

Concevoir et animer les TD autrement

Deux exemples :
les *tutorials* et la résolution de problème

Maria Barbi
Jean-Michel Courty

Repenser l'enseignement

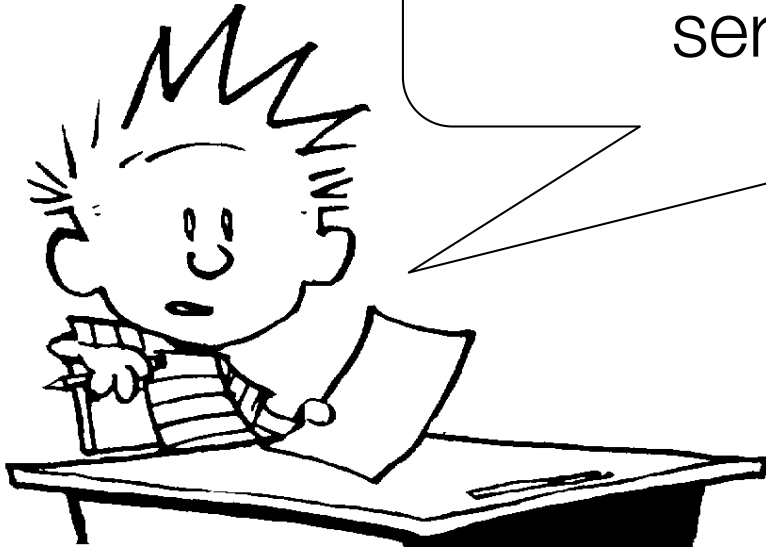
teaching is not telling



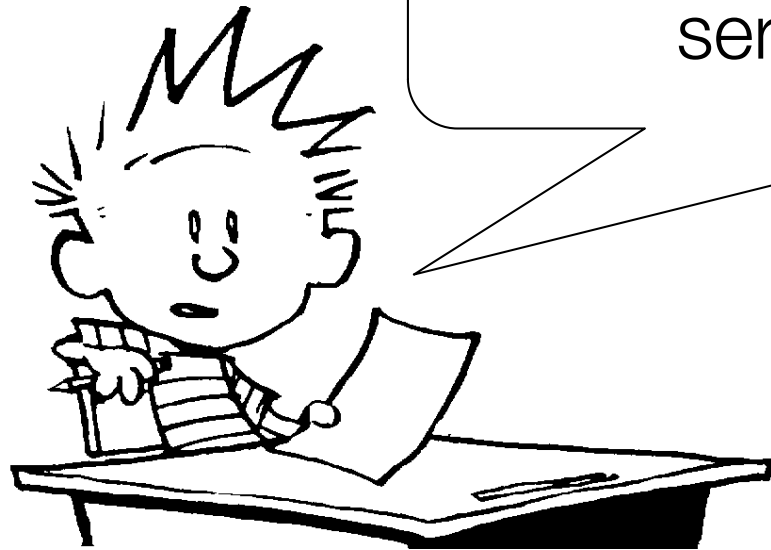
hommage à Alexander Rudolph

Calvin en TD

Je ne vais pas en cours ; c'est le TD qui sert pour passer l'examen.



Calvin en TD



Je ne vais pas en cours ; c'est le TD qui sert pour passer l'examen.

traduction :

ma présence physique en TD doit suffire pour passer l'examen. Si ça ne suffit pas, c'est la faute de mon enseignant !

Constats partagés

- **passivité**
 - pas de **préparation** du TD
 - pas de **travail** maison
 - pas de questionnements
 - **attente** de la correction au tableau
- **mauvais résultats**
 - difficulté pour assimiler les **concepts**, fausses idées persistantes
 - difficulté pour **exécuter** une tâche (exercice, calcul, A.N.)



Constats partagés

- relation « difficile » avec l'enseignant
 - je **n'ose pas** m'exposer
 - mais j'exige **qu'on me donne les moyens** pour réussir
- des difficultés aussi pour l'enseignant
 - difficulté à se positionner
 - impression **d'inutilité** (recopier le corrigé au tableau...)
 - **déçu** des résultats
 - manque de **motivation**

(adultes autonomes ou
enfants à encadrer ?)



