

L'Expérimental en Sciences physiques

1

L' *Expérimental* Qu'est-ce que c'est?

2

Les mots de l' Expérimental

en vrac

- Méthode / Démarche
- Démarche scientifique / expérimentale / d'investigation
- Expérience / expérimentation / manipulation
- Laboratoire / terrain
- Faire une expérience / avoir l'expérience
- Hypothèses / données / résultats
- Vérifier / prouver / démontrer / contrôler
- Observation, mesure, traitement, analyse, interprétation
- Modèle, théorie, réel
- Problème / hypothèse / protocole
- ...

3

Démarche

expérimentale

?

Activité

4

Propositions

(Develay, 1989)

- **Méthode** : itinéraire balisé par des étapes prévisibles dans un parcours intellectuel
- **Démarche** : cheminement sans a priori d'étapes prédéterminées
- Proposition pour l'enseignement : **Méthode expérimentale** lorsque l'itinéraire des élèves est prédéterminé. **Démarche expérimentale** = moins contrainte par des indications d'actions de la part de l'enseignant
- **Démarche expérimentale** : au niveau méthodologique peut être caractérisée par diverses étapes, identifiées tout autant par leur situation dans une chronologie que par l'ensemble des interactions qui les unissent en un système cohérent.
- **Expérience** = produit de l'expérimentation. Partie émergée (visible) de l'iceberg, ie du processus, ie de l'expérimentation
- **Expérimentation** = étape de la démarche expérimentale au cours de laquelle va être mise en place une expérience. Processus qui conduit de l'hypothèse à la réalisation d'une expérience et à l'analyse de ses résultats.
- **Manip** : caractère manuel de l'activité.
(En TP, ramène l'activité de l'apprenant à la dimension d'exécution)

5

Plan

- La démarche expérimentale
 - Qu'est-ce que c'est ?
 - Quelques étapes en pratiques scientifiques/enseignement
 - Démarche expérimentale et empirisme
 - Transposition de la démarche expérimentale
- L'enseignement scientifique expérimental
 - Un peu d'histoire
 - Résultats issus de la recherche
 - Projet LSE
 - Autres exemples de recherche

6

1ère partie

La démarche expérimentale

7

La démarche expérimentale, Qu'est-ce que c'est?

Quelles phases? Quelle organisation?

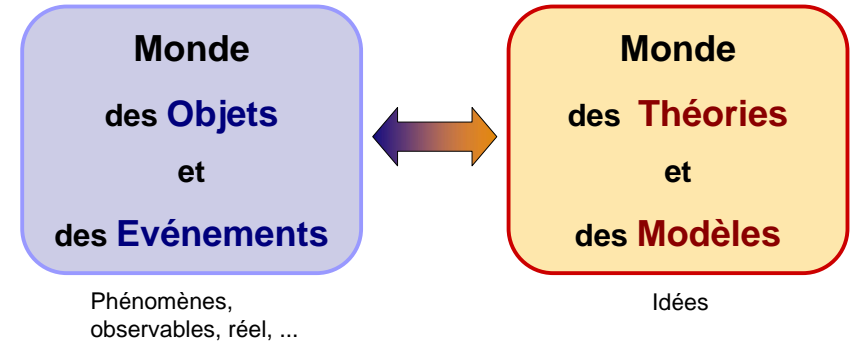
8

Démarche Expérimentale (proposition)

- Définir le problème
- Proposer des hypothèses
- Concevoir le protocole expérimental
- Réaliser l'expérience
- Traiter les données
- Analyser / Interpréter les résultats
- Conclure

9

Expérimenter



10

Démarche Expérimentale

- Définir le problème
 - Proposer des hypothèses
 - Concevoir le protocole expérimental
 - Réaliser l'expérience
 - Traiter les données
 - Analyser / Interpréter les résultats
 - Conclure
- **Comment s'organisent ces étapes lors d'une démarche expérimentale entre réel, modèle et théorie?**

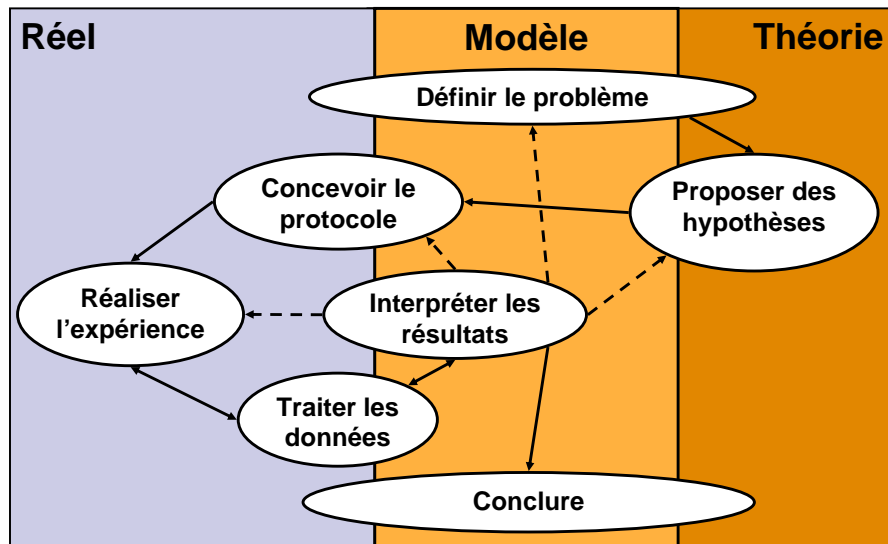
11

La démarche expérimentale

Quelques modèles

12

Démarche Expérimentale



13

La démarche expérimentale

n'est pas **linéaire**

n'obéit pas à un modèle **unique**

mêle étroitement **réel** et **théorie**

...

