

DEUX TENTATIVES POUR EXPLICITER LES CONCEPTS D'« EXISTENCE EN ACTE » ET D'« EXISTENCE EN PUISSANCE », EN CLASSE DE 1^{RE} S

FAYE Salmone

FASTEF/Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal

slmfaye@yahoo.fr

Résumé : L'objectif de ce travail est l'élaboration d'une situation qui puisse aider les élèves des lycées à s'approprier les concepts scientifiques. Le caractère abstrait de ces derniers constitue un obstacle à leur élaboration par les élèves qui sont, à l'instar de certains physiciens et philosophes, confrontés au dilemme de l'être et du non être. Le franchissement de cet obstacle passe par la construction des concepts d'« existence en acte » et d'« existence en puissance ». Nous avons montré, à la suite d'expérimentations que nous avons réalisées dans deux lycées du Sénégal, que la construction de ces concepts, par des élèves de 1^{re} S, est possible.

Concepts clés : concept scientifique, existence, obstacle

Abstract: The aim of this work is to elaborate a situation which can help the pupils of secondary schools to appropriate scientific concepts. The abstract character of these concepts constitutes an obstacle to appropriate them by the pupils. These pupils, following the example of certain physicists, are confronted to the dilemma of to be or not to be. It is then necessary to appropriate, in anticipation, both types of existence. We showed that it is possible, following experimentations which we accomplished in two secondary schools of the Senegal.

Key Concepts: scientific concept, existence, obstacle

I. INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE

Dans les lycées et certains collèges d'enseignement moyen du Sénégal, les professeurs ont entre autres missions de faire construire des concepts scientifiques à des jeunes adolescents. Cette tâche est rendue difficile par la nature des concepts scientifiques et le stade de développement cognitif des élèves.

Les concepts sont des outils intellectuels créés, élaborés, destinés à résoudre une famille de problèmes qui caractérisent une discipline. Ils ne sont pas des choses qui s'apprennent de façon statique, s'empilent et s'accumulent. Ils ne viennent donc, pas remplir le vide de l'ignorance, ni remplacer les erreurs par simple substitution ; ils transforment des idées et conceptions préexistantes, par des ruptures et réorganisations conceptuelles.

« En fait, on connaît contre une connaissance antérieure, en détruisant des connaissances mal faites, en surmontant ce qui, dans l'esprit même, fait obstacle à la spiritualisation. L'idée de partir de zéro pour fonder et accroître son bien ne peut venir que dans des cultures de simple juxtaposition où un fait connu est immédiatement une richesse. Mais devant le mystère du réel, l'âme ne peut se faire, par décret, ingénue. Il est alors impossible de faire d'un seul coup table rase des connaissances usuelles. Face au réel, ce qu'on croit savoir clairement offusque ce qu'on devrait savoir. Quand il se présente à la culture scientifique, l'esprit n'est jamais jeune. Il est même très vieux, car il a l'âge de ses préjugés. Accéder à la science, c'est, spirituellement, rajeunir, c'est accepter une mutation brusque qui doit contredire un passé. »
(Bachelard, 1938, p.14)

Il est reconnu (PIAGET, J., 1936, Vygotski, L.S., 1933, Doise, W., et Mugny, G. 1981, Schneuwly, B. 1986, Perret-Clermont, A.N., et Nicolet, M., 1988, Astolfi, J.-P. et Peterfalvi, B., 1993, Gilly, M., 1995, Barnier, G. & Roux, J.P., 1996) que tous les individus doivent construire leurs propres concepts, et le savoir qu'ils possèdent déjà (ou qu'ils pensent avoir) influence significativement ce qu'ils peuvent apprendre. L'élève n'est pas considéré comme un réceptif passif de connaissance, mais plus comme l'acteur de sa création. L'élève est obligé de changer de culture scientifique pour apprendre. Il doit ainsi, franchir certains obstacles à l'apprentissage. Celui qui nous intéresse dans ce travail est relatif à l'être et au non – être. La question de l'être et du non – être, a fait l'objet de réflexion de la part des philosophes de l'antiquité grecque tels que Aristote et Platon mais aussi de ceux du XIX^e ou du XX^e siècle comme Ferrière ou Duhem. Les travaux sur les conceptions des adolescents montrent que ce dilemme de l'être et du non-être reste d'actualité. Les adolescents en général, nient ou conçoivent très difficilement l'existence de toute chose invisible.

