

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



Faculté des Sciences et Technologies de l'Education et de la Formation



Département de Sciences physiques

Mémoire de recherche en éducation

THEME

**Résolution de problèmes de sciences physiques
en classe de seconde S :
Difficultés rencontrées et proposition de solutions**

**Présenté par :
Cheikh Tidiane Diop
F₁B₂ / PC**

**Sous la direction de :
M Cheikh Tidiane Sall
Formateur**

Année Académique 2007-2008

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

- Mon père in memoriam.
- Ma mère, pour sa générosité et l'amour qu'elle nous porte à moi, à mes frères et sœurs. Puisse Dieu lui accorder longue vie, bonheur et santé de fer.
- Ma grande famille où j'ai grandi dans une ambiance d'amitié et de convivialité partagées.
- A mon regretté oncle Ousmane Sow qui fut un modèle de bonté et de générosité.
- A mes frères et sœurs qui me sont si chers.
- A Konymba Diarra, une femme exemplaire. Nos prières t'accompagnent. Puisse Dieu t'accueillir dans le Paradis des Bienheureux.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier :

- Tous les collègues de la section F_1B_2 avec qui nous avons passé deux bonnes années pleines de labeur mais dans une ambiance très amicale. Puissiez-vous trouver ici l'expression de mon profond respect.
- Tous les formateurs qui nous ont encadrés avec abnégation pendant ces deux années.
- M. Cheikh Tidiane Sall dont les conseils et les directives ont permis à ce travail d'arriver à terme pour espérer avoir droit de cité.
- A tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé, d'une manière ou d'une autre, à l'élaboration de ce travail.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	1
2. REVUE CRITIQUE DE LA LITTERATURE.....	4
3. CADRE THEORIQUE ET CONCEPTUEL.....	8
4. PROBLEMATIQUE.....	10
5. CADRE METHODOLOGIQUE.....	14
5.1. Population cible.....	14
5.2. Méthode d'investigation et instruments.....	14
5.2.1. Grille d'analyse d'une méthode de résolution de problème.....	14
5.2.2. Grille d'observation d'une séance de T.D.....	17
5.2.3. Grille d'analyse d'une activité d'apprentissage.....	18
5.3. Modalités d'investigation.....	20
5.3.1. Observation de séances de T.D.....	20
5.3.2. Analyse de tâches.....	20
5.4. Présentation des résultats.....	23
5.4.1. Observation des classes.....	23
5.4.2. Analyse des tâches.....	24
5.5. Analyse des résultats.....	30
5.5.1. Analyse des problèmes.....	30

5.5.2. Analyse des séances d'observation.....39

6. CONCLUSION.....	41
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

1. INTRODUCTION

Résolution de problème.

Voilà trois mots qui évoquent encore, en nos mémoires, des souvenirs vivaces. En effet, l'on ne peut oublier l'importance démesurée qu'on donnait, à tort ou à raison, au problème lors de la préparation au concours d'entrée en sixième.

L'on disait alors que si quelqu'un trouvait le problème alors il était presque sûr de réussir au concours. Trouver le problème devenait ainsi une préoccupation quasi-vitale pour tout candidat désireux de réussir afin de combler de joie ses parents et amis.

Aujourd'hui encore, résoudre un problème demeure toujours, pour nous, une préoccupation majeure même si le fusil a changé d'épaule. Nous sommes maintenant de l'autre côté de la barrière c'est-à-dire du côté de ceux qui donnent les problèmes : nous voulons nommer les enseignants.

Résoudre un problème devient maintenant pour nous un outil d'enseignement et d'apprentissage à usages multiples.

Par exemple, pour la prise en charge de la résolution de problème au niveau didactique, Sall (2002) fait ressortir trois perspectives à savoir :

- La résolution de problème comme outil d'évaluation qui se taille la part du lion en l'état actuel des choses.
- La résolution de problème comme activité d'apprentissage des concepts scientifiques qui reste, sous nos cieux, un champ encore à défricher.
- La résolution de problème comme support à la recherche qui, selon l'auteur, est très peu utilisé en contexte scolaire.

C'est donc dire que la résolution de problème est un concept qui, de par sa transversalité et sa valeur taxonomique très élevée, peut nous valoir d'immenses possibilités.

Evidemment nous ne pouvons prétendre pouvoir visiter toute cette panoplie qui nous est offerte via la résolution de problème.

C'est ainsi que nous avons choisi la résolution de problème dans la détection ou le diagnostic d'états de connaissances au niveau de nos chers élèves.

Pourquoi diagnostiquer ?

Comme le médecin devant le corps d'un patient, l'enseignant procède au diagnostic pour comprendre afin de trouver un remède efficace qui pourra soigner un mal potentiel.

Quel peut être le mal ?

Nous présumons que le mal, si mal il y a, est chez nos élèves. Mais comment pourrions nous nous en assurer ? Pour commencer, nous pouvons compter sur certaines prémisses car n'entend-on pas ou n'a-t-on pas déjà entendu nos chers élèves se plaindre en disant ceci « j'apprends mes leçons mais je n'arrive pas à faire mes exercices ou mes problèmes ».

Qu'importe car pour nous, exercice ou problème, la problématique est la même :

Comment amener nos élèves à réussir en résolution de problème ?

Comment les amener à la maîtrise des stratégies dans le processus de résolution de problème ?

Nous ne pouvons rester sourds à cette plainte des élèves : c'est cela qui constitue véritablement notre problème.

Alors que pouvons-nous faire ou mieux quelle est la solution ?

C'est une question qui est adressée à tout enseignant et pour nous, la réponse est à trouver dans la classe avec les élèves autrement dit sur le terrain.

Cette classe où les activités de résolution de problèmes, à l'heure actuelle, ont fini de régner en maître parmi les outils d'évaluation. Pourquoi en est-il ainsi ?

Sans prétendre être exhaustif, nous pourrions avancer quelques raisons entre autres :

- Facilité de production et de démultiplication en séries.
- Facilité du traitement surtout en tenant compte des effectifs pléthoriques actuels.
- Pas très coûteux en termes de temps de confection d'épreuves.

Que devons nous faire maintenant ? Que pouvons-nous faire ?

Voilà des questions qui nous interpellent directement et auxquelles il faille apporter des réponses diligentes.

Nous nous proposons, dans le travail qui va suivre, d'apporter notre pierre à l'édifice en allant à la recherche de réponses pertinentes à toutes ces interrogations somme toute légitimes.

Mais d'ors et déjà, Derville (1966) semble nous suggérer la voie à suivre, en effet il souligne "How can we make our pupils think?"

We cannot do so merely by telling them to think. We must arouse their curiosity. People don't think unless they are faced with a problem. However, giving a child a problem will not start him thinking unless the problem is one he *wants* to solve.

So we see that the first step in getting pupils to think is (a) to give them a problem which they want to solve or (b) to find a way of making them want to solve the problem which we have given them."

Il ressort de cette phrase la nécessité du problème pour susciter la réflexion des élèves mais cela n'est possible que quand on les aura motivés avant car selon l'auteur, seul le désir de résoudre un problème peut susciter la réflexion chez les gens.

Pour notre étude, nous nous limiterons au niveau de la classe de seconde où, comme vous le savez, les élèves débutent au lycée. En effet il faut procéder au diagnostic le plus tôt possible pour pouvoir juguler le mal à la racine. Mieux valant prévenir que guérir, nous espérons ainsi préparer nos élèves à appréhender l'avenir avec plus de sérénité, de confiance et d'efficacité.

Nous allons à présent, après avoir dressé l'état des lieux sur la question c'est-à-dire procédé à la revue critique de la littérature, nous atteler à définir les différents cadres dans lesquels nous allons inscrire ce travail en réservant la primeur au cadre théorique.

2. Revue critique de la littérature

La résolution de problèmes fait l'objet de beaucoup d'attention de la part des chercheurs en didactique. C'est donc tout naturellement qu'on trouve beaucoup de travaux traitant des différentes dimensions du concept de résolution de problème.

Pour commencer nous pouvons signaler la thèse de recherche en éducation de Sall (2002), portant sur les conceptions des professeurs de physique et chimie en résolution de problème dans l'enseignement secondaire. Il y fait ressortir, entre autre, les traits dominants dans les conceptions des professeurs en résolution de problème et la place importante que méritent d'occuper de tels concepts transversaux sans oublier du reste ceux de types disciplinaires.

Cette étude s'est distinguée du courant traditionnel par ce qu'il prenait comme cible le " pôle enseignant ". Par ailleurs elle a fait un état des lieux sur la théorie de la résolution de problème et par là même constituera, pour nous, une source d'informations des plus précieuses sur le plan théorique.

Il y a aussi le travail d'un groupe de chercheurs du Laboratoire interuniversitaire de Recherches sur l'Enseignement des Sciences Physiques et de la Technologie (LIREPT) basé à Paris, France (1988).

Leur travail est axé sur la confection et la mise en œuvre d'un outil didactique d'aide à l'apprentissage de la stratégie de résolution de problèmes de physique (PROPHY). Ils démontrent l'efficacité de leur méthode dans le cas où celle-ci est intégrée dans la pratique de classe.

Notre attention s'est aussi portée sur les travaux de Goffard (1994) dans son ouvrage intitulé " Le problème de physique et sa pédagogie " où elle développe le thème de la résolution de problème de physique suivant trois orientations.

La première porte sur les stratégies, les raisonnements et les difficultés des élèves en résolution de problème.

La deuxième est axée sur l'étude des différents aspects des "situations-problèmes" offertes aux élèves.

Enfin la troisième concerne les aides à apporter aux élèves pour d'une part développer leurs stratégies en matière de résolution de problème et d'autre part les faire apprendre en résolvant des problèmes.

Nous avons consulté l'ouvrage de Roditi (2006), chercheur en didactique des mathématiques au laboratoire DIDIREM de l'Université de Paris 7.

Ce livre intitulé "Les pratiques enseignantes en mathématiques : entre contraintes et liberté pédagogique" présente des outils d'analyse des pratiques enseignantes entre autre.

Il y analyse les projets pédagogiques de différents enseignants de mathématiques de collège aussi bien au niveau de leur préparation qu'au niveau de leur animation effective en situation de classe.

Il note les points communs mais aussi les marges offertes à chaque enseignant selon l'approche qu'il aura choisie au préalable compte tenu des contraintes liées au programme.

Ce travail apporte un éclairage sur le "vécu" de la classe.

Différents articles de la revue Spirale(1993) portant sur la résolution de problèmes ont fait l'objet de lecture de notre part. Nous y avons trouvé divers aspects de la pédagogie de résolution de problèmes et des situations-problèmes.

Les mémoires de Bâ (1999) et de Cissé (2000) ont traité de la typologie des problèmes de physique. Il ressort de leur étude l'intérêt et la portée de celle-ci dans les activités du professeur et de l'élève.

Ce que nous retenons du premier, c'est surtout qu'il présente la typologie des problèmes de mécanique comme « un outil qui permet à l'élève en Terminale de mieux structurer le processus d'apprentissage, de mieux organiser les acquis en vue d'une utilisation plus efficace dans la résolution des problèmes ».

Quant au deuxième, en généralisant le travail du premier, il a cherché à classer les problèmes aussi bien de physique que de chimie, suivant une typologie à quatre catégories : problème de restitution, problème d'application, problème d'identification et problème d'extension.

Cependant, pour les besoins de la validation, il s'est révélé que les enseignants ne se sont entendus à l'unanimité que sur la catégorie « problèmes de restitution ». Ceci révèle déjà la difficulté qu'il y a à enfermer des problèmes dans des catégories selon des indicateurs qui ne souffriraient d'aucune ambiguïté au niveau des enseignants.

Nous avons aussi consulté le travail de Bodian (2003) portant sur l'analyse de protocoles en résolution de problèmes de physique et de chimie. Il essaie d'y analyser les stratégies développées, à travers des tâches, par des élèves de Première du lycée suivant deux axes : celui des stratégies générales et celui des stratégies spécifiques. Nous n'avons pas très bien compris ce que recouvraient ces deux concepts et les critères qui ont prévalu pour procéder à cette catégorisation. Par ailleurs l'analyse des tâches nous a paru un peu empruntée.

Meirieu (1985) avec son apologie de ce qu'il appelle « la pédagogie différenciée » propose « de briser la rigidité du fonctionnement habituel de la classe en élaborant des itinéraires d'apprentissage diversifiés et en mettant en œuvre de nombreux outils : grilles d'évaluation, diversification des méthodes et des technologies, groupes de besoins, ... ».

Ce point de vue nous agrée parfaitement dans la mesure où nous déplorons également cette rigidité de fonctionnement dont il parle. Nous voulons une pédagogie centrée sur l'élève et qui rend possible son implication « dans la recherche et la définition de ses méthodes de travail ».

D'un autre côté, Guéye (1995) souligne avec raison que « la conception d'outils d'évaluation fiables mériteraient aussi une attention particulière dans la formation initiale et continue des enseignants ». Au sens large, l'évaluation englobe aussi le diagnostic et la détection que nous nous proposons de faire à travers l'outil que représente la résolution de problème.

Quant à Giordan (1978), il prône pour un changement radical dans les pratiques en matière de démarche expérimentale c'est ainsi qu'il souligne « Nous pensons que l'initiation expérimentale devrait consister, dans un premier temps, à développer cette attitude (expérimentale, c'est-à-dire un état d'esprit comportant réflexion critique sur ce qu'il observe, doute méthodique sur ce qu'il connaît, création et communication) en permettant aux élèves de faire des recherches personnelles sur les problèmes concrets posés lors d'expériences.

Ceci exige que nous n'ayons pas peur de leur faire "perdre du temps". Comme si l'on perdait du temps quand on tâtonne et qu'on essaie d'explicitier ce tâtonnement, et comme si l'on apprenait quelque chose quand on court-circuite les interrogations naïves et les hypothèses farfelues, et quand on veut pudiquement ignorer les représentations les premières de l'enfant nécessairement fausses, mais cadres de référence sur lesquels s'appuie l'enfant pour construire son image de la réalité. »

Ainsi donc, comme nous le soulignons au début, la résolution de problèmes appelle l'attention de beaucoup de personnes (enseignants, apprenants, didacticiens, parents, décideurs, ...) qui cherchent, par divers moyens, à en cerner les contours pour un enseignement efficace.

Ceci nous amène à la définition du cadre théorique qui pourrait sous-tendre le concept de résolution de problèmes.

3. Cadre théorique et conceptuel

Nous allons d'abord tenter de préciser le sens des concepts dont nous allons faire usage tout le long de ce travail.

Qu'est-ce qu'un problème ?

On pourrait dire qu'il y a problème quand on a le sentiment d'une "distance" entre le "voulu" non encore réalisé et où l'on veut se projeter (idéal) et le "situ" où on est (réalité). Résoudre le problème reviendrait à parcourir cette distance en usant de moyens mobilisés à cet effet.

Résumant Gagné (1985) et Glover et al (1990), Sall (2002) stipule que la situation de départ et le but à atteindre sont les pôles fondamentaux du problème.

Il souligne de ce fait que résoudre un problème reviendrait à trouver les moyens et leurs combinaisons efficaces pour aller de la situation de départ au but à atteindre.

