



# CONCEPTION DE PROTOCOLES EXPÉRIMENTAUX

1

Modèle de la tâche

Applications logicielles

# PROGRAMME DE LA PRÉSENTATION

- La tâche de conception de protocole
- Représenter le protocole expérimental
- Evaluer le protocole expérimental
- Aider à concevoir des protocoles



LabBook



# LA TÂCHE DE CONCEPTION DE PROTOCOLE

3

- Contexte & historique
- Définitions

Séré, Beney (1997) : Le fonctionnement intellectuel  
d'étudiants réalisant des expériences  
(*Didaskalia*)

« (...) pour les étudiants observés, il y a eu « **atomisation de l'action** »  
comme Vermesh l'a constaté dans le contexte d'une autre tâche : **la recette  
de cuisine.** »

« (...) nous avons trouvé une **difficulté à faire correspondre les actions aux  
savoirs conceptuels** en jeu. Il en résulte une **difficulté à planifier les  
actions**, c'est-à-dire à combiner la suite d'actions élémentaires qui permettent  
la réalisation de la consigne ».

« (...) nous nous sommes attachés à caractériser les opérations intellectuelles  
qui fonctionnent lors de l'action, quand le but prépondérant du sujet est la  
« réussite » plutôt que la « compréhension ». (...) nous avons montré que, en  
TP, **les étudiants s'enfermaient facilement dans des réseaux d'actions,  
évitant éventuellement de les piloter par les réseaux conceptuels.** »

M.G. Séré (2002) : Towards renewed research questions  
from the outcomes of the project  
Labwork in Science Education  
*Science Education, 86:624-644*

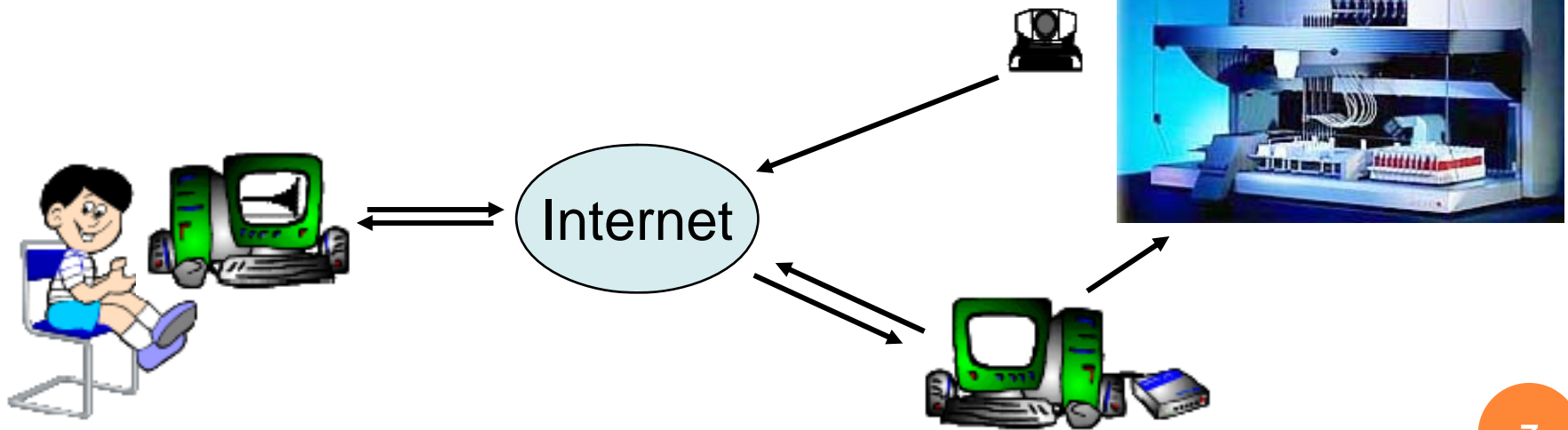
« To meet the desire of autonomy voiced by students and felt by teachers, it can be surmised that one of the problems is the teaching of procedures. This supposes **giving up the idea that procedures have just to be experienced to be learnt.** »

« The main directions of research to address now is to prepare students for autonomy, **by changing greatly the place given to procedures,** measurement, data analysis, and more generally investigative methods. It is necessary to give to these procedures a specific role, **not as a pretext to teach conceptual knowledge, but as valuable objectives.** »

# LA TÂCHE DE CONCEPTION DE PROTOCOLE & LES EIAH – LES DESSOUS DE L’HISTOIRE

Projet Educaffix :  
des activités expérimentales à distance

« Dosage spectrophotométrique du colorant rouge dans un sirop de grenadine »



# PROJET COPEX

## 2 TYPES DE SITUATIONS ÉTUDIÉES



Etude de la tâche de conception de protocole à partir de TP papier-crayon

- TP crâne
- TP immuno
- TP dipôle
- TP optique
- TP indicateurs colorés
- TP ADN

Extraction de la partie « conception de protocole » du logiciel Educaffix



Dosage du colorant E124 dans le sirop de grenadine  
Cahier de laboratoire de : Bill Baroud

Produits sélectionnés :

Etape 1 - Préparation des solutions de la gamme étalon :

Etape 2 - Obtention des points de la courbe étalon :

Etape 3 - Obtention de la concentration en E124 du sirop de grenadine :

Evaluation globale

Etape 1 [ ]

Etape 2 [ ]

Etape 3 [ ]

Etape 4 [ ]

Evaluation détaillée : liste des erreurs de l'étape 2

1 erreur(s) sur la gamme étalon [ ]

1 erreur(s) de rinçage [ ]

# NOTRE OBJECTIF

- Un environnement de travail par investigation : LabBook / SCY

**Créez et partagez vos comptes-rendus expérimentaux en ligne**

**Créez et modifiez vos comptes-rendus avec des outils spécialement adaptés**  
Assemblez vos documents expérimentaux – protocoles, tableaux de données, graphes, dessins et textes – pour créer vos comptes-rendus.

**Collaborez avec vos partenaires de travail**  
Partagez vos compte-rendus avec des partenaires, la version en ligne est mise à jour en continu.

