

Conceptions de ressources et recherche

Andrée Tiberghien

UMR ICAR (CNRS, université
Lyon 2, ENS-Lyon, INRP)

Cette contribution est faite dans le cadre du projet S-Team

Plan

- Conception de ressources d'enseignement
- De la conception de séquences/activités à celle des démarches d'investigation
- Exemples d'analyse de démarches d'investigation
- Conclusion

Conception de ressources d'enseignement

L'activité de conception a changé de statut depuis les années 1970 en didactique des sciences : d'application elle devient une **composante** de la recherche en didactique

- débats sur la validation des séquences à partir de travaux effectifs, leur « modifications en continue » sont reconnues ; la conception fait partie de la recherche en didactique (cf aussi en didactique des mathématiques, Artigues RDM, 1990)
- leur conception est théorisée par des théories intermédiaires (à partir des années 2000, Educational researcher 2003; IJSE special issue 2004, Handbook of design research in education 2008, Educational Researcher 2009).

Limite des grandes théories pour concevoir des ressources

Grande théories :

Théories de portée générale et en conséquence sous une forme abstraite ; notamment les théories du développement humain et d'apprentissage, de l'épistémologie de la discipline, ou des processus d'instruction.

Ressources d'enseignement fondées sur une grande théorie

L'enseignement met en jeu des phénomènes qui ne relèvent pas que d'une des « grandes théories ». Par exemple une ressource qui se réclame du constructivisme va mettre en jeu des choix sur le contenu, l'organisation de classe, les formes d'intervention de l'enseignant qui ne relèvent pas de cette théorie.

Des ressources d'enseignement qui se réclament d'une même « grande théorie » comme le constructivisme peuvent être très différentes.

Théories intermédiaires

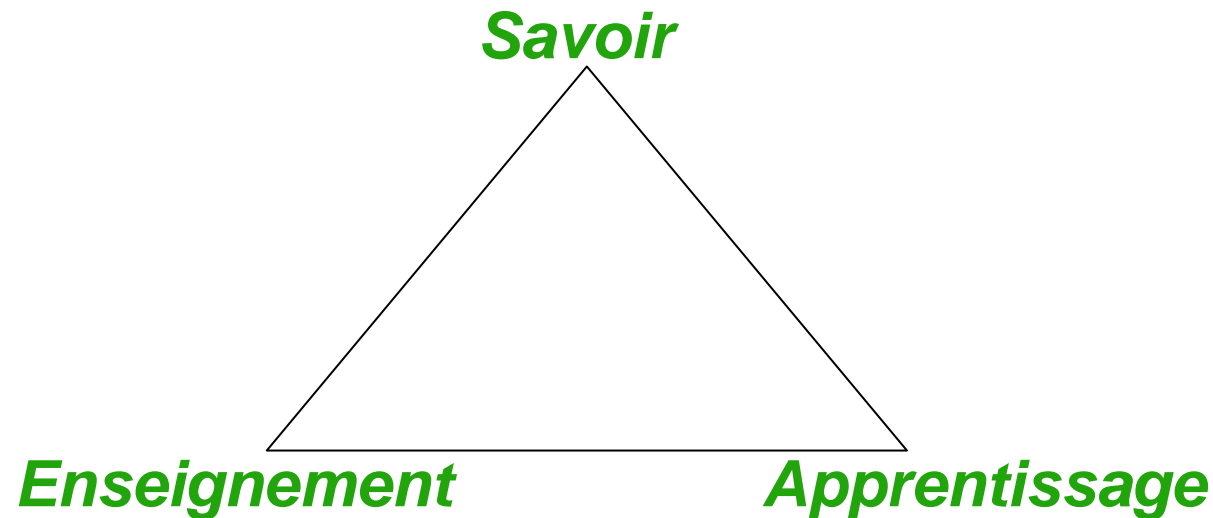
Ces théories sont des **intermédiaires** entre une « grande théorie » et le processus de conception. Elles sélectionnent, coordonnent et donc retravaillent les aspects de **plusieurs** grandes théories qui sont pertinentes à l'élaboration, l'analyse et l'évaluation des ressources d'enseignement.

“Theories developed during the process of experiment are humble not merely in the sense that they are concerned with domain-specific learning processes, but also because **they are accountable to the activity of design. The theory must do real work**” (p.10)

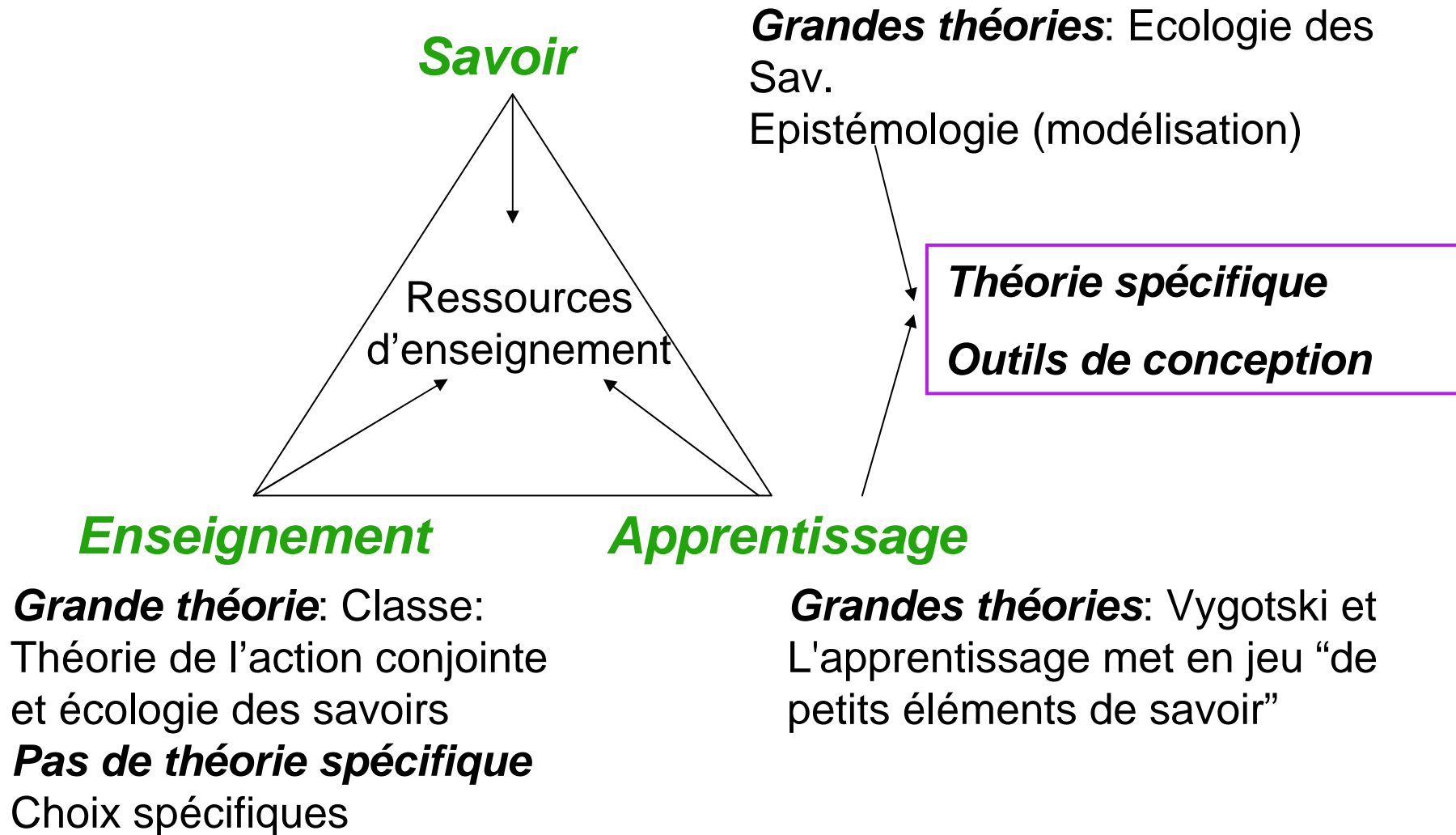
“...research on designs must lead to **sharable theories** that help communicate relevant implications to practitioners and other educational designers” (The design-based research collective, Educational Researcher, 2003, p.5).