Pour la résolution de problèmes il se dégage donc, en première analyse, trois états pour l'apprenant à l'épreuve, à savoir :

- un état de départ bien identifié, caractérisé par le contexte au sens le plus large (donnée du problème, précision des contraintes, état physique et mental, conditions matérielles, ...).
- un état intermédiaire qui est en fait un processus dynamique encore à définir pour rallier l'état final à partir de l'état de départ.
- un état final bien identifié par le but à atteindre et qui ferme la boucle par le retour au contexte.

La démarche impliquée a besoin, de notre point de vue, d'être informée sur le plan théorique par un modèle qui tienne compte des procédures et stratégies développées entre la situation de départ et le but.

Les travaux de Piaget sur le cognitivisme et mieux encore ceux de Vigotski sur le socio-cognitivisme (tutorat) peuvent nous offrir le cadre théorique idéal dont nous aurons besoin pour cerner et interpréter les multiples dimensions du concept de résolution de problème, Sall (2002), qui pourraient se présenter lors de ce travail de recherche.

En ce qui concerne les méthodes, nous privilégierons la méthode constructiviste et même socioconstructiviste en ce qu'elles permettent, à notre humble avis, la mise en place des fondamentaux indispensables pour résoudre un problème.

Dans le cadre de ce travail, nous nous limiterons aux problèmes de type scolaire c'est-à-dire ceux « utilisés pour tester les connaissances acquises par les élèves au terme d'un certain cursus, si court soit-il » D. Valentin et al, Spirale(1993).

Ces connaissances peuvent être de deux types :

- connaissances déclaratives : qui relèvent de la déclaration, qui expriment une énonciation.
- connaissances procédurales : qui relèvent d'une procédure c'est-à-dire d'une méthode, d'une stratégie pour obtenir un certain résultat.

4. Problématique

Ces dernières années, de nombreux travaux de recherche en didactique ont été menés sur la résolution de problèmes de sciences physiques.

Ceci n'est pas surprenant quand on sait la place centrale qu'occupe cette activité dans les processus d'enseignement / apprentissage. C'est un concept qui, outre son caractère transversal, fait parti des plus en vue dans l'échelle des valeurs taxonomiques.

Par ailleurs, pour ce qui concerne le contexte sénégalais, il est clair que l'outil d'évaluation le plus utilisé par les enseignants reste la résolution de séries d'exercices/ problèmes par les élèves à la fin de chaque leçon.

En outre la tendance actuelle qui consacre l'entrée dans les programmes par les compétences (au lieu des objectifs) milite en faveur de cette vision car la compétence ultime à maîtriser pour l'élève demeure assurément la résolution de problèmes.

Les différentes orientations pédagogiques que l'on peut envisager sur le thème de la résolution de problèmes sont riches et multiples, d'après Goffard (1996), on peut distinguer :

- une orientation prise sous l'angle des stratégies, des raisonnements, des difficultés des élèves face à la résolution de problèmes.
- Une orientation qui est axée sur l'étude des situations-problèmes pour enrichir la panoplie offerte aux élèves.
- une troisième orientation visant à améliorer les aides à apporter aux élèves pour apprendre à résoudre et apprendre en résolvant des problèmes.

Cette dernière orientation avait déjà été développée par un groupe de chercheurs ; Caillot, Dumas-Carré et al (1988) ; du Laboratoire interuniversitaire de Recherches sur l'Enseignement des Sciences Physiques et de la Technologie (LIRESP) de l'Université Paris 7.

Ils ont élaboré des aides à apporter aux élèves sous forme de guides pour la résolution de problèmes de mécanique intégrées dans la pratique de classe de l'enseignant.

Sous cet angle, la préoccupation majeure demeure l'analyse et l'amélioration des processus sous-jacentes que doit mettre en œuvre tout élève en situation de résoudre un problème.

A ce propos, Sall et al (1998) préconisent une nouvelle approche dans l'animation des travaux dirigés en classe en insistant plus sur les savoirs procéduraux qui sont les fondamentaux sine qua non dans le processus de résolution de problèmes sans négliger pour autant les savoirs de type déclaratif.

Dans le sillage, il est remarquable de souligner que, dans ce domaine, les conceptions des enseignants sur la résolution de problèmes ne cadrent pas totalement avec cette approche (Sall, 2002).

D'ailleurs, il n'est pas rare que les enseignants évoquent le manque de temps et les effectifs pléthoriques des classes entre autre pour justifier les méthodes qu'ils utilisent jusque là.

Cependant force est de reconnaître qu'il est plus que temps que chaque enseignant s'interroge sur les difficultés qu'ont les élèves face à cette problématique de la résolution de problèmes et s'investisse à lui trouver les solutions idoines.

Nous venons de voir que beaucoup de chercheurs en didactique des sciences physiques ont apporté une contribution des plus notables sur le thème de la résolution de problèmes soit du point de vue des apprenants soit du point de vue des enseignants mais il nous semble que la situation n'évolue guère dans le sens souhaité.

Les élèves continuent de se plaindre des faibles notes obtenues aux évaluations de même que leurs parents pendant ce temps les professeurs, semble-t-il, s'en tiennent au statu quo.

Pourquoi en est-il ainsi ? Que faire ?

Dés le début de notre stage en responsabilité entière, comptant pour l'évaluation dite externe des stagiaires que nous sommes, nous avons eu à animer pour notre « baptême de feu », une séance de travaux dirigés portant sur les conditions générales d'équilibre de solides soumis à l'action de trois forces non parallèles.

En tant que stagiaire, le titulaire avait estimé et nous étions d'accord avec lui qu'il valait mieux pour nous que nous débutions le stage de cette façon en lui préférant l'entame d'une nouvelle leçon. Ceci pouvait alors nous aider à tâter le « pouls » de la classe et de ce fait pouvoir en profiter pour prendre nos repères.

L'exercice (ou le problème) proposé avait déjà été entamé dans une séance précédente, à charge maintenant pour nous de poursuivre la correction avec les élèves.

Comme d' « habitude », un élève est envoyé au tableau pour corriger et le reste de la classe devait suivre. Tout allait « bien » jusqu'au moment où l'élève au tableau devait calculer le sinus d'un angle dont la mesure n'était pas donnée. En ce moment là, constatant les hésitations de l'élève, nous lui avons suggéré de l'exprimer avec les données du problème.

A ce stade quelques élèves ont cru bon de souligner que cela n'avait pas été fait de cette façon la dernière fois, qu'il fallait d'abord calculer la mesure de l'angle en utilisant le cosinus puis revenir au sinus.

Pour résumer cette partie, disons qu'il s'agissait d'un triangle ABC rectangle en A tel que $AB = L$ et $BC = \ell$ où L et ℓ sont des longueurs connues et l'angle en question était l'angle α de sommet B.

Nous avons demandé aux élèves, après quelques discussions, de finir d'abord ce que nous avons commencé avant de revenir sur la méthode utilisée à la séance de la dernière fois.

Avec l'utilisation du théorème de Pythagore, l'élève est parvenu à écrire le sinus de l'angle en fonction des données du problème sans aucun calcul numérique au préalable et il a abouti à : $\sin \alpha = \frac{\sqrt{\ell^2 - L^2}}{\ell}$.

Là où les autres proposaient le calcul du cosinus par $\cos \alpha = \frac{L}{\ell}$, déduire α puis calculer $\sin \alpha$ avant de reporter le résultat dans l'expression considérée.

Après cela, il nous restait à nous prononcer sur les deux méthodes de calcul. A notre grande surprise, les élèves ont préféré, contre toute attente, la deuxième méthode. Seulement nous leur avons fait remarquer que si on avait demandé d'exprimer le résultat en fonction des données du problème ou mieux encore s'il n'y avait pas de données numériques du tout, qu'allaient-ils faire ?

Devant cette question, les réactions étaient mitigées. Certains estimaient que les exercices comportaient toujours des données numériques et qu'ils pouvaient ainsi effectuer des calculs s'ils le désiraient, d'autres par contre, n'arrivaient à émettre un quelconque avis.

Devant cette problématique, nous avons tiré les conclusions suivantes :

- Utiliser le calcul littéral (calcul avec des lettres) autant que possible car il a l'avantage d'être général, il permet un contrôle d'erreur et la vérification de l'homogénéité d'une formule.
- Utiliser le calcul numérique pour établir un résultat numérique demandé tout en sachant que si les calculs s'enchainent, on ne pourra pas faire de contrôle à posteriori.
- L'utilisation du calcul numérique accompagné d'approximations successives peut mener à des résultats aberrants.

Le problème nous offrait par la suite l'occasion de revisiter les trois méthodes (graphique, géométrique et analytique) préconisées en seconde sur l'équilibre d'un solide soumis à l'action de trois forces non parallèles.

Evidemment la méthode dite analytique était la seule que les élèves avaient déjà expérimentée et nous en avons profité pour utiliser les autres méthodes avant de procéder à des comparaisons entre elles. Cette dernière partie s'est déroulée avec beaucoup de discussions autour de rappels en trigonométrie, de choix d'échelles de représentation et d'axes de projection, etc.

Cette séance de travaux dirigés que nous avons animée dès le début de notre stage nous a laissés entrevoir l'idée que les élèves avaient des difficultés en résolution de problèmes. Le déroulement de la séance, avec la participation des élèves dans la discussion, nous a aussi fondés à croire que s'ils avaient un cadre permettant cela, leurs performances en résolution de problème en seraient améliorées et ce cadre, pour nous, serait le groupe de travail.

Le problème que nous avons résolu s'est révélé être aussi un outil ayant permis la mise en évidence ou la détection de certains dysfonctionnements lié à l'accueil ou à la réception du corrigé proposé en classe. Nous avons eu le sentiment que ce corrigé, selon eux, ne constituait pas une piste possible mais c'était la solution surtout quand elle était l'œuvre du professeur.

Nous allons donc dans ce qui suit nous atteler à mettre à la lumière, par l'utilisation de la résolution de problème, les difficultés, si difficultés il y a, que rencontrent les élèves en résolution de problèmes. Nous proposerons éventuellement des remédiations puis examinerons dans quelle mesure le groupe de travail pourrait améliorer leurs performances en ce domaine.

5. Cadre méthodologique

Dans cette partie nous allons définir la population cible, les méthodes d'investigation et les instruments de collecte de données.

5.1. Population cible

Cette étude a essentiellement pour cible les élèves de seconde S du lycée Galandou Diouf de Dakar. Ce lycée situé au quartier Mermoz de Dakar comporte trois secondes de la série S dont le total des effectifs est de 150 élèves environ répartis dans les secondes nommées 2^{nde} Sa, 2^{nde} Sb et 2^{nde} Sc d'effectifs respectifs à peu près égaux.

Chacune des classes totalise six heures de cours hebdomadaires réparties du lundi au vendredi. Les élèves travaillent en journée continue avec une pause d'une heure de 12 heures à 13 heures. La journée débute à 8 heures et prend fin normalement à 18 heures.

5.2. Méthodes d'investigation et instruments

Pour cerner la problématique soulevée tantôt sur les difficultés des élèves en résolution de problèmes, nous allons procéder à :

- L'observation de séances de travaux dirigés (dont une en groupe de travail) qui permettra de voir les acteurs directement à l'œuvre et partant d'en faire une analyse sous l'angle des difficultés détectées chez les élèves.
- L'analyse critique de travaux d'élèves à la loupe d'une grille pour apprécier les difficultés auxquelles ils sont confrontés quand ils sont en situation de résoudre un problème.

L'observation se fera sur la base d'une grille d'observation et l'analyse des tâches des élèves se fera à la loupe d'une grille d'analyse de contenus.

5.2.1. Grille d'analyse d'une méthode de résolution de problème

Toute analyse d'une méthode de résolution de problème devra identifier les différentes étapes qui la constituent et leur statut respectif.

Ces étapes se structurent de manière cohérente dans un ensemble qui doit conduire à la solution du problème.

Pour confectionner une grille d'analyse d'une méthode de résolution de problème, nous allons identifier les éléments pertinents qui entrent en ligne de compte pour résoudre un problème. Cette grille servira alors de loupe pour examiner et diagnostiquer les blocages ou erreurs éventuelles rencontrés au cours de la résolution afin de proposer d'éventuelles remédiations.

En nous fondant sur le travail de Kane, Diouf et Sall (1998), nous adoptons ci-après un canevas d'analyse d'une méthode de résolution de problème fait sous l'angle d'une approche constructiviste :

1. Mise en œuvre des connaissances déclaratives :

- Identification du type d'information.
- Inventaire des mots et concepts-clés.
- Organisation de l'information.
- Usage des formules et relations pertinentes.

2. Mise en œuvre des connaissances procédurales :

- Ordonnancement de l'information.
- Formalisation de l'information.
- Traitement de l'information en utilisant un modèle mathématique.
- Analyse critique du résultat trouvé.

A chacune de ces étapes nous associons un ensemble d'items, chacun d'eux pouvant servir d'indicateur de la présence ou de l'absence de l'étape correspondante dans la méthode utilisée. Le détail est présenté dans le tableau suivant :

N°	Niveaux d'analyse	Oui	Non
Identification du type d'information			
1	Les informations de type qualitatif sont-elles bien explicitées ?		
2	Les informations de type quantitatif sont-elles bien explicitées ?		
3	Le type d'information a-t-il permis de situer le contexte au sens physico-chimique ?		
Inventaire des mots et concepts-clés			
4	Les mots et concepts-clés sont-ils bien inventoriés ?		
Organisation de l'information			
5	Les informations sont-elles organisées de manière à former des unités de sens bien définies ?		
Usage des formules et relations pertinentes			
6	Les formules et relations utilisées correspondent-elles au type d'informations identifié ?		
7	Les expressions des formules ou des relations sont-elles écrites de façon exacte ?		
Ordonnement de l'information			
8	Chaque information est-elle affectée à la question correspondante ?		
9	Les informations sont-elles ordonnées de manière progressive en étapes successives pour conduire à la solution ?		
Formalisation de l'information			
10	Les informations sont-elles traduites conformément au formalisme propre aux sciences physiques ?		
Traitement de l'information			
11	Les informations sont-elles traitées avec le modèle mathématique qui convient ?		
12	Le modèle est-il bien maîtrisé pour conduire à la solution ?		
13	Dispose-t-on de toutes les ressources pour une bonne utilisation du modèle ?		
Analyse critique des résultats			
14	Les résultats sont-ils en adéquation avec le type d'information ?		
15	Les ordres de grandeur des résultats sont-ils vraisemblables ?		
16	Le résultat numérique correspond-il au type d'information		

	identifié dans la question ?		
17	Les résultats sont-ils écrits avec un nombre convenable de chiffres significatifs ?		
18	Les unités des grandeurs calculées sont-elles écrites de manière exacte ?		

5.2.2. Grille d'observation d'une séance de travaux dirigés

Le recours à l'observation dans la pratique de la classe répond ici, d'une part à la nécessité d'envisager les séances de travaux dirigés (T.D.) en termes de description d'un ensemble d'activités visibles, manifestées par l'enseignant ou les élèves, en situation de résolution de problèmes et d'autre part à la nécessité de se doter d'un instrument de recueil et d'interprétation des renseignements relatifs à l'animation pédagogique de ces dernières.

Notre principal objectif est de déceler les obstacles éventuels à un déroulement satisfaisant de ces T.D. en termes d'apprentissage des stratégies de résolution de problèmes.