**Accédez à vos compte-rendus et modifiez-les, où que vous soyez**  
Avec un navigateur Web, accédez à vos compte-rendus de n'importe quel ordinateur : toutes vos ressources sont stockées en ligne, en toute sécurité.

**Transmettez votre travail à votre enseignant immédiatement**  
Votre enseignant peut avoir accès à vos comptes-rendus et il peut y intégrer des annotations. Bien sûr, tous vos brouillons, ainsi que vos discussions avec vos partenaires sont privées.

[En savoir plus sur LabBook](#) - [Vous êtes enseignant et souhaitez utiliser LabBook](#) - [Règles de confidentialité](#)

- Un éditeur générique de protocoles : Copex

**Thermostat setting**

New Open Save Save copy

How does the air-conditioning device's thermostat setting affect energy consumption?

**Hypothesis**  
Time needed, and energy consumption, for the air-conditioning device to reach the pre-set operation temperature increase with pre-set operation temperatures.

**Principle of the manipulation**  
To change operational standards of electric appliances and check for corresponding effects on energy consumption.  
Dependent variable (what we will observe): Time needed for the air-conditioning device to reach the pre-set operation temperature.  
Independent variable (what we will change): pre-set operation temperature  
Controlled variable (what we will keep constant): operation of all others electrical appliances (most probably switched off)

**Material**

**Manipulation and data treatment**

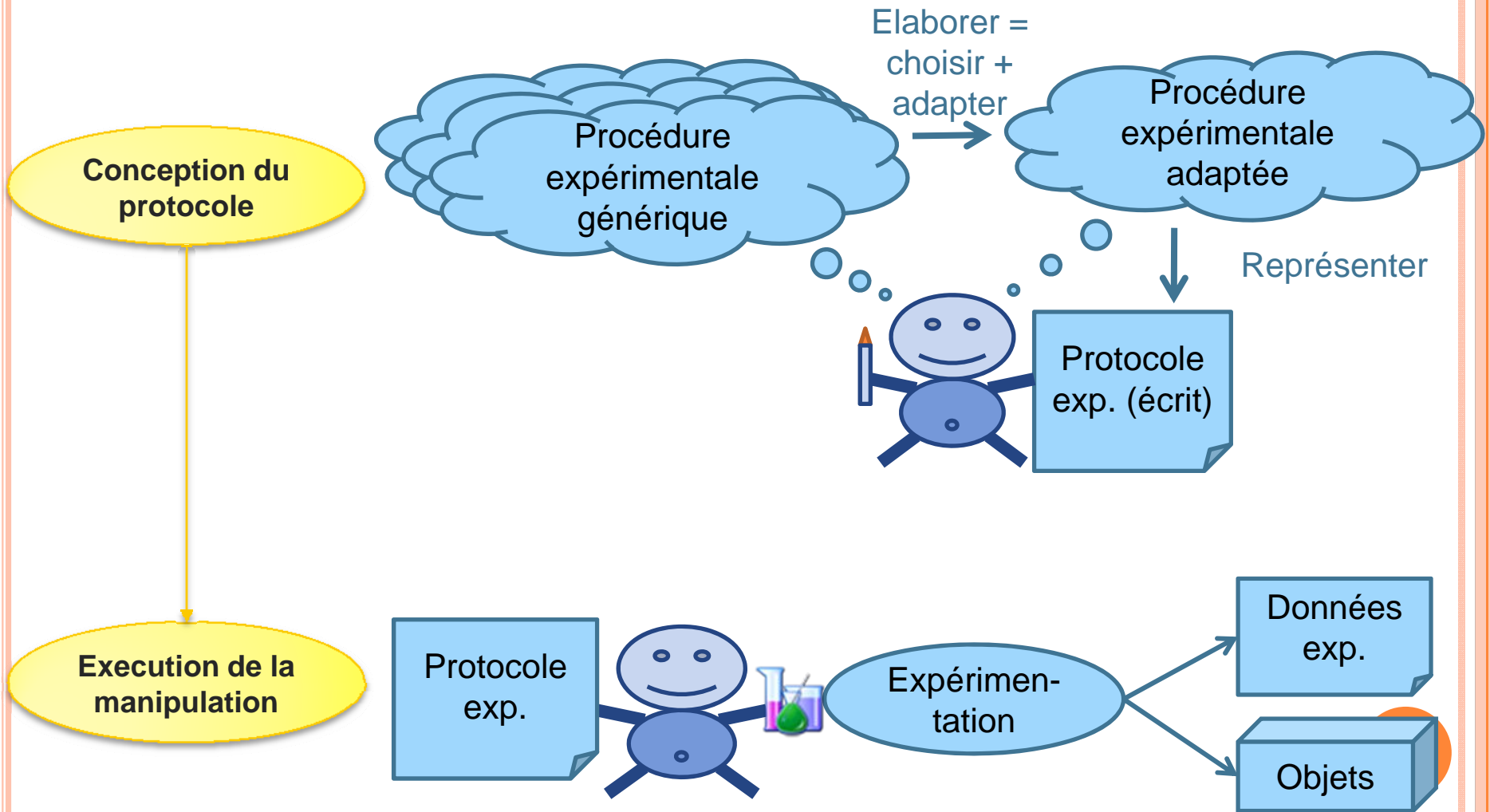
- Choose heating or cooling system
  - Switch-off all the appliances of your room or class.
  - Record energy consumption in kilowatt-hours indicated on the electric meter that your room or class is connected to.
  - Record outdoor temperature and room or class temperature.
  - Based on these temperatures, decide whether your indoor air-conditioning device will operate as a heating or a cooling device.
- Change the temperature of your air-conditioning device
  - In the case you have selected your air-conditioning device to work as a heating device, set the air-conditioning device in your home's room or class at a temperature which is just 1°C higher than the room temperature.



