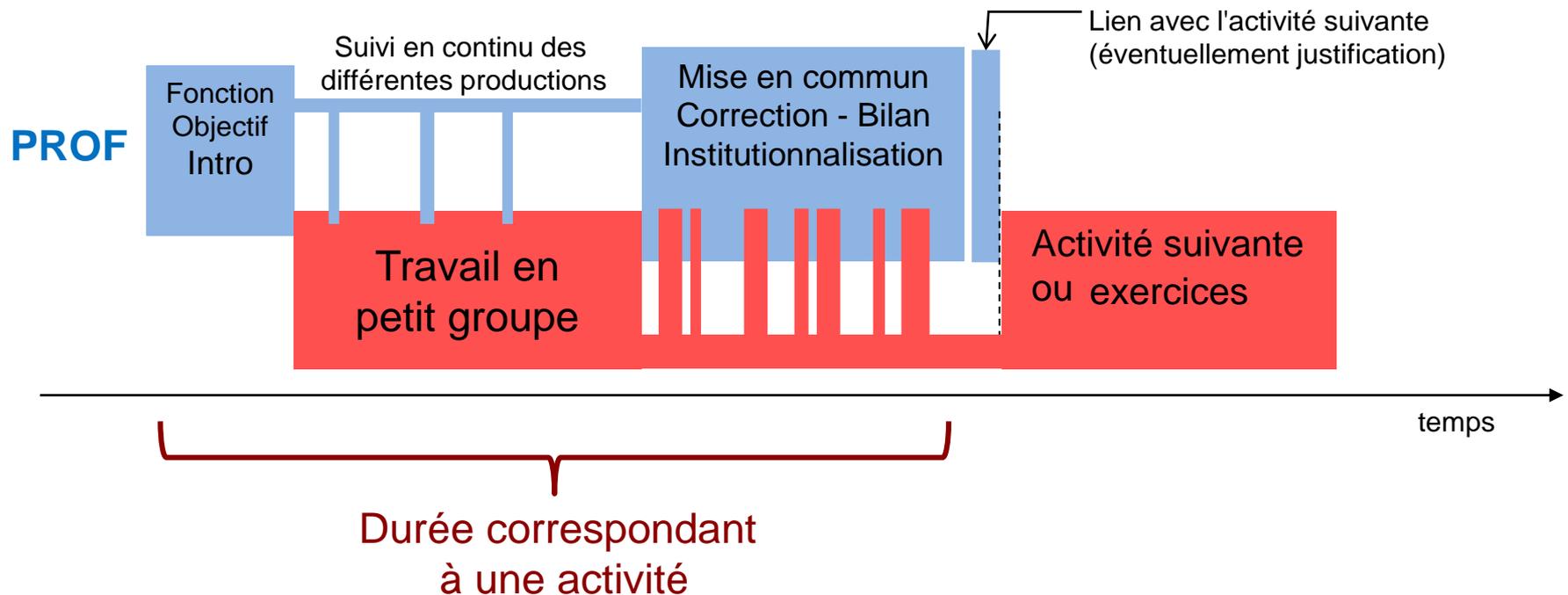
est délimitée par des critères de savoir plus que de situations d'étude

permet une grande autonomie à l'élève, qui doit pouvoir comprendre l'énoncé sans aide et fournir des réponses, même incorrectes du point de vue de la physique

Des conséquences importantes...

- Du temps pour la réflexion et la discussion
- Droit à l'erreur et à l'hésitation...
- Une grande diversité (explicite) de tâches
- Des temps différents avec des traces différentes et des supports nombreux : essentiel mais pas facile à gérer
- Souvent, ce n'est pas la réponse qui est importante mais les raisons qui l'ont motivée et la cohérence entre les deux

Quelle organisation temporelle ?



Travail des élèves ?

- Des phases à appréhender
 - Travail individuel (lecture des consignes, compréhension du problème)
 - Travail individuel puis à plusieurs, avec pour consigne de se mettre d'accord sur la réponse et de la rédiger
- Consignes du côté des écrits ?
 - Feuille collée, réponse rédigée d'une couleur, modifiée d'une autre
 - ne jamais effacer ?
 - L'enseignant doit consacrer du temps à aider l'élève à gérer son cahier

Que fait le prof pendant que les élèves travaillent ?

