

TROISIEME PARTIE

**CHAPITRE II. ETUDE DE L'EVOLUTION DES CONCEPTIONS DE TROIS
GROUPES D'ENSEIGNANTS EN FORMATION A L'ECOLE NORMALE
SUPERIEURE DE DAKAR.**

II.1. Introduction

La recherche menée a permis d'apporter une contribution à une meilleure connaissance des conceptions des professeurs de physique et chimie en résolution de problème. Ces conceptions ont été modélisées dans un espace à sept dimensions et leur description s'est faite à deux niveaux.

Le niveau macroscopique reposant d'abord sur des indices barycentriques calculés à partir d'un modèle barycentrique de traitement de données (MBTD), a été ensuite affiné par l'induction d'une typologie de conceptions.

Dans une perspective de complémentarité et d'approfondissement, la description microscopique a permis d'explorer la structure interne des conceptions par le biais d'indicateurs spécifiques aux différentes dimensions.

Mais quel que soit l'outil d'analyse utilisé, ces descriptions ont été mises en relation avec les variables du profil professionnel : le diplôme professionnel, l'ancienneté et la pratique en classe de Terminale.

Les conceptions, cependant, ne sont pas figées, même si Richard (1990) les définit comme des structures non circonstancielles par opposition aux représentations qui seraient élaborées pour des tâches spécifiques telles que celles de résoudre un problème de physique par exemple. Elles sont susceptibles d'évoluer. L'approche constructiviste de l'apprentissage suggère à ce propos que l'enseignement et la formation s'appuient sur les conceptions des apprenants, en vue de les faire évoluer, même si Bachelard, le « constructiviste pessimiste » selon (Astolfi, 2001), met en garde contre le sens commun qui ne serait qu'un ensemble de conceptions partagées.

A propos d'évolution, la littérature en didactique des sciences (Joshua et Dupin, 1993) a révélé les fortes capacités de résistance des conceptions. Mais cette résistance, si forte soit-elle ne doit pas empêcher de s'intéresser à leur évolution qui est la raison d'être de l'éducation et de la formation.

C'est dans cette perspective que nous nous proposons, dans ce deuxième chapitre de la troisième partie de notre recherche, de mesurer l'évolution des conceptions en résolution de problème. L'étude sera faite sur trois groupes d'élèves-professeurs de physique et chimie en formation initiale.

II.2. Le dispositif expérimental

Cette dernière partie de notre travail est une recherche de type expérimental. Le schéma est du type "before/after" de Campbel et Stanley (1963), sans groupe témoin.

L'expérimentation va s'appliquer sur trois groupes parallèles n'ayant aucun lien et correspondant à trois promotions d'élèves-professeurs de l'Ecole Normale Supérieure de Dakar, inscrits dans des sections différentes :

- les élèves-professeurs de collège de première année (Section F1C1) en 2000-2001. Effectif: 10. Ils constituent le groupe G1
- les élèves-professeurs de collège de deuxième année (Section F1C2) en 2000-2001. Effectif: 8. Ils constituent le groupe G2
- les élèves-professeurs de lycée de première année(section F1AB) en 2000-2001. Effectif: 8. Ils constituent le groupe G3.

Le traitement appliqué aux groupes expérimentaux est constitué par l'ensemble des activités de formation des différentes sections telles qu'elles se déroulent normalement pendant l'année académique.

La section F1C1 a un programme essentiellement axé sur les contenus (Mathématiques, physique, chimie). Ces enseignements de renforcement scientifique sont accompagnés d'un cours de psychopédagogie. Ce sont donc des étudiants qui sont soumis à de nombreuses situations de résolution de problème dans des disciplines distinctes, sans qu'il y ait de manière systématique un cours sur la résolution de problème. Il n'est pas exclu cependant que certains formateurs prennent des initiatives dans ce sens pour attirer l'attention des futurs professeurs sur les divers aspects de la résolution de problème.

Pour la section F1C2, le programme porte essentiellement sur la formation au métier d'enseignant: l'étude des programmes, les leçons d'essai, le stage en responsabilité entière, la psychopédagogie et la réalisation d'un dossier documentaire pédagogique. Ce sont donc des étudiants qui sont déjà confrontés à des activités de résolution de problème, en classe, avec des élèves.