14

Démarche expérimentale : 2 approches historiques

	Induction (F. Bacon, A. Comte, C. Bernard)	Déduction (K. Popper, G. Bachelard).
Problème / questionnement	Observation	Moteur de la recherche
Résolution du problème	Cadre théorique défini Formulation d'hypothèses Protocole expérimental reproductible Interprétation des résultats	
Validation	Expérimentale et sociale	

15

Quelques étapes de la démarche expérimentale

Pratiques scientifiques

/

Pratiques dans l'enseignement

16

Poser le problème

- Difficulté de bien poser un problème
c'est parfois au terme d'une activité qui cherchait à résoudre un problème que se trouve correctement posé ce dernier
- Formuler un problème à résoudre en situation d'apprentissage scolaire est en lien avec la capacité de l'apprenant à
 - se poser des questions
 - comparer une situation nouvelle avec une situation connue
 - envisager - même grossièrement - le système dans lequel étudier le phénomène en cause
 - mettre ensuite en place une stratégie
- Etape souvent absente dans le processus d'apprentissage

(Develay, 1989; voir aussi Beney, 1995; → philosophie et histoire des sciences Bachelard, Duhem, Thom, ...)

17

Emettre des hypothèses

L'hypothèse

- domaine de la **créativité**, mais n'existe pas sans une forme de **théorie**
- **un pari** à démontrer, **une incertitude** sur l'issue attendue
- **anticipe sur l'action** → expérimentation= "vérification" de l'hypothèse par l'expérience et l'interprétation"
- **définit le champ de la recherche** à partir du problème à résoudre
- conduit à **isoler le système** sur lequel on souhaite agir
- nécessite de faire abstraction de toutes les dimensions de la situation qui ne sont pas touchées par la transformation que l'expérimentateur envisage, ...
- est irremplaçable pour l'**accès** de l'élève à la **prévision** des événements et à l'action sur eux

(Develay, 1989)

18

Mesurer

- Passer de "*produire et observer un phénomène*" à "*réaliser des mesures*" nécessite généralement des changements majeurs de l'expérience et son adaptation
 - On doit transformer l'expérience basique afin d'accéder à la précision et à la justesse
- Exemples
- en physique : le signal doit être converti en signal électrique adapté à un récepteur donné
 - en chimie : le corps à étudier doit être modifié, dissout, tamponné, coloré, chauffé, ...
- Il existe une négociation entre l'expérience elle-même qui révèle un phénomène et les possibilités de l'appareil de mesure

(Séré, 2002)

19

Mesurer en classe

- Très souvent, l'expérience à mener est présentée complètement configurée,
 - de manière à prendre des mesures raisonnablement précises et aussi rapidement que possible
 - la mesure prend du temps et est jugée comme "pas intéressante"
- Les élèves
 - n'ont donc pas l'opportunité de prendre conscience de la négociation en jeu
 - ne mémorisent pas la procédure choisie
- **les procédures de mesure ne constituent donc pas des ressources** sur lesquelles ils peuvent s'appuyer pour concevoir des expériences et prendre des décisions par la suite.

(Séré, 2002)

20

Traiter et analyser des données

→ Attention : recueil de données ≠ analyse de données

- Il existe divers types d'analyse de données suivant les domaines et les buts spécifiques poursuivis
- Très souvent les élèves considèrent que le traitement des données ne fait pas partie du TP. Ils disent que cela peut être fait à la maison en utilisant des algorithmes de routine
- Les enseignants ne lui donnent pas de valeur
 - ils ne le reconnaissent pas comme une connaissance essentielle de la construction des expériences
 - ils ne sont pas conscients que les choix sont rarement des routines.
- Illusion = tenter d'enseigner des compétences pratiques (traitement de données) juste en soi, hors d'un contexte

(Séré, 2002)

21

Interpréter les résultats

- Au terme de la vérification de l'hypothèse par l'expérimentation c'est une des étapes qui conduit à l'infirmité (rare) et plus souvent à la confirmation des pré-supposés initiaux
- Conduit à la construction de concepts, de lois, de théories, de modèles
- Débouche parfois sur une nouvelle question

(Develay, 1989)

22

Démarche expérimentale et empirisme

- Coquidé (2003) met en regard la perspective empiriste et la perspective expérimentale