Il nous semble donc nécessaire de réfléchir sur le rapport entre les concepts scientifiques et leur « existence » afin de trouver des moyens pour faciliter aux élèves le franchissement de l'obstacle épistémologique cité ci-dessus. Cette réflexion devrait nous permettre d'explicitier le fait que les concepts scientifiques, malgré leur caractère abstrait, puisse être considéré comme des « objets » qui ont une certaine « existence ». Cela nous a amené à nous poser la question suivante.

Comment aider les élèves à construire les concepts d'« existence en acte » et d'« existence en puissance » ?

La réponse à cette question nous a amené à nous intéresser d'abord à la notion de concept scientifique.

II. LES CONCEPTS SCIENTIFIQUES

La plupart des concepts scientifiques sont des concepts relationnels. Ils découlent non pas d'une « *abstraction empirique* » (l'abstraction portant sur des objets matériels) mais d'une « *abstraction réfléchissante* » (Piaget, 1977) (l'abstraction portant sur des idées). La construction d'un concept relationnel repose sur une démarche hypothétique. Elle passe par un effort de réflexion de la pensée sur elle-même qui se donne ainsi un ensemble de propositions et de relations postulées comme invariantes qui est le concept.

« Il ne s'agissait plus, cette fois, de faire appel à la comparaison pour distribuer le donné en classes distinctes dont les différents exemplaires ont en commun certains indices déterminés ; il s'agissait, au contraire, de construire le donné au moyen d'une opération fonctionnant à la manière d'une loi dont l'unité était posée au point de départ ; il s'agissait moins de détacher et d'extraire telle ou telle de ses parties que de définir les enchaînements et les relations sur lesquels se fonde son articulation systématique et d'en constituer la structure relationnelle spécifique. » (Cassirer, 1910, p. 225)

Ces concepts relationnels jouent un rôle fondamental dans la construction de la science. Ils sont présents dans les équations générales de causalité qui résument les lois et les théories. L'établissement de certaines relations, donne naissance à de nouveaux concepts relationnels qui entrent en conflit avec les anciens et conduisent parfois à des « révolutions scientifiques ».

Une autre caractéristique des concepts physiques est qu'ils sont des créations de l'esprit.

« Les concepts physiques sont des créations libres de l'esprit humain et ne sont pas, comme on pourrait le croire, uniquement déterminés par le monde extérieur. Dans l'effort que nous faisons pour comprendre le monde, nous ressemblons quelque peu à l'homme qui essaie de comprendre le mécanisme d'une montre fermée. Il voit le cadran et les aiguilles en mouvement, il entend le tic tac, mais il n'a aucun moyen d'ouvrir le boîtier. S'il est ingénieur il pourra se former quelque image du mécanisme, qu'il rendra responsable de ce qu'il observe, mais il ne sera jamais sûr que son image soit la seule capable d'expliquer ses observations. Il ne sera jamais en état de comparer son image avec le mécanisme réel, et il ne peut même pas se représenter la possibilité ou la signification d'une telle comparaison. Mais le chercheur croit certainement qu'à mesure que ses connaissances s'accroîtront, son image de la réalité deviendra de plus en plus simple et expliquera des domaines de plus en plus étendus de ses impressions sensibles. » (Einstein et Infeld, 1983, p. 286)

Ces concepts ne possèdent donc aucune réplique immédiate dans les choses individuelles. On ne peut donc pas accéder aux concepts physiques de la même manière que les concepts catégoriels. Ils sont construits par la pensée et ne peuvent pas être dérivés d'une classification.

Cela ne signifie, cependant pas que l'on ne peut pas les considérer comme des « objets ». Selon Cassirer (1910), ce qui échappe à ces concepts, c'est moins le facteur de singularité que celui de choseité. Dans le même ordre d'idée, Chevallard (1992) dans sa théorie anthropologique donne une définition de l'« objet ».

