

Conceptions de futurs professeurs à propos du concept de problème en physique et chimie

Cheikh Tidiane SALL

Département de Physique et Chimie

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

Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

E-mail: chetisall@yahoo.fr

Résumé: Cet article présente les résultats d'une étude sur les conceptions de futurs professeurs de physique et chimie de l'enseignement secondaire à propos du concept de problème. Les données ont été recueillies sur une période de quatre années et sur un échantillon de 157 sujets. Le résultat le plus manifeste est la marginalisation dans la structure des conceptions des sujets interrogés, des dimensions « finalité » et « processus ». On sait cependant par ailleurs, que ces deux dimensions du concept de problème constituent des enjeux majeurs de la construction du sens à propos du savoir scientifique et de la maîtrise des démarches intellectuelles. Les données de la recherche articulées avec l'analyse didactique suggèrent de faire des activités de résolution de problème en physique et chimie sur lesquelles repose le système d'évaluation, une composante essentielle des programmes de formation initiale ou en cours de service des enseignants.

Mots-clés: formation des enseignants - conceptions - problème – sciences physiques - mathématiques

Summary: This paper presents a study on conceptions about the concept of problem, of secondary school trainees in physics and chemistry. Data has been collected during four years in a sample of 157 subjects. The main result is the lack of consistence of the “finality” and “process” dimensions in the conceptions structure of the subjects. Nevertheless, one knows that these dimensions of the concept of problem are main challenges in knowledge meaning construction, and intellectual processes mastering. These research data, articulated with didactic analysis, suggest to consider the problem solving in physics and chemistry, on which lies the evaluation system, as an essential component of initial and in service teachers training curricula.

Key words: training teachers – conceptions – problem – physics – chemistry .

INTRODUCTION

Le présent article rend compte d'une recherche sur les conceptions à propos du concept de problème en physique et chimie. Les sujets sont des professeurs de l'enseignement secondaire en formation initiale à l'Ecole Normale Supérieure¹ de Dakar (ENS). Le modèle de formation mis en œuvre dans cette institution est souvent appelé « modèle successif ». Cette expression met l'accent sur la séparation dans le temps et dans l'espace, de la formation académique assurée en amont par la Faculté des Sciences et Techniques ou la Faculté des Lettres et Sciences Humaines, et la formation professionnelle prise en charge par l'Ecole Normale Supérieure.

Au début des années 1990, l'ENS a vu son plan de formation modifié afin d'inscrire

¹ L'Ecole Normale Supérieure de Dakar (ENS) a été transformée en 2005 en Faculté des Sciences et Technologies de l'Education et de la Formation (FASTEF)

les activités d'apprentissage proposées aux stagiaires dans le courant de la professionnalisation des enseignants (Sall et Ndiaye, 1996 ; Ndiaye, 2003). C'est ainsi qu'en plus du renforcement de la formation dans le domaine des psychologies de l'apprentissage et particulièrement leurs perspectives constructivistes, une ouverture notable a été faite pour tirer profit du paradigme des didactiques des disciplines. Ce courant de recherche met particulièrement l'accent sur le rôle des conceptions dans l'apprentissage et la formation. Dans la formation dispensée au département de physique et chimie, la didactique de la résolution de problème fait l'objet d'activités spécifiques. Mais au-delà de cette volonté institutionnelle, deux raisons au moins permettent de justifier la prise en charge de la résolution de problème dans la formation initiale des enseignants, mais aussi dans la recherche en didactique (Dumas-Carré et Goffard, 1997).

Notre recherche articule les conceptions des enseignants et la résolution de problème en physique et chimie.

1. JUSTIFICATION DE LA RECHERCHE

1.1. La résolution de problème, une activité au cœur du système d'évaluation dans l'enseignement des sciences

L'essentiel du système d'évaluation en physique et chimie repose sur des activités de résolution de problème. Celles-ci occupent ainsi une bonne partie du temps de travail des élèves et des enseignants.

Les problèmes dont il s'agit ici couvrent tous les énoncés proposés aux élèves (exercices ou problèmes), comportant des questions relatives à des systèmes physiques ou chimiques. Les élèves sont amenés à répondre à ces questions utilisées comme des révélateurs des acquisitions de connaissances. Les performances réalisées dans ces activités de résolution de problème déterminent pour l'essentiel les décisions de passage en classe supérieure, de certification (notamment à l'examen du baccalauréat), ou d'orientation des élèves dans les filières scientifiques de l'enseignement supérieur.

Cette prédominance des activités de résolution de problème contraste cependant avec la faiblesse des performances des élèves.

1.2. La faiblesse des performances des élèves en résolution de problème

Force est de constater que les performances des élèves telles que révélées par les différentes formes d'évaluation en vigueur ne sont pas satisfaisantes. Les données du **tableau 1** représentant les notes obtenues par un échantillon de 1551 candidats au baccalauréat sénégalais en constituent une illustration très significative (options scientifiques S1 et S2, session 2001).

L'échantillon a été tiré de 11 jurys disséminés dans les dix régions administratives du Sénégal. Les copies ont été corrigées par 22 correcteurs tous titulaires d'une licence ou d'une maîtrise et d'un diplôme professionnel avec au moins cinq années d'ancienneté. Chaque correcteur avait en moyenne 63 copies.

Tableau 1. Quelques données sur les résultats des élèves aux épreuves de physique et chimie, à la session 2001 du baccalauréat. Sources : Office du Baccalauréat (UCAD)