Perspective empirique	Perspective expérimentale
La nature et pratiques sociotechniques Le vécu et le rapport pratique aux objets la description d'objets et de phénomènes Le familier et le naturel Effort de catégorisation	→ Une pratique sociotechnique : le laboratoire Le détour et le rapport construit aux objets la création de phénomènes L'artificiel → Effort d'analyse, d'objectivation et mesure
Collecte d'observations et manipulations Données hors d'un cadre théorique Savoirs et pratiques empiriques inclus ou issus des pratiques sociales Recherche de régularités Corrélations empiriques Faits curieux et faits utiles Récits et descriptions, recettes et formules Rapport d'expérience chronique	→ Expérimentation → Données avec cadre théorique Mise au point de pratiques empiriques reproductibles et application → Recherche d'invariants → Relations causales Faits exacts reproductibles Comptes rendus expérimentaux Rapport d'expérimentation méthodique

23

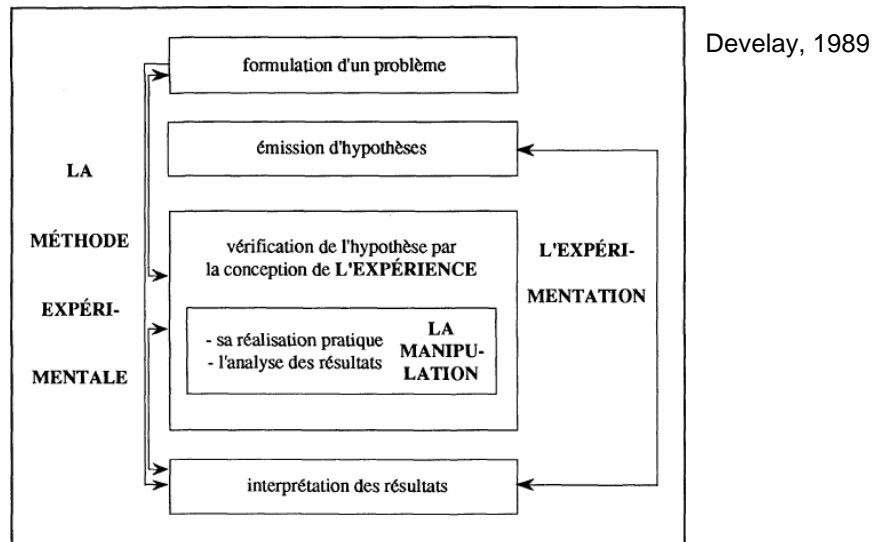
Démarche expérimentale et empirisme

- Ne sont pas opposées : chaque démarche possède sa cohérence propre. Elles s'articulent dans une démarche d'investigation
 - Un processus de recherche nécessite des moments empiriques (parfois très long) [parce que] le réel ne se laisse pas facilement manipuler ni conceptualiser
 - résistance du réel
 - Cette résistance oblige à articuler démarches d'exploration et de validation
- A l'école
 - une perspective empirique méthodique ou une perspective expérimentale critique, correspondent à des épisodes différents, qui s'articulent dans une éducation scientifique

Coquidé (2003)

24

Transposition de la démarche expérimentale divers modèles



25

Transposition de la démarche expérimentale divers modèles

- Un exemple anglais
Module "scientific investigation" (1989)
Dédié à l'investigation avec une procédure stricte de validation
→ modèle inductiviste d'activité scientifique
 - Préviation et émission d'hypothèses
 - Observations, mesures et manipulations de variables
 - Interprétation et évaluation de la preuve scientifique
- ne marche pas pour ... l'écologie, l'astronomie, ...

26

Transposition de la démarche expérimentale

**Peut-on proposer aux élèves
d'aborder
la démarche du chercheur
dans une approche constructiviste ?**

27

Chercheurs et élèves / experts et novices

Peut-on proposer aux élèves d'aborder la démarche du chercheur ?

- Schraagen (1993) examine comment les experts résolvent un problème nouveau (démarche expérimentale)
 - dans leur spécialité
 - diviser le pb en sous-pbs résolus dans un ordre donné
 - hors de leur spécialité
s'en sortent grâce à une démarche très structurée
 - structures de connaissance abstraites
 - collection de stratégies + ou – générales qui ont la forme (pas la matière) du raisonnement scientifique
 - contrôles (simulations mentales → satisfaire les contraintes du pb)

28

Transposition de la démarche expérimentale

Peut-on proposer aux élèves d'aborder la démarche du chercheur dans une approche constructiviste ?

- les élèves ne possèdent pas les connaissances procédurales ni conceptuelles suffisantes
- les connaissances procédurales ne sont pas enseignées

- le *monde des objets et des observables* n'a pas toujours un sens intuitif en soi (Robinault, 2002)
 - ex : élèves ne sont pas toujours familiers avec les objets d'un TP
 - que percevoir, que faire avec ces objets, que faut-il mesurer, que doit-on modéliser avec ces objets?

29

Et la démarche d'investigation ?