Proposition d'une théorie intermédiaire

Pour être opérationnelles les théories intermédiaires doivent prendre en compte plusieurs composantes relatives à l'apprentissage, au savoir et à l'enseignement.

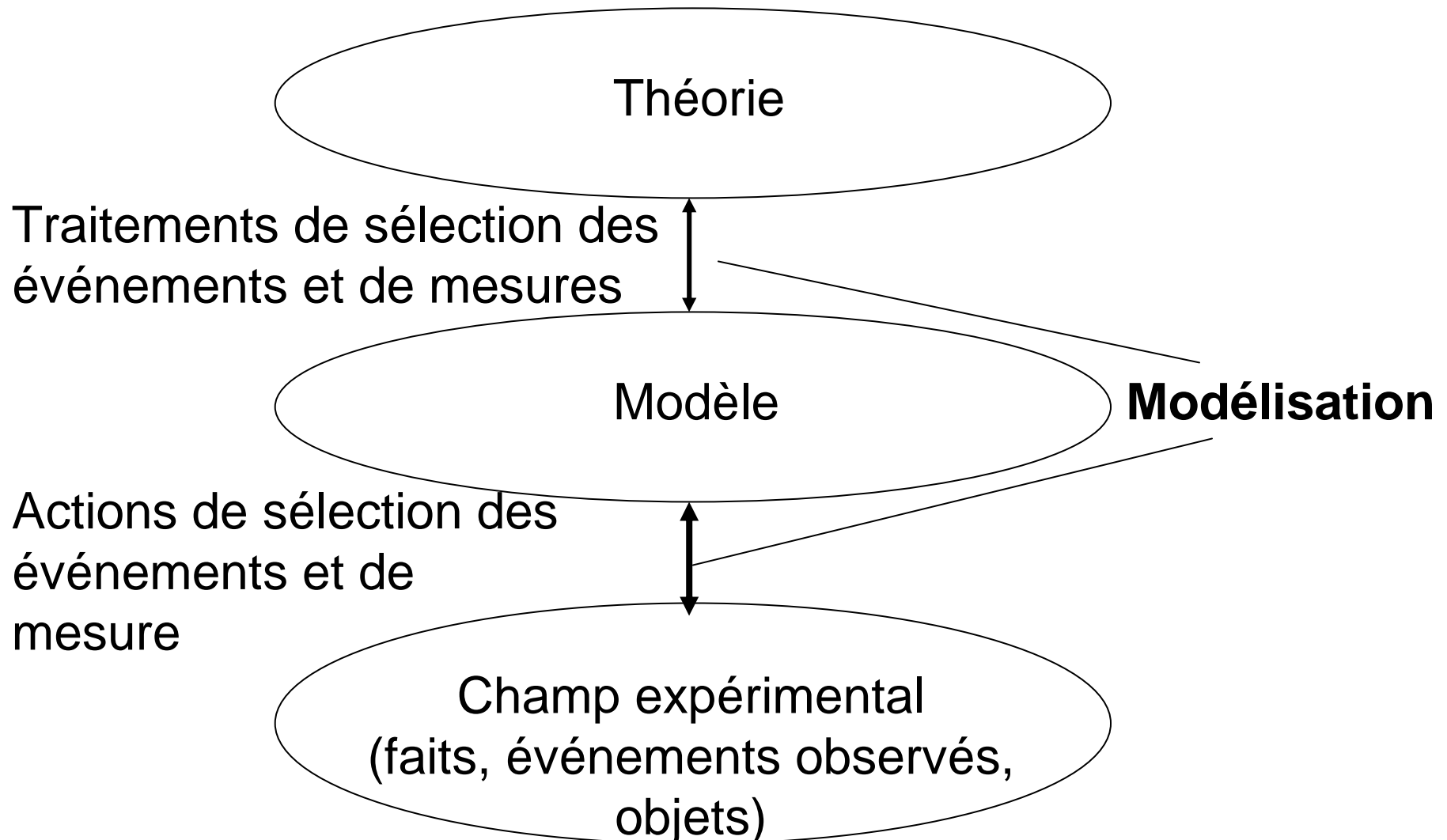


Des grandes théories aux outils de conception