« Du point de vue de la « sémantique » de la théorie, n'importe quoi peut être un objet. Un objet existe dès lors qu'une personne X ou une institution I reconnaît cet objet comme existant (pour elle). » (Chevallard, 1992, p. 86).

Ces concepts ne peuvent pas être donnés aux élèves par de simples définitions. Pour arriver à s'approprier un concept physique, il est nécessaire de l'appréhender à partir de situations ou d'actions multiples et variées, permettant, par leur rapprochement, de discerner l'essentiel dans un contexte donné. Il devient alors nécessaire que le professeur choisisse des situations utiles qui puissent aider l'élève à « voir » ce qu'il n'est pas, seul, capable de voir. En effet, ici, ce qu'il faut que l'apprenant discerne n'est pas généralement visible, mais c'est de l'ordre de la relation.

Or, il est admis, dans le domaine de l'enseignement et de l'apprentissage que ce qu'un individu sait déjà – ainsi que la façon dont il le sait – va influencer la manière dont il pourra réagir devant une réalité nouvelle. Ce n'est donc pas le contenu exposé qui informe d'abord l'apprenant, mais ce qu'il sait qui lui permet de donner une signification au contenu exposé.

*« En conséquence, ce qu'on propose à l'apprenant, comme « support de pensée » (en vue d'apprendre), doit s'articuler avec son répertoire cognitif existant. Car dans cette optique ce n'est pas la « clarté » du message, du point de vue de l'enseignant, qui est le facteur le plus important pour la compréhension de l'apprenant, mais la capacité de ce « message » à déclencher quelque correspondance avec ce qui se trouve déjà dans son répertoire cognitif. Pour qu'il y ait compréhension dans une situation de transmission de connaissance, on doit s'intéresser à ces deux éléments essentiels mais surtout aux relations qui existent entre eux :
- le potentiel cognitif et affectif de l'apprenant, son « répertoire » ;*

- le support pédagogique qui pourrait optimiser cette mise en relation entre le potentiel de l'« organisme » de l'apprenant et son « environnement », c'est-à-dire ce qui véhicule le contenu à transmettre. » (Barth, 2002, pp35- 36)

Or ce que les enfants savent, à ce stade de leur développement ne favorise pas l'élaboration de tels concepts. Ceci nous amène à parler de la perception que les jeunes adolescents ont de la physique.

III. L'ÊTRE ET LE NON ÊTRE

Il se trouve que les élèves des lycées et collèges, les adolescents en général, pensent que **ce qui n'est pas perceptible n'existe pas** (Warren, 1982, Watts, 1983, Bliss et Ogborn, 1985, Trellu et Toussaint, 1986, Tiberghien et Koliopoulos, 1986, Carré, 1990, Trumper, 1990, 1991, 1993, Nicholls et Ogborn, 1993, Koliopoulos et Ravanis, 1998, Oliva, 1999, Wolter et Goedhart, 2002). Ils considèrent, comme l'avait d'ailleurs fait Aristote, la physique comme devant partir de la perception sensible. Cette dernière représenterait la source de la certitude et le critérium de la vérité.

Cette conception constitue assurément un obstacle à la construction des concepts scientifiques relationnels.

« Mais cette physique, née de la perception sensible et destinée à produire des conséquences conformes à la perception sensible, comment pourrait-elle être une science, une connaissance de réel, si la perception sensible ne saisit que le changeant, et si ce qui change est privé de réalité ? Que le changement puisse être une réalité, et non une méprisable apparence, c'est ce qu'Aristote doit encore établir à l'encontre de Platon. » (Duhem, 1959, p. 150)

Selon Duhem (1959), ce dilemme, être ou ne pas être impose un choix sans rémission. Par exemple entre un « objet » et le néant de cet « objet » il ne peut y avoir de moyen-terme. Cette opposition entre l'être et le non être a amené certains philosophes à refuser la possibilité du changement, à considérer que la réalité de tout devenir est inconcevable.