N° Corr .	Diplôme profession	Etablist /Ville	Nbre copies	Moyenne /20	Ecart type	TotauxPoints
1	CAES	LMS/Thiès	52	6,9	2,73	360
2	CAES	LDZ/Ziguinchor	70	5,08	3,24	356
3	CAEM	LMSa/Louga	67	5,7	2,98	381
4	CAEM	LAS/Rufisque	75	5,87	2,93	440
5	CAES	LSLL/Pikine	76	5,42	2,79	412
6	CAEM	LFK/Dakar	61	4,09	2,71	250
7	CAES	LDT/Tivaouane	61	5,11	2,40	312
8	CAEM	LDZ/Ziguinchor	61	5,7	2,80	347
9	CAEM	LAF/Saint-Louis	64	3,98	3,74	255
10	CAEM	LASD/Oussouy	65	5,6	2,74	361
11	CAEM	LVDN/Kaolack	63	5	2,54	315
12	CAES	LLG/Dakar	90	6,48	3,48	583
13	CAES	LLG/Dakar	90	6,4	3,78	573
14	CAEM	LAMB/Kolda	65	6	3,52	389
15	CAES	LTID/Dakar	91	7,1	3,64	653
16	CAES	LBD/Dakar	91	5,97	2,80	543
17	CAEM	LMS/Thiès	62	4,58	2,71	284
18	CAEM	LMS/Thiès	57	4,87	2,9	278
19	CAES	LMMD/Dakar	104	6,41	1,75	669
20	CAES	LTID/Dakar	63	4,55	3,39	287
21	CAES	LCG/St-Louis	59	4,9	2,91	291
22	CAES	LGD/Dakar	64	5,51	3,25	331
Total des points de l'échantillon						8670
Effectif de l'échantillon de copies			1551			
Moyenne de l'échantillon						5,5899

Sans entrer dans les considérations d'ordre docimologique ayant trait à la pertinence, à la validité et à la fiabilité du mode d'évaluation, on peut mettre l'accent sur deux paramètres:

- La moyenne de l'échantillon, c'est-à-dire le rapport entre la somme totale des notes obtenues et le nombre de sujets est de 5,6/20.
- La moyenne de correction des professeurs (somme totale des notes données par un correcteur divisée par le nombre de copies corrigées) la plus élevée est de 7,1 alors que la moyenne la plus faible est égale à 3,98.

Cette situation préoccupante ne doit laisser indifférents, ni les responsables du système éducatif, ni les enseignants et les chercheurs en didactique de la physique et de la chimie, et cela pour plusieurs raisons.

En effet l'Etat du Sénégal consacre officiellement 40% de son budget à l'éducation et à la formation, auxquels il faut ajouter le montant des appuis extérieurs (UNESCO, BREDA, 2005). L'enseignement des sciences et de la technologie est considéré comme une priorité dans la loi d'orientation de l'éducation adoptée en 1990 qui s'est traduite entre autre par l'émergence de nouvelles filières scientifiques dans l'enseignement secondaire avec des horaires renforcés et des coefficients plus importants attribués aux disciplines scientifiques (dont la physique et la chimie) aux différents examens.

De même les professeurs de sciences consacrent beaucoup de temps d'enseignement

à des activités de résolution de problème. En plus, un phénomène qui, à notre connaissance n'a pas encore fait l'objet d'une étude systématique se développe actuellement au Sénégal. Des dispositifs informels d'encadrement des élèves interfèrent de plus en plus avec les enseignements officiels, avec des appellations diverses: cours particuliers, encadrement à domicile, cours de renforcement, cours d'excellence, objectif Baccalauréat... Certains n'hésitent pas à désigner cette tendance par le terme d' « Ecole bis »

Il y a donc là de l'énergie et des moyens qui sont investis par l'Etat, les enseignants les parents, sans résultats significatifs pour l'écrasante majorité des élèves. Mais pourquoi donc les performances des élèves mesurées à partir d'activités de résolution de problème sont-elles si faibles ?

1.3. Quelques hypothèses explicatives de la faiblesse des performances

Une des premières hypothèses généralement avancées par les enseignants est le manque de maîtrise de la langue d'enseignement, ici le français. Pour des disciplines aussi conceptualisées que la physique et la chimie, où chaque terme a un sens précis, cette hypothèse ne manque pas d'intérêt même si elle nous paraît insuffisante.

Certains enseignants invoquent le manque de motivation des élèves pour les sciences (Ratzu, 2000). Viau, cité par Bertrand (1993) met en relation la baisse de motivation des apprenants et le caractère peu significatif des activités d'apprentissage en ces termes :

« ...Mais peut-on vraiment blâmer les élèves de ne pas être motivés lorsque la plupart du temps, on leur demande simplement d'écouter, de mémoriser et de faire la preuve, lors d'examens, qu'ils se souviennent de connaissances qui, pour eux n'ont aucun intérêt ? » (Bertrand, 1993, p.111)

Le manque de motivation des apprenants serait donc la conséquence de l'échec des enseignants à organiser les apprentissages sur la base d'activités significatives et contextualisées.

Des hypothèses sont également formulées dans d'autres directions. Certains auteurs mettent en cause l'efficacité des méthodes d'enseignement (Crahay et Lafontaine 1976) ou justifient les performances par des difficultés intrinsèques d'appropriation des concepts scientifiques (Giordan, 1998). Une autre catégorie de recherches tente de trouver l'explication dans la pensée des enseignants devenue un véritable courant de recherche (Tochon, 1995). De manière plus spécifique, certaines recherches mettent en avant le rôle des croyances, des conceptions et des postures épistémologiques des enseignants dans leurs pratiques pédagogiques (Pajares, 1992, Hashweh, 1996).

Dans le cadre de cette recherche, nous privilégions l'hypothèse générale selon laquelle la faiblesse des élèves en résolution de problème découle des démarches pédagogiques mises en œuvre par les enseignants. Ces démarches s'appuient sur les conceptions des enseignants. Tout projet d'innovation ou d'amélioration de l'enseignement des sciences devrait d'abord, dans une approche constructiviste, explorer ce qui fonde effectivement le travail des enseignants: leurs conceptions des activités d'enseignement – apprentissage.

Notre recherche sur les conceptions à propos de la résolution de problème s'inscrit dans cette perspective. Mais sa pertinence découle également du contexte spécifique dans lequel elle a émergé.

2. CONTEXTE D'EMERGENCE DE LA RECHERCHE

Au département de physique et chimie de la FASTEF² la place faite à la didactique des disciplines s'est traduite par l'introduction d'un ensemble d'activités de formation dont l'une est centrée sur la résolution de problème en physique et chimie. Celle-ci consistait essentiellement à réfléchir sur la forme des énoncés proposés aux élèves, à analyser des algorithmes de résolution de problème proposés dans les manuels scolaires et autres documents pédagogiques. L'objectif était de faire prendre conscience aux futurs professeurs des avantages et des limites que recèlent ces algorithmes, même lorsque ceux-ci se situent dans une perspective d'innovation.