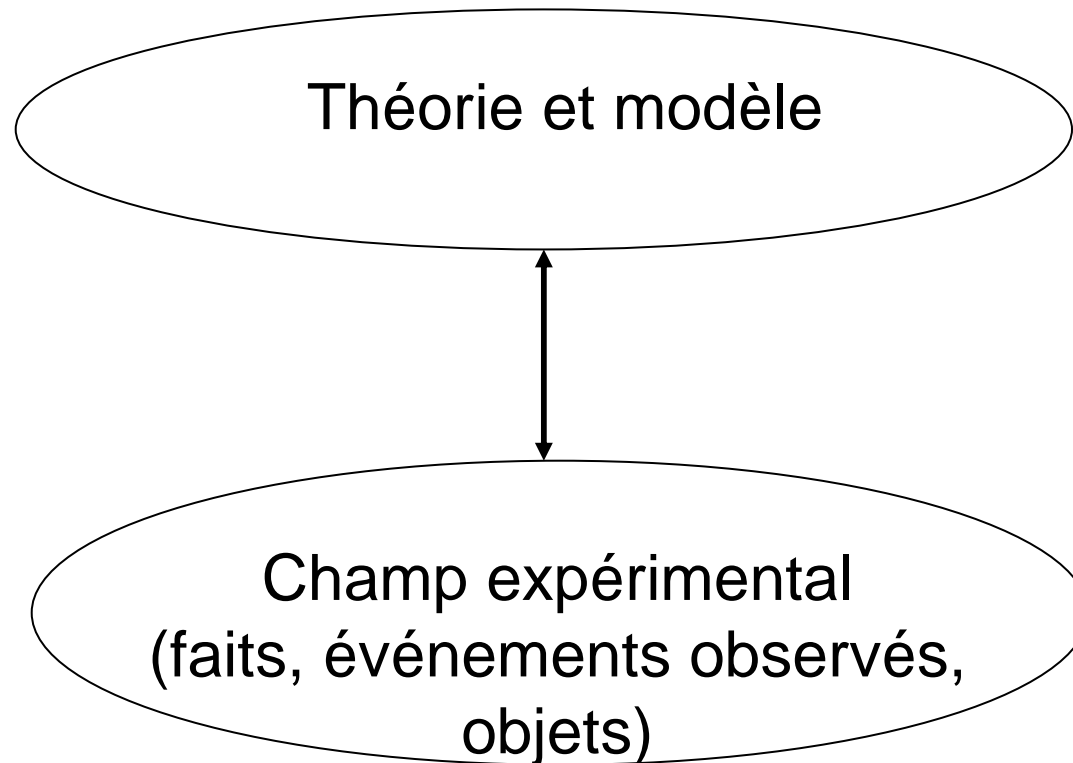
Savoir: Epistémologie de la physique

Modélisation



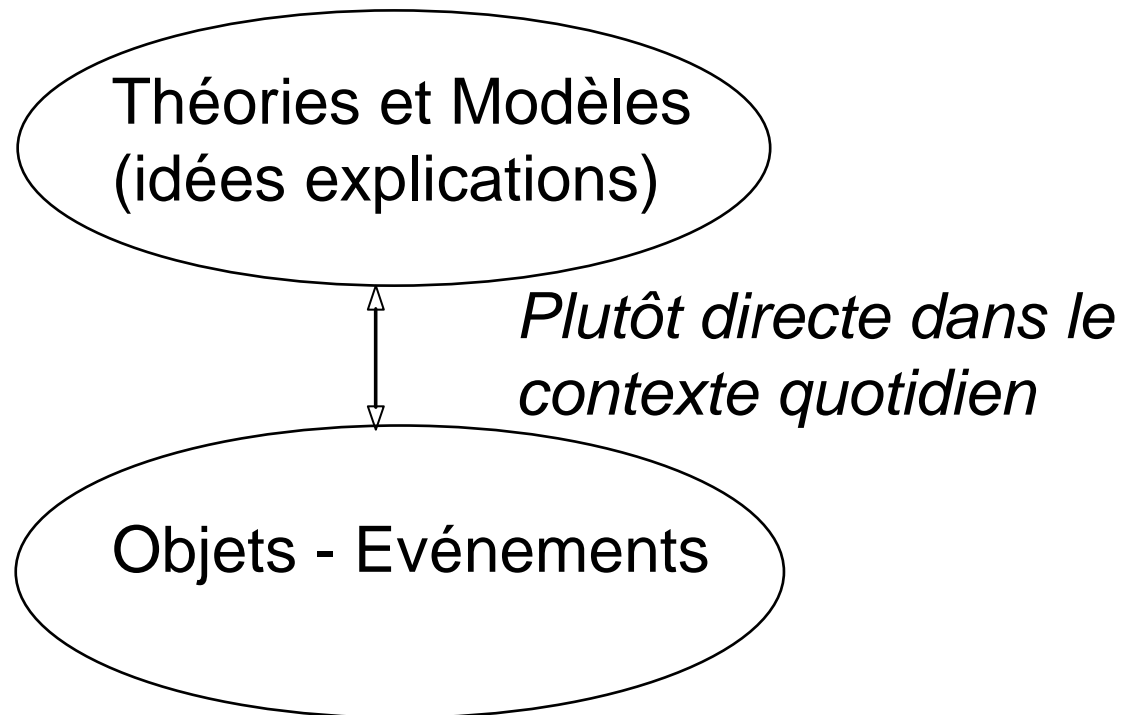
Savoir

Choix épistémologique pour le savoir à enseigner (lien avec l'enseignement)



Savoir :

Positionnement sur le savoir quotidien
(lien avec **l'apprentissage**)