« Ils affirmaient que rien de ce qui existe ne peut s'engendrer ni périr; ce qui est engendré, en effet, devrait nécessairement être engendré soit par l'être, soit par le non-être ; mais de ces deux suppositions, l'une et l'autre est impossible ; l'être ne peut pas être engendré, car il est déjà ; et rien ne peut être engendré par le non-être, car il faut que quelque chose précède ce qui est engendré. » (Aristote, cité dans Duhem, 1959, p.151)

Pour échapper à ce dilemme, Platon et les atomistes (Leucippe, Démocrite d'Abdère, Anaxarque) avaient admis la possibilité de l'« existence » du non- être pour pouvoir concevoir le changement, le devenir.

« Il nous faut audacieusement affirmer désormais que le non-être est sûrement en possession de sa nature propre. » (Platon, cité dans Duhem, 1959, p.151)

Dans le même sens, Aristote¹ élabore deux concepts relatifs à l'existence : l'existence en acte et l'existence en puissance. Cette distinction entre ces types d'« existence » domine les sciences physiques. Pour mieux expliciter le sens que ces philosophes grecs donne à ces

¹ Aristote, *Physique*, livre I, ch.VIII (Aristotelis Opera, éd. Didot, t.II, p.259 ; éd. Bekker. Vol.I p.191, col b).

concepts d'« existence en acte » et d'« existence en puissance nous reproduisons ci-dessous un extrait d'un texte de Ferrière.

« Dans un verre je mets une solution de potasse ou oxyde de potassium, pesant 47 grammes, ce qu'en langage chimique on appelle équivalent de potasse. Dans un second verre je mets une quantité d'acide sulfurique pesant 40 grammes, c'est – à- dire en langage chimique un équivalent d'acide sulfurique. Comme le sulfate de potasse KO_2SO_3 se compose d'un équivalent de potasse combiné à un équivalent d'acide sulfurique, il est clair qu'on pourrait obtenir le sulfate de potasse en versant le contenu du premier verre dans le second. Le sulfate de potasse est donc en puissance dans les deux verres : ce qui signifie que les deux verres renferment toutes les conditions nécessaires pour la formation du sulfate de potasse.

Je prends le verre contenant la potasse ; je le verse dans le verre contenant l'acide sulfurique ; une violente réaction se manifeste ; le sulfate de potassium n'est plus en puissance, il est en acte. Quand la réaction est achevée, je constate que dans le verre il n'y a plus ni potasse ni acide sulfurique, mais un corps nouveau cristallisé ; c'est le sulfate de potassium. Il est évident que si personne ne versait le contenu du premier verre dans le second le sulfate de potasse resterait éternellement en puissance ; jamais il ne serait en acte. » (Ferrière, 1887 pp.310-311)

Ainsi, dire d'un « objet » qu'il « existe en puissance » dans un système signifie

- que cet « objet » n'est pas perceptible ;
- que le système est constitué de sorte que toutes les conditions y sont réunies pour que cet « objet » devienne perceptible si on transforme le système d'une certaine manière.

D'autre part, on dit qu'un objet « existe en acte » s'il est perceptible.

Nous pensons qu'il est nécessaire d'explicitier ces deux types d'existence à nos élèves des classes scientifiques. Nous avons alors tenté de le faire dans des classes de 1^{re} S du Sénégal. Cela s'est fait dans l'objectif de les aider à construire le concept d'énergie potentielle. Nous savons que l'énergie potentielle est une énergie latente, donc invisible. Son existence se révèle à nous lors de la transformation d'un système (mouvement, changement d'état ..).

Nous avons imaginé des situations d'enseignement et d'apprentissage pour la construction des concepts d'« existence en acte » et d'« existence en puissance » que nous avons par la suite expérimentée.

IV. PROPOSITIONS DIDACTIQUES ET EXPERIMENTATIONS

IV.1. Première tentative : le sulfure de fer

Nous avons d'abord pensé introduire les concepts d'« existence en acte » et d'« existence en puissance » à l'aide d'un système chimique comme le suggère Ferrière. La réaction que nous avons voulu exploiter est connue de tous les élèves de 1^{re} S du Sénégal. Il s'agit de la préparation du sulfure de fer à partir de la poudre de fer et du soufre en poudre.