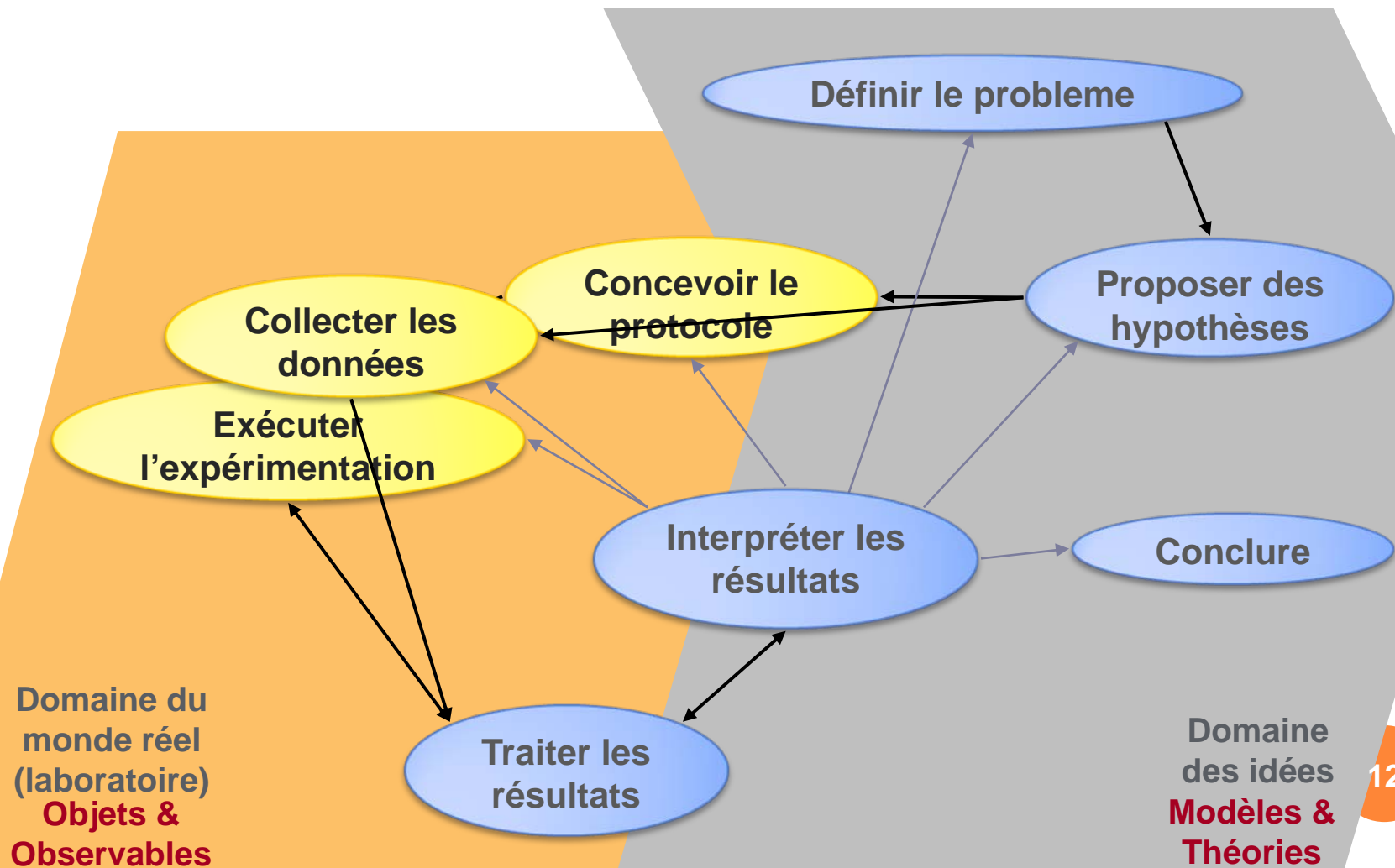
# PROTOCOLES EXPÉRIMENTAUX : DÉFINITIONS

- **Expérimentation** : une expérimentation est la mise en œuvre d'objets du monde réel avec pour objectifs :
  - la production d'un objet, et/ou
  - l'obtention de valeurs expérimentales.
- **Protocole expérimental** : un protocole expérimental est la description d'une expérimentation. Il définit, selon une organisation temporelle et/ou logique, la liste des tâches expérimentales à exécuter.
- **Concevoir un protocole** : élaborer une expérimentation et produire une description de celle-ci, à partir de la connaissance :
  - du problème scientifique à résoudre,
  - des hypothèses formulées par l'utilisation de modèles scientifiques pertinents par rapport au problème,
  - des conditions matérielles dans lesquelles s'inscrit la manipulation expérimentale,
  - du niveau de détail requis pour l'écriture du protocole.

# MODÈLE DE LA TÂCHE : LA CONCEPTION DE PROTOCOLE EST UNE TÂCHE DE DESIGN



# LA CONCEPTION DE PROTOCOLE DANS LE PROCESSUS D'INVESTIGATION



# APEDOE, FORD (2010)

THE EMPIRICAL ATTITUDE, MATERIAL PRACTICE AND DESIGN ACTIVITIES  
SCIENCE & EDUCATION, 19: 165-186

- The empirical attitude is both a habit of mind and a reasoning ability.
- We posit that **supporting the empirical attitude could begin through design activities**, which represent a *first order* search for feedback – meaning, in pure design tasks, feedback from the material world is sought only toward optimizing the design, not in order to obtain feedback on ideas.