Les sections F1C1 et F1C2 sont constitués par des élèves-professeurs admis aux études par voie de concours, sur la base du baccalauréat, même si beaucoup d'entre eux sont d'anciens étudiants de la Faculté des Sciences et Techniques en situation d'échec.

La section F1AB comprend des étudiants recrutés également sur concours, sur la base de la licence ou de la maîtrise en physique et chimie. Dans cette section le programme porte sur l'étude des programmes, les leçons d'essai, les travaux pratiques de physique et chimie, la didactique de la physique et de la chimie, les stages (stage rural, stage en responsabilité entière), la production d'un travail de recherche en éducation, la psychopédagogie et la législation scolaire.

Il faut cependant signaler dans cette section, l'existence dans le cadre du programme de didactique, d'un module sur la méthodologie de la résolution de problème en physique et chimie.

Pour tous les groupes, l'outil de recueil de données est constitué par le questionnaire de recherche déjà utilisé. Le questionnaire est administré au début du premier semestre, puis à la fin du second semestre, ce qui correspond à un intervalle de 6 mois.

Les données recueillies pour chaque groupe au début de la formation et à la fin de la formation seront présentées, comparées et discutées. Cette discussion aura pour point de départ la confrontation des données avec les hypothèses H-S₁₆ et H-S₁₇ formulées à propos de l'évolution des conceptions au cours d'une formation initiale d'enseignants. Ces hypothèses sont libellées ainsi :

H-S₁₆ : Au cours de la formation initiale des enseignants, les conceptions évoluent très peu au niveau macroscopique.

H-S₁₇ : Au cours de la formation initiale des enseignants, les conceptions évoluent très peu au niveau microscopique

L'étude portera sur l'évolution de la structure macroscopique et de la structure microscopique.

L'étude de l'évolution de la structure macroscopique se fera à partir de la classification des sept dimensions par le biais des indices barycentriques de chaque groupe et les types de conceptions caractéristiques des enseignants pris individuellement. Il s'agira de voir dans quelle mesure, à l'issue de l'année de formation, d'une part, le classement des sept dimensions a varié et dans quel sens, et d'autre part si les enseignants pris individuellement appartiennent toujours ou non au même type de conceptions.

L'étude de l'évolution des conceptions par le biais de la typologie à deux dimensions se fera suivant deux critères :

- un critère qualitatif: quel est le type de conceptions à deux dimensions auquel l'enseignant appartient à l'issue de la formation initiale, comparé au début de la formation? Le changement de conceptions peut se faire suivant deux modalités: les deux dimensions qui définissent le type de conceptions à la fin de la formation ont toutes deux changé, ou seule une dimension a changé.

- un critère quantitatif: les dimensions maintenues ont-elles obtenu des pondérations en hausse ou en baisse à la fin de la formation ?

Toutes ces informations seront résumées dans un tableau décrivant l'évolution des conceptions de chaque sujet interrogé.

Quant à l'évolution de la structure microscopique des conceptions, elle se fera sur la base des indicateurs descriptifs des différentes dimensions. Mais dans cette étude de l'évolution de la structure microscopique, nous nous limiterons aux deux dimensions les plus représentatives des conceptions des enseignants comme nous l'avons établi dans la partie précédente: les dimensions "connaissance" (Cn) et "processus" (Pr). De manière plus spécifique, nous nous limiterons à comparer les vingt premiers items descriptifs classés selon les pondérations affectées par les sujets, au début et à la fin de la formation.

Après avoir présenté et discuté les résultats du prétest et du post-test pour chaque groupe les uns à la suite des autres, nous appliquerons le test de signification des différences de rang entre données reliées pour voir dans quelle mesure les évolutions

notées au niveau descriptif sont statistiquement significatives. Nous ferons appel au coefficient de corrélation de Spearman r_s associé au test t de student (Bruning et Kintz, 1968 ; Howell, 1998). L'étude de la signification statistique de l'évolution microscopique des conceptions se fera dans un paragraphe spécifique, pour les trois groupes étudiés.

II.3. L'évolution des conceptions des élèves-professeurs de collège au cours de leur première année de formation (2000 – 2001) : groupe G1.

