

Enseignement-Apprentissage de la notion de chaleur par l'approche par compétence

[Teaching-Learning of heat notion by skill approach]

Alphonse Djesse MAMBU TUFUKAMA

Département de Physique, Faculté des Sciences, Université Pédagogique Nationale (UPN), BP 8815, Kinshasa / Ngaliema,
RD Congo

Copyright © 2019 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Teaching physics in the DRC (Democratic Republic of Congo) basic to the PPO (Pedagogy by objective) with a focus on what the learner needs to know at the end of the lesson. In this literature, we try to renovate this teaching by putting a focus of problem based learning by the APC (Approach by competence). This approach allows the learner :

- to improve the assimilation of the learned concepts and to concretize them by concrete realizations;
- to mobilize the resources.
- to develop the competences.

On this we propose some lessons on the heat with a new methodological structure.

Somme schools in the DR Congo have been successful because the APC has significantly improved the overall performance of even the weakest learners.

KEYWORDS: lesson, resources, molecules, knowledge, learner.

RÉSUMÉ: L'enseignement de la Physique en République Démocratique du Congo (RDC), se base sur la Pédagogie Par Objectif (PPO) avec un accent sur ce que l'apprenant doit savoir à la fin de la leçon.

Dans cette littérature, nous tentons rénover cet enseignement en mettant un accent sur l'apprentissage par la mise de l'apprenant en situation-problème par l'Approche Par Compétence (APC).

Cette approche permet à l'apprenant :

- d'améliorer l'assimilation des notions apprises et de les concrétiser par des réalisations concrètes.
- de mobiliser les ressources.
- de développer les compétences.

Sur ce, nous proposons quelques leçons sur la chaleur avec une nouvelle structure méthodologique.

Une expérimentation dans quelques écoles de la RD Congo a porté du bon fruit car l'APC a amélioré significativement les performances globales des apprenants même les plus faibles.

MOTS-CLEFS: leçon, ressources, molécules, savoir, apprenant.

1 INTRODUCTION

La pédagogie traditionnelle, utilisée dans les écoles de la République Démocratique du Congo (RDC), met l'accent sur une dimension de la relation pédagogique : *enseignement*. En exploitant la Pédagogie Par Objectif (PPO), les contenus des leçons sont conçus et construits, au préalable, par l'enseignant avec comme question principale : *que doit savoir l'apprenant à la fin de la leçon ?*

Mais l'enseignement doit être lié à son corollaire *apprentissage* pour permettre à l'apprenant de concrétiser les notions théoriques apprises et les exploiter dans des réalisations concrètes.

Sur ce, nous nous sommes posés la question suivante :

L'approche Par Compétence (APC), mettant l'apprenant dans une situation problème, ne pourra-t-elle pas rendre celui-ci auteur de la construction de ses propres connaissances, en améliorant l'assimilation des notions ?

En exploitant une nouvelle structure méthodologique mettant l'apprenant dans une situation problème, l'apprenant peut apprendre à construire ses connaissances en améliorant sa compréhension fonctionnelle de la notion sur la chaleur et à devenir compétitif dans la société.

L'objectif de cette étude est d'améliorer l'analyse et l'organisation de la de la matière, de mobiliser les ressources de l'apprenant, de développer ses compétences et de le rendre participatif dans la construction du modèle qualitatif.

2 MATERIEL ET METHODES

Comme méthode, nous avons utilisé l'Approche Par Compétence et un test de diagnostic.

Comme échantillons, nous avons considéré des apprenants de la classe de 4^{ème} scientifique des écoles de la RD Congo.

Comme matériel, nous avons conçu une nouvelle fiche méthodologique de la manière suivante :

Fiche méthodologique

Ecole :

Date :

Classe :

Références bibliographiques :

Matériels didactiques :

a) Introduction

- L'enfant est mis devant une situation déjà rencontrée. Cela lui permet de se rappeler des notions apprises. Il doit réagir et fournir une réponse adaptée.
- L'enfant est mis devant une situation nouvelle qui va l'amener à découvrir la leçon.

b) Développement

b1. Mise en situation :

L'enseignant présente la situation, soit à examiner, soit à analyser, ...