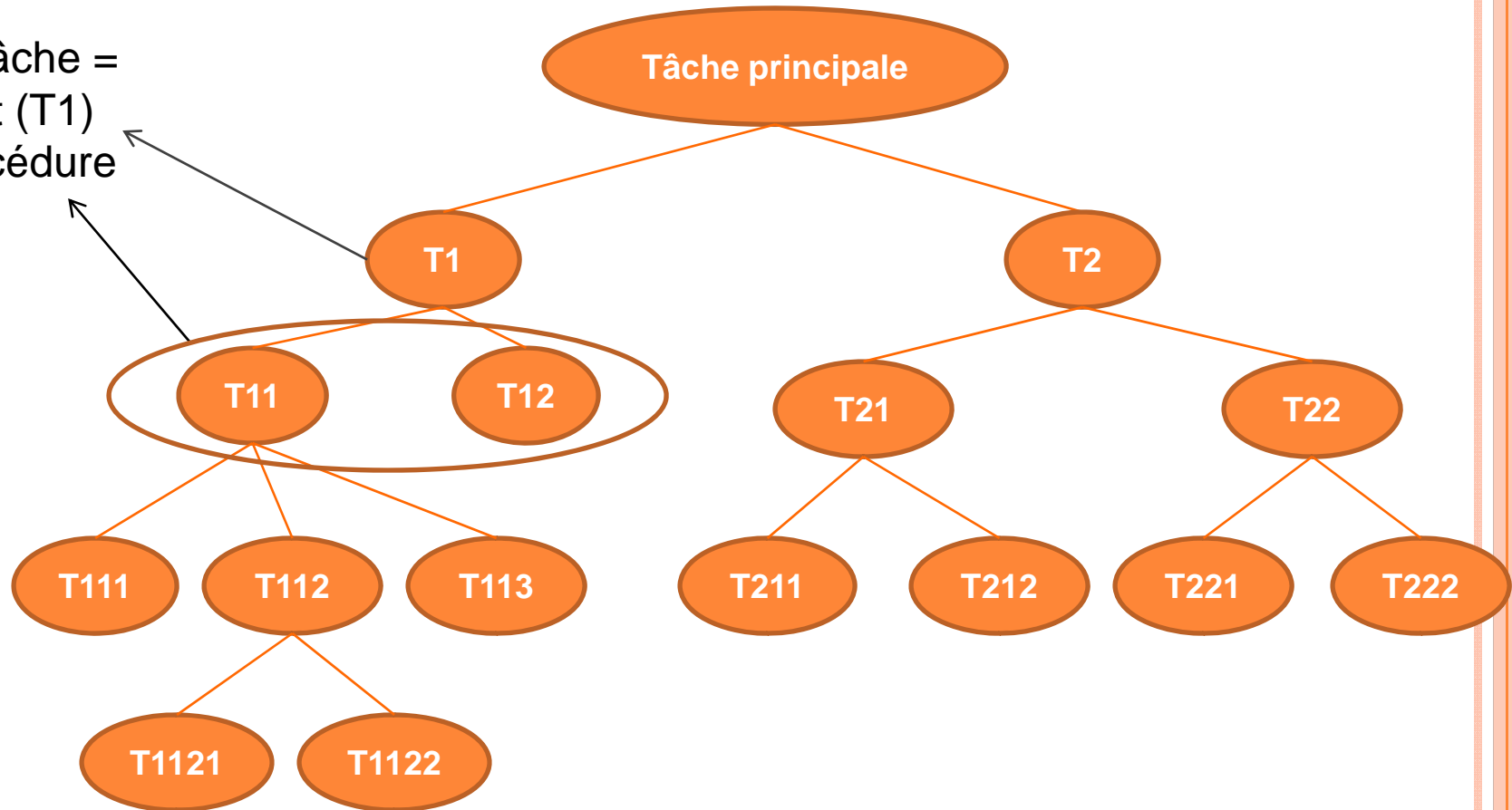
14

## REPRÉSENTER LE PROTOCOLE

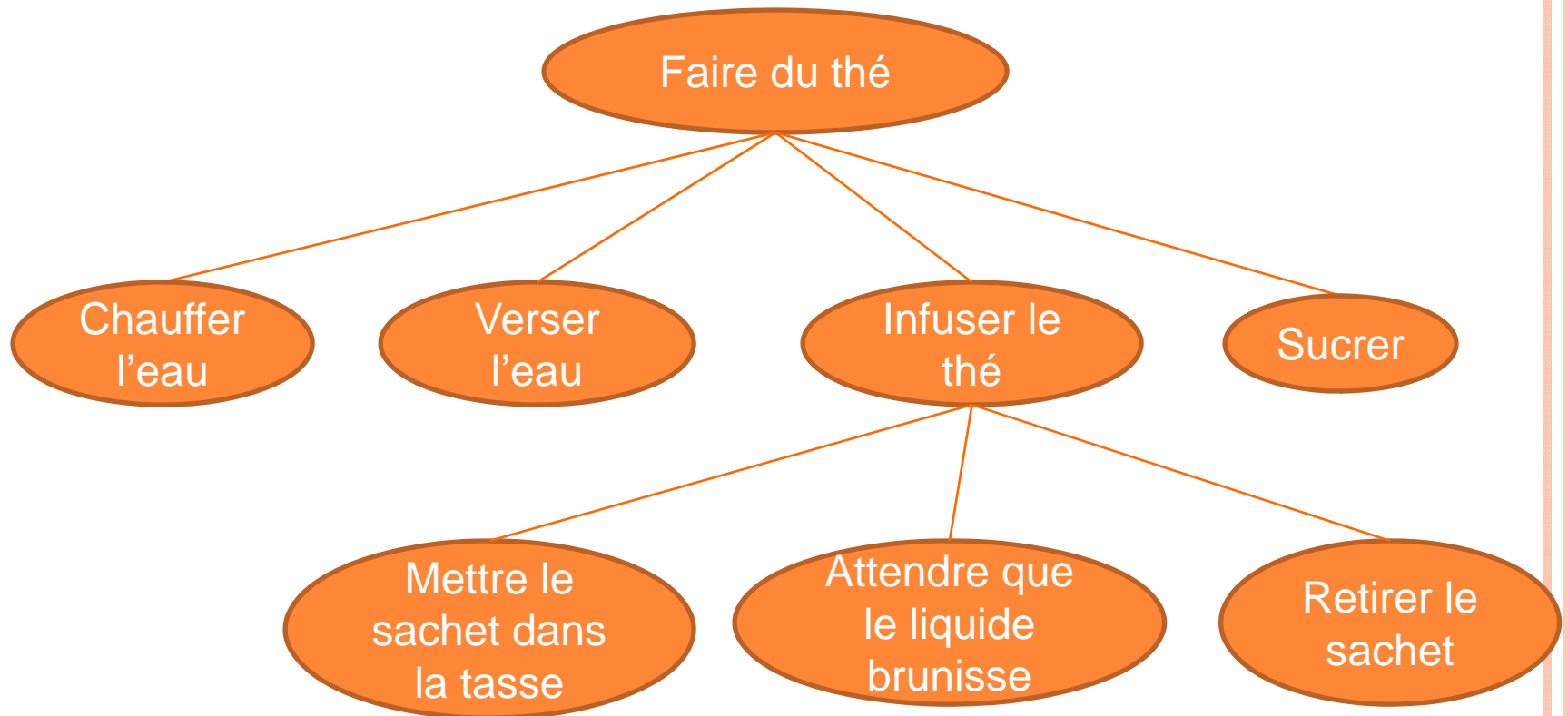
- Arbres de tâches
- Théorie de l'activité