30

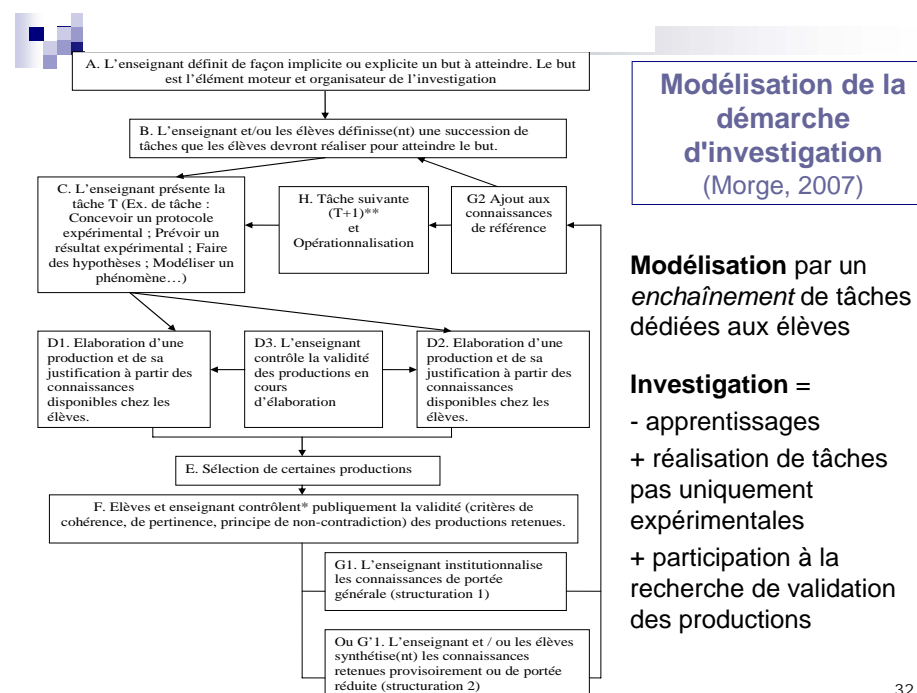
Démarche d'investigation

Activité avec plusieurs facettes :

- faire des observations
- poser des questions
- rechercher des informations pour cerner ce qui est connu
- concevoir des investigations
- revoir ce qui est connu à la lueur de l'évidence expérimentale
- utiliser des outils pour recueillir, analyser, interpréter des données
- proposer des réponses, des explications, des prédictions
- communiquer les résultats

(Hofstein et Lunetta, 2003)

31



32

Investigation et conception d'expériences en TP

- On suppose que les élèves de Lycée et université sont suffisamment mûrs pour être capables de **prendre des décisions**, pour choisir comment **investiguer** et **concevoir des expériences**
- C'est un désir des élèves, manifesté pendant des entretiens
- Peuvent être proposé dans des "open-ended lab"
Mais ces types de TP ne sont pas toujours réussis
ok si on a donné aux élèves suffisamment d'outils :
 - variété suffisante de procédures parmi lesquelles choisir
 - ressources nécessaires → concevoir, imaginer, construire des expériences
- Conjecture : un des problèmes pour ce type d'enseignement = l'enseignement des procédures

(Séré, 2002)

33

Démarche scientifique et âge des élèves

Il existe des différences de compétences selon l'âge des élèves

d'où la nécessité de proposer des activités correspondant à des niveaux d'autonomie croissants dans le développement de démarches scientifiques

34

Proposition : 3 modes didactiques de l'expérimental

→ Eclairer les enjeux éducatifs et permettre des choix dans les dispositifs d'enseignement (Coquidé, 2003)

- Mode de familiarisation pratique
 - Expérience pour voir, essayer, explorer
 - Première initiation scientifique, apprentissage d'un outil, d'un instrument
- Mode d'investigation empirique
 - Expérience pour tester, contester, argumenter
 - Pratiques d'investigation, recherche problématisée, initier à des démarches scientifiques
- Mode d'élaboration théorique
 - Expériences pour démontrer, conceptualiser, modéliser
 - Elaboration conceptuelle ou modélisante : contribuer à la construction théorique des sciences

35

3 modes didactiques de l'expérimental

- Le choix de modes dépend du niveau scolaire
Comment les articuler pour définir une formation scientifique authentique

→ mode de familiarisation : essentiel en primaire, nécessaire dans le secondaire

→ mode d'élaboration théorique concerne aussi les jeunes enfants pour que les activités expérimentales débouchent sur des acquis conceptuels identifiés, même modestes

Coquidé, 2003

36

L'enseignement expérimental

37

Questions essentielles

- Quelle est la finalité des activités expérimentales scolaire ?
 - Quels apprentissages, quels enjeux ?
 - Quelles intensions / Quelle réalité ?
 - les intentions des institutions
 - / la réalité du contexte scolaire
 - les intentions des enseignants
 - / les activités expérimentales effectives
 - ce que font réellement les élèves
- Quels facteurs favorisent les apprentissages dans le contexte scolaire ?

38

L'enseignement expérimental

Historique

Les choix d'enseignement ont toujours été en relation avec l'actualité scientifique

39

L'enseignement expérimental - Historique

3 grandes périodes en France

- 1902 : avènement de l'enseignement expérimental au Lycée
 - inductivisme
- 1970 : commission Lagarrigue → enseigner la science moderne
 - ... vers le constructivisme
- actuel : main à la pâte – TPE - démarche d'investigation – évaluation Bac compétences expérimentales, ... + aspects sociétaux
 - socio-constructivisme

(Balpe, 1996; Galiana, 1999)