- Il observe les élèves
- Il contrôle ses interventions (principe de *parcimonie*)
- Il répond de manière à ne pas shunter la réflexion des élèves : en particulier, il peut répondre à un élève de relire la question, ou qu'il est trop tôt pour poser les questions ...
- Il régule les élèves qui ne travaillent pas
- Il peut aider les élèves à prendre conscience de leurs acquis ou de leurs difficultés

... **tout cela** en ayant une vision assez exhaustive des réponses possibles dans la classe !...

Ne pas passer l'erreur sous silence

- Ménager la susceptibilité ?
- L'évitement de la solution « fausse », en faveur de la solution « juste » du voisin est plus facile à utiliser et fait gagner du temps...
- ...mais induit des sentiments de dévalorisation, d'incompétence... et d'arbitraire...



Et la motivation fut ??

La motivation de l'élève passe par :

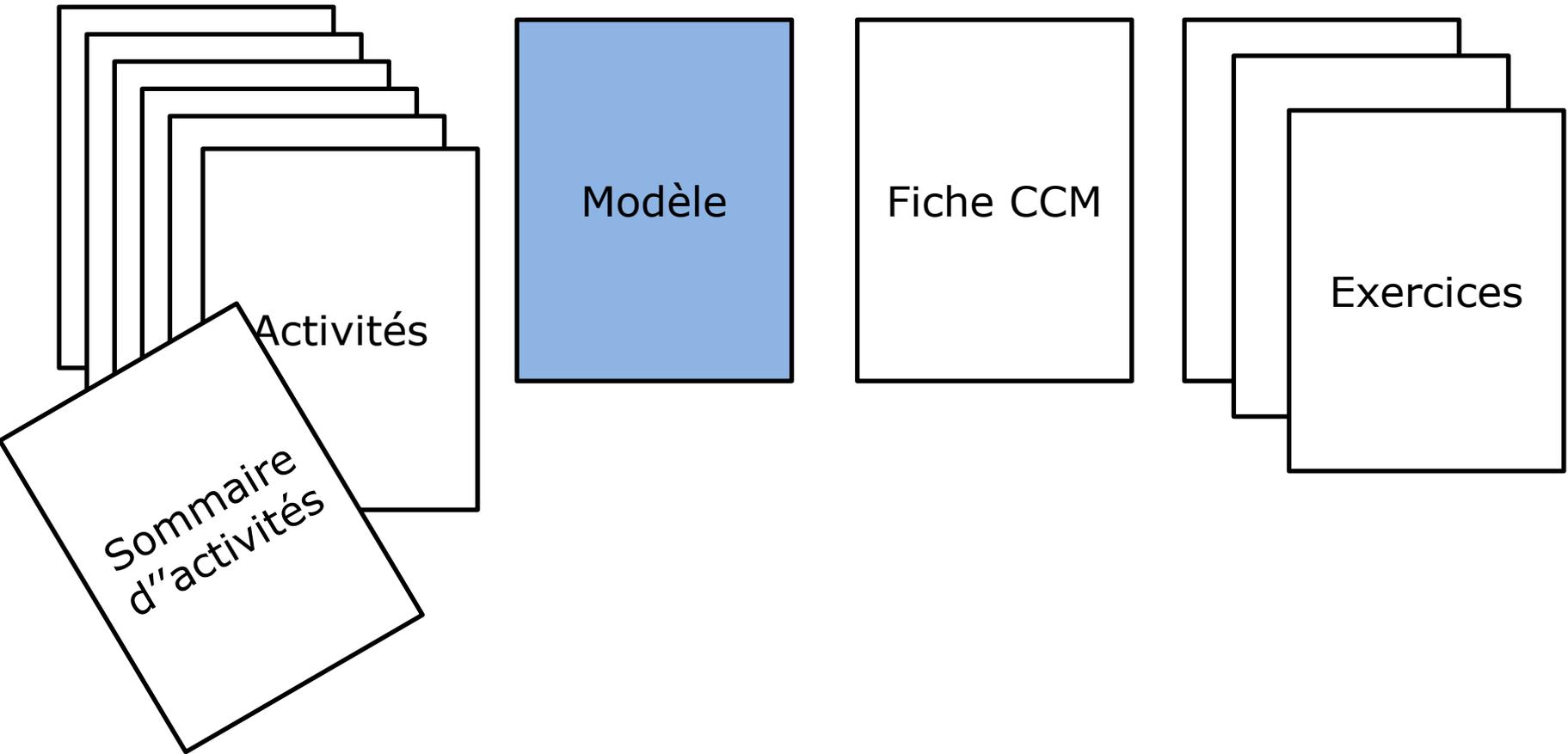
- Une meilleure compréhension de ce que l'on attend de lui
- Une prise en compte plus importante de ce qu'il sait et de ce qu'il produit (juste ou non)
- Des activités/situations qui suscitent la curiosité, la recherche,...