Les analyses dont les algorithmes étaient l'objet et les échanges induits permettaient ainsi de fonder un argumentaire des recommandations à faire aux futurs professeurs en vue de développer leurs compétences dans la préparation et la gestion pédagogique des séances de travaux dirigés, un accent particulier étant mis sur les stratégies d'apprentissage des élèves.

A titre illustratif, l'**encadré 1** suivant présente un algorithme de résolution de problème tiré d'un manuel scolaire utilisé dans l'enseignement secondaire au Sénégal et les critiques qui ont été formulées dans le cadre de l'une de ces activités de formation.

Encadré 1: Exemple d'algorithme analysé : La résolution d'un problème de mécanique (Tiré de la Collection Eurin Gié, Terminales C et E (1989), Hachette Ed., page 96).³

1) Définir le référentiel galiléen associé au solide (le référentiel terrestre peut être considéré comme galiléen)

2) Préciser le système étudié.

3) Faire le bilan des forces extérieures appliquées au système

4) Ecrire le théorème du centre d'inertie et/ou le théorème de l'énergie cinétique qui permettent d'exprimer le vecteur accélération et/ou la vitesse du centre d'inertie du système

5) Projeter le théorème du centre d'inertie sous forme vectorielle, dans un repère orthonormé adapté. Dans le cas des mouvements circulaires, choisir le repère de Freinet de base (\mathbf{u} , \mathbf{v})

Dans certains problèmes, l'opération de projection n'est pas nécessaire, et on peut raisonner directement sur les vecteurs sans faire apparaître les coordonnées.

6) Procéder à l'étude cinématique du mouvement du centre d'inertie du système.

Pour un mouvement plan, dans un repère $(o, \mathbf{i}, \mathbf{j})$: $\mathbf{a} = a_x \mathbf{i} + a_y \mathbf{j}$

En prenant les primitives successives de a_x et a_y , puis de v_x et v_y et en tenant compte des conditions initiales, on établit les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement.

L'élimination du temps entre ces deux équations permet de connaître l'équation $y(x)$ de la trajectoire

Pour un mouvement circulaire, dans le repère de Freinet l'accélération est donnée par :

$$\mathbf{a} = (dv/dt) \mathbf{u} + (v^2/R) \mathbf{n}$$

² FASTEF : Faculté des Sciences et Technologies de l'Education et de la Formation (Ex. ENS de Dakar)

³ Dans ce tableau les lettres en gras représentent des vecteurs

L'algorithme précédent constitue pour les auteurs de ce manuel une démarche qui permet de résoudre un problème de mécanique classique. Dans le cadre d'une activité de formation sur la résolution de problème impliquant des professeurs en formation, les critiques suivantes ont été formulées à propos de cet algorithme :

- la logique interne de l'algorithme n'est pas explicitée : les élèves peuvent avoir tendance à les considérer comme des recettes à appliquer de manière infallible
- la dimension fondamentale de la représentation du problème n'apparaît pas de manière explicite
- l'algorithme ne donne pas aux élèves les moyens de construire une solution en se posant des questions appropriées et opportunes, et en répondant à celles-ci
- il n'y a aucune indication sur les procédures de sortie d'impasses, d'évaluation de la démarche et des résultats obtenus
- certaines étapes de l'algorithme font allusion à une catégorie limitée de problèmes et risquent d'embrouiller le raisonnement de l'élève.
- de manière plus spécifique on parle de repère galiléen avant de définir le système à étudier

Ces critiques confirment celles formulées par Sall et al. (1998) dans un article sur la résolution de problème en chimie, notamment le caractère mécaniste des solutions proposées aux élèves en classe et dans les manuels scolaires.

La première conclusion que nous avons tirée de ces observations était que les enseignants en formation ne percevaient pas la finalité des activités de résolution de problème. Mieux les idées qu'ils avaient du problème et de la résolution de problème ne semblaient pas liées à la maîtrise des concepts scientifiques qui structurent la physique et la chimie. Ces idées, ces conceptions devraient donc être l'objet d'une investigation spécifique, pour une meilleure organisation des activités de formation sur la résolution de problème.

3. LA METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

3. 1. L'outil de recueil de données

L'objectif de la recherche est de recueillir les conceptions des futurs professeurs de physique et chimie à propos de la résolution de problème. Nous avons voulu mettre les sujets à interroger dans des conditions très simples pour recueillir de la manière la plus spontanée possible ces conceptions. C'est ainsi que nous avons opté pour un questionnaire réduit à une seule question ouverte pour recueillir les idées des enseignants.

La question était libellée comme suit :

*"Au cours de votre cursus scolaire (enseignements reçus, contrôle continu, compositions, examens, concours) ou dans la vie de tous les jours, vous avez souvent utilisé ou entendu utiliser le mot "problème". **Donnez une définition d'un problème.***

3. 2. L'échantillonnage

Le processus de recueil de données s'est déroulé sur une longue période (1991-1992 ; 1994-1995). L'objectif était d'augmenter le degré de fiabilité des informations recueillies et de mettre en évidence les tendances fortes.

L'étude porte principalement sur les conceptions des professeurs de physique et chimie. Mais l'opportunité nous a été offerte à partir de la deuxième année, d'interroger également des professeurs de mathématique en formation et nous l'avons saisie en vue de faire des comparaisons. Les sujets interrogés sont au moins

titulaires d'une licence en physique et chimie ou en mathématiques.

Le décalage qu'il y a entre la période de recueil de données et la rédaction de cet article pourrait surprendre le lecteur. C'est pourtant un phénomène rencontré souvent dans la recherche. Popper (1973) a déjà souligné il y a longtemps l'existence d'écart entre le processus d'élaboration d'un savoir et la logique de présentation ou de communication de ce savoir à la communauté scientifique. Cette analyse d'ordre épistémologique rencontre parfaitement l'analyse proposée à propos de la trajectoire des savoirs dans le cadre de la transposition didactique Chevallard (1991).