Cette mise en situation aboutit à un questionnement.

Inscription dans le Journal de classe

b2. Activité d'ensemble

Par la méthode interrogative, l'enseignant pose des questions :

- Phase d'action : Les élèves discutent et formulent leur interprétation.
- Phase de validation : ils recourent à l'expérience pour trancher.
- Présentation de l'obstacle à franchir : à partir de ce franchissement, il y aura rupture dans la conception.

b3. Connaissances à mobiliser

L'apprenant parcourt les notions qui seront nécessaires pour une bonne assimilation du sujet à traiter.

b4. Institutionnalisation du savoir :

Par la méthode expositive, l'enseignant intervient en sa qualité du représentant du savoir.

b5. Contrôle des acquis :

Dans le but de consolider l'acquisition de savoirs et de compétences spécifiques, l'enseignant pose des questions relatives à la vie quotidienne pour relier la théorie à la vie pratique et active.

b₆. Activité quantitative :

Dans le but de développer l'aspect quantitatif, l'enseignant, avec le concours des apprenants, cherche à élaborer la formule relative à la notion étudiée.

Les apprenants effectuent les calculs relatifs à la formule établie.

b₇. Pour approfondir davantage :

L'enseignant étale ses connaissances sur le sujet du jour : historique , découverte...pour prolonger le thème dans le but d'augmenter la culture générale.

b₈. Compétences à atteindre :

L'enseignant présente les éléments qui permettront à l'apprenant de lister les savoirs et compétences spécifiques mobilisables dans des activités d'intégration c'est-à-dire ce que l'apprenant sera capable de savoir et savoir-faire à la fin de la leçon.

b₉. Savoir-agir

L'enseignant initie l'apprenant à la fabrication du matériel.

3 DÉVELOPPEMENT

Thème : La Chaleur

Leçon 1

Introduction :

En 3^{ème} année , le cours de physique a répondu aux questions :

- De quoi est constituée la matière ?
- Quand un corps possède-t-il de l'énergie ?
- Comment se comportent les particules de la matière ?

Cependant, il n'a pas tenté de répondre aux questions :

- Comment se comportent les molécules d'un corps chauffé ?
- Que devient l'énergie cinétique de ces molécules sous l'effet de la chaleur ?

C'est en 4^{ème} que nous allons répondre à ces questions.

a. Mise en situation :

Dans la classe de troisième, tu as appris que la matière est faite des molécules et que ces molécules sont en perpétuel mouvement désordonné à l'état normal (phénomène observé par le botaniste anglais Robert Brown en mouvement brownien).

Et dans la vie courante, tu peux observer une série de phénomènes qui sont moins familiers :

- tu frottes les mains et elles deviennent chaudes,
- tu plies et replies une barre de fer et elle devient chaude,
- tu mets la marmite au feu et elle devient chaude, ...

Face à ces phénomènes, tu peux te contenter de regarder, observer et chercher à comprendre ce qui se passe. Tu peux te poser la question :

Que se passe-t-il dans ce corps pour qu'il devienne chaud ?

Consigne : pour répondre à cette question relative à la chaleur et te rendre compte du phénomène observé, tu peux utiliser le modèle microscopique.

b. *Activité d'ensemble*

Démarche expérimentale :

- Phase de validation : les apprenants recourent à l'expérience :
 - . certains apprenants frottent leurs mains,
 - . d'autres plient et replient un fil de fer,
 - . d'autres encore tirent la table le long du pavé,
- Présentation de l'obstacle à franchir : on observe ce qui se passe pendant et à la fin.

c. *Connaissances à mobiliser*

- les modèles moléculaires.
- les équations chimiques

d. *Institutionnalisation du savoir* : La chaleur

L'enseignant intervient en sa qualité de représentant du savoir en physique, pour institutionnaliser le savoir que l'apprenant devra retenir par rapport au savoir qu'il a construit :

A l'état normal, les molécules d'un corps sont en perpétuel mouvement autour de leur position d'équilibre. Chacun des mouvements (rotation, translation, vibration) possède un certain nombre de degré de liberté.