40

L'enseignement expérimental - Historique

- 1902 : "l'initiation à la méthode expérimentale participe à la formation de l'esprit" "les exercices pratiques offrent à l'élève selon Louis Liard, le sens de la réalité, la notion de loi, et lui permettent d'entrevoir, entre les phénomènes en apparence les plus dissemblables, les rapports qui les unissent.[...] Non seulement l'élève devient actif, mais il s'exerce au raisonnement et acquiert un esprit critique." "apprendre à observer et à mesurer" Mais ... manque de moyens – *création SFP*
- 1970 : "culture générale à des élèves très divers" – "informer les adolescents de réalités de leur temps (techniques, conceptuelles, méthodologiques)" - "dénonce le décalage avec les "math modernes"" – "présenter l'interaction dialectique entre théorie et expérience – "place de choix de la physique microscopique" Mais ... perte du concret

Exemple : en 1902 courant électrique présenté par ses effets (électrolytique, calorifique, magnétique) / en 1970 = flux d'électrons

41

Finalités de l'enseignement actuel des sciences

- En lien avec des problématiques sociétales : savoir, comprendre le monde technique, technologique scientifique qui nous entoure.
- Développement de l'esprit critique : savoir lire des données et les interpréter avec son propre jugement
- Faire « aimer » les sciences
- Apprentissages conceptuels
- Développement de démarches scientifiques
- Développement de compétences argumentatives
- ...

42

Une petite histoire ...

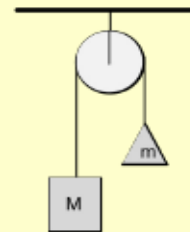
Dispositif de la machine d'Atwood (thèse A. Yavuz, 2007)

« En 1782, un docteur anglais, Atwood, professeur à l'université de Cambridge, fit connaître une machine très ingénieuse à l'aide de laquelle on peut **étudier expérimentalement** la chute des corps plus complètement et commodément qu'avec le plan incliné de Galilée » [Dessains, 1857]



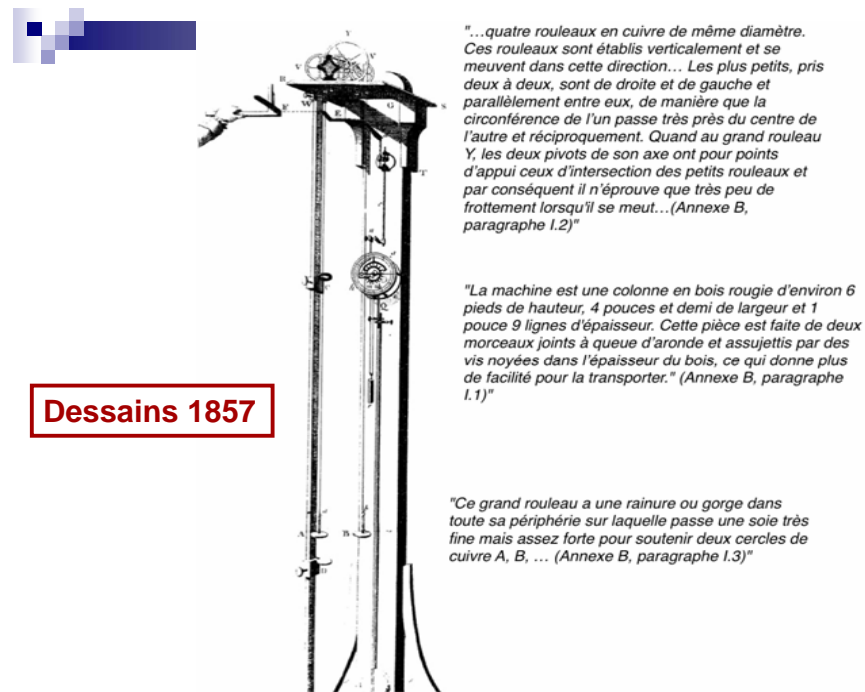
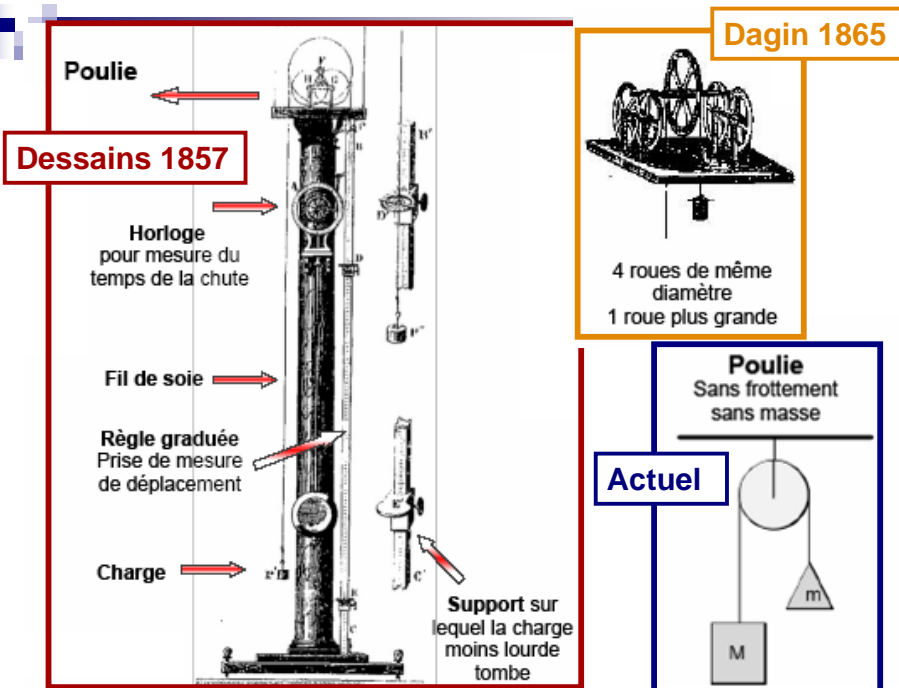
Dans ce système mécanique, on négligera tous les frottements, ainsi que la masse de la poulie et de la corde. La corde est inextensible. $M > m$.