# LES ARBRES DE TÂCHES

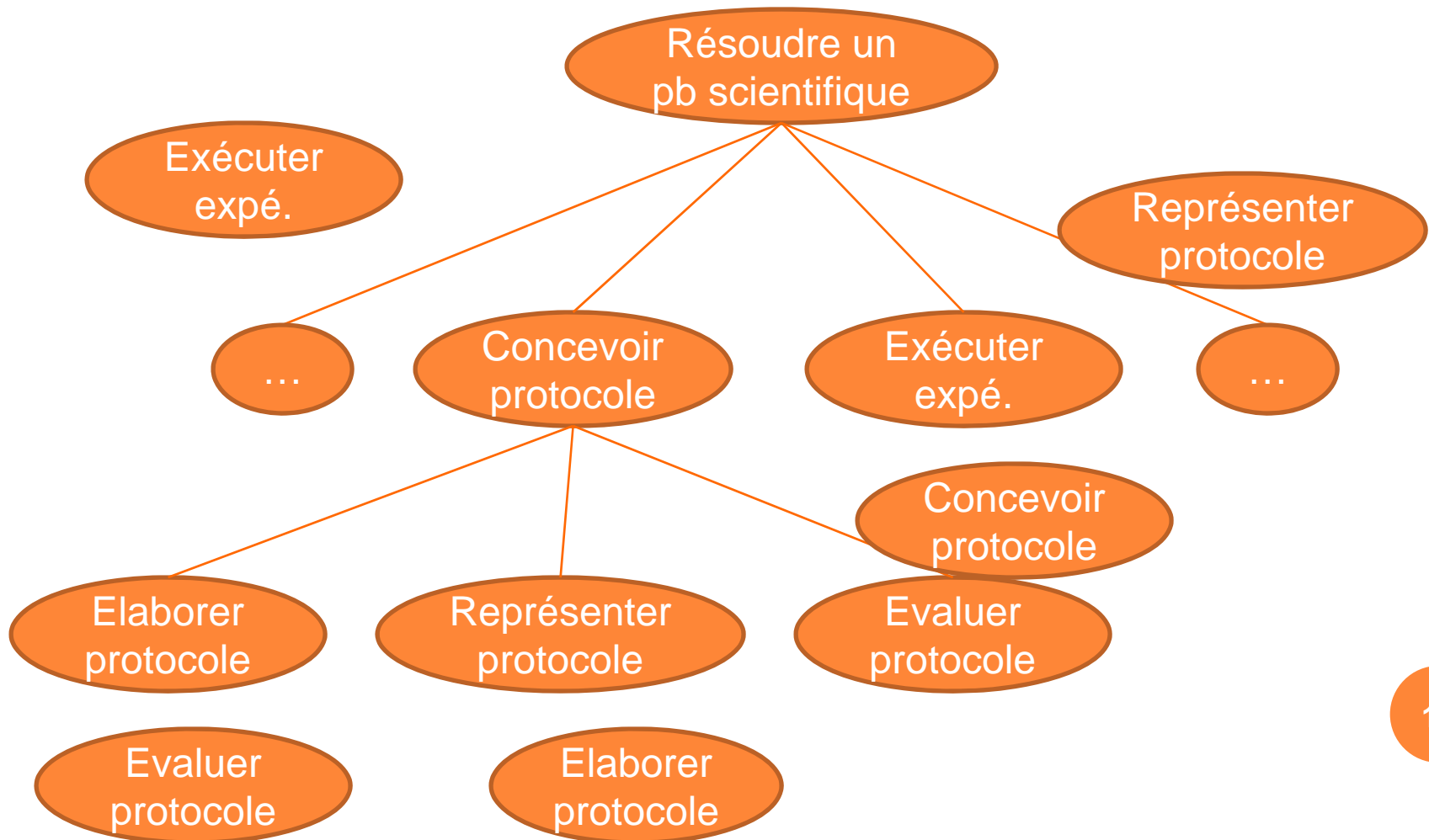
Une tâche =  
1 but (T1)  
1 procédure



# EXEMPLE : FAIRE DU THÉ



# ACTIVITÉ : UN PETIT ARBRE DE TÂCHES AU SUJET DE LA CONCEPTION DE PROTOCOLE





# LE PROTOCOLE PEUT ÊTRE STRUCTURÉ COMME UN ARBRE DE TÂCHES

Activité

Exécuter la manipulation

Tâches de structuration (étapes)

TS1

TS2

TS21

TS22

Actions  
Actions

A11

A12

A211

A212

A221

A222

Opérations

O111

O112

O113

O1121

O1122

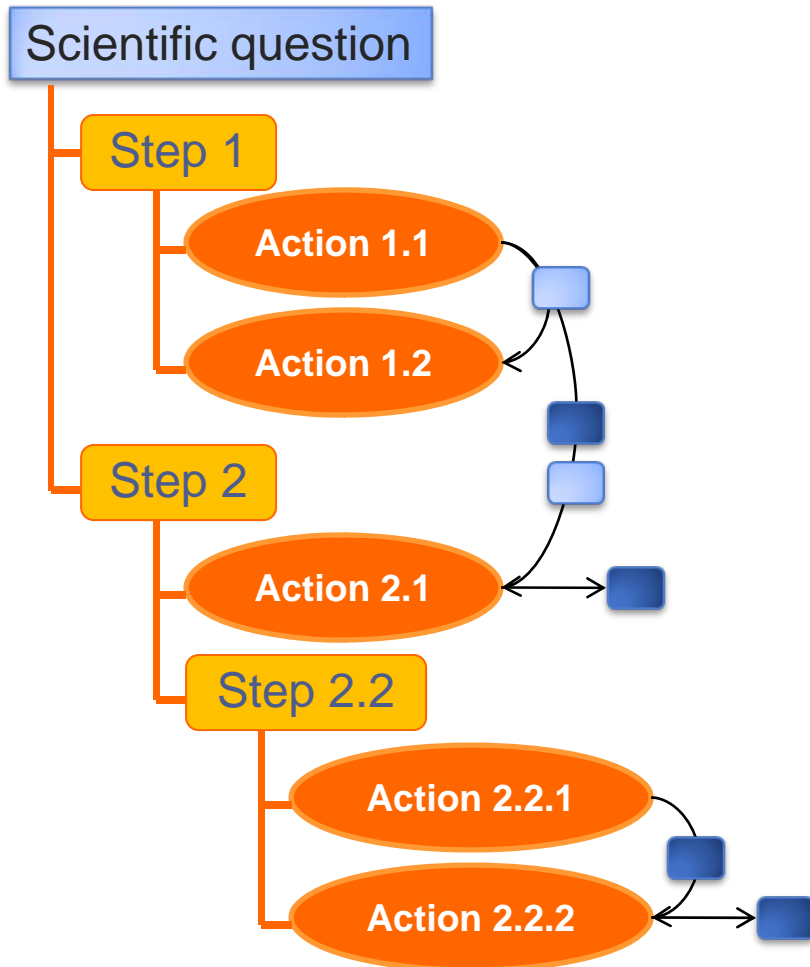
Etc...