Le questionnaire de recherche a été appliqué au début et à la fin de la formation. Les résultats des deux tests permettront de mesurer l'évolution des conceptions.

II.3.1. Présentation comparée et discussion des résultats du pré-test et du post-test du groupe G1

La présentation et la discussion porteront sur les données macroscopiques et les données microscopiques.

II.3.1.1. L'évolution de la structure macroscopique des conceptions

Les données macroscopiques sont constituées par les indices barycentriques et les types de conceptions. Alors que les indices barycentriques permettent de déterminer l'évolution du groupe dans son ensemble, les types de conceptions permettent de voir si des modifications sont apparues sur la vision individuelle d'un sujet, à propos de la résolution de problème.

II.3.1.1.1. Les indices barycentriques

Le tableau 83 suivant donne les indices barycentriques du groupe F1C1 au début et en fin d'année universitaire. Les deux dernières lignes du tableau représentent le classement des dimensions dans l'ordre décroissant pour les deux tests.

Tableau 83 : les indices barycentriques des sept(7) dimensions

dans le groupe G1

Pré-test		Post-test					
Ff	29,7	Ff	16,7				
Mo	50,6	Mo	61,0				
En	49,8	En	16,5				
Ra	12,1	Ra	14,0				
Cn	75,9	Cn	93,3				
Pr	22,1	Pr	33,5				
Ctx	11,5	Ctx	8,0				
Pré-test	Cn	Mo	En	Ff	Pr	Ra	Ctx
Post-test	Cn	Mo	Pr	Ff	En	Ra	Ctx

Le tableau 83 montre que du point de vue des indices barycentriques, les deux premières et les deux dernières dimensions restent toujours les mêmes, respectivement (Cn, Mo) et (Ra, Ctx). De même la dimension Ff a conservé sa place.

La place de la dimension « motivation » (Mo) surprend. Pour la première fois, cette dimension vient en deuxième position après les connaissances au pré-test et au post-test. Le groupe des élèves-professeurs de collège semblent accorder beaucoup d'importance au rôle de la motivation dans le processus de résolution de problème.

Un autre fait remarquable est l'évolution du groupe par rapport à la dimension Pr qui est passé de la cinquième place à la troisième place. On peut considérer qu'un des résultats de la formation est la prise de conscience de l'importance des processus dans la résolution de problème.

Ce résultat peut s'interpréter par le programme de formation de groupe qui constitue une mise à niveau scientifique en physique et chimie et en mathématiques. Les étudiants ont été pendant toute l'année, par le biais des séances de travaux dirigés et de devoirs sur table, soumis à des exercices et des problèmes et de manière intensive, d'où l'évolution des conceptions vers une plus grande prise en compte des processus et des démarches de résolution.

II.3.1.1.2. Les types de conceptions dans le groupe G1

Le tableau 84 suivant présente l'évolution des conceptions des professeurs en formation sous l'angle des types de conceptions. Les sujets sont pris individuellement. Le groupe comprend 10 sujets.

Tableau 84 : Présentation de l'évolution des types de conceptions des élèves-professeurs de collège

(1^{ère} année) : le groupe G1

Sujets (1)	Pré-test (2)	Post-test (3)	Observations	
			Evolution qualitative (4)	Evolution quantitative (5)
1	Mo-Cn (45/55)	Mo-Cn (30/70)	non	Mo(-) Cn(+)
2	Ff-Cn (70/30)	Cn-Pr (60/40)	Oui : Ff → Pr	Cn(+)
3	En-Ra (80/20)	Mo-Cn (25/75)	Oui (les deux)	-----
4	Mo-Cn (35/65)	Mo-Cn (60/40)	non	Mo(+) Cn(-)
5	Mo-Cn (25/75)	Mo-Cn (30/70)	non	Mo(+) Cn(-)
6	Mo-Cn (40/60)	Ra-Cn (25/75)	Oui : Mo → Ra	Cn(+)
7	Mo-Cn (40/60)	Cn-Pr (25/75)	Oui : Mo → Pr	Cn(-)
8	Ff-Pr (30/70)	Mo-Pr (55/45)	Oui : Ff → Mo	Pr(-)
9	Ff-Mo (40/60)	Mo-En (65/35)	Oui : Ff → En	Mo(+)
10	Ff-Cn (65/35)	Mo-Cn (60/40)	Oui : Ff → Mo	Cn(+)

Comment lire le tableau :

Les colonnes du tableau sont numérotées (chiffres en gras). La colonne (1) indique le numéro du sujet interrogé. Les colonnes (2) et (3), donnent respectivement les résultats du pré-test et du post-test. Les chiffres entre parenthèses écrits à la suite de chaque type de conceptions représentent les points respectifs attribués à chaque dimension à la question 4 du questionnaire de recherche.