Nous avons ainsi recueilli sur les quatre années, 157 définitions du concept de problème. La répartition des répondants suivant les strates définies par deux critères (discipline : deux modalités ; année universitaire: quatre modalités) est résumée dans le **tableau 2** suivant :

Tableau 2 : Structure de l'échantillon interrogé

Discipline ----->	Physique et Chimie	Mathématiques	Total
Années			
1991-1992	20	0 ⁴	20
1992-1993	21	38	59
1993-1994	25	31	56
1994-1995	14	8	22
Total	80	77	157

3. 3. Traitement des données recueillies

Pour faire une analyse de contenu de ces données, deux méthodes étaient à notre disposition : analyser les contenus des discours libres des enseignants à partir d'une grille établie a priori, ou induire une grille a posteriori, à partir du corpus recueilli (Bardin, 1977 ; L'Ecuyer : 1987).

Nous avons d'abord fait une lecture libre de l'ensemble des réponses avec prise de notes sur les aspects saillants du discours des enseignants en formation.

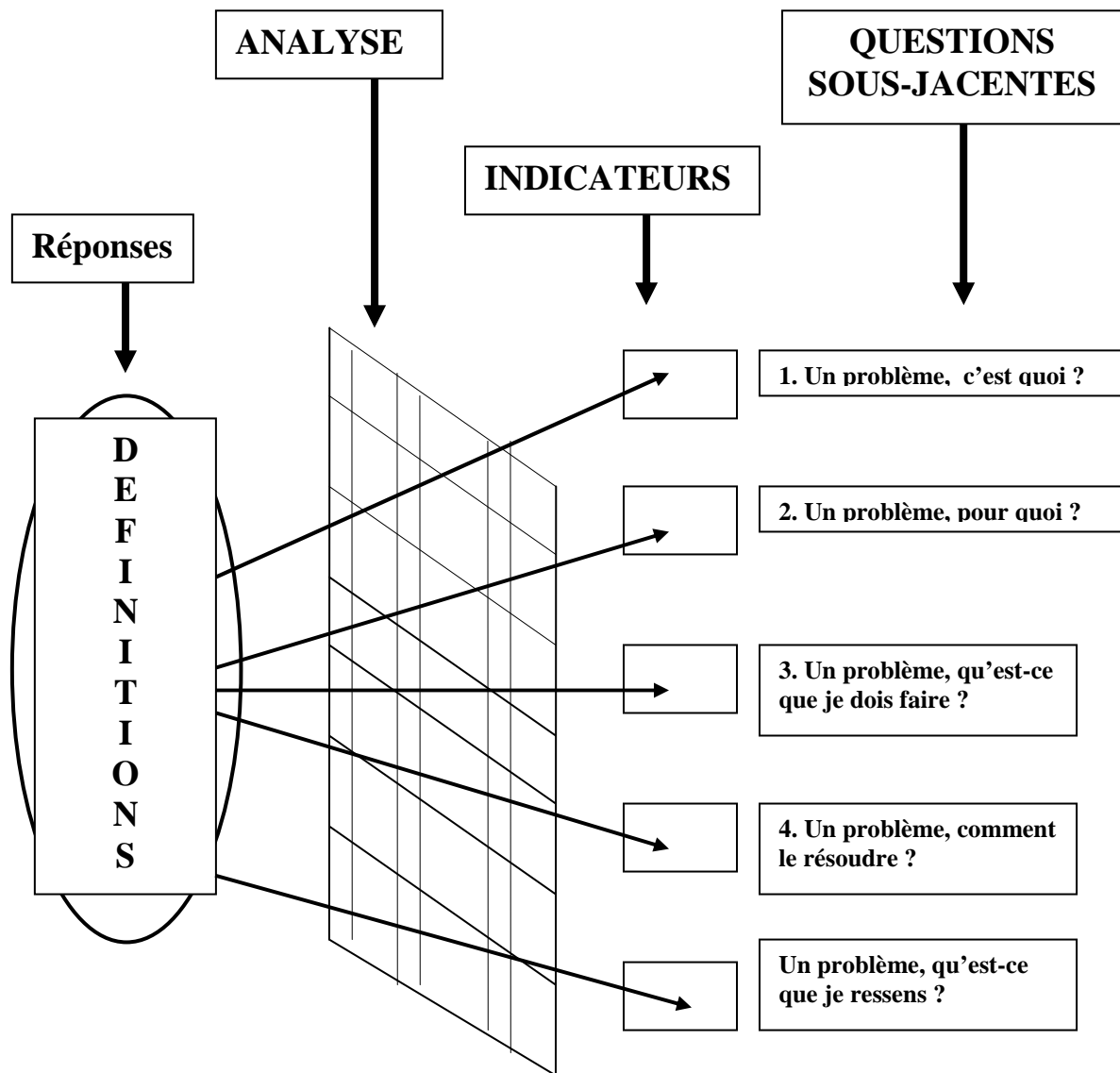
Le processus d'exploitation des données recueillies peut être décrit par les étapes suivantes :

- analyse des définitions fournies par les enseignants
- identification d'expressions récurrentes et significatives servant d'indicateurs
- induction de questions auxquelles ces expressions semblent répondre (questions sous-jacentes)
- création de variables numériques à partir des indicateurs

Ce processus est résumé par le schéma suivant :

⁴ Le questionnaire n'a été administré aux professeurs de mathématiques qu'à partir de 1992-1993

Schéma du processus d'exploitation des définitions fournies par les enseignants



Cette démarche d'analyse des définitions proposées par les enseignants nous a permis de choisir des indicateurs associés à chaque aspect saillant.

3.3.1. Identification d'indicateurs et questions sous-jacentes

Une lecture approfondie des productions des enseignants a permis d'identifier l'existence d'expressions et de termes suffisamment significatifs et récurrents pour être utilisés comme éléments de modélisation à posteriori des conceptions. Ainsi tout énoncé est caractérisé par les indicateurs qu'il contient. Les indicateurs identifiés et stabilisés vont ensuite servir à caractériser chacun des 157 énoncés fournis.

L'analyse de la liste des énoncés par le biais des indicateurs a permis d'identifier les questions sous-jacentes auxquelles les sujets interrogés ont semblé répondre. Chaque question sous-jacente peut être associée à plusieurs indicateurs, un énoncé pouvant

contenir des éléments de réponse à plusieurs questions. Le **tableau 3** résume la correspondance entre les questions sous-jacentes et les indicateurs.