Paramètres

# ACTIVITÉ SUR LE TP CRÂNE

- Représenter le protocole de référence sous forme d'arbre des tâches
  - une décomposition qui fait sens : choisir des tâches de structuration adaptées
  - profondeur de la décomposition : choisir le niveau d'explicitation des actions
- Quelles sont les tâches dont la définition est importante en termes d'apprentissage ?
- Quelles sont les tâches dont la définition doit être laissée à la charge de l'apprenant ?

# CARACTÉRISTIQUES DES ACTIONS EXPÉRIMENTALES



Input

Préparer une solution par dilution ?  
*Prélèvement par pipette automatique puis dilution dans une fiole jaugée*

Nom de la nouvelle solution :

Je prélève  mL de solution mère :

Je complète avec le solvant :

pour un volume total de  mL

Enregistrement dans l'étape :

Output



22

# EVALUER LE PROTOCOLE

Critères et sous-critères

# LES CRITÈRES DÉVALUATION D'UNE EXPÉRIMENTATION DANS LA LITTÉRATURE

## Kerlinger

- Answer the research question
- Control variance

## Friedland & Iwasaki

- Meet the experimental goal
- Applicable to the experimental material & in the laboratory conditions
- Reliability, convenience, accuracy, cost and time required

## Baker & Dunbar

- Robust internal structure of the experiment
- The likelihood experiments will work
- Cost/benefits analysis
- Acceptance of results by the scientific community



## **Pertinence**

les fonctionnalités  
de  
l'experimentation

### **1. Pertinence des résultats visés par rapport aux hypothèses (pertinence externe)**

- grandeurs
- valeurs caractéristiques dans l'optique de confirmer/infirmer les hypothèses

### **2. Pertinence des méthodes & matériels par rapport aux résultats visés (pert. interne)**

- Pertinence des méthodes
  - Utiliser des méthodes cohérentes et complètes
  - Utiliser des heuristiques classiques (si nécessaire)
- Pertinence des matériels

### **3. Qualité de l'acquisition des données**

- Justesse : le résultat est aussi proche que possible de la valeur réelle
- Fidélité : en répétant l'expérimentation, les valeurs sont dans un faible intervalle

## **Exécutabilité**

L'expérimentation  
dans les conditions  
du laboratoire

### **4. Contraintes matérielles**

- Disponibilité : au début mais aussi durant l'expérimentation
- Faisabilité : peut-on faire l'action avec le matériel choisi ?
- Coût

**5. Domaine de validité** : adéquation entre les échantillons à mesurer et les gammes de mesure des méthodes/matériels de mesure

### **6. Contraintes temporelles**

### **7. Contrôle des risques**

## **Communicabilité**

la description de  
l'expérimentation

### **8. Niveau d'explicitation**

### **9. Structuration**

### **10. Presence des types d'information adéquats**

# LES CRITÈRES SIMPLIFIÉS

## 1. Votre protocole est-il pertinent ?

- ce que vous mesurez permet-il de répondre à la question posée et/ou de tester vos hypothèses ?
- la méthode que vous décrivez est-elle cohérente avec ce que vous voulez mesurer ?

## 2. Votre protocole est-il précis ?

- le matériel choisi et
- l'utilisation de ce matériel décrite dans le protocole permettent-ils d'obtenir la meilleure précision sur le(s) résultat(s) recherché(s) ?

## 3. Votre protocole est-il faisable ?

- le matériel est-il disponible et adapté ?
- avez-vous suffisamment de temps ?
- le risque manipulateur est-il acceptable ?
- le protocole est-il adapté à votre échantillon expérimental ?
- ...

## 4. Votre protocole est-il compréhensible par un autre étudiant ?

- le protocole est-il suffisamment détaillé, ou manque-t-il des informations (actions à effectuer, matériel, préparation du matériel, précautions, paramètres, valeurs des paramètres...) ?
- le protocole est-il bien organisé ? (le protocole peut notamment être décrit par une succession de tâches, structurée en étapes et sous-étapes).