Théorie spécifique des deux mondes et Outils de conception

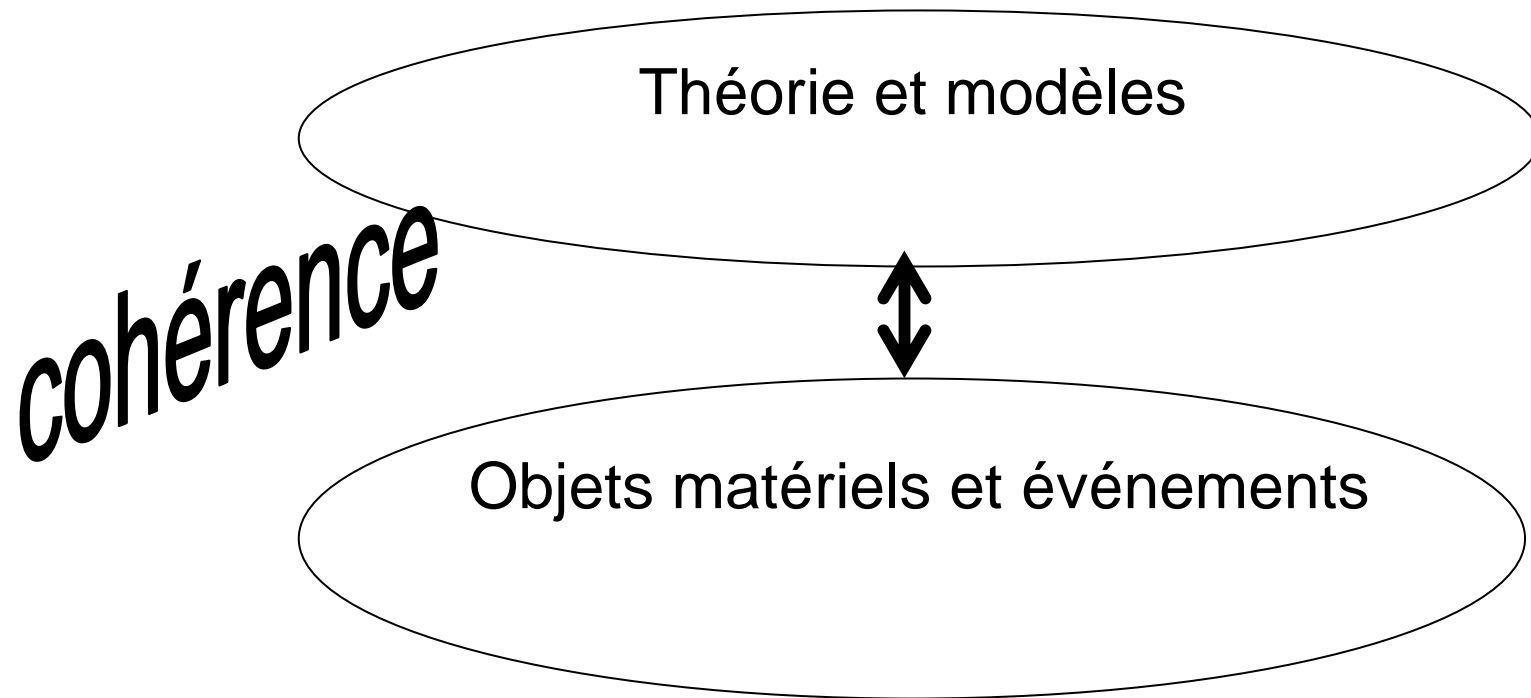
Trois outils :

- Relations de modélisation pour une activité
- Distance des savoirs pour l'ensemble de la séquence ou une activité
- Registres sémiotiques pour une activité (et pour l'ensemble de la séquence)

Le cas choisi : une séquence sur la mécanique en seconde

Construite avec une groupe de recherche-
développement (SESAMES) de chercheurs et
d'enseignants (UMR ICAR, groupe COAST)

Structure de la séquence



- Contraintes**
- Différencier les éléments théoriques des objets ou événements
 - Rendre cohérent les éléments du savoir à enseigner

La structure théorique de la séquence

- I Partie Mouvement (trajectoire, direction et sens, vitesse, changement de vitesse)
- II Partie Forces et principes de la mécanique
 - Action, Interaction (Action, agir)
 - Système (Objet)
 - Si A agit sur B alors B agit sur A
 - Force exercée par A sur B est un modèle de l'action
 - Principe des actions réciproques
 - Relation de compensation entre forces (ou pas) - variation de la vitesse

Nécessité de différencier un/des concept(s) des objets/événements

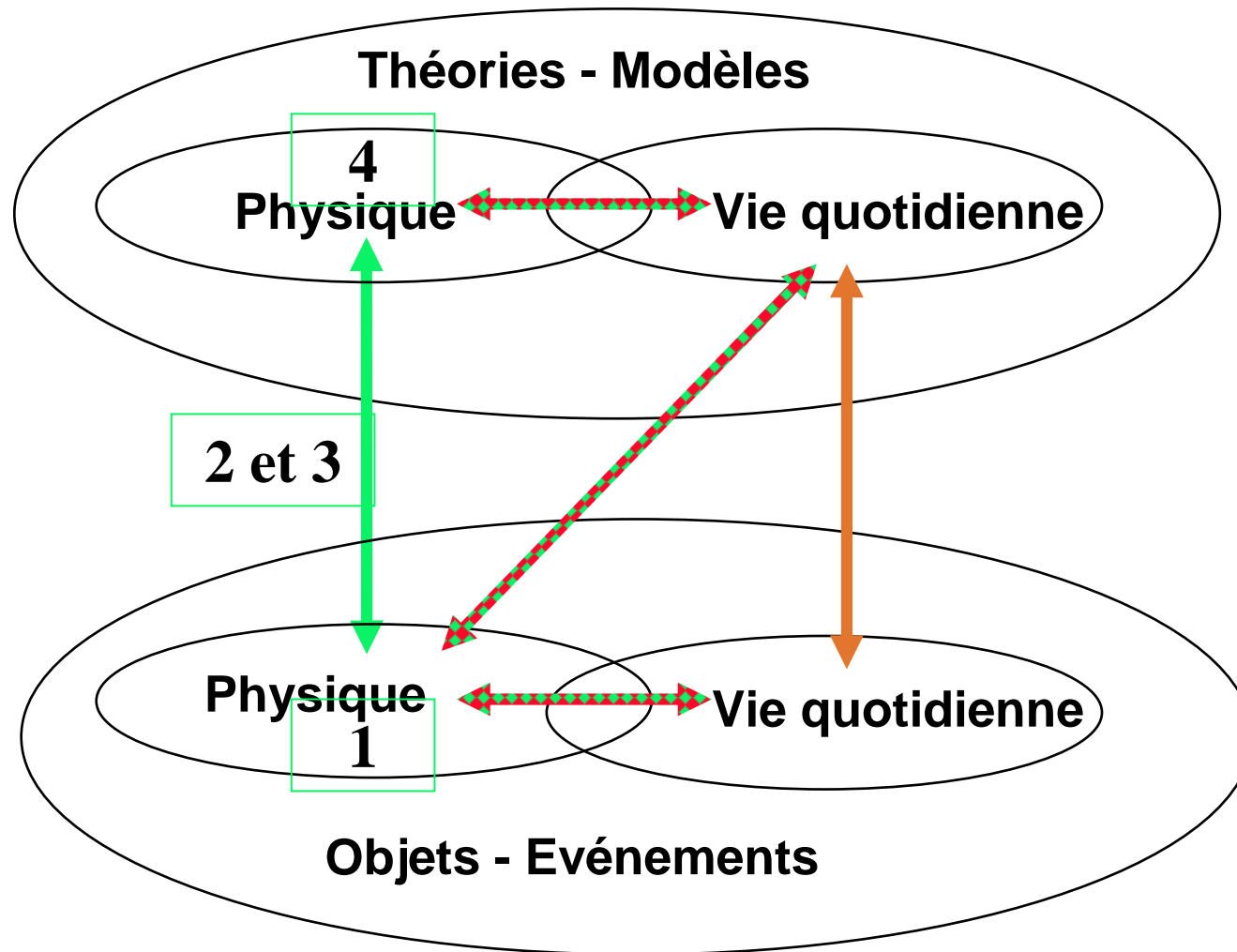
- La force est un concept
- L'action est l'événement qui est modélisé par le concept de force