Tableau 3 : Association d'indicateurs aux questions sous-jacentes

Questions sous-jacentes /Dimensions	INDICATEURS
un problème c'est quoi ?	- situation - informations - énoncé- libellé – questions - hypothèse- un besoin- faits – données – texte - sujet- contraintes – équation - obstacle
un problème, pour quoi ?	- tester des connaissances - évaluer les élèves - permettre de comprendre - permettre aux élèves d'apprendre -développer des capacités d'apprentissage - mesurer le volume de connaissances - classer - critère d'insertion sociale - sanctionner - s'auto-évaluer - passer le temps - solliciter ses cellules grises - développer le sens du raisonnement - se préparer à faire face aux besoins de la vie pratique - développer le sens du raisonnement
un problème, qu'est-ce que je dois faire ?	- trouver une valeur numérique - répondre à une question - trouver un lien, des connexions logiques entre des faits - expliquer un phénomène - élucider un énigme - surmonter une difficulté, un obstacle - créer un nouveau modèle théorique- satisfaire un besoin- trouver des moyens pour réaliser une action - donner un avis argumenté - appliquer un(des) critères, une(des) règles à une situation - apporter des issues heureuses à une situation - résoudre une équation - découvrir de nouvelles structures
un problème, comment le résoudre ?	- utiliser des connaissances - utiliser des méthodes - raisonner, raisonnement - réfléchir, réflexion - effort intellectuel - ordonner - traiter, traitement- mettre en relation - utiliser des règles, des conventions - critiquer – analyser – élaborer – simplifier - comparer
un problème, qu'est-ce que je ressens, quelle doit être mon attitude ?	- difficile, difficulté - rude épreuve- ennui – malaise - refus d'acceptation - obscur – ambiguïté – confus - conscience humaine - cas de conscience - fatigue l'esprit - embarras, embarrassant - se débattre- se tirer d'affaire – bloqué – incapacité - perturbe les sens - contraintes, s'oppose au désir

3.3.2. Exemples d'illustration de la démarche

Un énoncé est reconnu par le biais des indicateurs comme contenant la réponse à l'une des questions sous-jacentes. Les indicateurs jouent donc le rôle de filtre. Comme précisé plus haut, une même définition peut contenir la réponse à plusieurs questions sous-jacentes. Voici quelques exemples d'analyse de définitions fournies par les sujets pour chacune des cinq questions sous-jacentes. Nous indiquons pour chaque définition la discipline (PC ou MATHS), l'année de recueil de données. L'indicateur a été souligné et mis en gras par nos soins. L'énoncé de chaque définition est suivi d'un commentaire.

Question sous-jacente 1 : *un problème, c'est quoi ? (Ce qui renvoie à la situation de départ)*

Exemple 1 : “ situation nouvelle à laquelle on est confronté et que l'on cherche à résoudre ”

(PC, 1992)

Pour ce sujet, un problème c'est d'abord **une situation nouvelle**. Cet exemple est assez intéressant, puisqu'il introduit le concept de nouveauté utilisé comme critère principal dans la typologie de D'Hainaut développée par Roegiers (1993).

Question sous-jacente 2 : *un problème, pour quoi ? (ce qui renvoie à la finalité du problème)*

Exemple 2 : “ un problème est **un moyen de contrôle ou d'évaluation des connaissances acquises** en classe ” (Math, 1995)

Cette définition renvoie à une finalité d'évaluation. C'est une vision purement scolaire ce qui correspond à l'usage le plus courant du problème dans l'enseignement des sciences.

Question sous-jacente 3 : *un problème, que faire ? (ce qui renvoie à la tâche attendue)*

Exemple 3 : “ une situation obscure, ambiguë, à laquelle **il faut apporter clarté, lumière**, autrement dit, c'est un ensemble de questions auxquelles **il faudra apporter des solutions précises, des réponses exactes**. ” (PC, 1995)

Cette définition indique la nature de la tâche qui attend le sujet qui est confronté à un problème : il doit clarifier une situation, “ obscure ”, apporter une solution.

Question sous-jacente 4 : *un problème, comment faire ? (Ce qui renvoie au processus de résolution)*

Exemple 4 : “ une situation qui **fait appel à une compilation de connaissances pour construire ou déduire des inconnues ou d'autres connaissances** ” (PC, 1993)

Cette définition met l'accent sur le rôle des connaissances et sur un processus de traitement des connaissances tel que la déduction.

Question sous-jacente 5 : *un problème, qu'est-ce que je ressens, comment je dois être, quelle attitude ? (aspects affectifs et conatifs)*

Exemple 5 : “ un problème c'est un phénomène ou une situation ou un procédé qui n'est pas familier et dont la présence devant **moi perturbe tous mes sens** ”. *dixit* (PC, 1995)

Cette définition est très originale. Elle met l'accent sur un état d'esprit qui est souvent passé sous silence. Les problèmes donnés aux élèves, du fait de leur utilisation comme outil d'évaluation et de sélection sont chargés négativement et créent des perturbations psychologiques qui souvent inhibent les capacités des élèves à élaborer une démarche scientifique.

Pour décrire les conceptions des enseignants de manière quantifiable nous avons transformé les facettes ou dimensions associées aux questions sous-jacentes en variables permettant d'explicitier la structure des conceptions.

3.3.3. Création de variables

Les dimensions ainsi identifiées à partir d'indicateurs choisis sur les productions des élèves-professeurs nous ont permis de considérer « la conception » comme une macrovariable. Celle-ci peut être décrite à partir de plusieurs facettes, dimensions ou

catégories. A chaque dimension est associée une microvariable.

Les microvariables composant la macrovariable « conception » sont des variables dichotomiques portant le même nom que les dimensions. On a ainsi identifié cinq variables V1, V2, V3, V4, V5, définies comme suit :

1. la situation de départ (Sd) : Elle contient l'ensemble des données de base, qualitatives et quantitatives contenues dans l'énoncé du problème. (Variable **V1**)
2. la finalité ou fonction du problème (Fi) : Cette variable rend compte de la prise en compte de la finalité sociale du problème dans les conceptions des enseignants et des apprenants. (Variable **V2**)
3. la représentation de la tâche (Rt) : Cette dimension rend compte de la place accordée à la nature de la tâche attendue de l'apprenant. Par exemple, le but à atteindre dans un problème classique de physique dans l'enseignement secondaire est de trouver une valeur numérique, établir des relations. En mathématique il est souvent question de résoudre une équation, c'est-à-dire trouver une ou plusieurs inconnues ou d'établir des relations. (Variable **V3**)
4. le processus de résolution (Pr) : Cette variable rend compte de la mesure dans laquelle les conditions, les compétences et les formes de traitement des connaissances mises en jeu dans la résolution de problème sont invoquées dans les conceptions. (Variable **V4**)
5. la composante affective (Ca) : La composante affective est une variable destinée à mesurer la part des attitudes et des sentiments associés à la situation de résolution de problème. (Variable **V5**)

A la fin de cette étape, nous disposons ainsi d'une grille d'analyse des définitions s'appuyant sur des indicateurs qui sont des termes et expressions identifiés de manière récurrente dans les définitions fournies par les sujets.