Les TD autrement

deux pistes :

- **épauler les TD avec d'autres activités**
 - **TP** et TP numériques
 - **projets** (bibliographiques, expérimentaux, théoriques, numériques...)
- **changer la manière de travailler en TD**
 - **matériel suppl.** : exercices corrigés, programme détaillé, ...
 - **travail supplémentaire** : devoirs maison, « antisèche », ...
 - contrôles rapides, « bande annonce de l'examen »
 - « **soutien** » en petits groupes
- **résolution de problème**
- **tutorials**

travail en groupe



Question ouverte

quels objectifs pour quelles activités ?



tutorials

objectifs affichés de l'« *interactive learning* » :

(depuis Alexander Rudolph)

- stimuler l'**activité** et l'**autonomie** des étudiants
- les inciter à **s'exprimer**
- **susciter des questions** plutôt que donner des réponses non demandées
- mettre en évidence et résoudre les **idées fausses**, travailler à l'apprentissage des **concepts**

Qu'est-ce qu'un tutorial ?

- **concepts** : un exercice complémentaire aux TD classiques, où on teste la compréhension des **concepts**
- **activité** : on travaille en **groupes** de 4 : les étudiants doivent **discuter** et se mettre d'accord sur la bonne réponse
- **autonomie** : **l'enseignant** donne le rythme, réoriente la discussion des groupes, suggère des pistes, veille à que tout le monde participe, mais en aucun cas répond aux questions à la place des étudiants
- **idées fausses** : les étudiants sont incités à avancer et peuvent ensuite revenir en arrière avec plus d'éléments pour répondre aux questions incomplètes et **résoudre les incohérences**

tutorial vu de loin



tutorial vu de plus près

Thermodynamique et énergie – LP214

Maria Barbi – Stéphanie Bouneau – François Mallet



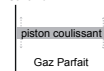
Tutorat 2 : La loi des gaz parfaits

1 Pression

Un cylindre contient un gaz parfait à température ambiante. Le cylindre est fermé avec un piston de masse M et de surface A qui est libre de se déplacer vers le haut ou le bas sans frottements. Aucun gaz ne peut ni entrer ni quitter le cylindre. Le piston est immobile. La pression atmosphérique (c'est-à-dire la pression de l'air autour du cylindre) est P_0 .

A. Dans l'espace prévu à cet effet, tracer le bilan des forces s'appliquant au piston. Pour chaque force, indiquez (1) son type, (2) l'objet sur lequel la force s'exerce, (3) l'objet exerçant la force.

Schéma:



Bilan des forces:



Force Totale:



Ecrire un équation qui relie les amplitudes des forces verticales exercées sur le piston. (*indication* : Comment ces forces sont-elles reliées à la force totale?).

D. La pression du gaz dans le cylindre est-elle *plus grande, plus petite ou égale* à la pression atmosphérique? Expliquez.

Déterminez la valeur de la pression du gaz dans le cylindre en fonction des grandeurs introduites. (*indication* : Parmi les forces s'exerçant sur le piston, laquelle peut-on utiliser pour trouver la pression du gaz?).

E. Un second cylindre contient un échantillon différent d'un gaz parfait à température ambiante. Les deux cylindres et leurs pistons sont identiques.

La pression du gaz dans le second cylindre est-elle *plus grande, plus petite ou égale* à celle du premier cylindre? Si vous ne pouvez pas répondre, dites-le explicitement. Expliquez.

► Discutez de vos réponses avec l'encadrant avant de poursuivre.

2 Pression et température

A. Un cylindre similaire à ceux décrit dans la partie précédente, contient une quantité fixe de gaz. A l'instant initial, ce gaz est en équilibre thermique avec un bain d'eau glacée. La pression, le volume et la température du gaz sont P_i , V_i et T_i , respectivement.

Le cylindre est ensuite retiré de l'eau glacée et mis en contact avec de l'eau bouillante. Au bout d'un certain temps, le gaz est à l'équilibre thermique avec l'eau bouillante. La pression, le volume et la température du gaz sont alors P_f , V_f et T_f , respectivement.

Instant i :



Instant f :



1. T_f est-elle *plus grande, plus petite ou égale* à T_i ? Expliquez.

2. P_f est-elle *plus grande, plus petite ou égale* à P_i ? Expliquez.

Vos réponses sont-elles cohérentes avec celles de la partie D du paragraphe 1? Si ce n'est pas le cas, résolvez les incohérences.

3. V_f est-il *plus grand, plus petit ou égal* à V_i ? Expliquez.

Votre réponse est-elle cohérente avec la loi des gaz parfaits (c) ? Si ce n'est pas le cas, résolvez les incohérences.