Nous avons posé la question suivante à 62 élèves de 1^{re} S.

Peut-on dire que le sulfure de fer existe dans un mélange (fer en poudre + soufre en poudre) ? Justifiez votre réponse.

Nous nous attendions à deux types de réponse.

1. Non.

Le sulfure de fer n'existe pas dans le mélange (fer en poudre + soufre en poudre) car les produits ne se forment qu'après la réaction.

2. Oui.

Puisque « rien ne se crée, tout se transforme » le sulfure de fer existe dans le mélange (fer en poudre + soufre en poudre) avant d'apparaître à la fin de la réaction chimique.

La deuxième réponse est celle que nous souhaitons car c'est elle qui implique les notions visées à savoir l'« existence en acte » et l'« existence en puissance ». Elle fait appel en même temps aux notions de transformation et de devenir.

En effet, comme le sulfure de fer, de formule FeS, se compose d'un équivalent de fer combiné à un équivalent de soufre, il est clair qu'on pourrait obtenir le sulfure de fer en mélangeant du fer et du soufre. Le sulfure de fer est donc en puissance dans le mélange : ce qui signifie que le mélange renferme toutes les conditions nécessaires pour la formation du sulfure de fer. Lorsqu'on porte à incandescence une partie du mélange (fer + soufre), une réaction se manifeste ; le sulfure de fer n'est plus en puissance, il est en acte. Le sulfure de fer est potentiellement présent dans le mélange (fer + soufre)

L'analyse des réponses montrent que 58 élèves sur 62 (94%) disent que le sulfure de fer n'existe pas dans le mélange (fer en poudre + soufre en poudre).

« Le sulfure de fer n'existe pas dans le mélange (fer + Soufre) parce que avant le chauffage le sulfure de fer n'apparaît pas. »

« non le sulfure de fer n'existait pas dans le mélange car c'est un réaction chimique or les réactifs réagissent pour donner d'autres corps nouveaux dans ce cas le sulfure de fer est un corps nouveau. »

Nous le constatons, seuls 2 élèves pensent que le sulfure de fer existe dans le mélange (fer en poudre + soufre en poudre).

« Oui. Le sulfure de fer existait dans le mélange car le mélange comporté (ait) du sulfure de fer qui n'était pas encore décelé par le chauffage du mélange. »

« Le sulfure de fer existait dans le mélange car dans la réaction rien ne se crée. »

A la suite de la phase individuelle, un débat a été instauré entre les élèves. Ces derniers ont fini pas tomber d'accord sur le fait que « rien ne se crée, tout se transforme » mais ont rejeté l'idée de l'existence du sulfure de fer dans le mélange (fer en poudre + soufre en poudre).

Ce résultat n'est pas surprenant car, comme l'ont montré des travaux sur l'enseignement et l'apprentissage des réactions chimiques (Méheut 1989, Fillon, 1997 ; Barker, 2000 ; Laugier et Dumon, 2000, 2004), les élèves perçoivent la transformation chimique en terme d'évènement et non en terme de transformation. Cette conception est renforcée d'une part par la présentation habituelle de la réaction chimique et d'autre part par la nécessité d'amorcer la réaction par chauffage.

La conclusion que nous avons tirée de cette situation est que la notion d'existence en puissance n'est pas assimilée par les élèves et que notre tentative n'a pas réussi. Face à ces

difficultés pour la construction des concepts d'« existence en acte » et d'« existence en puissance », par le biais d'une réaction chimique, nous avons décidé de faire un détour par une référence plus proche du quotidien et moins connotée « scientifique » par les élèves sénégalais, même si elle fait appel à la biologie.