La grille que nous allons confectionner s'inspire du modèle de grilles proposé par D'Hainaut L. pour l'observation du comportement pédagogique des élèves et de l'enseignant dans une classe.

Nous avons tenté de faire une adaptation au contexte particulier que représente une séance de T.D. en résolution de problèmes.

N°	Niveaux d'observation	Oui	Non
1	Le professeur a-t-il fait apparaître les objectifs de l'activité aux élèves ?		
2	Le professeur a-t-il suscité l'intérêt des élèves pour l'activité ?		
3	Le professeur a-t-il encouragé la participation des élèves ?		
4	Les élèves ont-ils participé de façon significative ?		
5	Est-ce qu'un élève est envoyé au tableau et les autres le suivent ?		
6	Est-ce que les élèves travaillent en groupes ?		
7	Prendent-ils note au fur et à mesure ou attendent-ils la fin de la séance ?		
8	Posent-ils des questions au professeur ?		
9	Posent-ils des questions à l'élève au tableau ?		
10	Le professeur donne-t-il l'initiative aux élèves ?		
11	Perçoit-on une progression dans la conduite de l'activité ?		

12	Le professeur a-t-il stimulé l'apport des élèves ?		
13	Les élèves ont-ils contribué en termes de propositions ?		
14	Perçoit-on une méthode structurée dans la conduite de l'activité ?		
15	Le professeur tient-il compte de la représentation des élèves ?		
16	L'activité se fait-elle avec des rappels de cours ?		
17	Perçoit-on une gradation progressive des niveaux taxonomiques des questions de l'activité ?		
18	Les élèves ont-ils contesté la réponse à une question ?		
19	Le sens des concepts utilisés est-il rappelé ?		
20	Les relations entre concepts sont-elles données à travers des lois ?		
21	Les relations entre concepts sont-elles données à travers des formules mathématiques sans référence aux lois ?		
22	Les données qualitatives sont-elles explicitées ?		
23	Perçoit-on la mise en œuvre de connaissances procédurales ?		

5.2.3. Grille d'analyse d'une activité d'apprentissage

A cette grille, nous avons adjoint celle que nous présentons ci-après proposé par DISCAS (1995) pour l'analyse d'une activité d'apprentissage quelle qu'elle soit.

N°	Mise en situation	Oui	Non
1	Y a-t-il un déclencheur d'intérêt ? humour ; défi ; curiosité ; aspect ludique ; autre.		
2	L'utilité de l'objectif a-t-elle été démontrée ?		
3	S'il y a lieu, les préalables (connaissances antérieures nécessaires à l'accomplissement de l'activité) ont-ils été rappelés ?		
Expérimentation			
4	Toute l'information nécessaire est-elle présente ? (directives, matériel à consulter, etc.)		
5	A-t-on fourni à l'élève une représentation claire du produit final attendu ?		
6	Y a-t-il une place pour la découverte de l'information ?		
7	L'activité fait-elle appel à d'autres sources que l'enseignant et le manuel ? : observation, ouvrages de référence, matériel didactique, autres élèves, source extérieure à la classe.		

8	Y a-t-il place pour l'essai et l'erreur ?		
Objectivation			
9	Y a-t-il une mise en commun des résultats ? ; oralement, au tableau, autre modalité.		
10	Y a-t-il discussion des résultats ? : collectivement, en équipes, autre modalité.		
11	Y a-t-il un résumé de l'information essentielle ? : oral, au tableau, écrit (notes), écrit (schéma), autre		
12	Y a-t-il une généralisation des résultats ? : exemples, contre-exemples, énoncé de principe, autre.		
13	L'élève est-il invité à décrire sa démarche et à nommer les processus impliqués ?		
Réinvestissement			
14	L'activité de réinvestissement fait-elle appel aux mêmes processus que l'activité initiale ?		
15	L'activité de réinvestissement diffère-t-elle de la précédente quant au sujet et au contexte ?		
16	L'activité de réinvestissement diffère-t-elle de la précédente quant au type d'interaction ? (individuellement, en équipe, collectivement, etc.)		
Caractéristiques globales			
17	L'activité est-elle d'un niveau de difficulté adapté à l'âge et au niveau de développement des élèves ?		
18	L'activité permet-elle à l'élève de constater rapidement ses réussites, ses échecs et ses progrès ?		
19	L'activité comporte-t-elle des éléments pouvant rejoindre chacun des styles différents d'apprentissage ? (auditifs, visuels, kinesthésiques, etc.)		
20	L'activité comporte-t-elle une variété d'interactions (travail individuel, par équipes, collectif), de rythmes (convergence, divergence) et de rôles (élève acteur, observateur, communicateur, etc.) ?	l	
21	L'activité permet-elle de tenir compte des différents rythmes d'apprentissage ?		
22	S'assure-t-on que l'élève dispose d'un feed-back à chacune des étapes de la démarche ? : autocorrection, par les pairs, par l'enseignant, par la nature même de la tâche.		

5.3. Modalités d'investigation

5.3.1. Observation de séances de T. D.

Les séances d'observation se sont déroulées au sein même du lycée Galandou Diouf de Dakar. Nous avons tour à tour visité les classes de 2^{nde} Sa et de 2^{nde} Sb après avoir avisé les professeurs concernés. Ces professeurs, à savoir M. Dieng (2^{nde} Sa) et M. Gaye (2^{nde} Sb), stagiaires de la FASTEF, animaient chacun, au moment de la visite, une séance de T. D. dans leurs classes respectives.

Quant à la 2^{nde} Sc, dont nous avons la charge, nous y avons organisé une séance de travail de groupe animée par nos soins en la présence de trois professeurs stagiaires, M. Gaye, M. Cissé et M. Seck qui ont assisté à la séance en tant qu'observateurs munis des deux grilles ci-dessus.

Après la séance, en plus de remplir les grilles, chacun d'eux devait communiquer, par écrit, son appréciation, ses commentaires et ses suggestions quant à son déroulement puis désigner, des deux grilles, celle qu'il jugeait la plus adaptée à l'observation de la séance qui s'est déroulée sous leurs yeux.

5.3.2. Analyse de tâches

En guise de tâches, nous avons donné trois problèmes aux trois classes de seconde S que compte l'établissement.

- Un problème de chimie portant sur les chapitres intitulés « réactions chimiques » et « généralités sur les solutions aqueuses » qui a été donné aux élèves de la 2^{nde} Sb tenu par M. Gaye.
- Un problème de physique portant sur le chapitre intitulé « intensité du courant électrique » qui a été donné aux élèves de la 2^{nde} Sa tenu par M. Dieng.
- Un autre problème de physique portant sur les chapitres intitulés « équilibre d'un solide soumis à l'action de trois forces non parallèles » et « équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe » qui a été donné à la 2^{nde} Sc dont nous avons la charge.

Pour les deux secondes Sa et Sb, tous les élèves ont fini leur tâche avant la fin du temps imparti c'est-à-dire en moins d'une heure. Cependant il était clair, dès le début, qu'on ne pouvait pas sortir avant l'heure pour éviter que, par envie de

sortir très vite, certains élèves en arrivent à bâcler leur travail et par effet de contagion donnent envie aux autres d'en faire de même.

Il a été aussi précisé que ce n'était pas un devoir mais pour les motiver, on a dû leur dire qu'il y avait la possibilité de bénéficier d'un petit bonus pour ceux qui réussiraient à trouver la solution du problème.

Evidemment nous nous excusons de cette petite ruse d'enseignant qui pourrait porter atteinte à l'un des principes, à savoir la transparence, s'attachant à l'évaluation. Mais vous aurez compris que c'est pour la bonne cause.

Les élèves devaient travailler directement sur des imprimés conçus à cet effet et contenant l'énoncé du problème avec un espace réservé à la solution.

Ces problèmes ont été choisis dans des manuels d'utilisation courante où les professeurs ont l'habitude de puiser pour la confection de leurs séries d'exercices. Ils ne sont, à notre avis, ni trop faciles ni trop difficiles à priori. Ainsi donc les bons élèves ne seront pas démotivés et les plus faibles, sans peur d'être rebutés par la difficulté, auront envie de s'engager pour la recherche d'une solution au problème.

Ces problèmes, avant d'être proposés aux élèves, ont été soumis à l'appréciation de quelques collègues professeurs. Après correction, les seules objections émises ont concerné le problème de chimie. En effet, d'après un des collègues, ce n'était pas à proprement parler un problème car n'étant pas trop difficile et ne demandant pas une réflexion très profonde (sic). Et même il suggère que la deuxième question soit scindée en deux à savoir :

a) Calculer la concentration de $\text{Ca}(\text{OH})_2$

b) En déduire la concentration des ions présents en solution.

Evidemment, il ne s'agissait pas pour nous de procéder à une quelconque distinction entre exercice et problème encore moins d'établir une frontière entre ces deux concepts mais de proposer des tâches de type scolaire susceptibles de nous révéler l'état des lieux dans le processus d'acquisition de connaissances en cours par nos élèves à travers la résolution de problèmes.

D'ailleurs pour cette deuxième question, nous attendions de l'élève qu'il fasse lui-même ce travail d'analyse consistant à scinder, séparer les informations qui lui sont proposées pour mieux les comprendre car en résolution de problème, ce travail est essentiel.

Pour ce qui concerne la 2nde Sc, les élèves ont été organisés par groupes de quatre ou cinq élèves sur la base de leur proximité.

Cette organisation s'est faite rapidement en regroupant les tables deux à deux de telle sorte que les élèves des groupes de quatre soient assis face à face sur deux tables-bancs tandis que les élèves des groupes de cinq, quant à eux, étaient assis sur trois tables-blancs accolés tels qu'il soit possible pour chaque élève de discuter avec chaque membre de son groupe sans gêne aucune.

Pour l'organisation interne des groupes, nous avons attribué à chaque membre un rôle pour un bon déroulement du travail et ainsi pouvoir compter, un tant soit peu, sur la participation effective de chaque élève.

C'est ainsi qu'il a été décidé d'attribuer les rôles suivants :

- Un responsable de groupe chargé de la discipline et de la bonne marche du travail.
- Un animateur de groupe chargé d'animer les débats internes, de réguler les échanges verbaux internes ou externes et de relancer la discussion en cas de besoin.
- Un rapporteur dont le rôle est de présenter le travail du groupe à la séance plénière à l'ensemble de la classe, ce qui suppose pour lui de suivre et de noter les observations et autres propositions surtout celles concernant les réserves émises par ceux qui ne seraient pas d'accord sur certaines propositions de la majorité pour les faire partager lors de la plénière.
- Un secrétaire chargé de la consignation par écrit de la solution proposée par le groupe sur un support adéquat qui sera remis au rapporteur pour les besoins de la plénière.
- Pour les groupes de cinq, le rôle du membre restant a été laissé à leur entière discrétion, c'est ainsi que certains ont choisi superviseur, d'autres observateur, coordonnateur, chercheur, contrôleur. Cependant aucun des groupes n'a défini le rôle attribué à ce dernier avec précision.

A la fin des deux heures qui nous étaient imparties, compte tenu du temps de formation des groupes, de la dévolution des rôles, de la recherche individuelle

puis collective par groupe et des débats qui ont pu commencer sur la première question du problème, il nous a semblé que le temps est passé très vite.

Bien évidemment nous n'avons pas pu passer à la plénière où on devait procéder à la présentation du travail de chacun des groupes à l'ensemble de la classe. Cela constituerait pour nous une opportunité pour apporter des correctifs et/ou des compléments afin d'aboutir ensemble à une synthèse générale que les élèves devraient noter en guise de méthode.

5.4. Présentation des résultats

5.4.1. L'observation des classes

Pour les classes de 2^{nde} Sa et 2^{nde} Sb

Les deux séances se sont, à peu de choses près, déroulées de la même manière. C'est d'abord un des élèves qui est envoyé au tableau par le professeur pour corriger un des exercices proposés avant la séance. Si pour la 2^{nde} Sa, il a fallu recopier l'exercice au tableau à partir d'un livre, pour la 2^{nde} Sb, l'exercice faisait déjà parti d'une fiche mise à la disposition des élèves.

Le professeur a fait lire l'exercice par l'élève au tableau pendant qu'au même moment il vérifiait si les autres élèves avaient cherché avant de venir en classe. L'élève continue la correction de l'exercice, question par question, le professeur n'intervenant que quand il note un blocage ou quand un élève pose une question.

Cependant en 2^{nde} Sb, nous avons noté que le professeur posait des questions de cours ayant un rapport avec les questions traitées dans l'exercice.

Il arrivait aussi que le professeur intervienne directement lui-même pour corriger quelque chose ou apporter une précision. Il en est ainsi jusqu'à ce qu'un autre élève, à sa demande ou à celle du professeur, vienne prendre la place du premier soit pour corriger l'exercice suivant soit pour corriger une autre question du même exercice.

C'est le même rituel qui continue et pendant ce temps, les autres sont occupés à prendre dans leurs cahiers d'exercices la correction proposée ou à suivre ce qui se fait au tableau. Aucun fait notable, aucun incident (didactiquement significatif s'entend) n'est venu perturber le déroulement normal des deux séances de T. D. En 2^{nde} Sa le professeur n'a pu corriger (c'est bien cela) qu'un exercice avec ses élèves tandis qu'en 2^{nde} Sb, le professeur a pu corriger deux exercices avec ses élèves.

Au bout d'une heure d'observation, nous avons pris congé.

Pour la classe de 2nde Sc

La séance a débuté avec l'installation des invités qui devaient jouer le rôle d'observateurs. Ensuite nous avons expliqué l'objectif visé par le travail de groupe avant de procéder avec les élèves à la formation des dits groupes comme c'est expliqué précédemment.

La séance s'est déroulée dans le calme, le niveau de bruit n'ayant jamais dépassé celui noté habituellement dans une classe en « mode normal » malgré les discussions très animées notées çà et là au sein des groupes.

Nous avons senti que les élèves étaient très motivés et chacun d'eux semblait s'impliquer dans la recherche de solution au problème. Evidemment nous rappelions à intervalles réguliers le timing relatif à chacune des phases du travail à savoir :

- temps de recherche individuelle : 15 minutes.
- Mise en commun au sein de chaque groupe : 40 minutes.
- Plénière et discussions générales : 30 minutes.
- Synthèse générale et prise de notes : 30 minutes.

En raison de retard au démarrage et du temps pris par la formation des groupes, ces derniers n'ont pu finir que la première question du problème. Celle-ci a pu faire l'objet de débats entre les groupes avant la fin du temps imparti mais il n'a pas été possible de présenter les travaux de chaque groupe au tableau et de procéder à la synthèse générale.

A la fin de l'heure les groupes nous ont remis leurs travaux et nous avons demandé à chacun d'eux de terminer le travail afin de le rendre au prochain cours. Nous avons par la suite recueilli les fiches d'observation dûment remplies par nos invités accompagnés de leurs appréciations, commentaires et suggestions sur la séance à laquelle ils venaient d'assister.

5.4.2. Analyse des tâches

Les résultats de l'analyse des tâches exécutées par les élèves sont consignés dans les tableaux suivants.

Pour ce faire, nous avons décomposé les productions des élèves en unités simples, chacune d'elles représentant une tâche élémentaire (au sens d'unitaire) à effectuer dans le processus de résolution du problème.