- Un objet A agit sur un objet B
- Le système A exerce une force sur le système B



Choix pour la force : conceptualisation d'objets/événements et du phénomène d'action

Outil « Relations de modélisation »



Conception d'une activité Cas 1

Entre objets/événements

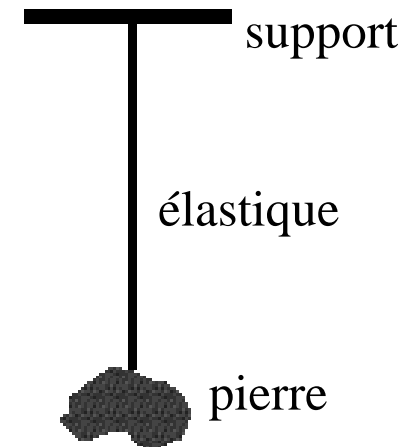
Partie 2 Interactions et forces, activité 1

Vous disposez du matériel : support, élastique, pierre. Une pierre est suspendue à un fil élastique. Elle est immobile.

Questions

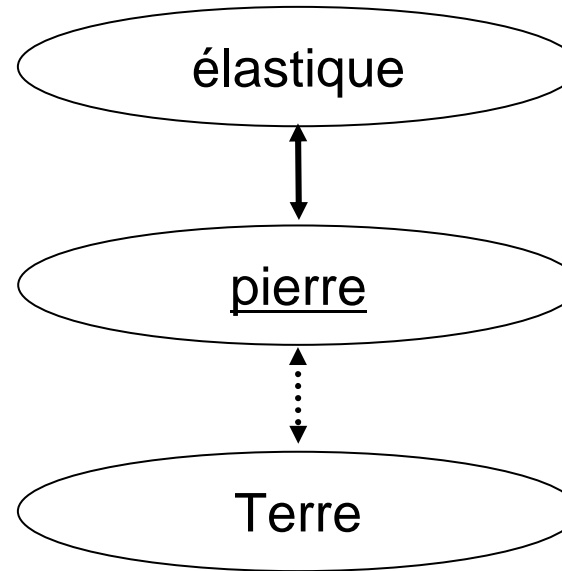
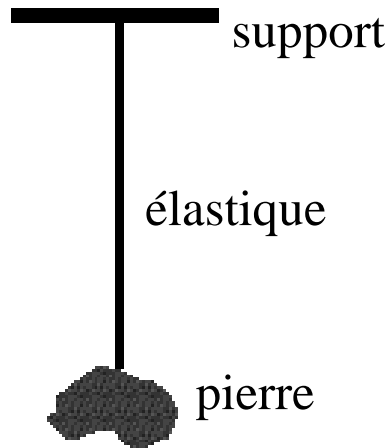
- Quels sont les objets qui agissent sur la pierre ?
- Sur quels objets agit la pierre ?

La pierre est suspendue à l'élastique



Représentations des actions

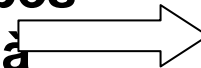
La pierre est suspendue à l'élastique



Monde des objets et événements

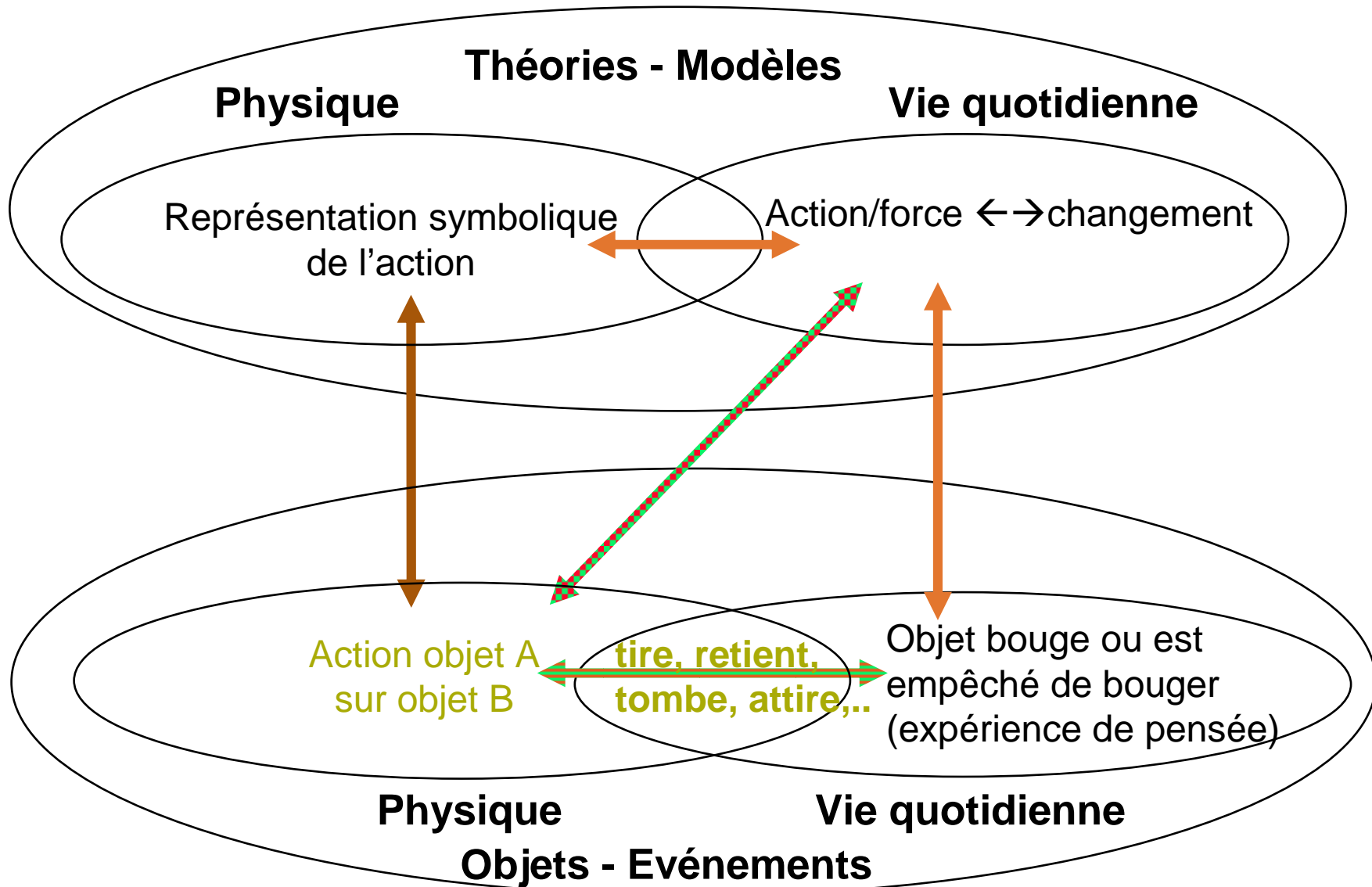
Description en physique avec des verbes
d'action communs à la physique ET à
la vie quotidienne :