Mais qu'est-ce qui suscite la curiosité ou l'intérêt ?

Traces écrites

- Doivent rester sur le cahier/feuille la réponse de l'élève et la réponse attendue (couleurs différentes)
- Les différentes phases doivent être repérables (réponse de l'élève, réponse attendue, bilan...) : couleurs différentes par exemple
- Le bilan/cours/essentiel doit être mis en valeur : c'est le texte du savoir visé
- Un sommaire éventuel permet de voir l'avancé et la cohérence d'un chapitre

A quoi ressemble un chapitre ?



Atouts d'une structuration par activités

Les activités permettent d'introduire de nouveaux savoirs en :

- prenant en compte ce que pensent les élèves
- leur donnant la possibilité d'assumer leur responsabilité d'apprendre
- exploitant la collaboration et la complémentarité des élèves

- Permettre aux élèves de prendre conscience qu'il y a un fil conducteur
- Faire apparaître la continuité dans les savoirs introduits
- Permettre au prof de contrôler la cohérence du savoir et des capacités en jeu entre les activités, les exercices proposés et finalement, les évaluations.

Une activité, des objectifs...

L'objectif d'apprentissage permet aux élèves de donner sens à ce qu'ils s'approprient à réaliser

- Il doit être explicite pour l'élève dès le début de chaque activité

Levier de motivation (court terme)

L'objectif d'apprentissage situe l'activité dans la progression

- Elle peut être explicitée lors de l'introduction et/ou de la conclusion d'une activité pour justifier sa place dans le chapitre et faire le lien avec ce qui a déjà été vu

Permet de voir le rôle de l'activité dans la progression globale

[Un exemple de conséquence dans les documents fournis : le double-titre](#)

L'activité ne s'arrête pas avec les consignes

- Prise en compte des réponses, échanges, débat...
- Correction...

Attention, danger de s'en contenter

- Explicitation du savoir commun partagé par la classe à l'issue de cette mise en commun (institutionnalisation)