3.3.4. Mesure des variables

Les variables créées pour les besoins de l'analyse des définitions du concept de problème sont des variables dichotomiques. Dans chaque production fournie par un sujet, il n'y a que deux possibilités :

- la définition fournie par le répondant contient un indicateur lié à une variable V_i ; celle-ci prend alors la modalité 1 (chiffre 1)
- la définition fournie par le répondant ne contient pas un indicateur associé à la variable V_i ; alors celle-ci prend la modalité 0 (Chiffre Zéro).

A chaque définition on a associé un petit tableau de codage (cinq colonnes, une ligne) pour mesurer les cinq variables V1, V2, V3, V4, V5.

Dans chacune des cases correspondant à une variable, il s'agira d'inscrire respectivement le chiffre 1 ou zéro (0) selon que la définition contient ou non un indicateur associé à la variable.

Pour tester la fiabilité de notre méthode de mesure, nous avons fourni à cinq formateurs-chercheurs de la FASTEF les données suivantes :

- un échantillon de 20 définitions choisies au hasard sur la banque de données,
- le tableau associant les variables et leurs indicateurs respectifs,
- l'explicitation du mode de codage proposé

Il s'agissait d'appliquer la méthode de l'accord inter-juges aux définitions du concept de problème sur la base des indicateurs présentés en appliquant le mode de codage proposé. Le test a donné un accord inter-juges de 80%. Les écarts semblaient liés à la manipulation des indicateurs de la variable V5. De plus il y a eu quelques hésitations entre les indicateurs des variables V3 et V4.

Mais les résultats du test de validation nous ont semblé acceptables pour que le mode de codage soit applicable par la suite à l'ensemble des 157 définitions recueillies.

L'annexe 1 fournit des exemples d'illustration de la mesure des variables.

3.3.5. Traitements appliqués

Les valeurs prises par chacune des cinq variables pour chaque définition ont été ensuite cumulées. La somme obtenue est considérée comme « le poids » de chaque variable dans les conceptions des sujets interrogés à propos de résolution de problème.

Deux traitements ont été opérés sur les données :

- le cumul des valeurs numériques prises par les variables sur l'échelle dichotomique (0, 1) pour l'ensemble de l'échantillon, puis pour les deux sous-groupes distincts de l'échantillon: les élèves-professeurs de physique et chimie et les élèves-professeurs de mathématiques. La représentation graphique des points cumulés en fonction de la variable permet de mettre en évidence la position relative des cinq dimensions les unes par rapport aux autres.

- le test du CHI^2 qui permet de comparer les conceptions des élèves-professeurs de mathématiques et de physique et chimie.

4. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

Dans cette partie, après avoir présenté les résultats de la mesure des variables, nous les discuterons pour en tirer des enseignements.

4.1. Présentation des résultats

Rappelons que notre échantillon était constitué de 157 élèves-professeurs avec deux spécialités disciplinaires : physique et chimie (PC) et mathématiques (MATHS). Nous présenterons successivement les résultats d'ensemble de l'échantillon, les résultats des sous-groupe (PC) et (MATHS) sur le même graphique.

4.1.1. Résultats d'ensemble de l'échantillon

Le tableau 4 suivant présente le cumul des points obtenus par chaque dimension :

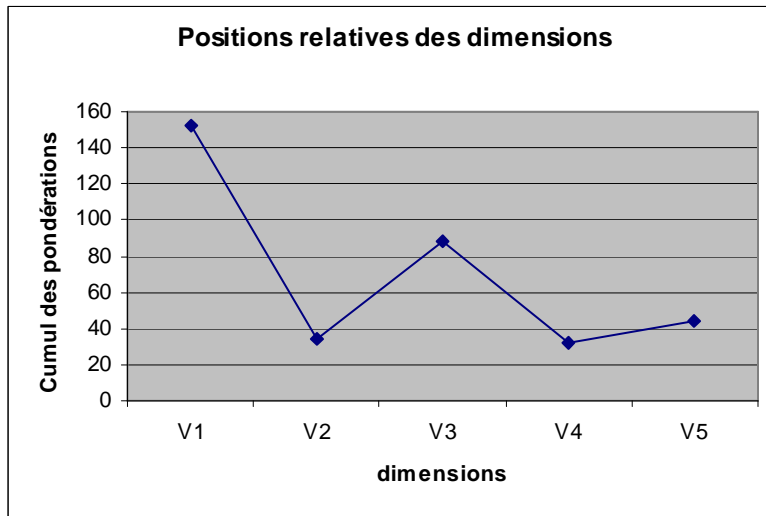
Tableau 4 : Résultat du codage des données à partir des variables créées

Dimensions	V1= Sd	V2= Fi	V3 = Rt	V4 = Pr	V5= Ca
Cumul des points	152	34	88	32	44

On voit nettement que la dimension V1 (situation de départ, Sd) est la plus présente (152) dans les conceptions des élèves-professeurs, suivi de très loin par la dimension V3 (représentation de la tâche, Rt) avec 88 points. La dimension processus (Pr) est en dernière position avec 32 points suivie il est vrai de très près par la dimension V2 (Finalité, Fi). La dimension V5 (composante affective, Ca) vient en troisième position avec 44 points.

Ces résultats sont mis en évidence dans le graphe 1 suivant :

Graphe 1 : Positions relatives des dimensions extraites des définitions fournies par les 157 sujets.