Par la suite nous avons décompté, copie par copie, ces unités simples pour les rassembler dans les tableaux.

Le problème n°1 est celui donné à la 2^{nde} Sa et portant sur le chapitre « intensité du courant électrique ».

Le problème n°2 est celui donné à la 2^{nde} Sb et portant sur les chapitres « réactions chimiques » et « généralités sur les solutions aqueuses ».

Le problème n°3 est celui donné à la 2^{nde} Sc et portant sur les chapitres « équilibre d'un solide soumis à l'action de trois forces non parallèles » et « équilibre d'un solide en rotation autour d'un axe fixe ».

Quant au problème n°3 (bis), c'est le même problème que le n°3 à la différence que les élèves l'ont résolu en groupe en dehors de la classe car n'ayant pu faire que la première question en classe comme nous l'avons signalé plus haut. Les résultats présentés dans ce tableau sont donc ceux des travaux de groupe que les élèves ont dû terminer en dehors de la classe et qu'ils ont rendus au cours suivant deux jours après.

Tableau 1 : résultat du problème n°1

N°	Tâches prescrites	Réussite	Echec	Non traitées
1	Indiquer, sur le schéma, les sens des courants sur la branche principale et sur chacune des branches dérivées	25	4	19
2	Attribuer une notation à chacune des intensités des courants des branches du circuit	34	3	11
3	Nommer les nœuds	13		35
4	Adopter une notation cohérente pour ces intensités	23	14	11
5	Déduire de l'indication de l'ampèremètre la mesure de l'intensité de la branche principale dans les deux cas	39	4	5
6	Traduire « les lampes L_1 et L_2 sont identiques » par l'égalité des intensités des courants des branches correspondantes	22	1	25
7	Traduire l'ouverture ou la fermeture de l'interrupteur par le passage ou le non passage du courant dans la branche correspondante	16	13	19
8	Enoncer la loi des nœuds	12		36
9	En se référant à la loi des nœuds écrire une relation entre les intensités des courants	36	3	9
10	Calculer les intensités des courants par résolution des équations résultant de l'application de la loi des nœuds	12	28	8
11	Calculer l'intensité du courant qui traverse L_1 par différence entre les deux indications de l'ampèremètre	6	2	40
12	Vérifier les résultats trouvés pour les intensités	1		47

Tableau 2 : résultat du problème n°2

N°	Tâches prescrites	Réussite	Echec	Non traitées
1	Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre l'oxyde de calcium et l'eau	39	8	
2	Faire le bilan molaire de la réaction	17		30
3	Traduire la proportionnalité des quantités qui réagissent aux coefficients stœchiométriques par des égalités de rapport.	14		33
4	Calculer la quantité initiale d'oxyde de calcium en mol	28	2	17
5	Calculer la quantité initiale d'eau en mol	1	3	43
6	Déterminer le réactif en excès ou le réactif limitant	1	1	45
7	Exprimer la quantité (en nombre de mol) du produit formé	10	1	36
8	Ecrire l'équation de dissolution du composé ionique formé	26	7	14
9	Faire un deuxième bilan molaire	16		31
10	Ecrire une relation entre les nombres de mol ou les concentrations par référence à l'équation de dissolution	22	6	19
11	Utiliser une notation adéquate pour les concentrations des espèces dissoutes	17	24	6
12	Utiliser une notation adéquate pour les symboles des espèces dissoutes	27	13	7
13	Déduire le nombre de mol ou la concentration d'ion de chaque sorte dans la solution	23	15	9
14	Tenir compte de manière quantitative de la participation de l'eau en tant que réactif dans le calcul des concentrations			47
15	Procéder éventuellement à une approximation dans le calcul des concentrations molaires des espèces dissoutes.			47
16	Vérifier éventuellement les résultats par l'équation d'électro-neutralité de la solution ionique			47

Tableau 3 : résultat du problème n°3

N°	Tâches prescrites	Réussite	Echec	Non traitées
1	Choisir une échelle de représentation pour les forces et pour les éléments du dispositif	2		9
2	Choisir un système	8		3
3	Faire le bilan de toutes les forces agissant sur le système	11		
4	Représenter les forces agissant sur le système	9	2	
	à l'échelle			11
5	Justifier le choix du théorème des moments	1		10
6	Définir un axe de rotation (réel ou fictif)	8		3
7	Choisir un sens positif de rotation	11		
8	Calculer les bras de levier des forces agissant sur le système	1	1	9
9	Ecrire l'expression algébrique des moments de toutes les forces agissant sur le système	9	2	
10	Enoncer le théorème des moments	1		10
11	Ecrire la condition d'équilibre pour un solide susceptible de tourner autour d'un axe	11		
12	Donner l'expression littérale de l'intensité de la force à calculer	4	2	5
13	Faire l'application numérique	9	2	
14	Utiliser les unités du système international	11		
15	Enoncer les conditions d'équilibre d'un solide soumis à l'action de trois forces			
16	Ecrire la relation vectorielle traduisant la condition d'équilibre			
17	Choisir un système d'axes perpendiculaires			

18	Projeter la relation vectorielle suivant les axes perpendiculaires			
19	Déduire les composantes de la réaction du sol sur le panneau			
20	Donner l'expression littérale de l'intensité de cette réaction			

Tableau 3 (bis) : résultat du problème n°3 (bis)

N°	Tâches prescrites	Réussite	Echec	Non traitées
1	Choisir une échelle de représentation pour les forces et pour les éléments du dispositif	1	1	9
2	Choisir un système	11		
3	Faire le bilan de toutes les forces agissant sur le système	11		
4	Représenter les forces agissant sur le système	7	4	
	à l'échelle		2	9
5	Justifier le choix du théorème des moments			11
6	Définir un axe de rotation (réel ou fictif)	9	2	
7	Choisir un sens positif de rotation	9		2
8	Calculer les bras de levier des forces agissant sur le système	3		8
9	Ecrire l'expression algébrique des moments de toutes les forces agissant sur le système	11		
10	Enoncer le théorème des moments	6		5
11	Ecrire la condition d'équilibre pour un solide susceptible de tourner autour d'un axe	11		
12	Donner l'expression littérale de l'intensité de la force à calculer	8		3
13	Faire l'application numérique	11		

14	Ecrire le résultat en unité S I	11		
15	Enoncer les conditions d'équilibre d'un solide soumis à l'action de trois forces	1		10
16	Ecrire la relation vectorielle traduisant la condition d'équilibre	5		6
17	Choisir un système d'axes perpendiculaires	5		6
18	Projeter la relation vectorielle suivant les axes perpendiculaires	1	4	6
19	Déduire les composantes de la réaction du sol sur le panneau	1	4	6
20	Donner l'expression littérale de l'intensité de cette réaction	1	4	6
21	Faire l'application numérique	1	5	5
22	Déterminer la direction de cette réaction par le calcul de l'angle formé avec l'axe des abscisses		4	7
23	Déterminer les caractéristiques de la réaction par une méthode graphique			11
24	Contrôler éventuellement le résultat en comparant les deux méthodes			11

5.5. Analyse des résultats

5.5.1. Analyse des problèmes

⇒ Analyse du problème n°1

Si nous convenons de considérer qu'un item est réussi par la classe quand le pourcentage d'élèves qui l'ont trouvé atteint 75 % (soit 36 élèves), alors nous décomptons seulement deux items réussis par la classe : les items 5 et 9.

Cependant les items réussis par au moins la moitié de la classe (soit 24 élèves ou plus) sont les items 1 et 2 en plus des items 5 et 9.

Remarquons que les scores obtenus par les élèves pour les items 5 et 6 sont comparables (respectivement 39 et 36) la raison en est que la relation déduite de la loi des nœuds comprend forcément l'intensité principale.

De même les items 1 et 2 sont liés par le fait qu'indiquer le sens du courant sur le schéma entraîne ipso facto l'attribution d'une notation pour les intensités correspondantes à quelques exceptions près.

C'est pourquoi, un élève, d'une part, qui réussit les items 1 et 2 qui participent à une bonne représentation du problème et d'autre part réussit de même les items 5 et 9 qui permettent d'aboutir aux relations mathématiques servant à calculer les intensités demandées, cet élève, pensons-nous, devrait aboutir à la solution nonobstant quelques obstacles présentés par quelques items notamment par l'item 6 mais surtout par l'item 7 (score 16 soit 33 %).

Ces obstacles sont surtout liés aux données qualitatives du problème et à certaines représentations qu'ont les élèves sur certains concepts. En effet, parmi les items indispensables à la résolution du problème, ceux traduisant des données qualitatives se trouvent crédités des scores les plus bas (6 et 7). En ce qui concerne les représentations, nous pouvons signaler les plus saillantes :

- Certains élèves (16 soit 33 %), pour calculer l'une des intensités des courants dérivés, procèdent à une division par deux, c'est ainsi qu'on peut voir des raisonnements du type :
 $I = I_1 + I_2 = 600 \text{ mA}$ donc $I_1 = 600 \text{ mA} : 2 = 150 \text{ mA} = I_2$ où I_1 et I_2 ne désignent pas forcément les courants qui traversent les lampes L_1 et L_2 car les notations incohérentes ont eu un score de 23 soit 48 % des élèves de la classe.

Cette erreur pourrait provenir même du langage utilisé pour expliquer le passage du courant dans le circuit, en effet, on dit presque toujours « arrivé au nœud tel, le courant se partage, se scinde, se divise... en deux » sans prendre garde au fait que pour l'élève cela se traduit par une division par deux quelque soit le cas.

Si, en plus, ils n'ont traité en exercice que des cas de deux branches dérivées comportant des lampes identiques, on peut comprendre aisément que de telles représentations puissent s'installer durablement.

On devrait donc faire très attention au langage que nous utilisons pour expliquer aux élèves et pour le cas d'espèce, il est peut-être plus judicieux de dire simplement que le courant, arrivé au nœud tel, suit soit la branche telle soit la branche telle en évitant autant que possible l'expression « se partage » et consorts.

- La position de l'interrupteur K pour sa part a induit beaucoup d'élèves en erreur (score 8) car pour eux K ouvert signifie pas de courant qui traverse les lampes L_2 et L_1 . Ceci est peut-être dû au fait que ces élèves conçoivent que « du côté de K ouvert, le courant ne passe pas » sans considération aucune pour la notion de branche.

Ils ont donc une vision spatiale du circuit électrique. Pour y remédier, on pourrait placer l'interrupteur en différents endroits dans le circuit ou mieux encore réaliser une expérience en y faisant varier la place de l'interrupteur et faire remarquer que, à chaque fois, seule la lampe se trouvant sur la branche de l'interrupteur ouvert ne brille pas.

- Il y a eu des confusions entre lois sur les intensités et lois sur les tensions car des concepts comme maille ou des notations comme I_{AB} ou I_{EF} ont été notés (score 7 soit 14 %). Ceci est dû au fait que les élèves étaient entrain de faire le chapitre « tension électrique », notion qui était donc en cours d'acquisition. Ainsi donc on note là aussi un problème d'identification du type d'information qui est, de notre point de vue, l'un des passages obligés en résolution de problème.
- En ce qui concerne l'item 6 qui accuse un score de 22 soit 46 %, on pouvait espérer mieux de la part des élèves d'autant plus que le schéma du circuit les y aidait grandement avec la séparation du nœud des deux branches comprenant les lampes identiques d'avec le nœud de la branche principale. On peut donc supposer qu'ils n'ont pas pu traduire : lampes identiques = branches équivalentes électriquement = intensités égales pour les courants parcourant ces branches.
- On peut signaler la démarche tout à fait originale de certains élèves (score 6 soit 12,5 %) qui ont déduit l'intensité du courant traversant la lampe L_1 par différence des indications de l'ampèremètre. Ils ont ainsi abouti à la solution du problème de manière très performante.
- Les élèves ne sentent pas la nécessité de vérifier les résultats qu'ils trouvent car un seul a eu à le faire. Pourtant ceci fait partie de la dernière phase qui consiste en l'analyse critique des résultats où l'on s'assure que les valeurs trouvées correspondent bien à la solution du problème.

Globalement le taux de réussite de la classe à l'ensemble des items n'est que de 41,5 %, très en deçà des 75 % que nous avons fixés comme seuil de réussite de la classe à un item.

En première conclusion, il se dégage que les élèves ont surtout des problèmes liés au décryptage des données qualitatives (scores très faibles pour les items 6 et 7) par contre quand les données quantitatives sont impliquées, ils s'y sentent plus à l'aise et arrivent généralement à tirer leur épingle du jeu (scores appréciables pour les items 5 et 9).

A cela s'ajoute le fait que les élèves ne semblent pas accorder beaucoup d'importance à certains aspects tels que l'énonciation des lois utilisées (score 12 soit 25 %) ou la vérification des résultats trouvés (score 1) or ceci participe de la rigueur scientifique de la démarche qui est une des composantes essentielles en matière de formation scientifique.

⇒ Analyse du problème n°2

Signalons d'ors et déjà que la première question du problème, qui peut être considérée ici comme une entrée en matière, correspond à l'item qui a obtenu le plus gros score (39 soit 83 %), nous pouvons donc dire qu'il a été réussi. D'ailleurs, c'est le genre de question qui permet aux élèves, même les plus faibles, d'entrer dans le vif du sujet.

Elle est là pour préparer la suite à savoir la deuxième question où, comme l'a suggéré un collègue, on n'a pas eu la même prévenance à l'égard des élèves en leur posant deux questions l'une sur l'équation de dissolution l'autre sur le calcul des concentrations.

Les items 4, 8 et 12 ont obtenu respectivement les scores 28 (59 %), 26 (55 %) et 27 (57 %). Ces scores sont tout à fait comparables, ce qui s'explique par le fait que l'item 8 pour être réalisé utilise l'item 12, quant à l'item 4, c'est un pré-requis pour ce problème.

Pour ce problème jugé facile, il est apparu un obstacle de taille : le cas de l'eau. En effet aucun élève n'a fait cas du fait que l'eau est certes un solvant (dissociant ici) mais aussi il joue le rôle de réactif associé à l'oxyde de calcium.

Un réactif doit voir sa quantité diminuer au cours d'une réaction (totale) alors aura-t-on le même volume de solution à la fin de la réaction ? Cette question entraîne immédiatement que l'on s'intéresse à la quantité d'eau ayant réagi.

C'est l'objet des items 14 et 15 qui ont obtenu un score nul et vierge. Dans les exercices qu'on donne en classe, on rencontre habituellement des informations telles que « on ne tiendra pas compte de la variation de volume dans le calcul des concentrations » sans qu'on se donne la peine de les expliciter.

Ceci est pourtant une approximation consistant à négliger le volume du corps dissous devant le volume de la solution.

C'est le même phénomène noté ici sauf qu'ici, l'élève peut calculer la quantité d'eau ayant réagi et constater qu'elle est négligeable devant le volume de la solution.

A part cela les erreurs les plus significatives qu'on a eu à noter sont les suivantes :

- Certains élèves ont calculé des nombres de mol de réactifs en traitant ces derniers comme des gaz et en utilisant le volume molaire dans les CNTP.
- Aucun élève n'a vérifié l'électro-neutralité de la solution afin de valider sa solution.
- On a aussi noté quelques difficultés liées à l'écriture des formules des ions.
- Ils ne se donnent pas la peine de déterminer le réactif limitant avant de calculer les nombres de mol demandés ou ceux constituant des intermédiaires de calcul.
- L'eau et l'hydroxyde de calcium sont traités, par certains élèves, comme des espèces dissoutes dont il faut calculer les concentrations.