Exemple : Sujet 1 : colonne (2), pré-test: avant la formation);

Mo-Cn (45/55) : type de conception Mo-Cn ; la dimension Mo a eu une pondération de 45 et Cn a eu une pondération de 55.

Colonne (3) = post-test: après la formation

Les colonnes (4) et (5) présentent les observations sur l'évolution des types de conceptions Colonne (4) : **non**: le sujet n'a pas changé de type de conception; **oui**: il y a eu changement de conception; $X1 \rightarrow X2$: la dimension X1 a été remplacée par la dimension X2

Colonne (5) : Sujet 1: "**la pondération de la dimension Mo a diminué**" est notée Mo(-) ; "**la pondération de la dimension Cn a augmenté**" est noté Cn(+).

Ces conventions seront également utilisées pour les autres groupes (G2 et G3).

Le tableau 84 montre qu'à la fin de la première année de formation seule 3 étudiants sur 10 n'ont pas changé de type de conceptions. Sur les 7 sujets qui ont changé de conception, un (1) a changé radicalement passant de En-Ra à Mo-Cn. Dans les deux tests, les dimensions Cn et Mo occupent toujours les premières places dans les types de conceptions. Ces résultats confirment ceux obtenus avec les indices barycentriques. De même le type de conceptions Cn-Pr apparaît encore comme marginal. Les aspects motivationnels restent très prégnants.

On pourrait interpréter cette place de la dimension Mo par la grande motivation des sujets : ce sont souvent des étudiants en position d'échec, ou des enseignants sans diplôme venus pour stabiliser leur carrière, ou de jeunes élèves fraîchement titulaires du baccalauréat et très motivés à l'idée de devenir « professeur » au bout de deux ans.

Le mode d'évaluation utilisé dans cette section où il n'y a pas d'examen final pourrait aussi contribuer à l'explication de l'importance attribuée à la variable Mo. Le passage en classe supérieure s'obtient par une moyenne des devoirs des étudiants qui sont ainsi uniquement évalués sous forme de contrôle continu.

L'évolution des conceptions au niveau macroscopique serait donc très marquée par certaines spécificités du traitement subi par les sujets, ici le fait de soumettre les élèves-professeurs à un rythme soutenu d'évaluation sommative.

Le mode d'évaluation des apprenants dans l'enseignement des sciences pourrait avoir un impact important sur la structure des conceptions à propos des démarches intellectuelles, des concepts scientifiques et de la résolution de problème.

II.3.1.2. L'évolution de la structure microscopique des conceptions du groupe G1

L'étude de l'évolution de la structure microscopique se limitera aux dimensions Cn et Pr. Pour chacune des deux dimensions l'évolution de la structure microscopique sera étudiée sur la base des 20 premiers indicateurs les mieux classés par les sujets interrogés.

Les items décrivant chaque dimension se répartissent suivant une grille spécifique :

- La grille de lecture des processus engagés dans la résolution de problème (Pr) distingue les démarches générales et les démarches spécifiques.
- les connaissances impliquées dans la résolution de problème seront subdivisées en connaissances déclaratives, connaissances procédurales et connaissances conditionnelles.

Les résultats des deux tests seront lus selon trois critères :

- critère 1 : quels sont les items qui ne font plus partie des 20 premiers items classés à l'issue de l'année de formation, et de quel type de procédures s'agit-il ?
- critère 2 : quels sont les items nouveaux qui ont intégré le groupe des 20 premiers et de quels types de procédures s'agit-il ?
- comment les positions des items constants ont-elles évolué ?
- l'évolution est-elle significative ?

Les items éliminés au post-test et les items nouveaux sont mis en italique. Les items qui ont progressé dans le classement sont marqués d'un signe (+), alors que les items qui ont reculé sont marqués du signe moins (-). Les items qui ont conservé leur classement sont dans des cellules avec trame de fond.