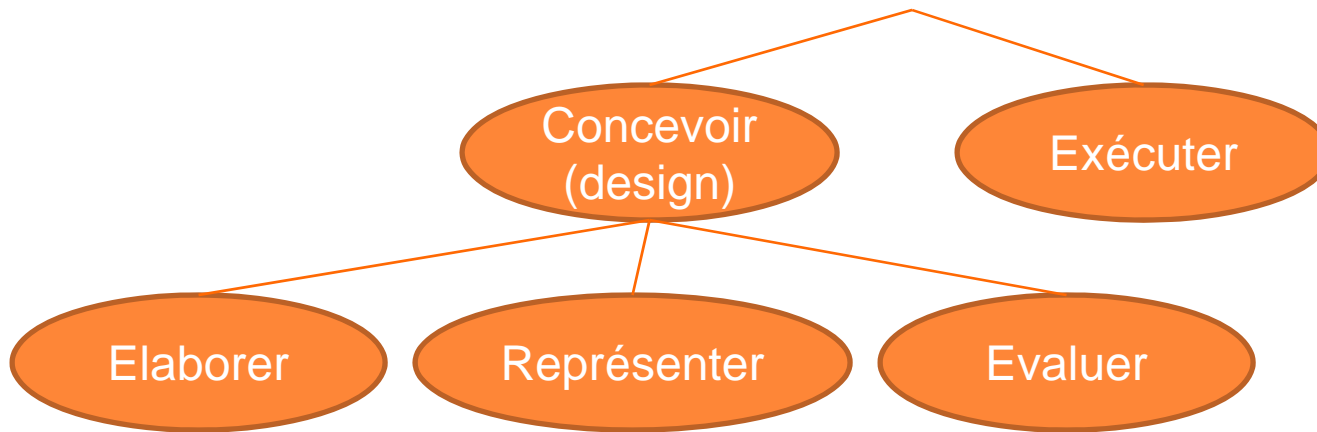
# AIDER À CONCEVOIR DES PROTOCOLES

28

- Difficultés
- Aides



# DIFFICULTÉS LIÉES À LA CONCEPTION DE PROTOCOLE – LES TÂCHES DE DESIGN



- Aspect création : il n'y a pas d'algorithme prédéterminé pour mener à bien la tâche
- Aspect anticipation : l'objet produit n'est pas l'objet final

# DIFFICULTÉS LIÉES À L'ASPECT CRÉATION

- S'engager activement dans l'activité de création
  - Aspect psychologique : prise de risque
  - Maîtrise des modèles scientifiques
  - Connaissance des stratégies expérimentales
  - Représentations personnelles du matériel
- Prendre en charge la multitude de paramètres
- Modifier le protocole : cycles de création

# DIFFICULTÉS LIÉES À L'ASPECT ANTICIPATION

- L'objet produit n'est pas l'objet final
  - Nécessité d'une représentation adaptée : le protocole
  - Respect des fonctionnalités de l'expérimentation sans feedback immédiat

# MODALITÉS DES AIDES POUR LA CONCEPTION DE PROTOCOLE

- **Guidage** : ressources sur les connaissances et les méthodes nécessaires à la réussite à la tâche
- **Structuration de la tâche** : contraintes appliquées au déroulement du travail
- **Feedbacks**: résultats fournis à partir de l'évaluation de l'activité de l'utilisateur

# GUIDAGE



- les consignes : explicitation de la tâche de conception de protocole
- le cours en ligne : connaissances nécessaires pour mener à bien la tâche

# STRUCTURATION



- la structuration du protocole en arbre de tâches :  
étapes & actions
  - structuration
  - niveau d'explicitation
- les actions structurées et paramétrées :
  - 8 actions disponibles
  - paramètres avec contraintes → exécutabilité (contraintes matérielles)

# FEEDBACKS



- les résultats simulés : spectres & mesures d'absorbance
  - Domaines de validité
- les rétroactions du tuteur artificiel :
  - Pertinence interne du protocole
  - Qualité de l'acquisition des données



**UN ENVIRONNEMENT POUR AIDER À  
PRODUIRE DES RAPPORTS → APP,  
INVESTIGATION, CONCEPTION...**

<http://labbook.imag.fr/>



# 4 TYPES DE LABDOCS CONSTITUTIFS DU RAPPORT DE L'ÉTUDIANT

**Thermostat setting**

New Open Save Save copy

How does the air-conditioning device's thermostat setting affect energy consumption?

**Hypothesis**  
Time needed, and energy consumption, for the air-conditioning device to reach the pre-set operation temperature increase with pre-set operation temperatures.

**Principle of the manipulation**  
To change operational standards of electric appliances and check for corresponding effects on energy consumption.  
Dependent variable (what we will observe): Time needed for the air-conditioning device to reach the pre-set operation temperature  
Independent variable (what we will change): pre-set operation temperature  
Controlled variable (what we will keep constant): operation of all others electrical appliances (most probably switched off)

**Material**

**Manipulation and data treatment**

- Choose heating or cooling system
  - Switch-off all the appliances of your room or class.
  - Record energy consumption in kilowatt-hours indicated on the electric meter that your room or class is connected to.
  - Record outdoor temperature and room or class temperature.
  - Based on these temperatures, decide whether your indoor air-conditioning device will operate as a heating or a cooling device.
- Change the temperature of your air-conditioning device
  - In the case you have selected your air-conditioning device to work as a heating device, set the air-conditioning device in your home's room or class at a temperature which is just 1°C higher than the room temperature.

**new Data processing 1**

New Open Import csv file Merge dataset Save Save copy Synchronize

	data 1 (unit)	data 2 (unit)
1	-4	-1,853
2	-3	0,73
3	-2	0,485
4	-1	0,174
5	0	2,801
6	1	0,152
7	2	2,003
8	3	0,247
9	4	0,114
10	5	0,74
11	6	-5
12	6	3,2
MIN	-4	-1,853
MAX	6	3,2

**XYGraph**

$f(x) = A \cdot \exp(-\alpha x) \cdot \cos(\omega x + \phi) + B$

A: 1.5 B: 0.2 alpha: 0.1 om: 2.7 phi: 0

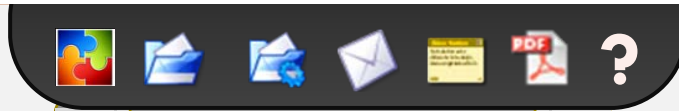
Dist: 0,899

Rich text editor toolbar with icons for bold, italic, underline, text color, background color, bulleted list, numbered list, link, unlink, insert image, insert table, insert link, insert table of contents, undo, redo, print, and other standard editing functions.