Dangers d'une structuration par activités

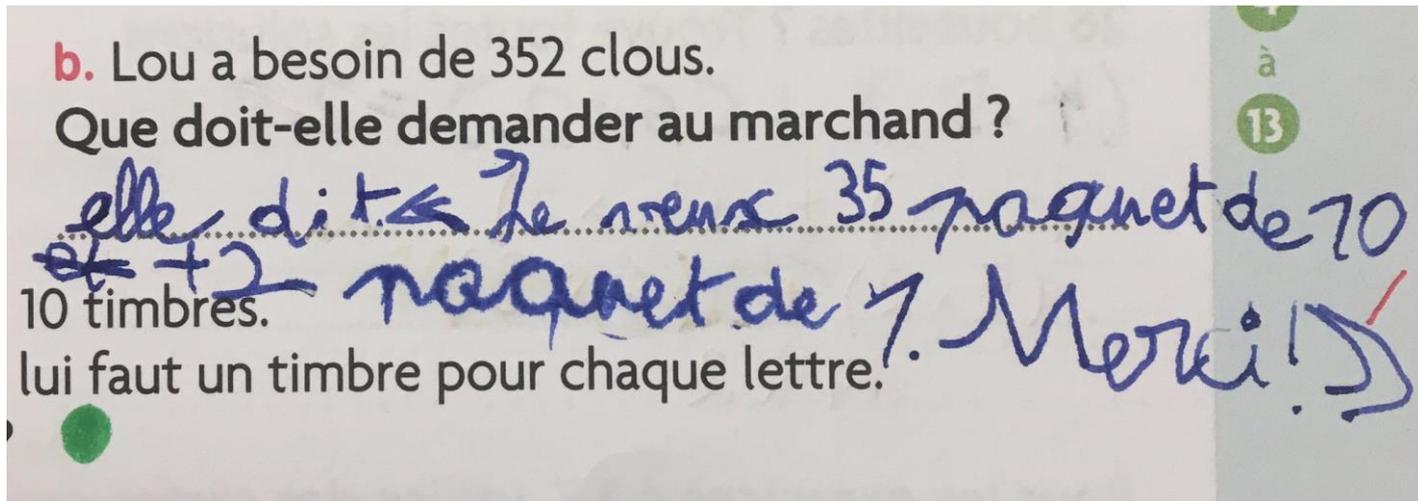
- Les élèves (et le prof) risquent de se contenter des réponses aux questions
- Les savoirs enjeu d'apprentissage risquent alors d'être invisibles pour les élèves car parasités par les savoirs contextuels **liés** à l'activité.

- Des savoirs brouillés par des éléments de contexte
- Qu'est-ce qui fera l'objet d'évaluation ?

b. Lou a besoin de 352 clous.
Que doit-elle demander au marchand ?

*elle dit : le vieux 35 paquet de 10
+ 2 paquets de 7. Merci!*

10 timbres.
lui faut un timbre pour chaque lettre.

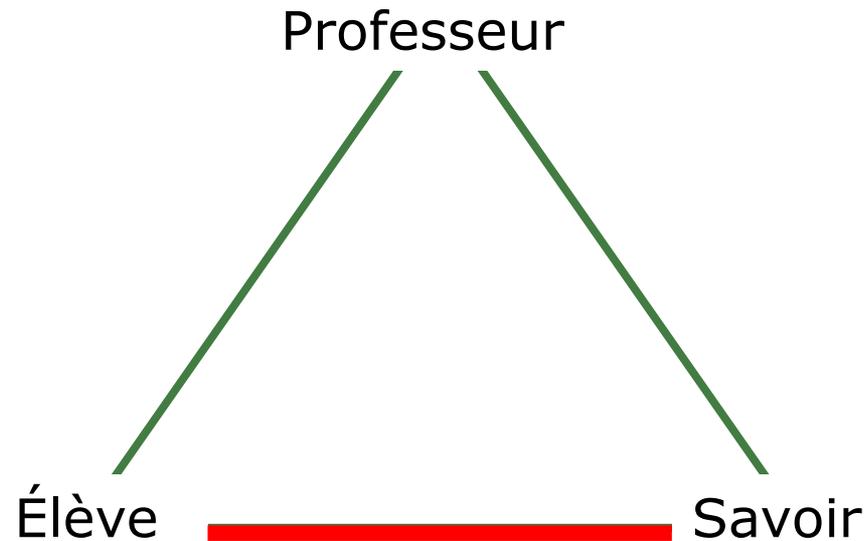


Un contrat clair

- Ce sont les activités qui structurent le chapitre, sans brouillage avec d'autres types de dispositifs pédagogiques (TP, cours, résolution de problème...)

Du temps pour que l'élève travaille à son rythme, de manière autonome

- La curiosité ne peut apparaître que dans des situations où l'urgence est absente
L'urgence déclenche un sentiment d'insécurité et un besoin de finir rapidement la tâche. Elle raccourcit la recherche d'hypothèses et le questionnement
- La compréhension d'idées nouvelles nécessite d'établir des relations avec le savoir déjà construit et demande de l'**explicitation**
 - nécessité de beaucoup de temps
 - nécessité de construire des activités adaptées aux connaissances initiales des élèves
 - nécessité de temps de réflexion sur ce qui a été fait et ce qui va devenir attendu : « réflexivité »



Même avec des activités, le prof ne s'efface pas : son travail reste de faire acquérir :

- des savoirs et savoir-faire disciplinaires
- des savoir-faire transversaux

...pas seulement d'aider les élèves
à répondre aux questions posées

sur une situation donnée 251

La mise en commun

Débat

- Faire s'exprimer les différentes idées, conceptions, approches, réponses présentes dans la classe (oral, tableau, flexcam...)
- Si cela est possible, faire débattre les élèves pour trouver un point d'entente en accord avec la physique.
- Le professeur peut aider les élèves à prendre conscience de la nature de leurs arguments et de ceux en accord ou désaccord avec la physique.