Cette grille d'analyse des résultats au niveau microscopique sera également utilisée pour les deux dimensions étudiées (Pr, Cn), et pour les groupes G2 et G3.

II.3.1.2.1. Evolution de la dimension "processus"

Le tableau 85 donne les résultats du pré-test et du post-test du groupe G1.

Tableau 85 : Résultats des deux tests du groupe G1 à propos de la dimension « processus »

Pré-test	Post-test
1. résoudre	<i>1. comprendre</i>
<i>2. décomposer</i>	<i>2. manipuler</i>
3. schématiser	3. démontrer +
4. mobiliser ses connaissances	4. analyser +
5. interpréter	5. expliquer +
6. démontrer	6. mobiliser ses connaissances _
<i>7. faire une synthèse</i>	7. expérimenter +
8. justifier	8. schématiser _
9. résoudre des équations	9. résoudre _
10. expliquer	10. identifier les phénomènes en jeu +
<i>11. générer des équations</i>	<i>11. contextualiser</i>
12. analyser	12. calculer +
13. argumenter	13. interpréter _
<i>14. appliquer</i>	14. justifier _
15. construire	15. évaluer +
16. calculer	<i>16. observer</i>
17. identifier les phénomènes en jeu	17. construire _
18. expérimenter	<i>18. rédiger</i>
19. évaluer	19. argumenter _
<i>20. structurer</i>	20. résoudre des équations _

Le tableau 85 montre que sur les vingt items classés, 5(cinq) ont été éliminés par les sujets à l'issue de la formation :

(**décomposer, faire une synthèse, générer des équations, appliquer, structurer**) et remplacés par : *comprendre, manipuler, contextualiser, rédiger*.

Les items éliminés concernent plutôt des procédures spécifiques telles que *décomposer, générer des équation, appliquer*.

Parmi les nouveaux items valorisés à l'issue de la première année de formation la place des processus « *comprendre* » et « *manipuler* » est remarquable. Comprendre est à la fois le processus le plus complexe et le plus déterminant dans la résolution de problème. En effet, c'est la compréhension qui permet au sujet de se construire une

représentation de la tâche, qui guide la mobilisation des connaissances. L'apparition de l'item « *manipuler* » vient rappeler que nous sommes bien en sciences expérimentales.

Enfin l'item « *rédigier* » qui intervient dans la phase finale de la résolution, et qui est l'objet d'une attention particulière de la part de plusieurs enseignants vient révéler une plus grande sensibilité du groupe par rapport à la rédaction des solutions.

Pour ce qui est des items restés invariants, on peut remarquer que les processus de type spécifique (*résoudre, schématiser, justifier, interpréter*) ont reculé dans le classement alors que les processus plus généraux (*expliquer, mobiliser ses connaissances, analyser*), ou liés aux phénomènes physico-chimiques (*expérimenter, identifier les phénomènes en jeu*) ont été mieux classés à la fin de la première année de formation.

On peut donc affirmer qu'il y a eu une évolution qualitative des conceptions du groupe. Même si les $\frac{3}{4}$ des items sont restés les mêmes, on a assisté à une restructuration interne des conceptions. Le changement de conception n'est donc pas seulement un mouvement vers d'autres concepts ou contenus, mais c'est aussi et surtout une nouvelle articulation entre les concepts et les contenus qui sont en mémoire.

II.3.1.2.2. Evolution de la dimension "connaissance"

Pour la dimension « connaissance », la subdivision en connaissances déclaratives, connaissances procédurales et connaissances conditionnelles sera la base de l'analyse. Le tableau 86 donne les résultats des deux tests.

Tableau 86 : Les résultats des tests dans le groupe G1 pour la dimension « connaissance ».