B. Dans l'expérience de la partie A ci-dessus, parmi les quantités P , V , T , lesquelles peuvent varier? Expliquez comment vous le savez.

C. Considérez le dialogue suivant entre étudiants sur l'expérience A.
Elève 1 : "Selon la loi des gaz parfaits, la pression et le volume du gaz sont liés. Comme la température du gaz a augmenté, la pression et le volume doivent aussi augmenter."
Elève 2 : "En effet. Puisque la quantité de gaz n'a pas changé, la pression a nécessairement augmenté."

Êtes-vous d'accord avec ces étudiants? Expliquez votre raisonnement.

► Discutez de vos réponses avec l'encadrant avant de poursuivre.

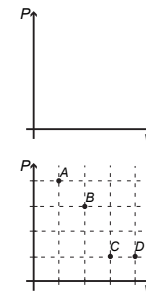
3 diagrammes PV

Les transformations des gaz parfaits sont souvent représentées graphiquement. Par exemple, un *diagramme PV* est un graphe de la pression P en fonction du volume V pour un échantillon de gaz donné. Un point unique (P, V) sur ce graphe représente des valeurs mesurées simultanément de la pression P et du volume V . Ces deux valeurs définissent un *état* du gaz. (Par convention, l'origine (0,0) est le point d'intersection des axes.)

A. Représentez la transformation de la section II dans le diagramme PV prévu à cet effet. Indiquez quel est l'état initial et l'état final du gaz.

Est-ce cohérent avec votre réponse du B. de la partie 2?

B. Le même échantillon de gaz parfait est utilisé pour une nouvelle expérience. La pression et le volume d'un gaz sont mesurés à différents temps (t_A , t_B , t_C , t_D). Leurs différentes valeurs sont reportées sur le diagramme ci-contre.



1. Ordonnez de façon décroissante les états de A à D suivant la température du gaz, de la plus grande à la plus petite. Si deux températures sont égales, soyez explicite.

2. Votre classement est-il en accord avec la loi des gaz parfaits? Si ce n'est pas le cas, résolvez vos incohérences.

3. Est-il possible pour le même échantillon de gaz parfait d'être dans un état tel qu'il a le même volume que dans l'état B et la même température que dans l'état A? Si c'est le cas, représentez ce point dans le diagramme PV . Si c'est impossible, dites pourquoi.

► Discutez de vos réponses avec l'encadrant avant de poursuivre.

4 Nombre d'Avogadro

A. Deux cylindres identiques sont celle à ce qui a été décrit précédemment. Le premier cylindre contient un gaz parfait et le second un gaz réel. Ils se trouvent à la même hauteur.

(a) Comparez les volumes des gaz.

(b) Comparez les températures des gaz.

(c) Comparez les pressions des gaz.

(d) Comparez le nombre de moles des gaz.

Vos réponses sont-elles cohérentes avec la loi des gaz parfaits? Si ce n'est pas le cas, résolvez les incohérences.

B. Un étudiant s'intéresse aux masses molaires et trouve une valeur de 2 g pour H_2 et de 32 g pour O_2 .

(a) Donnez une interprétation de ces deux valeurs. (*Note* : une formule n'est pas considérée comme une interprétation.)

(b) Comparez les masses des deux échantillons dans les deux cylindres. Expliquez.

C. Considérons la discussion suivante entre des étudiants au sujet des deux cylindres décrits ci-dessus.

Elève 1 : "Puisque les molécules d'hydrogène sont bien plus petites que celles d'oxygène, il devrait y en avoir plus dans le même volume."

Elève 2 : "C'est faux. Puisque $n = 2$ pour l'hydrogène et $n = 32$ pour l'oxygène, il doit y avoir plus de molécules d'oxygène."

Trouver les erreurs dans les déclarations des deux étudiants. Expliquez.

tutorial vu de très près

Thermodynamique et énergie – LP214

Maria Barbi – Stéphanie Bonneau – François Mallet



Tutorat 2 : La loi des gaz parfaits

1 Pression

Un cylindre contient un gaz parfait à température ambiante. Le cylindre est fermé avec un piston de masse M et de surface A qui est libre de

B. Dans l'espace prévu à cet effet, dessiner une flèche pour indiquer la direction de la force totale exercée sur le piston. Si cette force est nulle, exprimer le explicitement.