Ce problème de chimie qui à priori ne présente pas de grosses difficultés a quand même révélé que, comme on l'a signalé plus haut, certaines données surtout de type quantitatif attire plus l'attention des élèves.

C'est ainsi que le rôle de l'eau en tant que réactif passe complètement en information secondaire devant son rôle de solvant en raison de la donnée du volume de la solution, lequel volume peut permettre le calcul des concentrations des ions.

Cependant on peut signaler le cas de cet élève, l'exception qui confirmerait la règle ? qui écrit, je cite « *Ici l'eau réagit avec l'oxyde de calcium et il se forme de l'hydroxyde de calcium donc on n'a pas de solvant ce qui entraîne l'absence de solution* ». Pour lui, être réactif est incompatible avec le fait d'être aussi solvant, l'un excluant l'autre. Cet élève s'est forgé tout seul ce genre de

« règle-élève » qui échappe à toute logique donc difficile à déceler et souvent fruit de certaines de leurs représentations.

Ici aussi la réussite globale dans les items est accréditée du score de 39,4 % compte non tenu des trois derniers items à savoir les items 14, 15 et 16. C'est dire que la réussite n'est pas encore au rendez-vous cette fois-ci encore.

⇒ Analyse du problème n°3

Nous rappelons que ce problème, contrairement aux autres, a été donné en travail de groupes en classe de 2^{nde} Sc. Seule la première question du problème a pu être traitée en classe selon les modalités décrites plus haut. Les groupes étaient au nombre de onze.

L'analyse ne concernera donc pas, pour l'instant, les items 15 jusqu'à 24 du tableau des résultats.

Tout d'abord, on note quatre items qui ont fait le carton plein ; les items 3, 7, 11 et 14 suivis de très près par les items 4, 9 et 13 qui sont accrédités chacun d'un score de 9 (82 %) puis viennent les items 2 et 6 avec un score de 8 (73 %) chacun.

On peut donc dire que sept items ont été réussis par les groupes sur un total de onze et même on peut y inclure les deux items 2 et 6 qui avoisinent presque le seuil fixé. La réussite dans ces items là peut s'expliquer par le fait qu'ils font parti d'un algorithme que les élèves ont eu à répéter à plusieurs reprises, ils confirment donc qu'ils maîtrisent la méthodologie liée à ce type de problème.

Par contre les items où le score est très faible à savoir 1, 5, 10 et 12 concernent des questions où les élèves ne sont pas toujours à leur avantage. Il s'agit, en l'occurrence, essentiellement de questions liées aux représentations graphiques (choix d'une échelle, dessin à l'échelle), aux valeurs algébriques (choix d'un sens), aux justifications et énonciation de théorèmes (rigueur scientifique) et au calcul littéral (transformations de formules mathématiques).

Cependant ces dernières questions sont de véritables enjeux en résolution de problèmes d'où la nécessité de les y engager de préférence dans un cadre qui permet le débat et l'argumentation comme c'est le cas dans un groupe de travail.

Il est à signaler que seuls deux groupes n'ont pu trouver la solution de cette première question essentiellement à cause d'erreurs sur le calcul des bras de

levier liées à des difficultés sur l'utilisation des relations trigonométriques dans un triangle rectangle.

La phase des débats appelée plénière devait être le lieu approprié pour rectifier, recadrer ou corriger la plupart des erreurs révélées par le problème.

Cette séance était suivie par trois collègues de la F.A.S.T.E.F. qui ont chacun rempli deux grilles d'observation avant d'émettre des appréciations, des commentaires et des suggestions.

Dans leur commentaire, c'est surtout la participation des élèves qui a retenu leur attention. Ils ont tous apprécié la participation massive des élèves, les multiples échanges qui ont eu lieu et l'animation qui s'en est suivie. Cependant ils déplorent la gestion du temps car le travail n'ayant pu arriver à terme dans le temps imparti.

Par conséquent, ils suggèrent de choisir, en d'autres occasions, un exercice plus abordable qui puisse se faire dans les limites du temps imparti et pourquoi pas un exercice à caractère expérimental ?

Pour les grilles, c'est celle intitulée « niveaux d'observation » qui, selon eux, a mieux traduit ce qu'ils ont observé.

⇒ Analyse du problème n°3 (bis)

En fait il s'agit du même problème que précédemment à la différence que les élèves l'ont cherché toujours en travail de groupe mais hors de la classe. Ils devaient le rendre au prochain cours c'est-à-dire deux jours après.

En comparant les résultats de la première question obtenus ici avec ceux du travail fait en classe, nous nous rendons compte qu'il y a eu quelques changements. En effet, on peut noter ceci :

- Tout d'abord, l'item 13 concernant l'application numérique enregistre un score de 100 %. C'est dire que tous les groupes ont abouti à la bonne réponse. Cela veut dire que c'est maintenant dans les items structurant la démarche qu'il faut chercher des disfonctionnements éventuels.
- Les items 1, 4, 5 et 7 ont vu leurs scores baisser confirmant ainsi les difficultés annoncées plus haut concernant les représentations graphiques, les valeurs algébriques et les justifications des choix stratégiques. On peut quand même noter une hausse significative (score 1 à 6) pour l'item 10 relatif à l'énonciation du théorème des moments. Ceci est peut être dû au fait que quand ils pensent avoir le temps, les élèves

trouvent normal de faire figurer les justifications en énonçant les théorèmes pertinents mais dès que le temps leur est compté, ils ne songent plus qu'à engranger des points et qu'ils, par conséquent, n'accordent de l'importance qu'à ce qui peut leur procurer ces points qui leur sont si chers. Evidemment la faute en revient un peu à l'évaluateur qui n'accorde pas de point à cette composante essentielle de la démarche de résolution de problèmes. Pour espérer changer cela, accordons donc des points à toute partie jugée essentielle dans la structuration d'une résolution de problème.

- Il est à signaler aussi la hausse notable de l'item 12 qui a vu son score doubler. Ceci montre que les élèves ont rectifié le tir par rapport à la recommandation portant sur l'écriture de l'expression littérale avant le passage à l'application numérique qu'on ne cesse pourtant de leur répéter à l'envi.

On peut remarquer que pour cette première question, les groupes ont de manière générale amélioré assez sensiblement leurs performances et même les aspects qualitatifs, qui semblaient être les parents pauvres jusqu'ici, ont bénéficié d'un regain de considérations.

Pour les questions suivantes, malgré le fait d'être restés avec le problème pendant deux jours, les groupes n'ont pas vraiment eu de réussite dans les items correspondants. En effet, on peut relever les constats suivants :

- Seuls les items 16 (relation vectorielle) et 17 (choix d'un système d'axes de projection) ont eu un score avoisinant les 50 %. Pour le reste un seul groupe a réussi à aller jusqu'au bout pour aboutir à l'intensité de la réaction.
- Pour les autres caractéristiques de la réaction, la direction notamment, ils se contentent de désigner la figure qui n'est faite ni à l'échelle ni en respectant la condition de concours de trois forces appliquées à un solide en équilibre.
- Pour le choix des axes de projection, deux possibilités se sont présentées : l'une a consisté à choisir l'origine au centre d'inertie du panneau avec deux axes dont l'un est perpendiculaire au panneau et l'autre confondu avec lui et l'autre possibilité était de prendre l'origine en O avec des axes dont l'un est horizontal et l'autre vertical. Evidemment la

difficulté essentielle était de bien repérer les angles de projection et de faire un bon usage des relations trigonométriques.

- Trois groupes ont utilisé le théorème des moments pour répondre à la deuxième question mais sans y réussir. Il se trouve seulement que ce n'était pas le bon choix car pour calculer un moment de force non nul, il faut forcément déterminer son bras de levier, ce qui nécessite de connaître sa direction qui n'était pas encore connue. Ils prenaient pour la réaction soit une direction verticale soit une direction confondue avec le panneau, ce qui était incorrect parce qu'étant arbitraire.
- Une bonne représentation graphique à l'échelle aurait permis de contrôler les résultats obtenus avec la méthode analytique (contenu de l'item 16).

Cette dernière question qui n'a pas été traitée en classe est moins bien réussie que la première. Certes les groupes ont utilisé divers stratégies pour trouver la solution mais il manquait cet œil critique qui les aurait poussés à s'interroger, à fouiller encore pour arriver à la bonne réponse.

Ont-ils vraiment travaillé ensemble au sein du groupe ou ont-ils laissé l'un des membres du groupe faire le travail tout seul pour le compte de tout le monde ? On ne peut le dire avec certitude mais certaines erreurs ou fautes notées ça et là n'auraient pas résisté, à notre avis, à une petite discussion entre membres de groupe. A leur décharge, nous pouvons dire qu'ils étaient à la veille des compositions du deuxième semestre et que donc la priorité était ailleurs.

Mais d'un autre côté, ce travail servait aussi de révision pour ces mêmes compositions. C'est pourquoi d'ailleurs qu'en matière de travail de groupe, on conseille pour l'évaluation d'interroger un membre du groupe au hasard et que la note obtenue devienne la note du groupe.

Comme cela on est assuré de la solidarité entre tous les membres du groupe surtout envers les plus faibles. D'ailleurs un des exercices de la composition a évalué les mêmes capacités que dans ce problème.

Nous voyons donc par rapport à la première question que le travail de groupe a servi à améliorer de manière qualitative les réponses des élèves et que pour la deuxième question, si le travail avait pu se faire en classe, toutes ces difficultés soulignées auraient été soumises à la discussion au sein des groupes. Et nous l'espérons, la première question nous y autorise, les élèves aurait pu dépasser leurs erreurs et leurs contradictions pour s'améliorer au fur et à mesure.

5.5.2. Analyse des séances d'observation

⇒ Pour les classe de 2^{nde} Sa et 2^{nde} Sb

Nous avons déjà relaté le film brut retraçant le déroulement des deux séances d'observation dans ces deux classes. Nous avons aussi déjà signalé que les deux séances se sont déroulées à peu près de la même manière, ce qui nous permet de les analyser simultanément.

Evidemment notre analyse sera centrée sur les activités des élèves conformément à notre préférence affichée pour le modèle constructiviste qui place l'élève au centre des activités d'enseignement /apprentissage.

Tout d'abord, ce qui nous a le plus frappé c'est la prédominance des activités « monstratives » c'est-à-dire consistant en un exposé de savoir ou savoir-faire en direction de la classe, celle-ci se contentant uniquement de suivre ce qui se fait au tableau sans autre alternative.

C'est donc l'élève au tableau ou le professeur qui sont en activité et le reste de la classe écoute (parfois, s'il est assez motivé), suit (ou plutôt regarde ce qui se fait au tableau) prend note quelquefois (ou recopie ?) dans son cahier d'exercices.

Cela entraîne un type d'interactions à sens unique soit du professeur vers la classe, soit de l'élève au tableau vers la classe et ce, sous l'instigation du professeur le plus souvent, rarement d'un élève pour ne pas dire jamais.

Les interactions élève-élève, pour autant qu'elles aient lieu, sont assimilées à du bavardage même si de temps en temps cela a un rapport avec l'activité en question.

Le professeur « fait son cours » mais est-ce que les élèves « font leur travail » qui est celui d'apprendre ? Rien n'est moins sûr.

Certes il y a les efforts du professeur pour expliquer, répondre à des questions, procéder à des reformulations, interroger des élèves mais il n'en demeure pas moins que le beau rôle lui revient car c'est lui qui est en vedette.

Pour s'en convaincre, il suffit que le professeur sorte pour voir les élèves se désintéresser complètement de l'activité et s'occuper d'autres choses qui les motivent davantage.

Vous me direz que le travail des élèves se fait à la maison où ils doivent préparer les exercices. Admettons, mais pourquoi donc ne pas considérer ce travail comme la première phase d'un travail individuel destiné à préparer un travail collectif en classe où les élèves formés en petits groupes pourraient échanger sur leurs propres travaux avant qu'un des groupes (volontaire ou désigné) présente le résultat de son travail à l'appréciation de l'ensemble de la classe ?

Ceci aurait au moins le mérite de mobiliser toute la classe sur une seule activité et de donner au professeur un nouveau rôle, celui d'animateur, de régulateur ou bref pour parler comme au théâtre de chef d'orchestre.

Ainsi, même si nous ne pouvons être sûrs que tous apprennent, nous pouvons quand même être sûrs d'une chose : ils sont tous actifs et impliqués dans l'activité.

Ceci nous impose de jeter un œil critique sur ces séances de T. D. où les élèves en sont réduits à jouer les spectateurs d'une activité dont ils sont supposés être des acteurs à part entière. Quel paradoxe !

C'est ce qui nous a amené à organiser une séance de T. D. sur le modèle du groupe de travail décrit plus haut. Evidemment, tout n'est pas parfait mais il faut continuer la réflexion et se dire que la seule chose qui vaille, c'est « susciter le plaisir d'apprendre par le plaisir d'enseigner » SPIRALE(1993), Joëlle Delatre.

6. Conclusion

Nous voici donc au terme de notre travail de recherche en éducation.

Nous avons été donc amenés à conduire une réflexion sur la résolution de problèmes de sciences physiques en classe de seconde S et cela sous l'angle des difficultés rencontrées par les élèves et des solutions éventuelles à apporter.

Pour ce faire, nous avons mis des élèves en activité de résolution de problèmes, les uns individuellement et les autres collectivement au sein de groupes dans l'espace de travail que constitue une salle de classe.

De ces activités, sont sorties des productions écrites que nous avons analysées.

En outre des séances de T. D. impliquant ces mêmes élèves ont fait l'objet d'observations de notre part lesquelles ont été aussi analysées.

Notre travail nous a révélé sinon confirmé qu'effectivement les élèves faisaient face à beaucoup de difficultés quand ils étaient en situation de résoudre un problème.

Nous avons analysé ces difficultés à travers les tâches qui leur avaient été soumises et en avons tiré deux conclusions :

- la première est que ces difficultés résultent essentiellement de la posture des élèves face aux données qualitatives, en effet soit elles sont simplement négligées ou ignorées au profit des données quantitatives, soit elles sont mal interprétées, ce qui conduit inmanquablement à une fausse route. Car comme nous l'ont rappelé Sall et al (1998), « contrairement à une très répandue parmi les élèves, dans un énoncé d'exercice de sciences physiques, les données qualitatives constitue la base sur laquelle s'appuie l'élaboration de la solution. Les données quantitatives ne servent qu'à la fin du calcul littéral. »
- La deuxième, elle, a rapport avec les représentations des élèves qui font obstacle à la compréhension des concepts utilisés dans les énoncés de problèmes. Quand on sait que l'énoncé est la porte d'entrée au problème, on comprend aisément ce que ces représentations peuvent avoir comme conséquences si elles ne sont pas décelées à temps et corrigées.

Devant ces difficultés, il convient d'apporter au plus vite des remèdes qui pourraient aider les élèves à les dépasser.

Notre étude nous laisse penser que le modèle de travail de groupe que nous avons expérimenté peut constituer une alternative crédible pour améliorer les performances des élèves en résolution de problèmes.