A l'état chauffé, les molécules passent de petites vibrations autour d'une position d'équilibre à des mouvements désordonnés à grande vitesse.

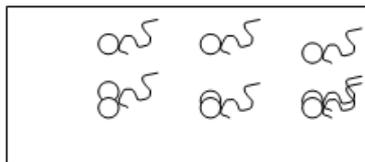


Fig. 1. Molécules en mouvement désordonné

Prise séparément, chaque particule peut avoir des quantités de mouvement de grandeur ou de direction quelconque, si bien que, en ce sens, l'agitation thermique apparaît désordonnée.

Comme le corps se caractérise par une agitation interne des molécules et que celles-ci présentent généralement des vitesses différentes à chaque instant, la détermination de la vitesse moyenne des molécules dans un état donné produit l'énergie cinétique moyenne.

Chaque particule possède une énergie cinétique due à cette agitation et dont la valeur dépend de la particule. Il s'ensuit des chocs des molécules. Lors du choc, l'électron cède une partie de son énergie cinétique à l'atome. Celui-ci oscille avec une amplitude plus grande.

L'énergie cinétique moyenne d'agitation, des molécules augmente la température.

L'énergie cinétique totale de toutes les molécules augmente la chaleur.

La chaleur est conservée dans un calorimètre et dépend de la masse du corps chauffé, de sa nature et de la variation de la température. Elle s'exprime en kilocalorie.

e. *Contrôle des acquis*

1. En quel endroit fait-il plus chaud entre Kinshasa : 30 °C et Matadi : 86 °F ?
2. Existe-t-il un lien entre la chaleur et la température ?

f. Pour en savoir plus (c'est la culture générale liée au thème)

En 1760, l'écossais Joseph BLACK conçut le premier calorimètre. Il calculait la quantité de chaleur mise en jeu d'après le volume de la glace fondue par un corps étudié.

En 1780, LAVOISIER et LAPLACE mesurèrent la chaleur animale en gardant un cobaye enfermé pendant 10 h dans un calorimètre à glace et en effectuant des études sur la chaleur. Ils fondèrent la calorimétrie.

Entre Matadi à 30 °C et Kinshasa 86 °F, la chaleur est la même car une simple conversion de température (de la glace fondante : 0° pour Celsius et 32° pour Fahrenheit et de l'eau bouillante : 100° pour Celsius et 212 pour Fahrenheit. permet de le vérifier).

g. Compétences à atteindre

A la fin de ce chapitre, l'apprenant sera en mesure :

- d'expliquer le concept – chaleur,
 - de décrire ce phénomène
 - d'interpréter les observations conduisant à la notion de chaleur
- } Savoir faire
- de définir la chaleur,
- } Savoir
- de fabriquer un calorimètre
- } Savoir agir

Leçon 2

h. Savoir agir

Fabrication d'un calorimètre à partir d'un morceau de PVC, une boîte métallique et des lièges.

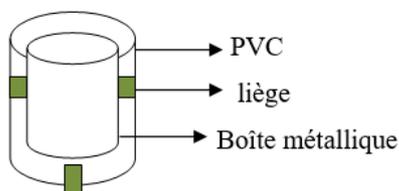


Fig. 2. Un calorimètre de fabrication locale

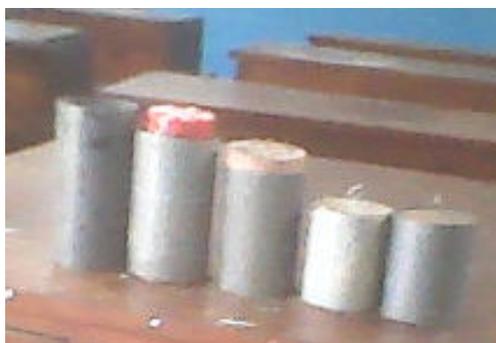


Photo 1 : Calorimètres vus de l'extérieur



Photo 2 : Calorimètres vus de l'intérieur

S/thème 1 : La notion de la quantité de chaleur**Leçon 1***Introduction :*

A la première leçon, le cours de physique a répondu aux questions :

- Comment se comportent les molécules d'un corps chauffé ?
- Que devient l'énergie cinétique de ces molécules sous l'effet de la chaleur ?