Légende : V1 = situation de départ (Sd) ; V2 = Finalité (Fi) V3 = Représentation de la tâche (Rt) ; V4 = Processus de résolution (Pr) ; V5 = composante affective (Ca)

4.1.2. Résultats des sous-groupes « Physique et chimie » (PC) et « Mathématiques » (MATHS)

Tableau 5: Présentation des résultats par sous-groupes

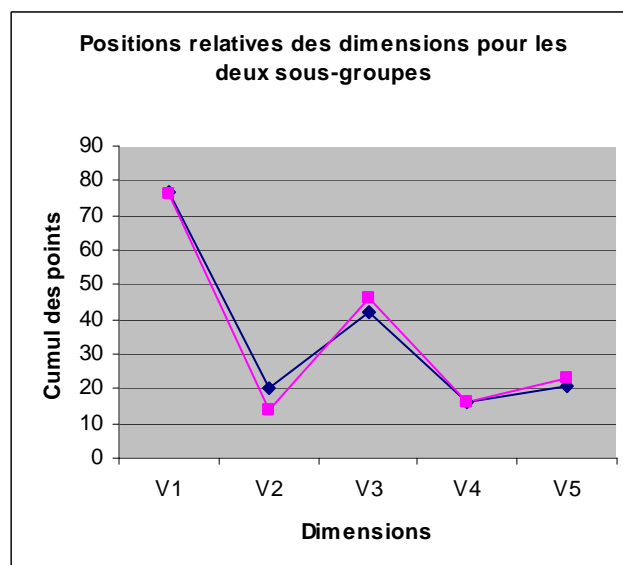
Dimensions	V1= Sd	V2 = Fi	V3 = Rt	V4 = Pr	V5 = Ca
Cumul SP	77	20	42	16	21
Cumul Maths	75	14	46	16	23

Le tableau 5 montre que les résultats des sous-groupes (PC) et (MATHS) reconduisent la hiérarchie établie entre les dimensions par les résultats d'ensemble. La variable V1 (situation de départ) est toujours largement en tête et la variable V4 (Pr) est toujours en dernière position sauf pour le sous-groupe (MATHS).

Le **graphe 2** suivant met bien en évidence ces résultats.

Graphe 2 :

Comparaison des résultats des sous groupe PC et Maths



Ces deux graphes pratiquement confondus semblent montrer qu'il n'y a pas de différences significatives entre les sous-groupes PC et MATHS. Ce résultat sera confirmé par le test du CHI^2 .

4.1.3. Confirmation de la similitude des sous groupes (PC) et (MATHS) par le test du CHI^2 .

La méthode du CHI^2 a été appliquée aux résultats obtenus à partir d'effectifs cumulés d'étudiants en mathématiques (effectif : 77) et en physique et chimie (effectif: 80). Elle montre (degré de liberté $dl = 4$; $\text{CHI}^2 = 1,32$), qu'il n'y a pas de différence significative entre les conceptions des deux types d'étudiants, même avec une probabilité d'erreur inférieure ou égale à 0,005.

5. Discussion des résultats

Les résultats montrent que les conceptions des élèves professeurs sont marquées par un accent mis sur la situation de départ (Sd, V1) et la représentation de la tâche (Rt, V3). La référence au processus de résolution (Pr, V4) est rangée à la dernière place ainsi que la finalité ou fonction du problème (Fi, V2). Les aspects affectifs (Ca, V5) viennent à chaque fois en troisième position.

Ces résultats suggèrent l'hypothèse selon laquelle les conceptions des professeurs en formation se concentrent sur les données du problème au détriment de la perception du processus de résolution de problème. La faiblesse de la fréquence obtenue par la variable V2 (Fi) indique clairement le manque de sensibilité des élèves-professeurs à la finalité des activités de résolution de problème.

Les résultats graphiques obtenus révèlent également de manière nette une structure pratiquement identique des conceptions des élèves-professeurs de Mathématiques et de physique et chimie, quelque soit l'année d'investigation considérée, ce que confirme le test du CHI^2 . Ce résultat nous semble également intéressant. La structure de ces conceptions pourrait ne pas dépendre de la discipline scientifique et être une constante des systèmes d'enseignement des sciences, un élément d'une culture scolaire. Les mêmes pratiques de résolution de problème conduiraient à des résultats analogues d'une discipline à une autre. Mais pour pouvoir faire des comparaisons de manière valide, il faut être en mesure de décrire ces conceptions avec des outils de recueil de données plus élaborés.

Cependant, les résultats obtenus dans cette recherche permettent de retenir comme hypothèse empiriquement fondée l'énoncé suivant: les conceptions des élèves-professeurs issus de la Faculté des Sciences et Techniques à propos de la résolution de problème ont pour noyau central (Doise et al, 1992), la situation de départ (Sd) et la représentation de la tâche (Rt). La finalité (Fi) ne semble pas occuper une place importante dans leurs conceptions à propos de la résolution de problème.

La troisième place occupée par la dimension composante affective (Ca) semble confirmer l'importance du stress des étudiants pendant les évaluations qui, en physique et chimie et en mathématiques, portent essentiellement sur des compétences en résolution de problème. De nombreuses recherches sur l'enseignement universitaire (Sall, 1983 ; Parmentier, 1994), ont montré en effet l'importance du stress et de l'estime de soi dans les performances des étudiants.

6. Conclusion

La recherche a montré les places marginales occupées par les dimensions « processus » et « finalité » dans la structure des conceptions des enseignants en formation à propos de la résolution de problème et une prédominance de la « situation de départ » et des « résultats ». On voit en filigrane les conséquences d'une telle vision sur les pratiques pédagogiques des enseignants.

En effet, toute activité d'enseignement/apprentissage a un statut dont la méconnaissance est lourde de conséquences. Or les futurs enseignants, diplômés de l'université semblent attacher peu d'importance au sens des activités de résolution de problème, alors qu'elles sont conçues pour être des moments de confrontation avec le savoir et de construction de sens (Gil Perez et al., 1987 ; Dumas-Carré, 1987 ; Dumas-Carré et Goffard, 1997).

De même, la marginalisation du processus de résolution malgré toute la richesse qu'il recèle pour l'apprentissage, devrait être une source de préoccupations. Le développement de compétences en résolution de problème ne peut se limiter à recopier des solutions toutes faites, présentées de manière linéaire avec souvent des « court-circuits » (Sall et al. 1998).