Certes les résultats que nous avons obtenus sont peut-être minces, mais ils nous laissent entrevoir des possibilités énormes et nous serions très optimistes quant à l'avenir si cette option venait à être appliquée ne serait-ce que dans l'animation des T. D.

Par contre les séances d'observation que nous avons eues nous ont convaincu que, sous leur forme actuelle, les séances de T. D. doivent être revues si nous voulons que nos élèves puissent résoudre des problèmes et partant apprendre véritablement.

En effet, Giordan (1978) note ceci « Je ne pense pas que la science puisse "se donner", il faut se l'approprier. Cette conquête exige un changement de rapport de l'élève au savoir : de consommateur qu'il est, l'élève doit devenir *acteur* de sa propre formation. »

C'est ainsi que selon les Québécois, société GRICS (2001), pour évaluer une situation d'apprentissage, il faut considérer douze points qui sont déclinés ci-après sous forme « d'une liste à vérification » :

- 1) La situation tient compte des intérêts des élèves.
- 2) La situation tient compte des connaissances antérieures des élèves.
- 3) Les élèves doivent résoudre des problèmes réels ou simulés susceptibles d'être rencontrés à l'école ou dans la vie à l'extérieur de l'école.
- 4) L'élève doit faire une ou plusieurs tâches qui permettront d'observer sa démarche et lui demanderont de réaliser une ou des productions.
- 5) La ou les tâches sollicitent plusieurs compétences.
- 6) Pour réaliser la ou les tâches, l'élève mobilise plusieurs ressources : notions, stratégies, attitudes, etc.
- 7) Les élèves font appel à leur créativité et produisent des réponses originales.
- 8) La situation incite les élèves à travailler en équipe ou à collaborer entre eux.
- 9) Les élèves ont accès à diverses ressources : livres, personnes, logiciels, etc.

10) Les productions sont destinées à un public (élèves de la classe, élèves des autres classes, parents, etc.)

11) Les élèves ont le temps nécessaire pour réaliser leur tâche. La durée est variable : quelques périodes, jours, semaines, mois, etc.

12) L'enseignant utilise plusieurs critères pour juger de l'efficacité de la démarche et de la qualité de la production. Les critères d'évaluation sont connus des élèves.

En examinant cette liste, on se rend compte qu'elle confirme de fort belle manière nos conclusions concernant les séances de T. D. courantes s'il en était besoin.

Par contre le travail de groupe tel que nous l'avons expérimenté cadre parfaitement avec les douze points de cette liste de vérification d'une situation d'apprentissage.

Il ne nous reste donc plus qu'à continuer l'expérimentation tout en l'améliorant au fur et à mesure.

Certes le facteur temps a été l'une des principales objections qui ont été faites par des collègues à l'encontre de cette méthode mais nous leur disons que, une fois l'expérience acquise, on pourra très bien gérer le temps de ces séances et que de toutes les façons, le plus important c'est que les élèves apprennent.

Nous avons aussi eu à détecter à travers l'analyse des tâches des blocages ou erreurs, que nous pouvons qualifier de typiques, auxquels nos élèves ont été confrontés.

Et sachant qu'en éliminant ses erreurs, on avance, nous voudrions souligner le grand profit qu'on tirerait d'une détection périodique, à travers des problèmes donnés aux élèves, de ces erreurs afin d'en faire une liste susceptible d'aider les professeurs à être à même d'apporter aux élèves les remédiations pertinentes.

Cette classification systématique d'erreurs ou typologie d'erreurs, appliquée à un niveau donné, par exemple la seconde, permettrait aux professeurs de suivre ces élèves et de juger de la pertinence des remédiations à leur apporter pendant chacune des étapes de leur évolution.

Ce travail de détection pourrait se faire en trois périodes dans l'année pour chacun des trois niveaux. Peut-être ainsi, on ne verrait plus des élèves trainer les mêmes lacunes jusqu'en classe de Terminale.

Ce travail étant très pointilleux et de longue haleine, il serait plus judicieux de le faire dans le cadre des activités d'une cellule pédagogique.

Les banques de données ainsi stockées pourraient servir d'années en années et même des comparaisons seraient possibles, pour un même niveau, entre deux générations d'élèves différentes pour étudier, par exemple, l'évolution de leurs représentations dans le processus de résolution. Car, comme le note si bien Giordan (1978) :

« Il se trouve que l'on sait fort peu de choses sur *la manière dont l'élève apprend en situation réelle de classe, face au maître qui suit son propre cheminement*. Une étude plus prolongée du processus d'apprentissage, des représentations et des obstacles ne permettrait-elle pas au maître de mieux aider l'élève à progresser dans sa recherche.

Mais plus qu'établir un catalogue, il serait intéressant chez le maître de développer une certaine aptitude à les discerner. »

BIBLIOGRAPHIE

- Bâ, S. (1999). Elaboration d'une typologie de problèmes de mécanique en classe de Terminale. Dakar, ENS.
- Bodian, S. (2003). Stratégies de résolution de problèmes de physique et de chimie : analyse de protocoles, Dakar : ENS.
- Caillot, M., Dumas-Carré, A., Goffard, M. (1988). PROPHY, une méthode pour résoudre des problèmes de physique. LIREST. Paris : Université de Paris 7.
- Cissé, D. (2000). Conception et validation d'une typologie de problèmes en sciences physiques. Travail de recherche en éducation. Dakar : ENS.
- Coq, C. (1987). Chimie 2. Coll: G. Martin. Paris: Bordas.
- Derville, M. N. (1966). The Use of Psychology in teaching. Longmans, Green and Co Ltd, London
- D'Hainaut, L. Université de l'Etat. Mons.
- Fontaine, G., Tomasino, A. (1987). Physique 2^e. éd. Nathan.
- Jacques, H., Jocelyne, C. (195). DISCAS.
- Gagné, F. D. (1985). The cognitive psychology of school learning. Boston, Toronto: Little Brown Company.
- Giordan, A. (1978). Une pédagogie pour les sciences expérimentales. Coll. « Paidoguides ». Le Centurion/Formation.
- Glover, J. A. & al (1990). Cognitive psychology for teachers. New York: Macmillan Publishing Company.
- Guèye, A. (1995). L'évaluation en sciences physiques : barèmes, critères de correction. Dakar : ENS.
- Meirieu, P. (1985). L'école : mode d'emploi, des « méthodes actives » à la pédagogie différenciée. Paris : ESF. 3^e édition.
- Munn, J., Jalbert, P., Dodier, P. (2001). Société GRICS : service de consultation en développement pédagogique.
- Piaget, J. (1975). L'équilibration des structures cognitives. Paris : PUF.
- Poirier, P. (1997). La résolution de problème en enseignement, cadre référentiel et outils de formation. De Boeck Université.
- Roditi, E. (2006). Les pratiques enseignantes en mathématiques : entre contraintes et liberté pédagogique. Paris : L'Harmattan.
- Røegiers, X. (2000). Des situations pour intégrer les acquis scolaires. De Boeck Université.
- Sall, C. T., Kane, S., Diouf, S. (1998). Une approche constructiviste de la résolution de problème en chimie. LIENS. Nouvelle Série. Revue Internationale Francophone.

- Sall, C. T. (2002). Les conceptions des professeurs de physique et chimie en résolution de problème dans l'enseignement secondaire : structure, impact du profil professionnel et processus d'évolution en situation de formation initiale. Thèse de doctorat de recherche en Sciences de l'Education. Louvain-La-Neuve.
- Seck, El. I. (2006). Pratiques de résolution de problèmes en mécanique : la statique en classe de seconde S. Mémoire de spécialité. Dakar : FASTEF.
- Spirale (1993). Revue de recherche en éducation.
- Tall, A. (2007). Résolution de problèmes en classe de Terminale S2 : quelles difficultés éprouvent les élèves ? Mémoire de spécialité. Dakar : FASTEF.
- Vigotsky, L. S. (1978). Mind in society: the development of higher psychological process. Cambridge, Mass: Harvard University Press.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Format des problèmes donnés aux élèves et référentiel d'objectifs.

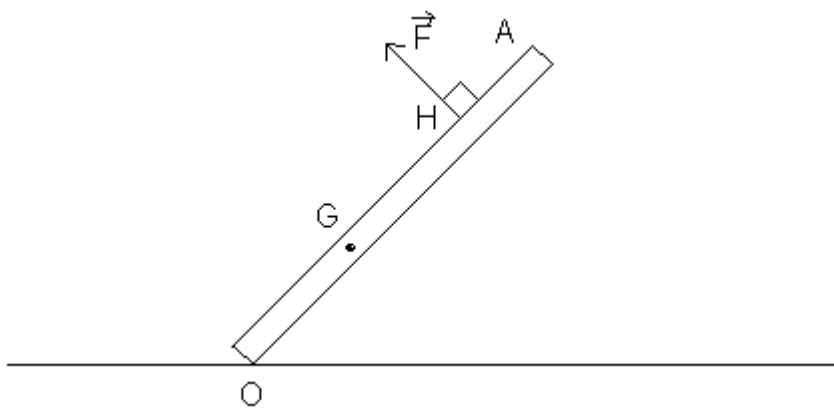
Problème :

Un homme maintient en équilibre un panneau de poids $P = 800 \text{ N}$, reposant au sol sur une de ses extrémités en O , de longueur $OA = 3 \text{ m}$, dans une position inclinée d'un angle $\alpha = 60^\circ$ avec le sol horizontal. (voir figure)

Il exerce en H , à la distance $OH = 2 \text{ m}$, une force \vec{F} perpendiculaire au panneau, dont le sens est indiqué sur la figure.

1-/ Calculer l'intensité de la force \vec{F} sachant que le centre d'inertie du panneau est à la distance $OG = 1,20 \text{ m}$ de O .

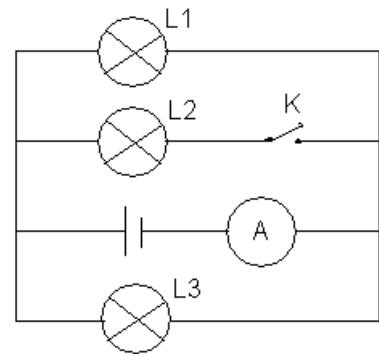
2-/ Déterminer les caractéristiques de la réaction \vec{R} exercée par le sol sur le panneau en O .



Solution

Problème

Sur la figure ci-contre, les lampes L1 et L2 sont identiques ; l'ampèremètre indique 600 mA lorsque l'interrupteur K est fermé et 450 mA lorsqu'il est ouvert.
Calculer les intensités des courants qui traversent les lampes.



Solution

Problème

L'oxyde de calcium CaO (chaux vive) réagit avec l'eau pour donner de l'hydroxyde de calcium Ca(OH)_2 (chaux éteinte), composé ionique.

1°/ Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

2°/ L'eau de chaux, utilisée pour caractériser le dioxyde de carbone, est obtenue en mélangeant 1,2 g d'oxyde de calcium et 1 L d'eau. L'hydroxyde de calcium formé est alors complètement dissout. Calculer les concentrations molaires des ions présents dans la solution.

Solution

Problème n°2

Pré-requis

- Nommer les réactifs et les produits d'une réaction chimique.
- Exprimer des quantités de matière (masse, volume) en nombre de mol.
- Ecrire les formules d'espèces chimiques.
- Rappeler le rôle du solvant pour un composé ionique.

Objectifs

- Ecrire une équation-bilan de réaction chimique.
- Interpréter en quantité de matière (nombre de mol) une équation-bilan autrement dit faire un bilan molaire.
- Justifier par le calcul qu'un réactif est en défaut ou en excès.
- Ecrire les relations qui lient les quantités de matière qui réagissent et celles qui sont produites en tenant compte des coefficients stœchiométriques de l'équation-bilan.
- Ecrire l'équation de dissociation d'un composé ionique dissout.
- Faire l'inventaire des ions présents dans une solution ionique.
- Ecrire la notation de la concentration molaire d'une espèce dissoute.
- Calculer la concentration molaire volumique d'une espèce dissoute.

Problème n°1

Pré-requis

- Rappeler le mode de branchement d'un ampèremètre dans un circuit électrique pour mesurer l'intensité du courant qui traverse un dipôle.
- Rappeler le rôle d'un interrupteur dans un circuit électrique.
- Distinguer les circuits séries des circuits en dérivation.
- Indiquer le sens conventionnel du courant dans un circuit électrique.
- Rappeler la définition d'une branche dans un circuit électrique.
- Rappeler la définition d'un nœud dans un circuit électrique.
- Résoudre un système d'équations à deux inconnues

Objectifs

- Appliquer la loi des nœuds dans un circuit en dérivation pour calculer des intensités de courant.

Problème n°3

Pré-requis

- Nommer les réactifs et les produits d'une réaction chimique.
- Exprimer des quantités de matière (masse, volume) en nombre de mol.
- Ecrire les formules d'espèces chimiques.
- Rappeler le rôle du solvant pour un composé ionique.

Objectifs

- Ecrire une équation-bilan de réaction chimique.
- Interpréter en quantité de matière (nombre de mol) une équation-bilan autrement dit faire un bilan molaire.
- Justifier par le calcul qu'un réactif est en défaut ou en excès.
- Ecrire les relations qui lient les quantités de matière qui réagissent et celles qui sont produites en tenant compte des coefficients stœchiométriques de l'équation-bilan.
- Ecrire l'équation de dissociation d'un composé ionique dissout.
- Faire l'inventaire des ions présents dans une solution ionique.
- Ecrire la notation de la concentration molaire d'une espèce dissoute.

Calculer la concentration molaire volumique d'une espèce dissoute.

ANNEXE 2 : Deux exemplaires de fiches remplies par l'un des professeurs invités et leurs appréciations, commentaires et suggestions.