Cependant, il n'a pas déterminé une relation donnant cette chaleur.

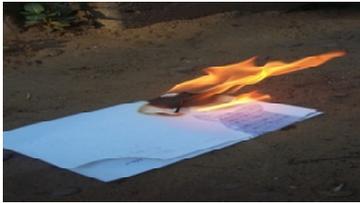
a. Mise en situation :

Puisque l'énergie dépend de la masse et des chocs des particules, il doit y avoir une relation mathématique reliant les composantes. Mais quelle est cette relation ?

b. Activités d'ensemble :

Démarche expérimentale.

- L'élève A brûle 1 papier et l'élève B brûle 10 papiers.



Photos 1-2 : Chaleur produite par 1 papier - 10 papiers brûlés

- L'élève C brûle du papier, l'élève D brûle du bois, l'élève E brûle du pétrole, l'élève F brûle de l'essence et l'élève G brûle du gasoil.



Photos 3-4-5-6 : Chaleur produite par du papier - du bois - du pétrole - de l'essence

- L'élève H plonge sa main gauche dans un bassin d'eau chauffée à 10 °C et la main droite dans un bassin contenant l'eau chauffée à 50 °C.



Photo 7 : Chaleur de l'eau chauffée à 10° C - 50°C

Se poser la question : la chaleur dégagée est-elle la même dans les différents cas ?

Emettre les hypothèses : De quoi dépend cette chaleur ?

Il est à noter que l'hypothèse est une affirmation proposant une réponse à une question posée dans un cadre déterminé. Elle est basée sur les observations et les savoirs.

Pour répondre à cette question, proposer des explications basées sur les observations :

- Hypothèse 1 : la chaleur est la même.
- Hypothèse 2 : La chaleur change selon le corps chauffé.
- Hypothèse 3 : La sensation de chaleur est plus grande d'un côté que l'autre.

Chacune de ces hypothèses sera confirmée ou infirmée en vertu des observations.

Confronter les hypothèses à l'observation.

- La quantité de 10 papiers émet une grande flamme qu'un papier :

l'hypothèse 1 est infirmée.

- La chaleur du bois est différente de celle du papier, à celle de l'essence, à celle du pétrole, :

l'hypothèse 2 est confirmée.

- La main droite a une sensation plus grande que la main gauche. :

l'hypothèse 3 est confirmée.

Quelle relation mathématique peut-on établir entre ces paramètres ?

c. Connaissances à mobiliser :

- Les équations mathématiques du premier degré, le système d'équations
- L'équilibre chimique, le modèle moléculaire,
- La linguistique (conjugaison, vocabulaire) pour le rapport de l'expérience

d. Institutionnalisation du savoir :

La chaleur dépend de la masse du corps chauffé, de sa nature et de la variation de la température. Elle s'exprime en kilocalorie.

- Si on doit tenir compte du récipient (sa capacité calorifique), on ajoute, le produit de sa masse à sa chaleur massique.
- S'il s'agit d'un gaz, on doit tenir compte d'autres paramètres compte tenu de la compressibilité du gaz.

e. Contrôle des acquis

On introduit 5 kg d'eau chauffée à 10°C et 2 kg d'eau chauffée à 50°C dans un récipient, le mélange sera à quelle température ?

Pendant le mélange, la chaleur cédée par un corps sera - elle égale en valeur absolue ou différente à celle gagnée par l'autre.

f. Activités quantitatives

- *Relation arithmétique pour les liquides*

- Si :
- **m** est la masse de la substance brûlée,
 - **c** est le coefficient du facteur qui dépend de la nature de la substance,
 - $\Delta\theta$ la variation de la température,

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

c est appelé *chaleur massique*

- Ex : Pour l'eau : $c = 1 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$
Pour le cuivre : $0,09 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$

Cette relation permet de calculer la quantité de chaleur échangée par un corps dont la température varie en dehors de tout changement d'état.

Cette chaleur est dite sensible car c'est elle qui est absorbée lors d'une élévation de température et est restituée intégralement lors d'un abaissement de la température.