Corrigé

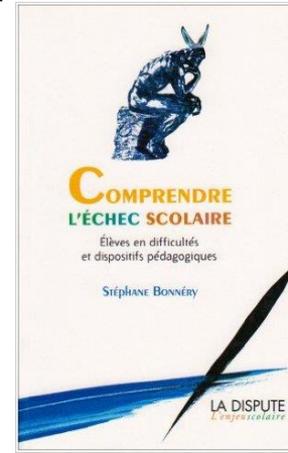
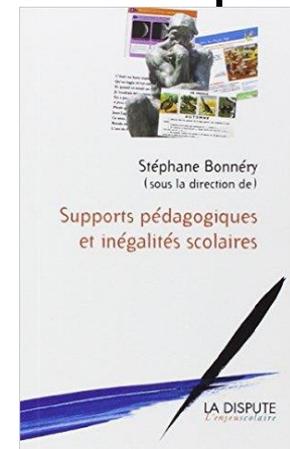
- Faire noter la réponse attendue en « interdisant » de faire disparaître la « mauvaise » réponse. Utiliser pour cela une autre couleur.

Institutionnalisation d'un nouveau savoir

- Par exemple : explicitation d'un nouveau point du modèle à partir des « résultats » de l'activité.

Ne pas confondre mise en activité et activisme

- Le but des activités n'est pas d'occuper les élèves
- Se conformer aux consignes ne suffit pas pour apprendre
- Les activités sont le plus souvent contextualisées : apprendre c'est savoir décontextualiser pour recontextualiser...



Retour sur les malentendus scolaires

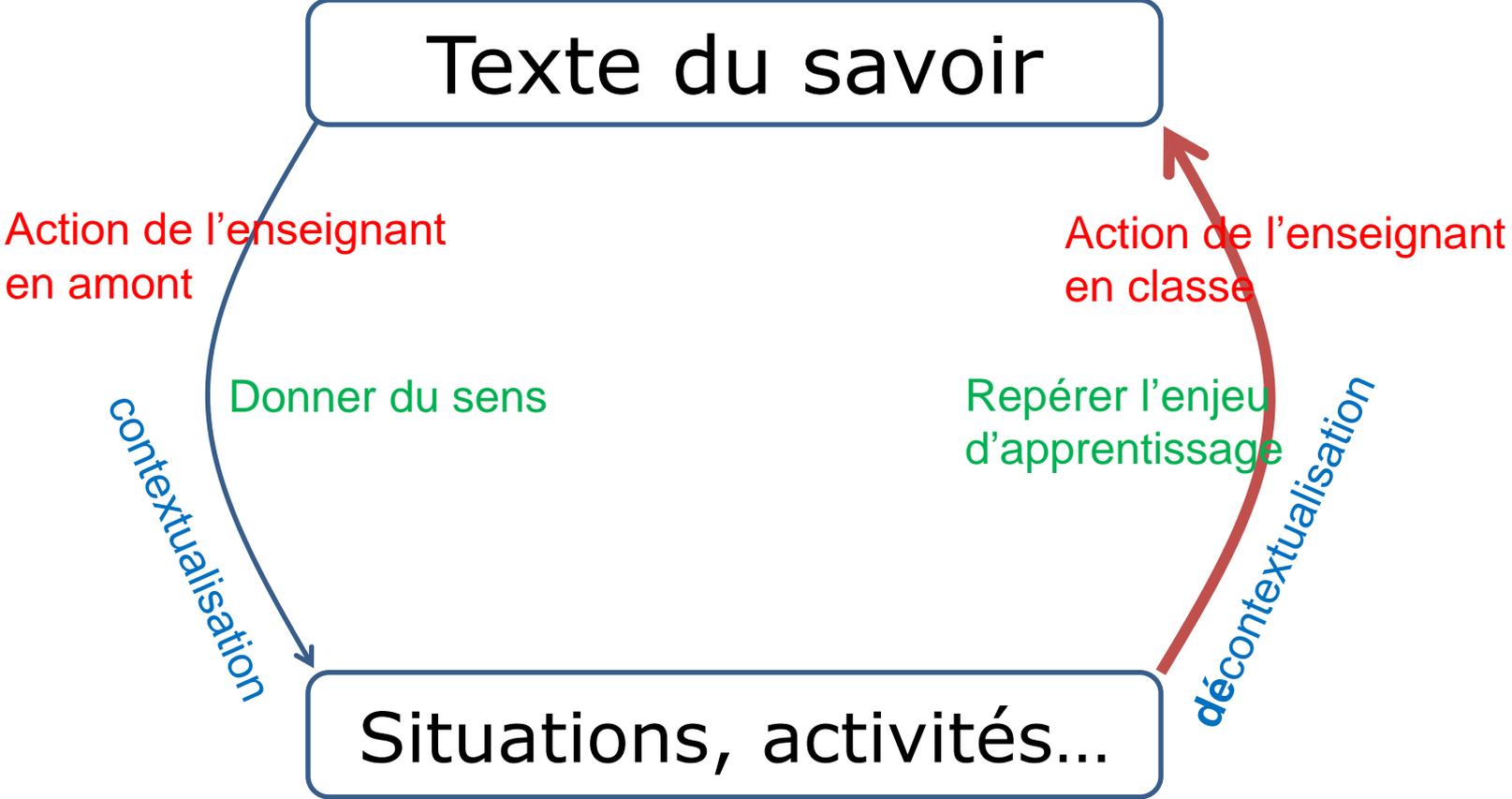
Qu'est-ce qu'apprendre ?