N°	Niveaux d'observation	Oui	Non
1	Le professeur a-t-il fait apparaître les objectifs de l'activité aux élèves ?		<input checked="" type="checkbox"/>
2	Le professeur a-t-il suscité l'intérêt des élèves pour l'activité ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Le professeur a-t-il encouragé la participation des élèves ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Les élèves ont-ils participé de façon significative ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Est-ce qu'un élève est envoyé au tableau et les autres le suivent ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Est-ce que les élèves travaillent en groupes ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Prendent-ils note au fur et à mesure ou attendent-ils la fin de la séance ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Posent-ils des questions au professeur ?		<input checked="" type="checkbox"/>
9	Posent-ils des questions à l'élève au tableau ?		
10	Le professeur donne-t-il l'initiative aux élèves ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	Perçoit-on une progression dans la conduite de l'activité ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Le professeur a-t-il stimulé l'apport des élèves ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Les élèves ont-ils contribué en termes de propositions ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Perçoit-on une méthode structurée dans la conduite de l'activité ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Le professeur tient-il compte de la représentation des élèves ?		<input checked="" type="checkbox"/>
16	L'activité se fait-elle avec des rappels de cours ?		<input checked="" type="checkbox"/>
17	Perçoit-on une gradation progressive des niveaux taxonomiques des questions de l'activité ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	Les élèves ont-ils contesté la réponse à une question ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	Le sens des concepts utilisés est-il rappelé ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	Les relations entre concepts sont-elles données à travers des lois ?		<input checked="" type="checkbox"/>
21	Les relations entre concepts sont-elles données à travers des formules mathématiques sans référence aux lois ?		
22	Les données qualitatives sont-elles explicitées ?	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	Perçoit-on la mise en œuvre de connaissances procédurales ?	<input checked="" type="checkbox"/>	

Analyse d'une activité d'apprentissage

N°	Mise en situation	Oui	Non
	Y a-t-il un déclencheur d'intérêt ? humour ; défi ; curiosité ; aspect ludique ; autre.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	L'utilité de l'objectif a-t-elle été démontrée ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	S'il y a lieu, les préalables (connaissances antérieures nécessaires à l'accomplissement de l'activité) ont-ils été rappelés ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Expérimentation			
	Toute l'information nécessaire est-elle présente ? (directives, matériel à consulter, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	A-t-on fourni à l'élève une représentation claire du produit final attendu ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Y a-t-il une place pour la découverte de l'information ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	L'activité fait-elle appel à d'autres sources que l'enseignant et le manuel ? : observation, ouvrages de référence, matériel didactique, autres élèves, source extérieure à la classe.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Y a-t-il place pour l'essai et l'erreur ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Objectivation			
	Y a-t-il une mise en commun des résultats ? ; oralement, au tableau, autre modalité.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Y a-t-il discussion des résultats ? : collectivement, en équipes, autre modalité.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Y a-t-il un résumé de l'information essentielle ? : oral, au tableau, écrit (notes), écrit (schéma), autre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Y a-t-il une généralisation des résultats ? : exemples, contre-exemples, énoncé de principe, autre.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'élève est-il invité à décrire sa démarche et à nommer les processus impliqués ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réinvestissement			
	L'activité de réinvestissement fait-elle appel aux mêmes processus que l'activité initiale ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'activité de réinvestissement diffère-t-elle de la précédente quant au sujet et au contexte ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'activité de réinvestissement diffère-t-elle de la précédente quant au type d'interaction ? (individuellement, en équipe, collectivement, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caractéristiques globales			
	L'activité est-elle d'un niveau de difficulté adapté à l'âge et au niveau de développement des élèves ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'activité permet-elle à l'élève de constater rapidement ses réussites, ses échecs et ses progrès ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'activité comporte-t-elle des éléments pouvant rejoindre chacun des styles différents d'apprentissage ? (auditifs, visuels, kinesthésiques, etc.)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'activité comporte-t-elle une variété d'interactions (travail individuel, par équipes, collectif), de rythmes (convergence, divergence) et de rôles (élève acteur, observateur, communicateur, etc.) ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'activité permet-elle de tenir compte des différents rythmes d'apprentissage ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	S'assure-t-on que l'élève dispose d'un feed-back à chacune des étapes de la démarche ? : autocorrection, par les pairs, par l'enseignant, par la nature même de la tâche.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Appréciation

C'est un bon travail car il permet aux élèves de travailler en groupe, d'essayer de résoudre le problème par leurs propres moyens donc ils essaient de construire leur savoir.

Commentaire

La grille Niveau d'observation traduit mieux le travail fait aujourd'hui que l'ancien grille. (Analyse d'une activité d'apprentissage)

Suggestions

Je pense que pour la prochaine fois, il faut choisir un exercice simple à caractère expérimental. Cela permet aux élèves de faire peut-être une manipulation et ainsi permettant mieux saisir l'intérêt du travail.

Appréciation

C'est une bonne activité

Commentaire

- On a senti la participation active des élèves, ils échangent entre eux
- le professeur rappelle toujours si nécessaire les informations utiles pour le bon déroulement de l'activité.
- le temps est mal géré
- le faible niveau d'observation traduit mieux ce que l'on observe pendant le déroulement de l'activité.

Suggestion

Il fallait choisir un exercice plus abordable, ça a permis de gagner du temps.

Appréciation

L'activité s'est bien déroulée, dans l'ambiance. Et bien animée. J'ai ~~constat~~ constaté aussi qu'il y a beaucoup d'échanges entre élèves. Et c'est que c'est des choses de positif, car ~~ce~~ cela permet à certains de comprendre ~~des~~ certaines notions qu'ils ne comprenaient pas.

Commentaire

À mon avis la feuille N°2 est beaucoup plus favorable car elle explicite l'analyse que j'ai eu à faire durant l'activité d'apprentissage.

Suggestions

Et c'était positif dans l'ensemble et je pense que les séances de travaux dirigés devraient passer ainsi pour qu'il y ait des échanges entre les élèves éventuellement faire participer tout le monde.

ANNEXE 3 : *Mode d'organisation du travail en sous groupes.*

Organisation en sous groupes

Objectif : Pratique d'une démarche de résolution de problème en travail de groupe.

Source : Séminaire organisé par la CN.Maths-Janvier 2003-JS sur le thème de l'évaluation.

1-/Répartition en sous groupes :

La répartition d'une classe en sous groupes peut se faire de plusieurs façons selon les objectifs visés.

Pour l'apprentissage de la résolution de problèmes, nous avons choisi une répartition qui confère à chaque membre d'un groupe la charge d'une responsabilité dans le travail.

Les élèves sont répartis en sous groupes de 5 élèves qui ont choisi librement de travailler ensemble dans un cadre défini par le professeur.

Ce cadre précisera le type de sous-groupe, le nombre de membres, les aptitudes demandées, les consignes, l'organisation de la classe etc.

A l'intérieur de chaque groupe, on attribuera les rôles suivants :

- Un rapporteur : il présentera le travail du groupe en plénière (par écrit ou oralement) et assurera la communication intergroupe s'il y a lieu.
- Un animateur : il gèrera les interactions entre membres du groupe notamment en organisant les débats et les interventions au sein du groupe.
- Un responsable des stratégies : il, sans en détenir le monopole, donnera des stratégies de résolution de problèmes ou évaluera la pertinence des stratégies proposées par d'autres...
- un secrétaire : il consignera par écrit la production finale du groupe en faisant la synthèse du travail.
- Un responsable chargé de l'information : il, sans en avoir l'exclusivité, fournira au groupe, les lois, les définitions, bref tout outil pouvant contribuer à l'avancement du travail.

2-/Conditions du travail :

Il s'agit ici, pour le professeur, de préciser le cadre réglementaire dans lequel l'activité va se dérouler. Il faut rappeler les objectifs et les attentes ainsi que les modalités générales d'organisation. Il s'agit principalement :

- de faire connaître l'objectif du travail en sous-groupe qui est de mettre ensemble les compétences des uns et des autres pour amener le maximum d'élèves de la classe à mieux réussir l'apprentissage visé.
- De préciser les attentes du professeur : les termes du contrat à exécuter.

- De préciser ce qui est attendu du groupe : le respect des consignes de travail, le respect des camarades du groupe, le respect des conventions internes.
- De fixer en groupe les sanctions à prendre en cas de manquement aux dispositions prises par le groupe.

3-/ Mode d'organisation :

Les élèves d'un sous groupe de 5 sont assis les uns en face des autres sur deux tables bancs accolés selon l'arrangement 3/2. Le critère de répartition est le voisinage pour assurer un regroupement souple et rapide.

Chaque élève aura à sa disposition le libellé du problème sur feuille et procédera à une recherche individuelle pendant 30 mn au minimum.

Ensuite les élèves assis sur le même banc vont confronter leur travail (5 mn) avant que le sous groupe entier ne procède aux échanges pour élaborer une synthèse par une mise en commun.

Enfin c'est la plénière où chaque groupe, par l'intermédiaire de son rapporteur, présentera sa production à la classe entière.

Ce sera le moment de faire les bilans d'étapes, d'étudier les convergences ainsi que les divergences, les réserves émises et les compléments éventuels.

Le professeur en profitera pour :

- apporter un complément d'informations à chaque fois que de besoin.
- faire une synthèse.
- faire exprimer par les élèves les difficultés de communication et de contenus rencontrés.
- de faire élaborer la trace écrite finale de la solution par les élèves.

La collaboration sera le maître mot de sorte que chacun se mette au service de son camarade et puisse bénéficier en retour de son aide. La coopération de chacun à la réussite de tous constituera la ligne de conduite. Bref ce sera « Un pour tous, tous pour un ».

Trouver une solution au problème posé sera un objectif commun pour tout le groupe et chacun doit y contribuer à la mesure de ses moyens et capacités.

De ce fait les stratégies développées par les élèves vont se révéler pour être confrontées. Les élèves confronteront leurs stratégies pour jauger de leur pertinence ce qui, éventuellement, pourra les faire évoluer au mieux.

La solution finale proposée sera un produit commun pour lequel chacun a contribué à la réalisation. Ceci sera un gage d'appropriation du travail par les élèves et ils seront à même de fixer les acquis en termes de stratégies de résolution de problèmes.

Le problème qui sera proposé le sera, justement parce qu'il va permettre la mise en œuvre de cette collaboration à travers la recherche motivante de sa solution en équipe.

Les avantages sont réels, par exemples :

- la communication de proximité plus franche entre les élèves ;
- la déconcentration contrôlée des tâches du professeur vers les sous groupes.
- Une co-formation des élèves : certains élèves mettent leurs compétences au service du groupe, d'autres dotés de responsabilités et ayant à rendre compte devant leurs camarades, trouvent une motivation supplémentaire par cette valorisation. Les élèves créent leurs propres conventions langagières et leur mode de fonctionnement interne qui leur permettent de s'exprimer et d'agir plus librement qu'ils n'oseraient le faire dans le groupe classe.
- L'apprentissage collectif des connaissances et de la vie en société.

Le libellé du problème est le suivant :

Problème :

Un homme maintient en équilibre un panneau de poids $P = 800 \text{ N}$, de longueur $OA = 3 \text{ m}$, dans une position inclinée d'un angle $\alpha = 60^\circ$ avec le sol horizontal. (voir figure)

Il exerce en H, à la distance $OH = 2 \text{ m}$, une force \vec{F} perpendiculaire au panneau, dont le sens est indiqué sur la figure.

1-/ Calculer l'intensité de la force \vec{F} sachant que le centre d'inertie du panneau est à la distance $OG = 1,20 \text{ m}$ de O.

2-/ Déterminer les caractéristiques de la réaction \vec{R} exercée par le sol sur le panneau en O.

La séance se fera en présence d'observateurs à qui on remettra une fiche d'observation où ils pourront consigner leurs remarques tout au long de la séance. Il est aussi prévu un questionnaire qui leur est destiné, à eux et aux élèves afin qu'ils donnent leurs impressions et suggestions sur la séance mais aussi les perspectives quant à ce type d'activité. Mais avant de continuer clarifions les objectifs poursuivis pour cette séance.

Objectifs :

- Définir un système.
- Faire l'inventaire de toutes les forces agissant sur un système donné.
- Représenter le système et l'ensemble des forces qui agissent sur lui (éventuellement à l'échelle).
- Ecrire la relation $\sum \vec{F} = \vec{0}$ (1).
- Définir un axe de rotation (réel ou fictif) pour un système susceptible de tourner.

- Calculer le moment d'une force par rapport à un axe après avoir déterminé son bras de levier (à partir des grandeurs géométriques) et choisi un sens positif.
- Ecrire la relation $\Sigma M_{/\Delta} = 0$ (2).
- Choisir un système d'axes perpendiculaires.
- Projeter la relation vectorielle (1) suivant un système d'axes perpendiculaires.
- Traduire en équation la relation (2).
- Calculer l'intensité d'une force en appliquant la condition d'équilibre sur les moments pour un système susceptible de tourner autour d'un axe.
- Déterminer les caractéristiques d'une force (direction, sens et intensité) en utilisant les projections résultant de la relation (1).
- Choisir une échelle appropriée pour représenter soit des forces soit le schéma d'un dispositif mécanique.
- Représenter la somme vectorielle des forces subies par le système en partant d'un point.
- Déterminer graphiquement les caractéristiques d'une force sur une représentation faite à l'échelle.
- Vérifier un résultat de calcul en le comparant à celui obtenu par une autre méthode.

ANNEXE 4 : Quelques copies d'élèves sur les problèmes proposés.

Nom : Sagna, Wade, Bâ, Diouf

Classe :

Prénom(s) : Guina, Aminata B, Dumouss, Moussine

Date :

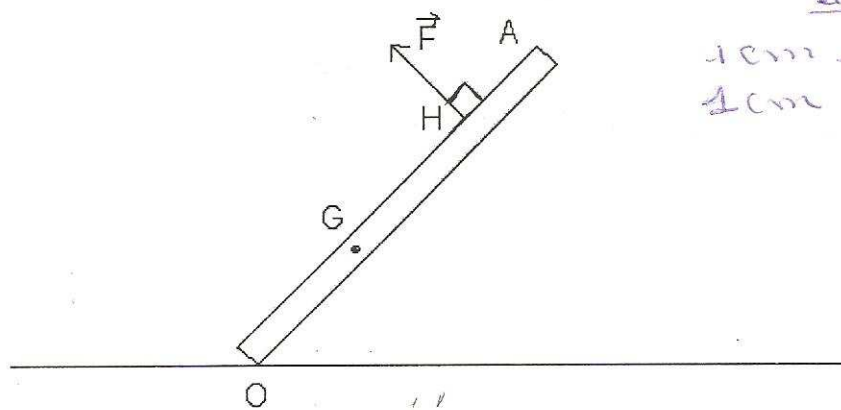
Problème :

Un homme maintient en équilibre un panneau de poids $P = 800 \text{ N}$, reposant au sol sur une de ses extrémités en O , de longueur $OA = 3 \text{ m}$, dans une position inclinée d'un angle $\alpha = 60^\circ$ avec le sol horizontal. (voir figure)

Il exerce en H , à la distance $OH = 2 \text{ m}$, une force \vec{F} perpendiculaire au panneau, dont le sens est indiqué sur la figure.

1-/ Calculer l'intensité de la force \vec{F} sachant que le centre d'inertie du panneau est à la distance $OG = 1,20 \text{ m}$ de O .

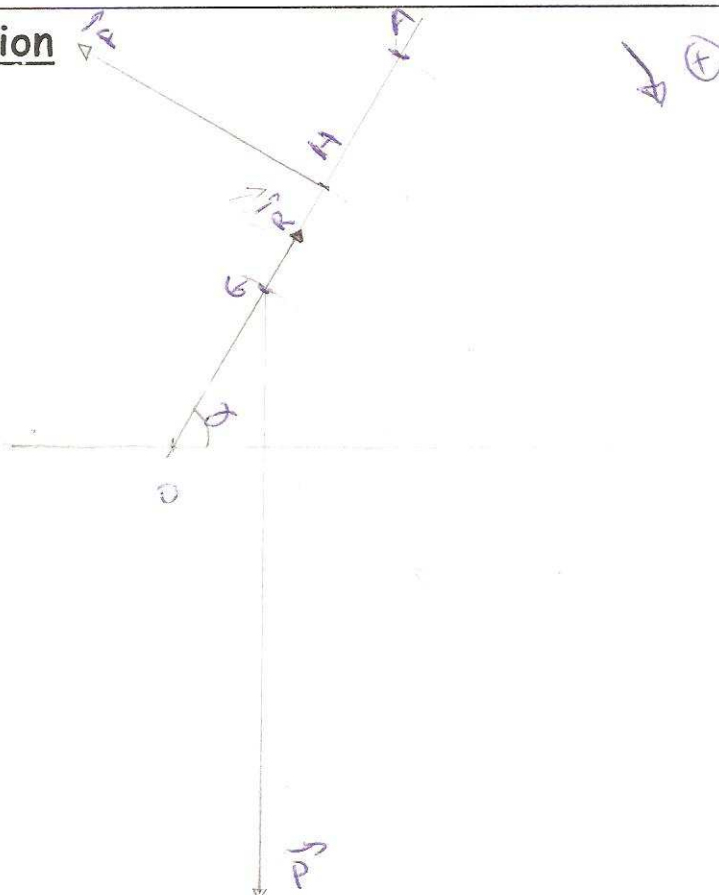
2-/ Déterminer les caractéristiques de la réaction \vec{R} exercée par le sol sur le panneau en O .



