

# Retour d'expérience : La démarche de résolution de problème en physique

Jean-Michel COURTY

Université Pierre et Marie Curie

Karine BÉCU-ROBINAULT

ENS de Lyon



Mai 2014, Séance 6 - Module « Energie et entropie » - L1S2 PCGI (9ECTS)- 450 étudiants



**Énoncé constitué d'une question :**

Quelle est la température de l'eau quand les glaçons ont fondu ?

**Une seule indication :** les grandeurs thermodynamiques de l'eau

Les étudiants travaillent par **groupe de 4** durant 2h

**Un compte rendu par groupe** à rendre en fin de séance



Tous les groupes commencent à travailler dès qu'ils ont l'énoncé.

Aucune question avant 30 minutes

La moitié des groupes termine le travail sans aide. Pour les autres, quelques indications sont nécessaires.

Un énoncé, plusieurs niveaux de résolution possible :  
les groupes ont du travail pour 2h et finissent l'exercice à leur niveau

## 1 - S'approprier le problème

Représenter la situation avec un schéma  
Identifier les grandeurs, leur attribuer un symbole  
Estimer les grandeurs inconnues.

## 2 - Développer une stratégie

Enoncer la loi physique pertinente

*Combien de ballons faut-il pour faire voler un homme ?*

The whiteboard contains the following content:

- Diagram:** A person of mass  $m_h$  is shown with a cluster of balloons. Upward force is  $\vec{P}_A$  (Archimède's push) and downward force is  $\vec{P} = \vec{P}_h + \vec{P}_{ballons}$ . Labels include  $V_b$  (volume of a balloon),  $m_b$  (mass of a balloon), and  $V_{btot}$  (total volume of balloons).
- Equations:**
  - $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$
  - $\vec{P}_A + \vec{P} = \vec{0}$
  - On projette sur  $g$ :  $P_A - P = 0$
  - $\rho_{air} V_{sp} g - m_{sys} g = 0$
  - $\rho_{air} V_{sp} = m_{sys}$
  - $(\rho_{air} n_b V_b - n_b m_b) = m_h$
  - $\rho_{air} n_b V_b + \rho_{air} V_h - n_b m_b = m_h$  (coherent avec l'image)
  - $n (\rho_{air} V_b - m_b) = m_h - \rho_{air} V_h$
  - $n = \frac{m_h - \rho_{air} V_h}{V_b (\rho_{air} - m_b)}$
  - Final result:  $n = 18 \text{ ballons}$
- Calculations on the right:**
  - $V_b = \frac{4}{3} \pi r^3$
  - $\rho_{air} = 1.2 \text{ kg/m}^3$
  - $m_b = 50 \text{ mg}$
  - $V_h = 0.12 \text{ m}^3$
  - $V_b = 2.81 \text{ m}^3$
  - Notes: "Selon l'image, on voit que le ballon comme une sphère parfaite et donc on a  $r = \frac{d}{2}$  la taille d'un ballon moyen" and "Pour le volume de l'homme on l'associe à un pavé droit".
  - Final calculation:  $m_b = m_{moy} + m_{indiv}$ ,  $= 0.050 + \rho_{air} V_h$ ,  $= 0.050 + 0.17 \times 2.81$ ,  $= 0.53 \text{ kg}$
- Left side calculations:**
  - $m_{moy} = 10^5 \text{ kg}$
  - $V_{moy} = 10 \times 10 \times 10 = 1000 \text{ m}^3$
  - $98000 \text{ m}^3 = 98 \times 10^3 = 10^5$
  - $n = \frac{10^5 - 1.2 \times 600}{2.81(1.2 - 0.05)}$
  - $= 34904 \text{ ballons}$

## 3 - Exécuter la stratégie

Calcul analytique, puis numérique

## 4- Valider le résultat.

Comparer le résultat avec la photographie

## Conception du module centrée sur les apprentissages

Que souhaite-t-on demander aux étudiants à l'issue du module ?

Cours – TD – TP – RP sont conçus en même temps.

Cours 12 x 2h	TD 12 x 2h	TP 6 x 4h	RP 6 x 2h
------------------	---------------	--------------	--------------

### La formation

Développer les compétences spécifique à la résolution de problème

Mobiliser les connaissances

Donner plus de sens aux contenus (ajouter de la chair au squelette)

### Les étudiants

Pour des étudiants plus actifs qui prennent le temps de réfléchir

Favoriser l'autonomie dans les apprentissages

Enseigner à des publics hétérogènes : de la physique pour tous

### Les enseignants

Redonner du sens à l'enseignement en travaux dirigés

La pédagogie active pour tous : évoluer dans sa pratique

## La catégorisation des énoncés (Chi, 1981)

### Le novice: l'élève

- Classement par traits de surface: objets dans l'énoncé, situations)

### L'expert: Le scientifique

- Reconnaissance de la structure profonde du problème (principes, lois)

## Les stratégies (Larkin, 1985)

### Le novice: l'élève

- Il part de la question, de l'inconnue demandée, et essaye de combiner les formules (appries) comprenant l'inconnue et le plus possible de données

**Chaînage arrière**



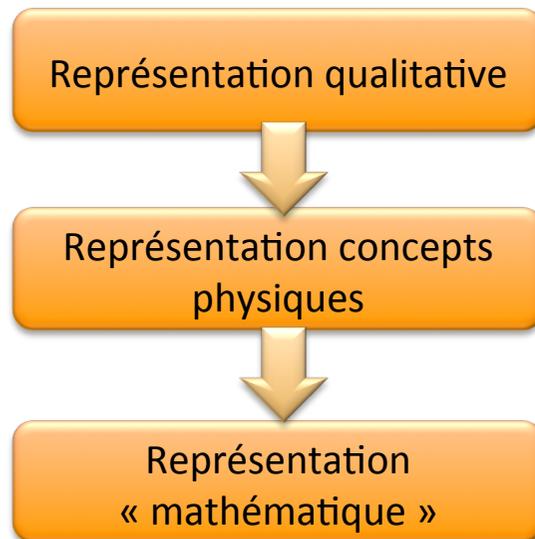
### L'expert: L'enseignant

- Il établit une représentation du problème combinant les données de l'énoncé et allant progressivement vers la solution

**Chaînage avant**

Comment aider les étudiants ?

**2 étapes  
spécifiques à la RP,  
à réfléchir en amont  
pour aider les  
étudiants à travailler  
comme le ferait un  
physicien**



- Construction d'une représentation qualitative (sans descripteur physique) et globale (tous les objets du système)
- Choix de principe et d'un système, par comparaison des connaissances (et de leurs conditions d'application) et des contraintes du problème
- Construction d'un représentation physique utilisant des concepts physiques
- Instanciation du principe retenu
- Résolution mathématique

*Des étapes  
similaires aux  
exercices  
traditionnels*

## Questions

Comment aider les élèves

à se construire une représentation du problème ?

à sélectionner et organiser les informations de manière pertinente afin d'éviter le recours à des traits de surface ?

## Méthode

Analyser l'existant (format actuel de la RP) pour comprendre ce qu'il se passe (connaissances, compétences)

Elaborer des progressions pédagogiques

## Points importants à prendre en compte

Les guides trop précis ne sont pas suivis par les élèves

La référence à l'expert « enseignant » est une impasse, les orientations actuelles prennent pour référence l'expert « chercheur »