C. La force exercée sur le piston par le gaz à *l'intérieur* du cylindre est-elle plus grande, plus petite ou égale à la force exercée par l'air *en dehors* du cylindre ? Expliquez.

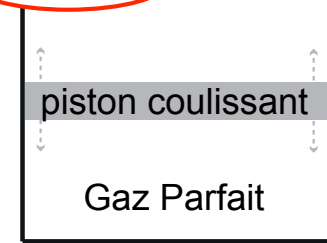
Ecrire un équation qui relie les amplitudes des forces verticales exercées sur le piston. (*indication* : Comment ces forces sont-elles reliées à la force totale ?).

D. La pression du gaz dans le cylindre est-elle *plus grande, plus petite ou égale* à la pression atmosphérique ? Expliquez.

E. Un second cylindre contient un échantillon différent d'un gaz parfait à température ambiante. Les deux cylindres et leurs pistons sont identiques.

► Discutez de vos réponses avec l'encadrant avant de poursuivre.

Schéma:



Bilan des forces:



tutorial vu de très près

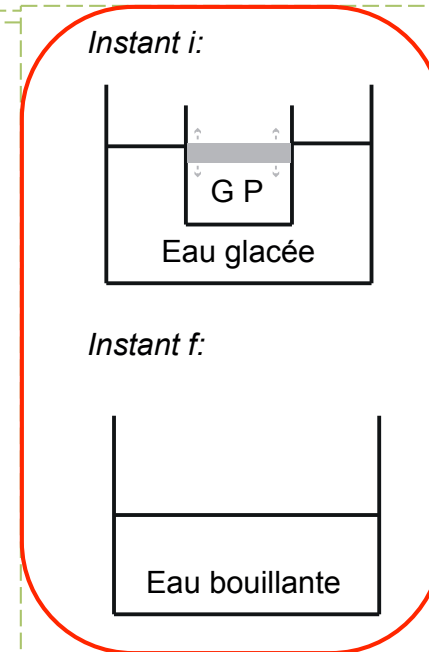
2 Pression et température

- A. Un cylindre similaire à ceux décrit dans la partie précédente, contient une quantité fixée de gaz. A l'instant initial, ce gaz est en équilibre thermique avec un bain d'eau glacée. La pression, le volume et la température du gaz sont P_i , V_i et T_i , respectivement.

Le cylindre est ensuite retiré de l'eau glacée et mis en contact avec de l'eau bouillante. Au bout d'un certain temps, le gaz est à l'équilibre thermique avec l'eau bouillante. La pression, le volume et la température du gaz sont alors P_f , V_f et T_f , respectivement.

1. T_f est-elle *plus grande*, *plus petite* ou *égale* à T_i ? Expliquez.
2. P_f est-elle *plus grande*, *plus petite* ou *égale* à P_i ? Expliquez.

Vos réponses sont-elles cohérentes avec celles de la partie D du paragraphe 1 ? Si ce n'est pas le cas, résolvez les incohérences.



- C. Considérez le dialogue suivant entres étudiants sur l'expérience précédente.