échelle :

1cm \rightarrow 0,5 m
1cm \rightarrow 100 N

Solution



1) Calculons l'intensité de la force \vec{F} :

système : { panneau }

Bilan des forces :

\vec{P} : poids du panneau

\vec{R} : réaction du sol sur le panneau

\vec{F} : force exercée en H et perpendiculaire au panneau
soit O l'axe de rotation.

Calculons le bras de levier de chaque force :

$d_{\vec{P}}$: OG ; $d_{\vec{R}} = 0$ et $d_{\vec{F}} = OH \cdot \sin \alpha$

Calculons le moment de chaque force :

$M_{\Delta}(\vec{R}) = 0$ car sa droite d'action rencontre l'axe de rotation.

$$M_{\Delta}(\vec{P}) = P \cdot OG$$

$$M_{\Delta}(\vec{F}) = -F \cdot OH \sin \alpha$$

Calculons la somme des moments :

$$\text{à l'équilibre : } M_{\Delta}(\vec{R}) + M_{\Delta}(\vec{F}) + M_{\Delta}(\vec{P}) = 0$$

$$\sum M_{\Delta} = -F \cdot OH \sin \alpha + P \cdot OG = 0$$

$$F = \frac{P \cdot OG}{OH \cdot \sin \alpha}$$

$$\text{A.H. : } F = \frac{800 \times 1,20}{2 \times \sin 60}$$

$$F = 554,256 \text{ Nm}$$

2- Déterminons les caractéristiques de la réaction exercée par le sol sur le panneau en O :

Nom :
Prénom(s)

Fanta Toure
Aliou Ndiaye
Seydou coly

Atou Diop Fall
Fodé Lissé

Groupe N°2.

Classe : 3nd 1st 6.

Date : 02.06.08.

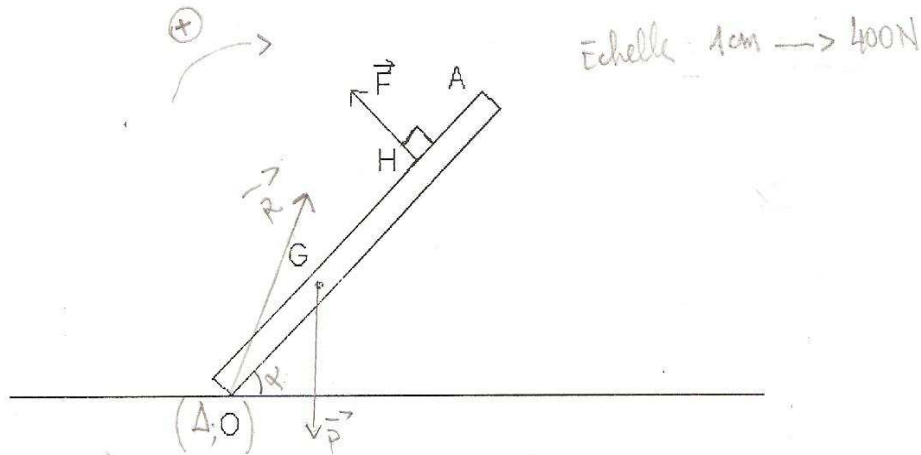
Problème :

Un homme maintient en équilibre un panneau de poids $P = 800 \text{ N}$, reposant au sol sur une de ses extrémités en O , de longueur $OA = 3 \text{ m}$, dans une position inclinée d'un angle $\alpha = 60^\circ$ avec le sol horizontal. (voir figure)

Il exerce en H , à la distance $OH = 2 \text{ m}$, une force \vec{F} perpendiculaire au panneau, dont le sens est indiqué sur la figure.

1-/ Calculer l'intensité de la force \vec{F} sachant que le centre d'inertie du panneau est à la distance $OG = 1,20 \text{ m}$ de O .

2-/ Déterminer les caractéristiques de la réaction \vec{R} exercée par le sol sur le panneau en O .



Solution

1. Calculons l'intensité de la force \vec{F}

Système : {panneau}

Bilan de forces : (voir figure)

\vec{P} : force de pesanteur (poids du panneau)

\vec{R} : force de réaction (réaction du panneau en O)

\vec{F} : force exercée en H et perpendiculaire au panneau.

Condition d'équilibre : D'après le théorème des moments appliqué aux forces \vec{P} , \vec{R} , \vec{F} on a :

$$M_A(\vec{R}) + M_A(\vec{P}) + M_A(\vec{F}) = \vec{0}$$

Calculons les moments de \vec{R} , \vec{P} , \vec{F}

$M_A(\vec{R}) = 0$ car elle rencontre l'axe de rotation (s.O.)

$$M_{\Delta}(\vec{P}) = 800 \times 0,6 \cdot \cos \alpha.$$

$$M_{\Delta}(\vec{P}) = 800 \times 1,2 \times \frac{1}{2}$$

$$\underline{M_{\Delta}(\vec{P}) = 480 \text{ N.}}$$

$$M_{\Delta}(\vec{F}) + M_{\Delta}(\vec{P}) + M_{\Delta}(\vec{R}) = 0$$

$$M_{\Delta}(\vec{F}) = -M_{\Delta}(\vec{P}) - M_{\Delta}(\vec{R})$$

$$M_{\Delta}(\vec{F}) = -480 - 0$$

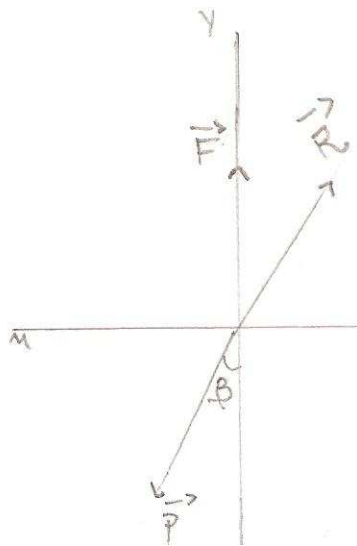
$$\underline{M_{\Delta}(\vec{F}) = -480 \text{ N.}}$$

Intensité de \vec{F} :

$$\vec{F} = \frac{M_{\Delta}(\vec{F})}{d}$$

$$F = \frac{-480}{2}$$

$$\boxed{F = 240 \text{ N}}$$



Nom : Sall
Prénom(s) : cheikh Amadou

Classe : 2nd SB
Date : 03/06/08

Problème

L'oxyde de calcium CaO (chaux vive) réagit avec l'eau pour donner de l'hydroxyde de calcium Ca(OH)₂ (chaux éteinte), composé ionique.

1°/ Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

2°/ L'eau de chaux, utilisée pour caractériser le dioxyde de carbone, est obtenue en mélangeant 1,2 g d'oxyde de calcium et 1 L d'eau. L'hydroxyde de calcium formé est alors complètement dissout. Calculer les concentrations molaires des ions présents dans la solution.

Solution

1.) l'équation-bilan de la réaction.



$$\frac{n(\text{CaO})}{1} = \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{1} = \frac{n(\text{Ca}^{2+})}{1} = \frac{n(\text{OH}^-)}{2}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$\text{AN. } n(\text{CaO}) = \frac{1,2}{56} = 0,021 \text{ mol}$$

$$n(\text{CaO}) = n(\text{Ca}^{2+}) = 0,021 \text{ mol}$$

~~$$n(\text{OH}^-) = 0,042 \text{ mol}$$~~

La concentration molaire de Ca²⁺

$$[] = \frac{n}{V}$$

AN.

$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{0,021}{1} = 0,021 \text{ mol/L}$$

$$n(\text{OH}^-) = 2n(\text{Ca}^{2+})$$

$$n(\text{OH}^-) = 2 \times 0,021 = 0,042 \text{ mol}$$

La concentration molaire de OH⁻

$$[] = \frac{n}{V}$$

AN.

11h 40mn

Nom : *M'diaye*
Prénom(s) : *Coumba Benda*

Classe : *2^{me} SB*
Date : *2003-06-08*

Problème

L'oxyde de calcium CaO (chaux vive) réagit avec l'eau pour donner de l'hydroxyde de calcium Ca(OH)_2 (chaux éteinte), composé ionique.

1°/ Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

2°/ L'eau de chaux, utilisée pour caractériser le dioxyde de carbone, est obtenue en mélangeant 1,2 g d'oxyde de calcium et 1 L d'eau. L'hydroxyde de calcium formé est alors complètement dissout. Calculer les concentrations molaires des ions présents dans la solution.

Solution

1) L'équation bilan de la réaction



2) La masse molaire de CaO

$$40 + 16 = 56 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$n(\text{CaO}) \cdot 56 = 1,2 \Rightarrow n(\text{CaO}) = 0,0214 \text{ mol}$$

Le nombre de mol de CaO

$$n = \frac{m}{M} = \frac{1,2}{56} = 0,0214 \text{ mol}$$

Le volume de CaO

$$n = \frac{V}{V_m} \quad V = n \cdot V_m \Rightarrow V = 0,0214 \times 22,4 = 0,48 \text{ L}$$

La concentration molaire de CaO

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,0214}{0,48} = 0,0446 \text{ mol/L}$$

$$\boxed{C(\text{CaO}) = 0,0446 \text{ mol/L}}$$

Le nombre de mol de H_2O

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{1}{22,4} = 0,0446 \text{ mol}$$

La concentration molaire de H_2O

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,0446}{1} = 0,0446 \text{ mol/L}$$

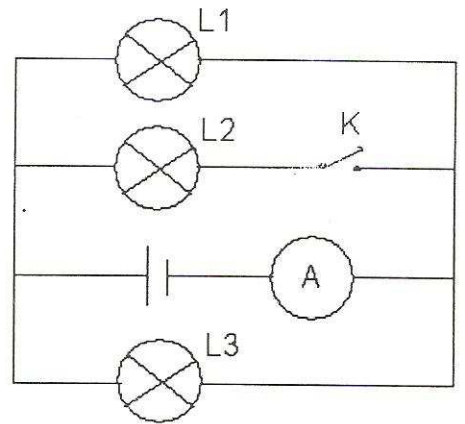
$$\boxed{C(\text{H}_2\text{O}) = 0,0446 \text{ mol/L}}$$

Nom : Queye
 Prénom(s) : ILHAYADOU

Classe : 2nd Sa
 Date : 02-06-08

Problème

Sur la figure ci-contre, les lampes L1 et L2 sont identiques ; l'ampèremètre indique 600 mA lorsque l'interrupteur K est fermé et 450 mA lorsqu'il est ouvert.
 Calculer les intensités des courants qui traversent les lampes.



27h 47 min

Solution

Calculons les intensités des courants qui traversent les lampes

On sait que les lampes ~~est~~ L1 et L2 sont identiques donc $\bar{I}_1 = \bar{I}_2$

Si l'interrupteur K est fermé on a d'après la loi des nœuds

$$\bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3 \text{ avec } \bar{I}_1 = \bar{I}_2 \Leftrightarrow \bar{I} = 2\bar{I}_1 + \bar{I}_3 \text{ ou } \bar{I} = 2\bar{I}_2 + \bar{I}_3$$

Si l'interrupteur K est ouvert on a d'après la loi des nœuds

$$\bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_3 \text{ avec } \bar{I}_1 = \bar{I}_2$$

Donc d'après (1) et (2) on a :

$$\begin{cases} \bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_3 & (1) \\ \bar{I} = 2\bar{I}_1 + \bar{I}_3 & (2) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \bar{I}_1 + \bar{I}_3 = 450 \\ 2\bar{I}_1 + \bar{I}_3 = 600 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -\bar{I}_1 - \bar{I}_3 = -450 \\ \underline{2\bar{I}_1 + \bar{I}_3 = 600} \\ \bar{I}_1 = 150 \end{cases}$$

Remplaçons \bar{I}_1 par sa valeur

$$2\bar{I}_1 + \bar{I}_3 = 600$$

$$2(150) + \bar{I}_3 = 600$$

$$300 + \bar{I}_3 = 600$$

$$\bar{I}_3 = 600 - 300$$

$$\bar{I}_3 = 300$$

$$\bar{I}_1 = \bar{I}_2 \text{ ou } \bar{I}_1 = 150 \text{ donc } \bar{I}_2 = 150$$

Si l'interrupteur K est fermé $\bar{I}_1 = \bar{I}_2 = 150 \text{ mA}$; $\bar{I}_3 = 300 \text{ mA}$
 et si l'interrupteur K est ouvert $\bar{I}_1 = 150 \text{ mA}$ et $\bar{I}_3 = 300 \text{ mA}$

Nom :

Prénom(s) : *Hiamos Doucou Georges Masson*

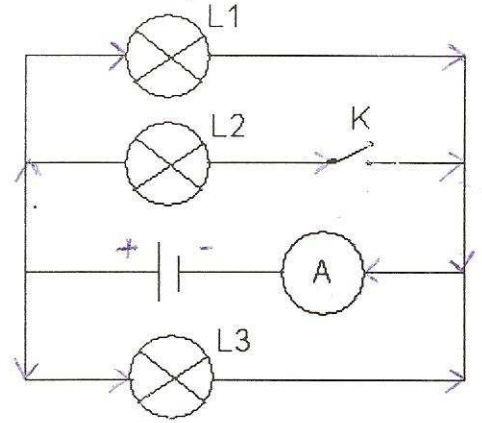
Classe :

Date : *02/06/2008*

Problème

Epreuve terminée à 16h 44

Sur la figure ci-contre, les lampes L1 et L2 sont identiques ; l'ampèremètre indique 600 mA lorsque l'interrupteur K est fermé et 450 mA lorsqu'il est ouvert. Calculer les intensités des courants qui traversent les lampes.



Solution :

Nous avons deux cas :
quand K est fermé :
l'intensité ^{qui} traverse L1 + l'intensité ^{qui} traverse L2 + l'intensité qui traverse L3 = l'intensité mesurée au niveau de l'ampèremètre, et c'est la même chose quand K est ouvert mais on observe une différence 150 mA au niveau des mesures effectuées avec l'ampèremètre.
Sachant que quand K est ouvert l'intensité venant de L2 ne passe pas et quand K est fermé

$$\text{parce : } I_{L2} = 150 \text{ mA}$$

$$\text{or } L2 = L1 \Rightarrow I_{L2} = I_{L1}$$

Donc

$$I_{L1} = 150 \text{ mA}$$

Donc :

$$I_{L3} = 600_{mA} (I_{L1} + I_{L2})$$

AN :

$$I_{L3} = 600_{mA} - 300_{mA}$$

$$I_{L3} = 300_{mA}$$

Expérience terminée à 16h 44m