Calculer l'accélération acquise par les masses M et m lorsqu'on laisse évoluer librement le système. (Énoncé du problème dans la feuille du TD) [L1, 2005]



43

44



Dispositif de la machine d'Atwood (thèse A. Yavuz, 2007)

- Intentions pédagogiques dans le manuel français de 1784

La stratégie de l'enseignant dénote une volonté d'établir un lien permanent avec le « réel » : à trois reprises les tâches ont pour objet soit de « construire le dispositif », soit de « modéliser le dispositif expérimental », soit de vérifier la compatibilité entre résultats théoriques et expérimentaux. Une phase déductive – en partie implicite- qui ne donne pas lieu à de longs développements algébriques (dans le registre de la langue naturelle), fait le lien entre ces tâches.
- Intentions pédagogiques dans un manuel allemand de 1880
 - la prévision des caractéristiques du mouvement (étude du mouvement) par l'utilisation du principe de D'Alembert
 - l'apprentissage des concepts de la mécanique par la résolution de problèmes

Manuel de l'école polytechnique [Lamé, 1840]

« Exposer avant tout les procédés d'expérience et d'observation qui conduisent aux lois des phénomènes ; discuter et rapprocher ces lois pour les réduire au moindre nombre ; choisir et éprouver les hypothèses qui peuvent le mieux coordonner tous les faits de chaque cadre théorique physique ; chercher s'il est possible l'hypothèse unique ou la loi générale qui embrasserait toute la science ; telle est la démarche scientifique qu'il importait de suivre.[...] les physiciens cherchant à grouper les phénomènes dont ils s'occupent en un petit nombre de théorie, soumettent à toutes les épreuves de l'observation, de l'expérience et du calcul, les lois et les hypothèses qui peuvent le mieux atteindre ce but scientifique. [...] parmi les théories de la physique, les unes sont encore sous l'empire des hypothèses, seul lien qui puisse aujourd'hui grouper les faits qui les composent, tandis que d'autres atteignant leur loi générale, ne tarderont pas à faire partie des sciences mathématiques. »

L'enseignement expérimental

Résultats issus de la recherche

Les Travaux Pratiques - Etudes des usages

Le projet LSE

Labwork in Science Education

- Quel rôle pour les TP dans l'enseignement des sciences au Lycée et en 1^{er} cycle universitaire (16-20 ans)
- 1996-1998
- 7 pays européens : France, Danemark, Allemagne, Grande-Bretagne, Grèce, Italie, Espagne
- Publications : Séré, Millar, Leach, Welzel, Psillos, Niedderer, Tiberghien, ...

(Tiberghien et al, 2001)

Map tool of LSE

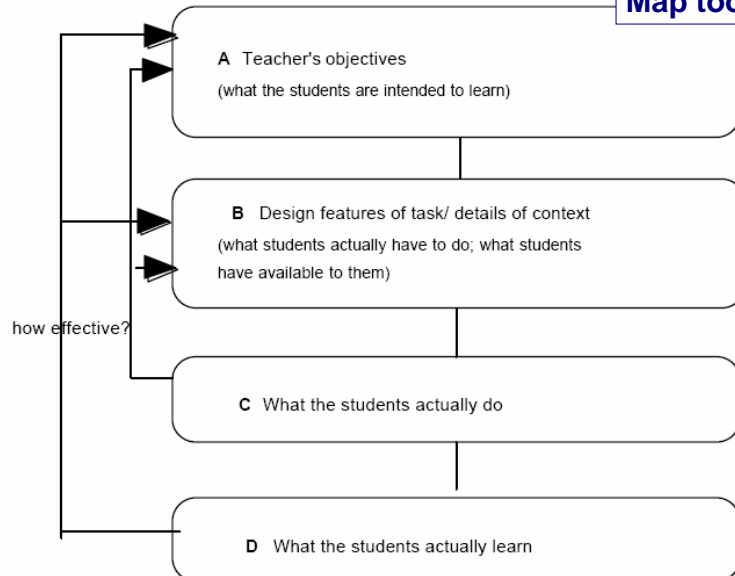


Figure 1 . 1: Design and evaluation of a science teaching/learning task

Projet LSE : quelques résultats

- Analyse de documents de TP (165 documents analysés)
 - Résultats présentés sur les objectifs d'apprentissage (item A)
 - Résultats présentés sur le contenu des TP, les tâches (item B)