Lorsque nous introduisons dans un récipient deux liquides aux températures différentes, l'un va céder une quantité de chaleur à l'autre qui va en bénéficier. La quantité cédée (perdue) par l'un est égale, en valeur absolue, à la quantité gagnée par l'autre : on parle du bilan thermique :

$$|Q_p| = |Q_g|$$

- *Relation arithmétique pour les gaz*

Dans la formule de la quantité de chaleur, la chaleur massique tiendra compte de la pression et du volume :

- à pression constante : c_p
- à volume constant : c_v

La relation entre les chaleurs massiques :

$$c_p - c_v = \frac{R}{M}$$

R est la constante des gaz parfaits = $8,31448 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ M la masse molaire du gaz.

g. Contrôle des acquis

1. En tenant compte de la capacité calorifique du récipient en cuivre de masse 500 g, les valeurs ci-dessus seront-elles augmentées ou réduites ?
2. Sera-t-il de même avec un liquide autre que l'eau ?

h. Pour en savoir plus (c'est la culture générale liée au thème)

Cette chaleur est proportionnelle à la température : en effet, plus la température augmente, plus la chaleur augmente.

Outre les échelles Celsius, Fahrenheit et Réaumur, il y a l'échelle Rankine qui est étalonnée de 491,7 à 671,7.

i. Les compétences à atteindre :

A la fin de ce chapitre, l'apprenant sera en mesure :

- | | | |
|---|---|--------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - d'établir ses formules - d'interpréter les observations conduisant - à la notion de chaleur - de calculer la quantité de chaleur dégagée | } | Savoir faire |
| <ul style="list-style-type: none"> - de vérifier les hypothèses - de citer les facteurs de la chaleur | } | Savoir |

Leçon 2

a. Mise en situation

A la leçon précédente, nous avons déterminé les relations arithmétiques relatives à la chaleur.

b. Activités quantitatives

- *Relation arithmétique :*

- En ce qui concerne les liquides :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

- En ce qui concerne les gaz : $c_p - c_v = \frac{R}{M}$

- Applications numériques liées à la relation

1. Quelle est la température d'équilibre du mélange obtenu entre 500 g d'eau à 10 °C et 200 g d'eau à 50°C ?

Résolution

- Etape 1 : Les données :
 masse 1 : 500 g d'eau $t_1= 10^\circ\text{C}$
 masse 2 : 200 g d'eau $t_1= 50^\circ\text{C}$
 chaleur massique de l'eau : $c= 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$
- Etape 2 : L'inconnue : température d'équilibre θ_{equil}
- Etape 3 : Recherche du rapport : la masse 1 gagne de la chaleur : Q_g et la masse 2 en perd : Q_p
- Etape 4 : Calcul : $Q_g = 500 \text{ g} \cdot 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \cdot (\theta_{\text{equil}} - 10^\circ\text{C})$
 $Q_p = 200 \text{ g} \cdot 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} (50^\circ\text{C} - \theta_{\text{equil}})$
 Le bilan thermique : $Q_g = Q_p$
- Etape 5 : Lecture finale : la température d'équilibre est de 21,4 °C.

- Phase expérimentale

- Matériels :
 * calorimètre fabriqué par les apprenants
 * thermomètre
 * balance digitale
- Mode opératoire :
 * chauffer l'eau à 10°C, prélever 50 cl et introduire dans le calorimètre.
 * chauffer l'eau à 50°C, prélever 20 cl et introduire dans le calorimètre.
- Lecture finale : lire la température du mélange.

Applications proposées

2. Quelle masse d'eau à 0° C doit-on ajouter à 700 g d'eau à 20° C pour obtenir de l'eau à 8° C ?

Rép. $m=1.050 \text{ g}$

3. Quelle est la chaleur dégagée par 1 kg d'eau lorsque la température passe de 10°C à 50°C ?

Rép. $Q= 40 \text{ kcal}$

4. Un calorimètre de cuivre de masse 25 g contient 100 g d'une huile à 8 ° C. On y introduit 200 g de cuivre à 10 ° C . Calculer la chaleur massique de cette huile si la température finale est de 28 ° C ($c_{Cu} = 0.09 \text{ cal/ g } ^\circ\text{C}$).