La pierre **tire**, l'élastique **tient, retient**,
La Terre **attire**, la pierre **tombe**



***Ancrage sur les
connaissances
antérieures***

« Relations de modélisation »



De la conception de séquences/activités à celle de démarches d'investigation

Nécessité

- d'expliciter les références épistémologiques, les choix d'apprentissage et ceux d'enseignement
- de construire des « outils théoriques » pour la conception de ressources
- de tester la cohérence des ressources avec ces outils théoriques

Les démarches d'investigation sont structurées par des types d'activités d'où nécessité

- d'introduire **des catégories d'activités**

Elargissement des références épistémologiques

Hacking (1989) propose des types d'activités scientifiques :

- la spéculation
- le calcul (formalisation)
- l'expérimentation.

« Par « spéculation » j'entends ici la **représentation intellectuelle** de quelque chose qu'il est intéressant de connaître, un jeu et une remise en ordre des idées permettant de donner au moins **une compréhension qualitative de certains aspects du monde**.

Les spéculations sont-elles uniquement d'ordre qualitatif ? Non, bien sûr. La physique est une science quantitative. [...] Dans l'état actuel des choses toute théorie quantitative dit en fin de compte : « Les équations sont de telle et telle forme avec certaines constantes naturelles qu'il faut remplir, empiriquement. [...] Ainsi, en dépit de toute sa panoplie quantitative, la spéculation demeure qualitative pour l'essentiel. » (p. 343-344).



Conséquences sur les activités d'investigation

- Importance d'une composante théorique (spéculation) sans que celle-ci précède nécessairement l'expérience
- L'activité doit permettre de relier le comportement d'entités du monde matériel à la composante qualitative de la théorie via l'observation et/ou les mesures (calcul)

Transposition des démarches scientifiques aux activités d'investigation

Etkina (2010) (p.55) (italique par nous) :

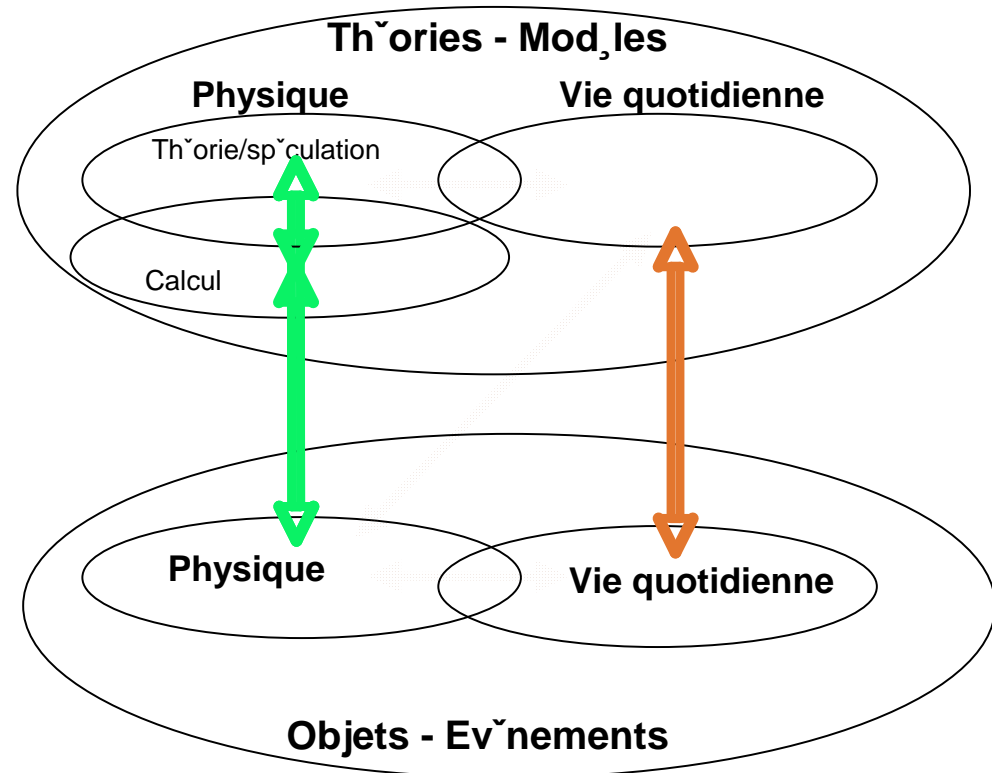
“... we use the term *scientific abilities* to describe some of the most important procedures, processes, and methods that scientists use when constructing knowledge and solving experimental problems.