Projet LSE : quelques résultats

- **A. Intended learning outcome** (learning objective)
 - **B1. Design features of the task**
 - B1.1 What students are intended to do with objects and observables
 - B1.2 What students are intended to do with ideas
 - B1.3 Whether the task is objects-driven or ideas-driven
 - B1.4 The degree of openness/closure of the task
 - B1.5 The nature of student involvement in the task
 - **B2. Context of the task**
 - B2.1 The duration of the task
 - B2.2 The people with whom the student interacts while carrying out the task
 - B2.3 The information sources available to the student
 - B2.4 The type of apparatus involved

53

Objectifs d'apprentissage

Content

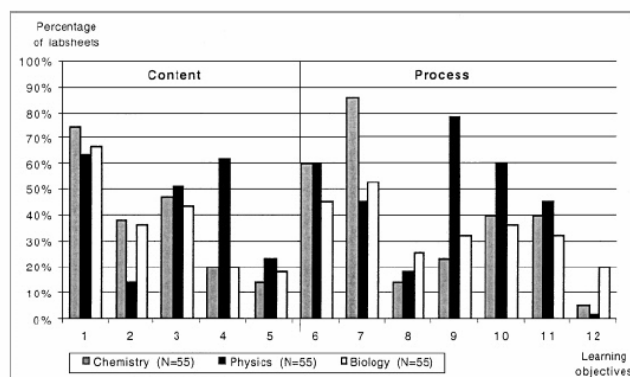
- Identify objects and phenomena and become familiar with them
- Learn a fact (or facts)
- Learn a concept
- Learn a relationship
- Learn a theory model

Process

- Learn how to use a standard laboratory instrument or piece of apparatus
- Learn how to carry out a standard procedure
- Learn how to plan an investigation to address a specific question or problem
- Learn how to process data
- Learn how to use data to support a conclusion
- Learn how to communicate the results of labwork

54

Objectifs d'apprentissage



Key:

Content		Process	
1	identify objects and phenomena and become familiar with them	6	learn how to use a standard laboratory instrument or piece of apparatus
2	learn a fact or facts	7	learn how to carry out a standard procedure
3	learn a concept	8	learn how to plan an investigation to address a specific question or problem
4	learn a relationship	9	learn how to process data
5	learn a theory/model	10	learn how to use data to support a conclusion
		11	learn how to communicate the results of their work
		12	other

55

Objectifs d'apprentissage

- L'objectif « identifier des objets et phénomènes et se familiariser avec eux » est fréquent dans toutes les disciplines et niveaux.
- L'objectif « apprendre à planifier un travail investigation pour répondre à une question scientifique » est très peu fréquente dans toutes les disciplines (sauf biologie au lycée?).
- Des spécificités disciplinaires apparaissent :
 - en chimie : apprendre à exécuter une procédure standard à l'université (lycée).
 - en physique : apprendre une relation, apprendre à traiter des données (université).

56

Type d'information donnée aux élèves

- Le secondaire et l'université sont similaires
- Majorité = énoncé de TP donné la plupart du temps
 - les questions à étudier
 - très souvent les étapes à suivre pour réaliser les expériences
 - Comment traiter les données
 - comment présenter et discuter les résultats
- Le contexte théorique est le plus variable
 - souvent donné en chimie (et – en bio)
 - sauf en France = + rare en physique et chimie
- Guidage pour le traitement de données et la présentation et la discussion des résultats est un peu moins fréquent à l'université que dans le secondaire

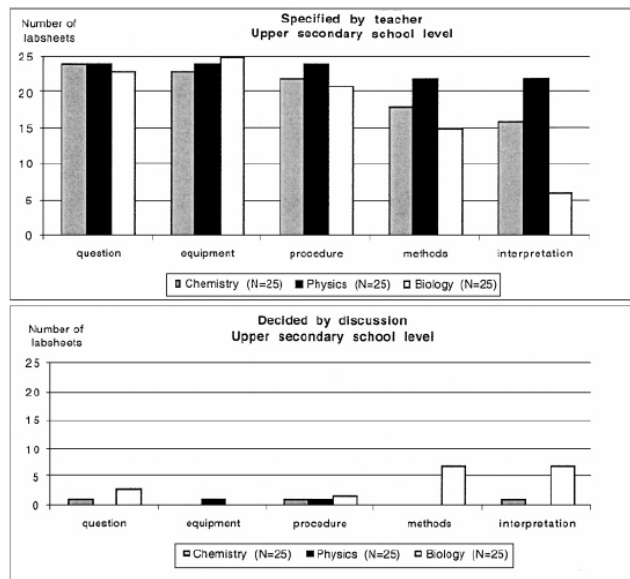
57

Ce que les élèves doivent faire en TP

- Dans le secondaire, les élèves doivent
 - utiliser des procédures standards
 - mesurer
 - reporter directement des observations
- Ils ne doivent pas
 - présenter ou représenter ou faire des objets
 - explorer des relations entre objets
 - tester des prédictions
 - choisir entre deux ou plusieurs explications
- A l'université, il est rare que les étudiants aient à :
 - tester une prédiction reposant sur une hyp ou une théorie
 - rendre compte d'observations en terme de loi ou théorie
- Parfois en physique, les étudiants
 - doivent tester une prédiction reposant sur une loi

58

Degré d'ouverture des TP



59

Sources d'information disponibles pour les élèves

- Documents de TP : source principale et souvent unique
- Livres (hors document TP) : parfois utilisés à l'université
- Documents hors du laboratoire : non utilisés
- Utilisation d'ordinateurs (ex : simulation) : très peu utilisés

60

L'enseignement expérimental

Résultats issus de la recherche

Autres exemples de recherche

61

Investigation scientifique dans les TP

- Etude sur TP de chimie - 1ère année université en Angleterre et pays de Gales.