Rép. $c= 0,5 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$

i. Les compétences à atteindre :

A la fin de ce chapitre, l'apprenant sera en mesure :

- de calculer la quantité de chaleur dégagée

} *Savoir faire*

4 RESULTATS

Nous avons expérimenté cette méthode dans certaines classes de la RD Congo et nous avons obtenu les résultats suivants à un test de diagnostic :

Tableau 1. Résultat global des apprenants avec l'Approche Par Compétence

Effectif	Réussite		Echec		Meilleure note /20		Faible note /20		Moyenne /20	
	Nbre	%	Nbre	%	Valeur	%	Valeur	%	Valeur	%
100	97	97	3	97	17	85	9	45	26,14	65,35

5 DISCUSSION

La discussion s'est focalisée sur la comparaison des résultats avec ceux obtenus pour un test similaire avec l'ancienne méthode : la Pédagogie Par Objectif.

Tableau 2. Résultat global des apprenants par la Pédagogie Par Objectif

Effectif	Réussite		Echec		Meilleure note /20		Faible note /20		Moyenne /20	
	Nbre	%	Nbre	%	Valeur	%	Valeur	%	Valeur	%
100	67	67	33	33	13	65	7	35	10	50

6 CONCLUSION

Les tests effectués dans certaines écoles de la RDC ont prouvé que l'utilisation de l'Approche Par Compétence et l'aspect microscopique améliorent significativement les performances globales des apprenants dans un post test par comparaison avec une communication de l'enseignement magistral.

Les apprenants, entraînés par la nouvelle approche, deviennent capables d'interpréter certains phénomènes et concepts de base. Cette approche rend les apprenants apte à exploiter les acquis de la Physique et à les développer dans la vie pratique avec un savoir agir efficace permettant de répondre aux exigences de la société par une insertion dans la vie active.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier les autorités scolaires des écoles de la ville de Matadi qui ont mis à sa disposition les apprenants de leurs écoles. Mes remerciements vont également aux enseignants et aux inspecteurs de l'Enseignement primaire et secondaire pour leur collaboration.

REFERENCES

- [1] ABRE, M. (1999) : Situations-problèmes et savoir scolaire. PUF, Paris, 239p.
- [2] DELARUELLE, A et CLAES, A.I. (1967) Eléments de Physique, éd. Wesmael, Tome 2, Namur p.29.
- [3] DEISS JL (1999), Cours de thermodynamique, ULP, Strasbourg 1.
[http://www.fr.wikipedia.org/Dilatation des solides](http://www.fr.wikipedia.org/Dilatation%20des%20solides) (consulté le 12/12/2015)
- [4] DERONNE M (2012), L'approche par compétence dans l'enseignement Mémoire de DEA, Université de Mons.
- [5] LECONTRE MOISY, F, (2009), Physique-chimie, Silighim, Paris.
- [6] MAURY, JP et HULIN, M,(1986), Thermodynamique , Armand Colin, Paris, 156p.
- [7] PIRSON P, et all (2003), Chimie , De Boeck, Bruxelles, 264p.
- [8] RABARDES G (1990) Enseigner les sciences physiques à partir des situations-problèmes
- [9] ROBARDET G. (1990) Enseigner les sciences physiques à partir de situations-problèmes, article publié au Bulletin de l'Union des Physiciens n°720, Loi d'Avogadro, 11p.
- [10] ROEGIERS X (2008), L'APC en Afrique francophone, BIE-UNESCO, Genève, 31p
- [11] RUFFENAC M, (2009) Les situations problèmes en sciences physiques-Collège : pourquoi enseigner à partir des situations-problèmes ?
- [12] SCALLON G, (2000) L'évaluation des apprentissages dans une approche par compétences.
<http://www.fse.ulaval.ca/gerarlscallon> (18/03/2018)
- [13] Pour l'atome :<http://www.cea.fr/fr/pedagogie/atome/index.htm>. (avril 2018)
- [14] Pour les gaz parfaits :<http://www.geocitics.com/capecarnaval/9305/gaz.htm> (Avril 2018)
- [15] <http://www.ac-nice.fr/physique/reaction/eqchim/htm> (avril2018)