- *For scientists, these abilities are internalized and become habits of mind used to approach new problems; they are scientists' cognitive tools.*
- *For the students who have not internalized these processes and procedures, scientific abilities are processes that they need to use reflectively and critically (Salomon & Perkins, 1989). After students internalize them, these abilities become their habits of mind as well.”*

Activités d'investigation :

Grille d'analyse

Processus/procédures
<i>Etkina et al. (2010) p.55</i>
Concevoir des hypothèses /spéculation et des explications
Utiliser des moyens spécialisés de représenter des phénomènes
Recueillir et analyser des données à partir des expériences
Mettre au point, affiner/adapter les expériences et les mesures
Utiliser des moyens spécialisés de communication des idées
Evaluer, tester, et valider des hypothèses et des théories
Construire des théories/spéculation



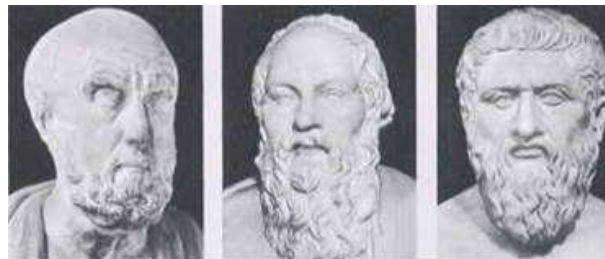
Ce schéma suppose une cohérence entre théorie, calcul, objets/événement en jeu dans les situations étudiées

Exemples d'analyse de démarches d'investigation

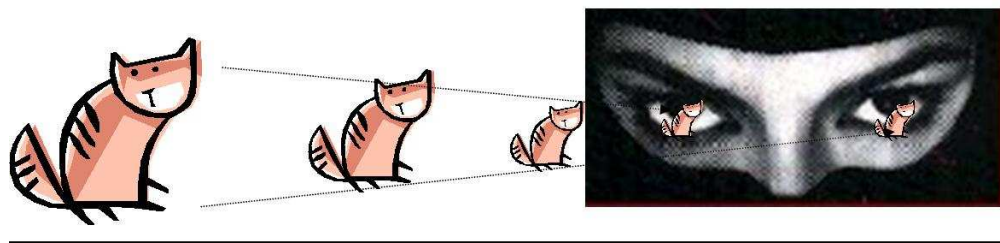
Exemple 1, en 5ème : le trajet de la lumière

1) Le miracle grec

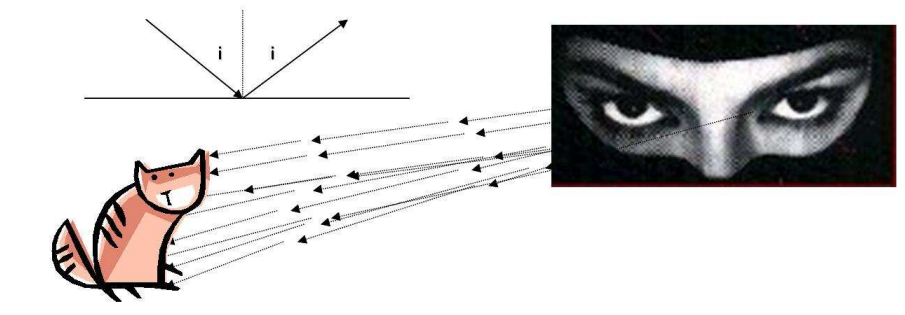
Dans l'antiquité, la lumière était considérée comme un « Feu ».
Deux théories (déjà !) s'affrontent.



La théorie **du « feu externe »** (Théorie des Atomistes: Leucippe-500/-420 et Démocrite –460/-370) :
Ce sont des micro - objets d'un corps qui, du fait de la collision entre eux, émettent la lumière. Nous ne les voyons pas s'approcher de nous quand nous les percevons, ce sont des simulacres matériels, des « images ! », des « eidola ».



Pythagore (-570/-480) et Euclide (-330/-270) proposent **la théorie du « feu visuel ou intérieur »** :
C'est l'œil qui permet la vision en émettant un rayon spécifique (le « Quid »).
Euclide s'appuie sur des faits expérimentaux et sur des postulats (géométrie Euclidienne) pour établir les lois de la réflexion et de la réfraction. Il introduit la notion de rayon lumineux et de propagation rectiligne.



Eidola ou Quid se propage, selon les anciens, à travers un fluide qu'ils nomment « Ether » (ce nom est resté et repris par Huygens et Young pour expliquer que les ondes lumineuses se déplacent dans un fluide puisqu'elles ne sont pas corpusculaires).

(suite exemple 1, fiche élève)

De ces deux théories et donc de la lumière, naît la couleur. Sans rayon, sans « feu visuel », il y a le noir qui est considéré comme une couleur. Des petites particules du « feu externe » résultent l'impression de la couleur blanche. Le noir et le blanc apparaissent comme deux extrémités d'un vecteur couleur. Dans certaines proportions d'un mélange de noir et de blanc apparaissent toutes les couleurs.

Les Grecs avaient tort !

Quel est le trajet de la lumière lorsque ton œil voit un objet ?

Pour répondre à la question, je te propose une série d'expériences à réaliser

2) La démarche expérimentale

Quel est le trajet de la lumière lorsque ton œil voit un objet ?

Pour répondre à la question, je te propose une série d'expériences à réaliser

2) La démarche expérimentale

La balle noire est placée au fond de la boîte.

1ère expérience : La source de lumière est éteinte.

Place-toi de façon à **observer** le fond de la boîte.

Vois-tu la balle ?

2ème expérience : La source de lumière est allumée.

Place la source de lumière de façon à éclairer le fond de la boîte.

Place-toi de façon à **observer** le fond de la boîte.

Vois-tu la balle ?

3ème expérience : La source de lumière est allumée, l'écran opaque est placé entre la source de lumière et la boîte.

Place-toi de façon à **observer** le fond de la boîte.

Vois-tu la balle ?

Expérience dans le monde des objets/événements : L'élève agit selon les consignes et observe

Recueil des données à partir d'observations directes

3) Le compte-rendu (sur feuille libre)

a) Mes expériences et mes observations

Schématiser chaque expérience.

Compléter les schémas par le trajet de la lumière.

'Calcul' : représentation symbolique nécessitant une *inférence* sur la composante rectiligne du trajet de la lumière

b) Mes conclusions

Rédiger une conclusion qui répond à la question posée.

Hypothèses/spéculations à partir de l'inférence

Exemple 2, en 5ème : Visualiser le trajet de la lumière

Étape 1 Premier problème

situation déclenchante

Le professeur montre un laser et pose la question : Voici un laser. Je vais éclairer le plafond avec ce laser. Qu'allons nous observer ?

Hypothèse à partir du vécu (peu ou pas de spéculation)

Étape 2 Les élèves répondent par écrit individuellement sur une feuille :

Nous allons éclairer le plafond avec un laser.

Qu'allons nous observer ?

Attention ! NE JAMAIS POINTER UN FAISCEAU LASER DANS LES YEUX !!

- Hypothèse :

Etape 3 : Mise en commun

Le professeur liste toutes les propositions au tableau en les organisant en deux colonnes départageant les deux grandes hypothèses auxquelles il s'attend.