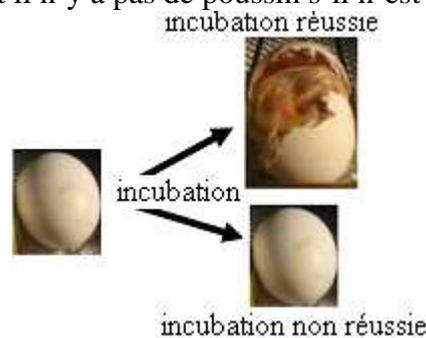
IV.2. Deuxième tentative

Comme alternative à la réaction chimique, nous avons proposé de partir du système constitué d'un œuf de poule. La question que nous posons aux élèves est la suivante :

Peut-on dire qu'un poussin existe dans un œuf de poule ? Justifiez votre réponse.

Ce qu'il faut savoir et se rappeler c'est qu'au bout de 21 jours de couvaion d'un œuf, deux situations peuvent se produire.

- 1- L'œuf éclot et donne naissance à un poussin s'il est fécondé.
- 2- L'œuf n'éclot pas et il n'y a pas de poussin s'il n'est pas fécondé.



Dans le premier cas où l'incubation est réussie, toutes les conditions nécessaires pour la naissance d'un poussin, après la couvaion, sont réunies. Un poussin existe donc en puissance dans un œuf fécondé. A la fin de la couvaion, le poussin n'est plus en puissance, il est en acte. Il est évident que s'il n'y avait pas de « couveuse » le poussin resterait « éternellement » en puissance ; jamais il ne serait en acte. Le poussin est potentiellement présent dans l'œuf fécondé. Dans le deuxième cas où l'incubation n'est pas réussie, le poussin n'existe pas en puissance dans l'œuf car toutes les conditions nécessaires à sa naissance n'y sont pas réunies. Un poussin n'existe pas dans un œuf non fécondé. Cette réponse est celle qui convient à la question posée.

Cette situation doit amener les élèves à tenir compte des conditions d'éclosion ou non de l'œuf. L'évocation de ces conditions doit conduire à la notion de « conditions nécessaires à l'existence » d'un « objet ».

Nous avons expérimenté cette activité dans une classe de 1^{re} S de trente-deux élèves d'un lycée du Sénégal. La séance s'est déroulée en deux phases. D'abord, une première phase où chaque élève réfléchit et donne une réponse par écrit. Pendant la deuxième phase qui est collective, et chaque élève peut proposer sa réponse. Un débat est donc instauré dans la classe dans le but de trouver un accord quant à la solution du problème posé. Chaque proposant doit expliciter sa proposition en verbalisant le procédé qu'il a utilisé pour aboutir au résultat annoncé. Pendant cette période, le professeur, jouant le rôle d'un animateur, gère les prises de parole, relance le débat si nécessaire jusqu'à l'obtention d'une réponse satisfaisante. La gestion du débat et sa relance devrait se faire en restant dans le cadre de la théorie des situations.

« La conception moderne de l'enseignement va donc demander au maître de provoquer chez l'élève les adaptations souhaitées, par un choix judicieux, des « problèmes » qu'il lui propose. Ces problèmes, choisis de façon à ce que l'élève puisse les accepter doivent le faire agir, parler, réfléchir, évoluer de son propre mouvement. Entre le moment où l'élève accepte le problème comme sien et celui où il produit sa réponse, le maître se refuse à intervenir comme proposeur des connaissances qu'il veut voir apparaître. L'élève sait bien que le problème a été choisi pour lui faire acquérir une connaissance nouvelle mais il doit savoir aussi que cette connaissance est entièrement justifiée par la logique interne de la situation et qu'il peut la construire sans faire appel à des raisons didactiques. Non seulement il le peut, mais il le doit aussi car il n'aura acquis cette connaissance que lorsqu'il sera capable de la mettre en œuvre de lui-même dans des situations qu'il rencontrera en dehors de tout contexte d'enseignement et en l'absence de toute indication intentionnelle. » (Brousseau, 1986, p. 49)

.Les relances doivent permettre la mobilisation chez les élèves des connaissances correspondant au savoir non acquis et dont ils ont besoin pour la résolution de la situation. Elles doivent intervenir surtout lorsque les élèves ne savent pas résoudre la question. Elles ne devraient pas permettre au professeur d'orienter la réflexion des élèves, par exemple au moyen d'indices qui lèveront leurs incertitudes ou par de petites questions intermédiaires élémentaires les menant progressivement au résultat. Au cas contraire, il ne s'agirait plus d'une situation d'apprentissage mais d'une situation didactique et on se retrouve dans le cas d'un contrat classique entre les élèves et le professeur.