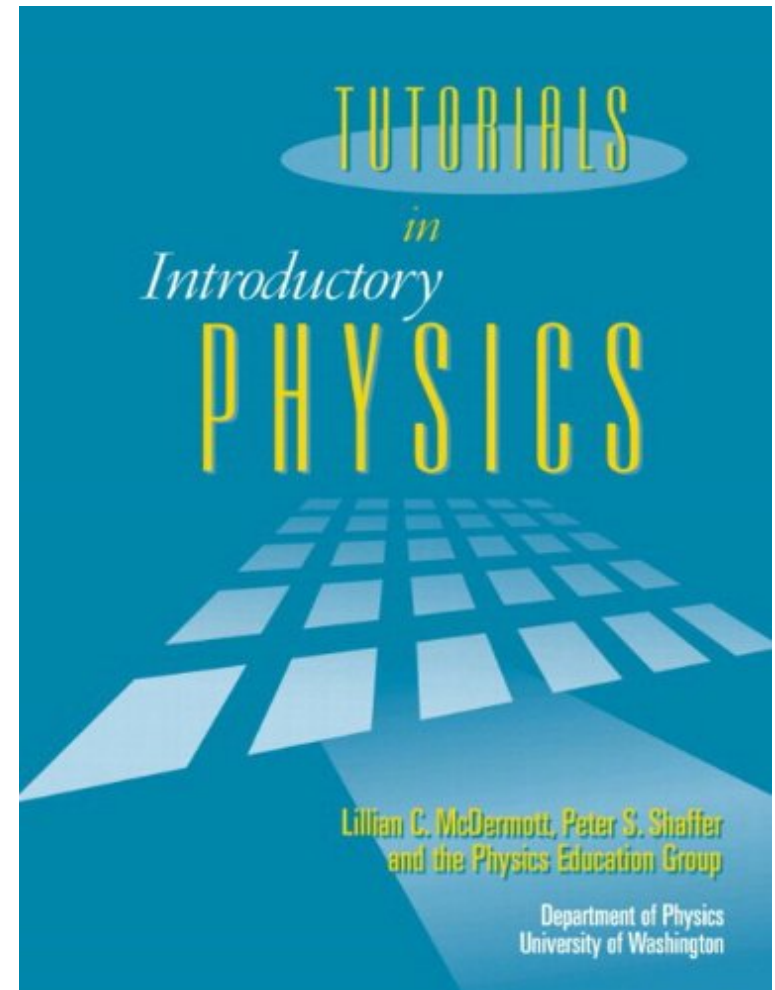
Elève 1 : "Selon la loi des gaz parfaits, la pression est proportionnelle à la température. Comme la température du gaz a augmenté, la pression doit augmenter."

Elève 2 : "En effet. Puisque la quantité de gaz n'a pas varié, le volume n'a pas changé. donc la pression à nécessairement augmenté."

Etes-vous d'accord avec ces étudiants ? Expliquez votre raisonnement.

Où les trouver

- 1) tutorials (téléchargéables) de University of Maryland's Physics Education Research Group.
- 2) tutorials de University of Washington :
 - dont nous nous sommes tous servi
 - au moins 6 en mécanique et 4 en thermo ont été traduits en français (par nous)



En pratique

- testé dans quelques UE
(LP111 (mouv et énergie), LP112 (méca), LP205 (électromag), LP214 (thermo)..)
- **bonne impression des enseignants** : ils discutent de physique !
- **bon accueil des étudiants** en général (mais public hétérogène)
- non, pas trop de bruit !
- difficulté : trouver le **bonnes réponses** à leurs questions
(« c'est bon, madame ? »)
- difficulté : tenir dans **les temps**
- choix à faire : **rapport temps tutorial/TD classique** (1/6 ?)
- choix à faire : continuer à travailler en **groupe en TD classique** ?

Evaluation de la méthode et des étudiants

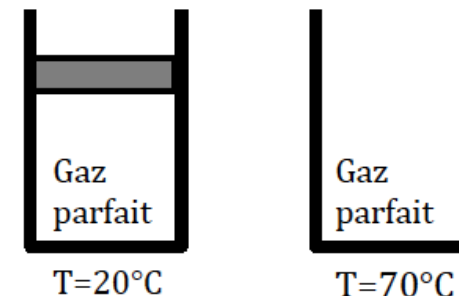
- **Méthode:** les tutorials aident à passer l'examen ?
évaluations en cours en LP112 :
Testé et approuvé aux USA !
méthodes : tests de début/fin de cours



- **Examen:**
simple d'insérer des « **questions tutorial** » à l'examen :
les textes en proposent (aussi que des devoirs maison)

Questions : Loi des gaz parfaits

A. Deux cylindres identiques fermés par des pistons libres de glisser sans frottement contiennent *le même nombre de moles* d'un même gaz parfait à *la même pression*. Le cylindre 1 et son contenu sont à la température ambiante, 20°C . Le piston a une masse M . Le cylindre 2 et son contenu sont à la température de 70°C . Le piston qui ferme le cylindre 2 n'est pas montré dans la figure.



- 1) La masse du piston qui ferme le cylindre 2 est-elle plus grande, plus petite ou égale à la masse M du piston dans le cylindre 1 ? Expliquer.
- 2) La position du piston dans le cylindre 2 est-elle plus élevée (plus en haut), plus basse ou égale à celle du piston dans le cylindre 1 ? Expliquer.

Deux conclusions préliminaires

1. travailler sur les concepts est utile

d'autres formes possibles ?

2. travailler en groupe fait du bien !

alors, travailler en groupe plus souvent ?

et comment réinventer le « travail personnel » ?