- Pouvoir agir sur, s'adapter à son environnement...
- Élaborer une nouvelle connaissance ou en transformer une
- Mais surtout utiliser/mobiliser des savoirs *scolaires*

Le savoir scolaire n'est pas un savoir
comme les autres...

- Des textes, qui ont une cohérence interne
- Interrogation du sens commun, objectivation...
- Des textes qui favorisent certaines socialisations familiales...

Les activités peuvent renforcer l'échec et les malentendus scolaires



Nécessité de communiquer sur les attendus et de leur donner du sens

Les malentendus scolaires, sources de renforcement de l'hétérogénéité

Certains élèves considèrent qu'il faut " faire ce que l'enseignant dit de faire ", au pied de la lettre.

Ils sont dans une *logique d'obéissance* et de *valorisation de soi* (et non de leur travail, ni de leurs acquisitions) en se conformant aux tâches prescrites dans l'instant, mais occultant ainsi les enjeux d'apprentissage.

Les malentendus scolaires, sources de renforcement de l'hétérogénéité

Certains dispositifs renforcent cette perception : l'attention de l'élève est **détournée** vers ce qui est présenté comme une décision locale, un enjeu du moment, dans un **contexte singulier**,

et ces conditions masquent (pour les non avertis) que l'exigence de mise au travail est en fait relative au contexte scolaire et à ses codes spécifiques.

Exemple d'un malentendu

Les circuits électriques

En CM2. *Objectif de la séance 4 pour le professeur:*
Passer du dessin du montage au schéma
(apprendre à passer à un code symbolisé, passer
du concret à l'abstrait)

Au cours des séances précédentes, les élèves ont fait des montages et ont conclu en classe: « l'ampoule s'allume. Le courant électrique passe ». Les élèves ont dessiné l'interrupteur, l'ampoule et la pile et l'élève observé (BA) « s'attache à changer de couleur de stylo quand les gaines des fils sont de couleurs dépareillées. »

Etapes d'évolution de BA

1. (en petit groupe) BA et VI font un montage et se disputent

VA: mais vas-y, qu'est ce que t'attends?