Pendant la phase individuelle, seuls trois élèves ont donné des réponses proches de celle qu'on attendait, c'est-à-dire ont fait allusion aux conditions nécessaires à l'apparition d'un poussin à la fin de la couvaison.

« Oui on peut dire qu'un poussin existe dans un œuf de poule. Parce que dans cet œuf de poule se trouve un élément d'où après éclatement de la coquille on obtient un poussin. »

« Oui, on peut dire qu'un poussin existe dans un œuf de poule parce que la coquille de l'œuf de poule renferme l'élément qui (composera) donnera plus tard le poussin c'est dans l'œuf de poule qu'il se forme étape par étape jusqu'à sa maturation au bout de 30 jours et après il éclore pour donner un poussin. »

« D'une part non parce que la poule n'ayant pas eu de rapport avec un male, il n'existe pas d'élément permettant la vie dans l'œuf. D'une autre part oui parce que après rapports sexuel l'élément permettant à une vie dans l'œuf y est présent ainsi après 21 jours de garde et réchauffement on assiste à la naissance du poussin. »

Pendant la phase de communication, une discussion a eu lieu entre les élèves. Les élèves dont les réponses sont données ci-dessus ont participé au débat et ont permis de mettre en évidence les conditions nécessaires à l'apparition d'un poussin à la fin de la couvaison d'un œuf. Il faut noter que les élèves se servent de leurs connaissances, surtout des connaissances en biologie, pour répondre à la question.

CONCLUSION

A l'issue de ce travail nous pouvons affirmer qu'il est bien possible de faire construire les concepts d'« existence en acte » et d'« existence en puissance » par des élèves de lycée. Pour cela, il faut imaginer des situations qui amènent les élèves à réfléchir sur la possibilité d'un

évènement, sur l'existence ou non de conditions nécessaires pour la réalisation d'un changement. La situation de l'œuf et du poussin en est un bon exemple. La réussite du projet dépend fortement de la capacité du professeur à gérer un débat dans sa classe tout en évitant d'orienter la réflexion des élèves, par exemple au moyen d'indices qui lèveront leurs incertitudes ou par de petites questions intermédiaires élémentaires les menant progressivement au résultat.

Ces concepts d'« existence en acte » et d'« existence en puissance » peuvent aider les élèves à s'appropriier les concepts abstraits de la physique et de la chimie. Ce sont des « outils² » qui peuvent permettre de franchir l'obstacle constitué par l'idée selon laquelle *tout ce qui n'est pas perceptible n'existe pas*.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASTOLFI, J.-P. & PETERFALVI, B. (1993) Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales, *ASTER* 16 vol.1, pp. 103-141.
- BACHELARD G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris, Vrin
- BARKER, V. (2000). Beyond appearances: Students misconceptions about basic chemical ideas. *Report for the Royal Society of Chemistry*. [En ligne]. Consulté le 4 janvier, 2007 sur <http://www.chemsoc.org/networks/learnnet/miscon.htm>.
- BARNIER, G. & ROUX, J.P. (1996). *Socio-constructivisme et enseignement. Recueil de textes de base*. Document (68 pages), IUFM d'Aix-Marseille.
- BARTH B. M. (1993) *Le savoir en construction : former à une pédagogie de la compréhension*, Retz, Paris, 208p. 2^{ème} éd. 2002
- BLISS J., & OGBORN J. (1985). Children's choices of use of energy. *European Journal of Science Education*, vol. 7, n°2, pp. 195-203.
- BROUSSEAU, G. (1986). Fondement et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, vol.7, n°2, p. 33-113.
- CARRÉ C. (1990). Primary teachers self-perceptions concerning implementation of the National Curriculum for science in the UK. *International Journal of Science Education*, vol. 12, n°4. Pp. 327-341.
- CASSIRER E. [1910. *Substanzbegriff und Funktionsbegriff Untersuchungen über die Grundfragen der Erkenntniskritik*, Berlin]. Traduction française par Pierre Caussat, *Substance et fonction. Eléments pour une théorie du concept. Le sens commun*, Paris, Les éditions de minuit, 1977.
- CHEVALLARD, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol.12, n°1, pp.73-112.
- DUHEM P. (1959) *Le système du monde, tome I Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic* nouveau tirage, paris : Hermann
- DOISE, W., & MUGNY, G. (1981). *Le développement social de l'intelligence*. Paris : InterEditions.
- EINSTEIN, A., & INFELD, L. (1983). *L'évolution des idées en physique*. Paris Flammarion traduit de l'anglais par Maurice Solovine.
- FERRIERE, E., (1887). *La matière et l'énergie*, Paris : Ancienne librairie Germer Baillière
- FILLON P. (1997). Des élèves dans un labyrinthe d'obstacles. *Aster*, n° 25, 113-141.
- KOLIOPOULOS, D., RAVANIS, K. (1998). L'enseignement de l'énergie au collège vu par les enseignants. Grille d'analyse de leurs conceptions. *Aster*, n°26, pp.165-182.