Legi, Patres colendissimi, in Arabum monumentis, interrogatum Abdalam 1 Sarracenum, quid in hac quasi mundana scaena admirandum maxime spectaretur, nihil spectari homine admirabilius respondisse. Cui sententiae illud Mercurii adstipulatur: Magnum, o Asclepi, miraculum est homo 2. Horum dictorum rationem cogitanti mihi non satis illa faciebant, quae multa de humanae naturae praestantia afferuntur a multis: esse hominem creaturarum internuntium, superis familiarem, regem inferiorum; sensuum perspicacia, rationis indagine, intelligentiae lumine, naturae interpretem; stabilis aevi et fluxi temporis interstitium, et (quod Persae3 dicunt) mundi copulam, immo hymenaeum, ab angelis, teste Davide4, paulo deminutum. Magna haec quidem, sed non principalia, idest quae summae admirationis privilegium sibi iure vendicent. Cur enim non ipsos angelos et beatissimos caeli choros magis admiremur? Tandem intellexisse mihi sum visus, cur felicissimum proindeque dignum omni admiratione animal sit homo, et quae sit demum illa conditio quam in universi serie sortitus sit, non brutis modo,

Chemin:

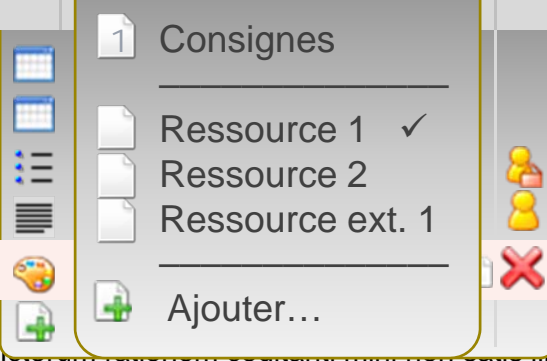
- Protocoles
- Graphes
- Textes
- Dessins



## Seconde – Modification

### • Idées de résolution de

👤 Texte intro ✎ ↔ ✖



Cédric d'Ham & Angelina Jolie – 3/09/09

Legi, Patres colendissimi, in Ara maxime spectaretur, nihil spectari miraculum est homo 2. Horum d

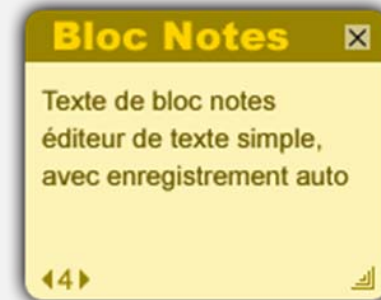
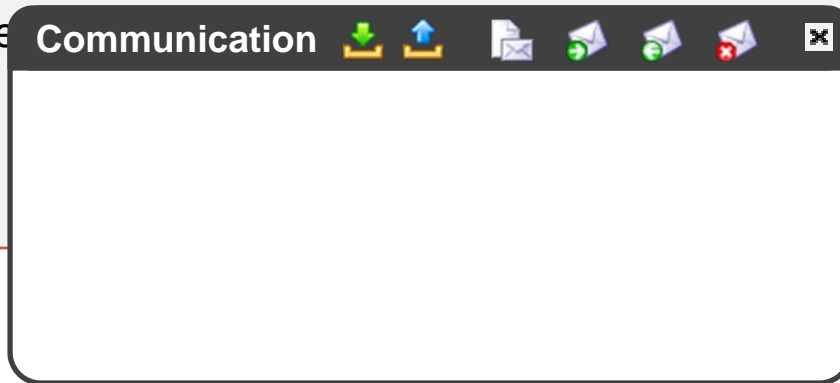
afferuntur a multis: esse hominem creaturarum internuntium, superis familiarem, regem inferiorum; sensuum perspicacia, rationis indagine, intelligentiae lumine, naturae interpretem; stabilis aevi et fluxu temporis interstitium, et (quod Persae<sup>3</sup> dicunt) mundi copulam, immo hymenaeum, ab angelis, teste Davide<sup>4</sup>, paulo deminutum. Magna haec quidem, sed non principalia, idest quae summae admirationis privilegium sibi iure vendicent. Cur enim non ipsos angelos et beatissimos caeli choros magis admiremur? Tandem intellexisse mihi sum visus, cur felicissimum proindeque dignum omni admiratione animal sit homo, et quae sit demum illa conditio quam in universi serie sortitus sit, non brutis modo,

Sarracenum, quid in hac quasi mundana scaena admirandum tententiae illud Mercurii adstipulatur: Magnum, o Asclepi, a faciebant, quae multa de humanae naturae praestantia

• Mode de résolution du problème (dessin) 📎

• Actions à suivre (protocole) 📎

• Résultats atte





# UN PROJET EUROPÉEN À GRANDE ÉCHELLE

<http://www.scy-net.eu/>

# LE SCY-LAB

The screenshot displays the SCY-Lab software interface. On the left, a vertical list of user names includes jeremy, alfons, andreas, barbara, lars, jan, david, and hinarna. The main workspace contains several floating toolbars: 'First Ideas', 'Gloss', 'House', 'Manu', 'Hypot', 'Data', 'Draw', 'Techn', 'Exper', and 'Interv'. A 'Start page' window is open, displaying the following text:

**The challenge: design a CO2-friendly house**  
**Introduction**  
Global warming is considered one of the most pressing problems mankind is facing. Global warming is related to climate change through the greenhouse effect. There have been various international conventions, such as the Kyoto protocol, trying to set thresholds to the emissions of greenhouse gases, with CO2 being the most prominent one. A crucial question is what we could do at the local level to fight global warming. Recently, there has been a series of innovations that addressed decreasing CO2 emissions of households. There are many adjustments one could plan to decrease the carbon-footprint of one's household. Also, there is a...

The 'Concept map' window is also open, showing a network of concepts:

- Inside Temperature
- Outside Temperature
- Thermal efficiency of a house
- Energy needs
- Energy consumption

Relationships between these concepts are shown with arrows and labels: 'modify' connects Inside Temperature to Energy needs, Outside Temperature to Energy needs, and Outside Temperature to Thermal efficiency of a house. 'require' connects Energy needs to Energy consumption. A tooltip over the Energy consumption node reads: 'Data from simulation in expert group Unknown type: ...'. The interface also includes a 'Session' control panel with buttons for 'No session', 'Create session', 'Join session', 'Create dummy notification', and 'Show notification'. A 'Clear' and 'Remove' checkbox is also present. At the bottom left, there are buttons for 'New', 'Search', and 'Create (Dev/Author)'. At the bottom right, there is a complex network diagram with various icons and arrows.

# LES SCÉNARIOS DANS SCY