Level of inquiry	Aim	Materials/ methods	Answers
0	Given	Given	Given
1	Given	Given	Open
2	Given	Open	Open
3	Open	Open	Open

90 % des TP analysés se situent au niveau 0 ou 1 : TP « cook book ». Aucun TP au niveau 3.

Meester (1995)

62

Améliorer l'efficacité des TP par une préparation des TP

- Etude avec des étudiants de 1ère année d'université lors de TP de chimie (1996-1997).
- Question de recherche : comment la préparation de TP contribue à améliorer les compétences conceptuelles, procédurales et communicatives des étudiants.
- 3 modes de préparation :
 - Demander aux étudiants d'écrire un résumé du TP.
 - Nécessité de donner un guidage spécifique pour savoir quoi mettre.
 - Les étudiants n'écrivent pas le but de l'expérience.
 - Poser des questions préalables pour vérifier les connaissances et compétences pré-requises.
 - Les élèves répondent mieux aux questions d'ordre conceptuel qu'aux questions nécessitant des connaissances procédurales.

(Rollnick, 2001)

63

Résolution de problèmes et pratiques expérimentales

- Situation problème par des élèves en début de 2nde en France, en chimie (153 élèves).
- Séquence consacrée à la récupération d'un volume de gaz.
- Résultats :
 - Motivation : les élèves montrent des réticences face à ce type de situation, mais sont prêts à les dépasser et à s'y investir avec enthousiasme.
 - Les élèves montrent des difficultés par suite de manque de « savoirs pratiques » (maladresse dans l'utilisation du matériel) et de non maîtrise de « savoirs conceptuels ».
 - Guidance serrée de l'enseignant nécessaire MAIS aussi initiatives aux élèves + espaces de débat.

Laugier et Dumon (2003)

64

Autres travaux

- « Les TP habituels aident peu les élèves à établir des relations entre concepts, percepts et objets matériels »
- Peu de place attribuée à l'exploration
- Déficit de pratiques et d'autonomie des élèves
- C'est comme s'il suffisait de « faire pour comprendre » et de « voir pour prouver »

(Méheut M., 2006)

65

Perception des TP par les élèves

- Les élèves n'ont pas une idée claire du but de leur travail en TP
- L'intérêt principal est souvent perçu comme suivre les instructions ou obtenir la bonne réponse
- Souvent les élèves ne font pas la relation entre le but de leur activité expérimentale et le contenu du protocole qu'ils ont mené
- Le TP signifie souvent « manipuler des équipements » et non pas manipuler des idées
- De nombreux élèves s'engagent dans des activités de laboratoire dans lesquels ils suivent des recettes, rassemblent des données sans véritablement comprendre le but et les procédures de leur investigation. L'approche « recette de cuisine » est la plus fréquente

(Hofstein et Luneta , 2003)

66

En vrac : quelques difficultés des élèves en TP

- Les élèves ne semblent guère envisager « spontanément » d'avoir recours à l'expérience, à la mesure pour étayer une affirmation (élèves de 9 à 14 ans)
- Les élèves font des expériences pour vérifier une hypothèse qui ne fait pas consensus. (9 à 14 ans)
- Les élèves ont tendance à ne prendre en considération qu'une seule variable. (9 à 14 ans)
- Les élèves ne ressentent pas le besoin de répéter une mesure.
- Il est plus facile aux élèves de conclure à la dépendance de 2 variables, qu'à l'indépendance. (9 à 14 ans)
- La dispersion des résultats de mesure pose problème : les élèves ne prêtent pas attention aux sources possibles de dispersion
- Difficultés en ce qui concerne l'élaboration des dispositifs expérimentaux et la présentation des données (15 à 17 ans)

(Synthèse de Méheut, 2005)

67

Bibliographie

- Beney, 1995, Actes du séminaire de recherche en didactique des SF, Reims
- Balpe, Les sciences au Lycée, INRP, 1996
- Coquidé, 2003, Education, formation : nouvelles questions, nouveaux métiers, ESF
- Develay, 1989, Aster, 8
- Galiana , 1999, Aster, 28
- Hofstein et Luneta , 2003, Science Education, 88
- Laugier et Dumon, 2003, Chem. Educ. Res. Pract, 4, pp. 335-352
- Meester, 1995, Int. J. Sci. Educ., 17, n°5, pp. 575-588.
- Méheut, 2006, Eurydice
- Morge et Boilevin, 2007, Séquences d'investigation en physique-chimie, Scérén, CRDP
- Robinault, 1997, Didskalia, 11
- Rollnick, 2001, Int. J. Sci. Educ., 23, n°10, pp. 1053-1071.
- Schraagen, 1993 , Cognitive Science, 17
- Séré, 2002, Science Education, 86
- Tiberghien et al., 2001, Science Education, 85
- Yavuz, thèse, Université Joseph Fourier, 2007

68