BA: **les fils, c'est pas les mêmes, y'en avait un rouge, y'en avait un vert**, et là c'est pas pareil ... La maitresse intervient pour dire que la couleur des fils ce n'est pas important.

2. Quand BA fait le schéma comme « un dessin simplifié » il n'a pas conscience de la différence entre dessin et schéma. Il bute et dit à la maitresse :

« C'est les fils, **j'arrive pas à faire plus long celui qu'est plus long et plus petit celui qu'est plus petit** »

3. A la fin de la mise en commun, BA lève le doigt pour dire qu'il n'a pas réussi à faire le schéma et dit: « C'est les fils ... c'est pas pareil ... c'est qu'ils tournent pas... »

La maitresse regarde son schéma et dit: « Ah, c'est parce que tu as relié directement les éléments? Mais c'est bon ... c'est très bien.. »

BA est content : sa solution est « bonne »

4. Après la séance, BA répond au chercheur qui lui demande pourquoi il a eu juste : « **parce que [l'enseignante] elle a dit, y'en a plusieurs des bonnes solutions** »

Le chercheur lui demande : oui mais comment on sait qu'on peut faire les deux ?

BA répond : parce que [l'enseignante] elle l'a dit ;

le chercheur demande: « d'accord, mais à ton avis pourquoi elle a dit qu'on pouvait faire les deux ?

BA répond « je sais pas ».

Autre exemple de malentendu

Faire une carte ou construire la notion de relief ?

Faire la carte ou faire une carte ?

- « situation problème » en classe : trouver la façon de représenter sur la carte toutes les zones où est indiqué +1000, les élèves ayant la légende non coloriée. (l'élève doit comprendre ce que présente le symbole en même temps qu'il apprend à l'utiliser).
- L'élève AM morcelle la tâche en identifiant chaque zone particulière qui doit être coloriée de telle couleur. Quand, dans la classe, un propos général (comment on représente toutes les montagnes de plus de 1000 mètres) est reformulé en « telle zone se colorie de telle façon », AM retient la 2^{ème} formulation (type de formulation fréquente dans la classe)

- AM, en se conformant, manifeste les signes extérieurs de l'étude.
- Il contourne la situation-**problème**, car il n'est pas obligé de se confronter à l'enjeu de savoir
- Le cadrage de l'enseignant, qui reste oral, s'en trouve minoré
- L'objet « carte » n'est pas institutionnalisé : les codes semblent à AM ceux de l'enseignant, liés à la situation, mais pas liés à un savoir scolaire

- Lors du travail à la maison, AM dispose seulement de la carte réalisée.
- Lors du cours suivant, l'interrogation porte sur un autre fond de carte. AM le ressent comme une injustice: ce n'est pas ce qu'il a révisé. AM a mémorisé la disposition des zones dans la carte, le fait qu'à tel endroit « la zone la plus petite c'est en marron plus foncé », Il n'a pas mémorisé les indications comme les paliers d'altitude (+500, +1000.)
- Il fait partie des protestataires lors du contrôle et la maitresse suspecte un manque de travail à la maison: « si vous aviez bien appris, il suffit que vous réfléchissiez un peu pour y arriver ».
- Plusieurs mois plus tard AM lors d'un entretien avec le chercheur dit: « en histoire-géographie .. Quand elle nous donne ...une carte à réviser ... quand le contrôle il vient elle nous donne une autre carte ... c'est pas normal.. »

Le dispositif d'enseignement n'a pas permis à AM d'acquérir le « savoir symboliser » un relief, il n'a pas permis la contextualisation/décontextualisation du symbole.

Autre situation de renforcement des malentendus : adaptation de la tâche aux élèves

Quand les enseignants fonctionnent sur l'évidence de "pré-requis" aux apprentissages qui seraient partagés par tous. Si ce n'est pas le cas :

- ces pré-requis ne font pas l'objet d'une construction
- le processus d'adaptation de l'enseignant est de modifier **la tâche** et **les contenus de savoir en jeu** pour permettre aux élèves de ne pas se sentir impuissants devant un travail demandé, ils peuvent alors " faire ", sans avoir les moyens de se rendre compte qu'il y a un décalage entre ce qu'ils " font " et ce qui est attendu.

Pour aller plus loin ...