- Hypothèse 1 : « on va voir une tâche rouge sur le plafond »
- Hypothèse 2 : « on va voir un trait rouge entre le laser et le plafond » ou « on va voir un rayon laser »

Etape 4 : Expérience

Le professeur éclaire le plafond avec le laser avec la lumière du jour, la lumière des néons, puis en fermant les rideaux et en éteignant la lumière. On observe un point rouge au plafond

Etape 6 : Écrit individuel des élèves

Observation : Retour sur l'hypothèse :

Expérience dans le monde des objets/événements :
L'élève observe

Recueil des données à partir d'observations directes

Fiche élève et analyse

(réponse individuelle puis mise en commun par 2 ou 3 élèves)

Étapes 7/8 Deuxième problème
situation déclenchante/travail
individuel puis par groupes de 2 ou 3
Y a-t-il de la lumière entre le laser et
la tâche rouge sur le mur ?
Hypothèse :
Comment pourrait-on faire pour le
savoir ?

- Expérience proposée :
- Réalisation de l'expérience et
observation :
- Retour sur l'hypothèse :

- Concevoir des hypothèses
/spéculations à partir du
vécu en lien avec
- la mise au point
d'expérience(s).

*(la question contraint à
travailler dans l'espace entre le
laser et le mur)*

- Evaluation des hypothèses
- (Il y a aussi inférence sur le
trajet rectiligne mais il peut être
rendu « visible » dans le cas du
laser.)*

Étapes 9, ... : discussions...
schématisation à la maison

Analyse exemple 2

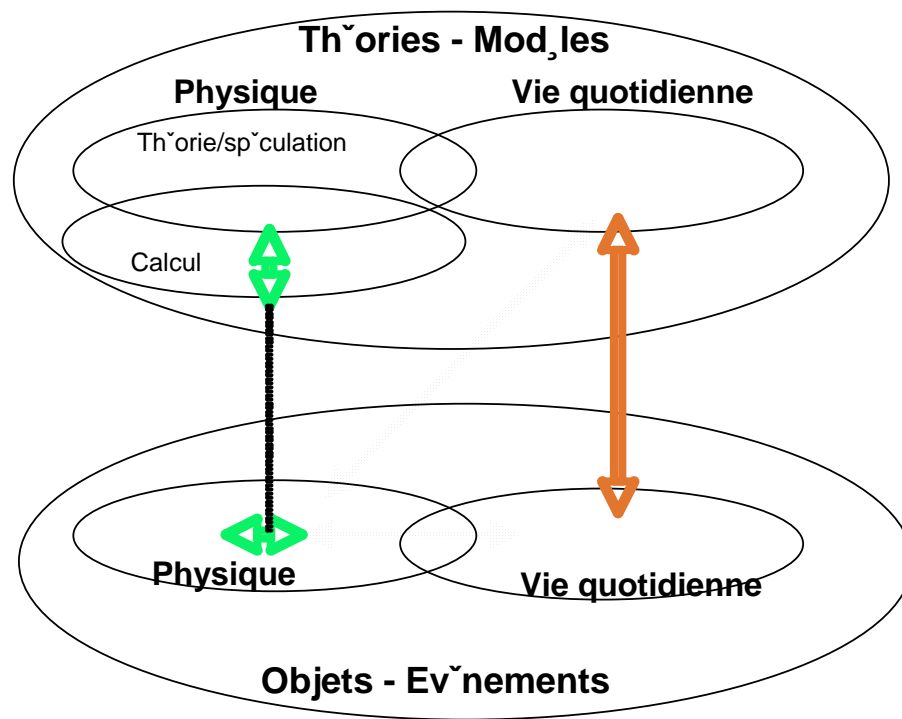
Expériences : Sur le parcours supposé de la lumière entre la source laser et l'écran, mettre un obstacle (livre, feuille); mettre de la craie sur le parcours, ... ; poser le laser au ras d'une table

Dans toutes ces expériences, si l'élève suppose qu'il y a de la lumière entre la source et le récepteur :

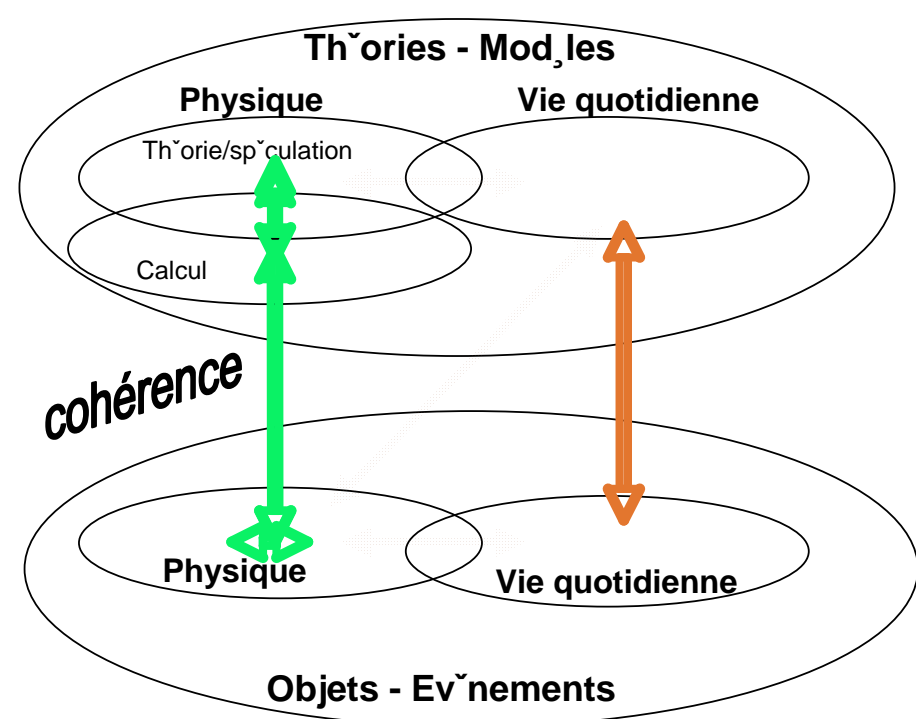
- l'élève « **crée** » **des entités observables du monde matériel.**
- **Ces entités l'aident à construire le concept de trajet de la lumière et ainsi « d'une théorie de (spéculation sur) la lumière »**

Comparaison

Exemple 1



Exemple 2



Conclusion

Quelques points importants dans le cadre de nos choix épistémologique et d'apprentissage:

- cohérence entre les expériences et la théorie (spéculation)
- Formulation de la théorie (spéculation) en lien avec les hypothèses (au début, et/ou au milieu et/ou à la fin de l'activité)
- Aller retour entre théorie (spéculation) et observables ou mesures