² Au sens de Régine Douady

- MEHEUT, M. (1989). Des représentations des élèves au concept de réaction chimique : premières étapes, *Bulletin de l'Union des Physiciens*, N° 716 pp. 997-1011.
- NICHOLLS, G., & OGBORN, J. (1993). Dimensions of children's conceptions of energy. *International Journal of Sciences Education*. Vol. 15, n°1. Pp. 73-81.
- OLIVA, M. J. (1999). Structural patterns in students' conceptions in mechanics. *International Journal of Sciences Education*. Vol. 21, n°9. Pp. 903-920.
- PLATON, *Le sophiste*, XLII (*Platonis Opera*, éd. Firmin-Didot, paris, 1896; vol. I.
- PIAGET, J. (1936) *La construction du réel chez l'enfant*. Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.
- PIAGET, J. (1977). *L'abstraction réfléchissante*. Paris : PUF.
- PERRET-CLERMONT, A.N. (1979). *La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale*. Berne : Peter Lang.
- SCHNEUWLY, B. (1986). Les capacités humaines sont des constructions sociales. Essai sur la théorie de Vygotsky. *European Journal of Psychology of Education*, 1, 5-16.
- TRELLU, J. L., & TOUSSAINT, J. (1986). La conservation, un grand principe, Rapport de l'inrp. *Aster*, n°2. Paris, pp. 43- 87.
- TIBERGHIE, A., & KOLIOPOULOS D. (1986). Eléments d'une bibliographie concernant l'enseignement de l'énergie au niveau des collèges. *Bulletin de l'union des physiciens*, vol. 2, pp. 167- 178.
- TRUMPER, R. (1990). Being constructive: an alternative approach to the teaching of energy concept- part one. *International Journal of Science Education*. Vol.12, n°4, pp. 343-354.
- TRUMPER, R. (1991). Being constructive: an alternative approach to the teaching of the energy concept- part two. *International Journal of Science Education*, vol.13, n°1, pp.1-10.
- TRUMPER, R. (1993). Children's energy conceptions: a cross- age study, *International Journal of Science Education*, vol.15, n°2, pp. 139-148.
- VYGOTSKI, L.S (1985c/1933). Le problème de l'enseignement et du développement mental à l'âge scolaire. In B. Shneuwly & J.P. Bronckart (Eds.), *Vygotski aujourd'hui* (pp. 95-117); Paris : Delachaux & Niestlé
- WARREN, J. D. (1982). The nature of energy. *European Journal of Science Education*, vol. 4, pp. 295-297.
- WATTS, M. D. (1983). Some alternative views of energy. *Physics Education*, vol. 18, pp. 213-217.
- WOLTER, H. K., GOEDHART, M. J. (2002). Forms of energy, an intermediary language on the road to thermodynamics? Part I, *International Journal of Science Education*, vol. 24, n°1, pp. 81- 95.