Ces considérations indiquent des tâches pour la formation initiale et/ou continuée. Il s'agit de faire évoluer les conceptions des enseignants de manière à placer la finalité, c'est-à-dire le sens, et les processus cognitifs au cœur des activités de résolution de problème en contexte scolaire. L'enseignement des sciences, à notre avis, y gagnerait beaucoup (Dumas-Carré et Goffard, 1997). Cependant, cette recherche sur les conceptions doit être considérée comme une phase exploratoire. La prudence dans l'interprétation des résultats s'impose compte tenu des limites de l'outil de recueil de données et des méthodes de traitement utilisées. En particulier, l'absence de différence significative entre les conceptions des professeurs de physique et chimie et de mathématiques en formation doit plutôt inciter à la prudence dans son interprétation. Pour un réinvestissement pertinent dans la formation des enseignants une exploration de fond avec des outils plus fiables sera indispensable.

Bibliographie

- Bardin, L. (1977). L'analyse de contenu. Paris : PUF.
- Bertrand, Y. (1993). Théories contemporaines de l'éducation. Ottawa : Chronique Sociale.
- Crahay, M. Lafontaine, D. (1986). L'art et la science de l'enseignement. Bruxelles : Labor.
- Doise, W., Clémence, A., Lorenzi-Cioldi, (1992). Représentations sociales et analyse de données. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.
- Dumas-Carré, A. (1987). La résolution de problème en physique, au lycée : le procédural : apprentissage et évaluation. Thèse de Doctorat. Université Paris VII.
- Dumas-Carré, A. , Goffard, M. (1997). Rénover les activités de résolution de problème en physique. Concepts et démarches. Paris : Armand Collin.
- Chevallard, Y. (1991). La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné. 2eme édition. La pensée sauvage édition.
- Gil Perez, D., Martinez-Terragosa, J., Senet Perez, F. (1987). La résolution de problème comme

- activité de recherche : un instrument de changement conceptuel et méthodologique. Petit X, 1415, 25-38.
- Giordan, A.(1998). Une didactique pour les sciences expérimentales. Belin
- Hashweh, M.Z. (1996). Effects of Science teachers'Epistemological beliefs in Teaching. Journal of Research in Science Teaching. 33, 1, 47-63.
- L'Ecuyer, R. (1987). L'analyse de contenu : notions et étapes. In J.P. Delauriers (Dir.). Les méthodes d'analyse qualitative. Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Ndiaye, B.D. (2003). Etude des conceptions des enseignants du Sénégal sur le métier en référence au modèle de l'enseignant professionnel. Thèse de Doctorat. Université Catholique de Louvain. Louvain-La-Neuve. Document inédit
- Pajares, M.F. (1992). Teachers'beliefs and educational Research : cleaning up a messy construct. Review of Educational Research, 62, 307-332.
- Parmentier, P. (1994). L'étudiant, acteur du processus de la réussite ou de l'échec en première candidature en médecine. Thèse de Doctorat. Université Catholique de Louvain (UCL). Louvain-La-Neuve. Catholique de Louvain (UCL). Louvain-La-Neuve. Document inédit.
- Popper, K. R. (1973). La logique de la découverte scientifique. /Popper, K. R. : Traduit de l'anglais par Nicole Thyssen-Rumen e.a : préface de Jacques Monod. Paris : Payot.
- Ratziu, I. (2000). Les effets d'une pédagogie interactive et d'intégration dans l'enseignement des sciences expérimentales : recherche empirique dans le cours de physique au lycée. Thèse de Doctorat en sciences de l'éducation. Université catholique de Louvain (UCL). Louvain-La-Neuve. Document inédit.
- Roegiers, X. (1993). Guide mathématique de base pour l'école primaire. 3^{ème} édition. Paris, Bruxelles : De Boeck.
- Sall, C.T. (1983). Première approche du phénomène des échecs en première année à l'université de Dakar. Mémoire de Postgraduat en Recherches Didactiques et Pédagogiques Appliquées. Vrije Universiteit Brussels. Bruxelles.
- Sall, C.T., Ndiaye, B.D. (1996). L'évaluation certificative dans la formation des enseignants. LIENS, N° 26, 4-20.
- Sall, C.T., Kane, S., Diouf, S. (1998). Une approche constructiviste de la résolution de problème en chimie. LIENS, Nouvelle Série, Revue Internationale Francophone, 1, 40-50.
- Tochon, F.V. (1993). L'enseignante experte et l'enseignant expert. Collection les Repères Pédagogiques. Série Formation. Paris: Edition Nathan.
- UNESCO, BREDA : Pôle de Dakar. (2005). Education pou Tous en Afrique, repères pour l'action. Dakar +5

ANNEXE 1

Exemples d'illustration de la mesure des variables :

Définition 1 : On l'utilise dans le langage courant pour signifier une difficulté ou un *obstacle* auquel l'individu est confronté. En pédagogie : Énoncé d'un exercice (long ou court) pouvant faire l'objet d'un examen ou d'un test pour vérifier la compréhension d'une leçon.

Les termes ou expressions soulignés dans la définition correspondent à des indicateurs des variables :

difficulté : V5 (Ca) ; **obstacle, énoncé** : V1 (Sd) **vérifier la compréhension** : V2 (Fi)

La définition comporte des indicateurs correspondant aux variables V1, V2, V5 qui auront dans cette définition la modalité 1.

La définition ne comporte pas d'indicateurs correspondant aux variables V3 et V4 auxquelles donc seront associées la valeur zéro (0).

Ces résultats donnent le tableau de codage de cette définition comme suit :

V1	V2	V3	V4	V5
1	1	0	0	1

Définition 2 : Une *situation* dans laquelle se trouve un individu ou bien une situation qu'on lui présente et à laquelle il propose une résolution.

Cette définition ne renferme que deux indicateurs : **situation (V1)** et **propose une solution (V3)**. D'où le tableau de codage suivant :

V1	V2	V3	V4	V5
1	0	1	0	0

Définition 3: Un agencement de données plus ou moins désordonné qui *nécessite un traitement*, un réarrangement *pour le comprendre*.

Les indicateurs repérés dans cette définition sont : **données (V1)**, *nécessite un traitement (V3)*, **pour comprendre (V2)**, ce qui donne le tableau de codage suivant:

V1	V2	V3	V4	V5
1	1	1	0	0