Pré-test	Post-test
1. les définitions	1. les définitions
2. les systèmes	2. les théorèmes
3. les lois	3. les lois
4. les champs d'application	4. les méthodes
<i>5. les formules</i>	5. les méthodes de validation d'une démarche
6. les types de raisonnement	6. les concepts
7. les unités	7. la nomenclature
8. les phénomènes physiques	8. les types de raisonnement
9. les règles et conventions	9. les phénomènes physiques
<i>10. les limites de validité (loi/théorie)</i>	10. les systèmes
11. les théories	<i>11. les procédures de contrôle</i>
12. les méthodes	12. les unités
13. les théorèmes	13. les règles et conventions
14. les concepts	14. les conditions d'application
15. les méthodes de validation d'une démarche	15. les systèmes d'unités
16. les conditions d'application	16. les théories
<i>17. les schémas normalisés</i>	<i>17. les phénomènes chimiques</i>
<i>18. les différents champs de savoir</i>	18. les critères de discrimination
19. la nomenclature	<i>19. les principes</i>
20. les systèmes d'unités	<i>20. les champs d'application</i>

La comparaison des deux tests montrent que seuls quatre items n'ont pas été reconduits dans les vingt premiers items lors du post-test : trois items relatifs à des connaissances déclaratives (*les formules, les schémas normalisés, les différents champs de savoir*) et un item relatif à des connaissances conditionnelles (*les limites de validité (d'une loi/théorie)*).

Les nouveaux items sont quant à eux constitués de connaissances déclaratives (*les phénomènes chimiques, les principes*) et de connaissances conditionnelles (*les procédures de contrôle et les champs d'application*).

Un examen attentif de ces substitutions montre qu'il y a un lien entre les nouveaux items admis dans le groupe des vingt premiers et les items « éliminés ». En effet, *les procédures de contrôle et les champs d'application* peuvent être considérés comme équivalents aux *limites de validité* et aux *différents champs de savoir*. Les schémas

normalisés faisant partie des conventions n'ont pas été reconduits, ce qui évite la redondance.

Enfin l'apparition de l'item « *les phénomènes chimiques* » vient combler un oubli du premier test où seuls les phénomènes physiques étaient mentionnés. Nous retrouvons ici une conséquence du dysfonctionnement du système d'enseignement de la physique et de la chimie au Sénégal. La marginalisation de la chimie dans l'enseignement secondaire est telle que les élèves parfois « oublent » que la chimie est aussi importante que la physique.

L'examen des positions des items invariants ne montre pas une discrimination nette entre les types de connaissances, par rapport à leur position dans l'échelle hiérarchique. Il y a certes des connaissances procédurales (*méthodes, méthodes de validation d'une démarche*) ou conditionnelles (*conditions d'applications*) qui se sont hissées au sommet de la hiérarchie. Cependant des connaissances déclaratives ont parfois également progressé dans la hiérarchie (*théorèmes, concepts, nomenclature, systèmes d'unités*). On pourrait cependant objecter que ces trois derniers items décrivent certes des connaissances déclaratives, mais celles-ci jouent un rôle essentiel dans les deux disciplines.

L'évolution de la dimension « connaissance » dans ce groupe d'enseignants en formation est donc assez complexe. Mais la structure microscopique de la dimension semble bien faire évoluer les conceptions vers une plus grande valorisation des connaissances procédurales et conditionnelles, même si certaines connaissances déclaratives gardent une position privilégiée (*définitions, théorèmes, lois, concepts*).

II.3.2. Conclusion sur l'évolution des conceptions des élèves-professeurs de collège (1^{ère} année)

L'évolution des conceptions du groupe des élèves-professeurs de collège de première année a d'abord été étudiée sous l'angle macroscopique. La comparaison des indices barycentrique montre que les conceptions du groupe ont évolué dans le sens d'une plus grande valorisation de la dimension « processus », les dimensions « connaissance » et « motivation » occupant toujours les deux premières places. Quand aux types de conceptions exprimés avec deux dimensions, 70% des sujets ont évolué partiellement, les dimensions Cn et Mo restant toujours les composantes principales.

Au niveau microscopique, l'étude a porté sur les dimensions Cn et Pr, retenues pour leur signification dans les résultats de la recherche que nous avons menée dans la troisième partie de notre travail.

Les résultats ont montré que l'évolution des conceptions des sujets s'est surtout traduite pour la dimension « processus », par une restructuration interne des items. Cela a surtout favorisé au niveau hiérarchique, les items axés sur les démarches les plus générales et les plus stratégiques, ou qui sont en rapport avec les deux disciplines que sont la physique et la chimie, au détriment de processus plus spécifiques qui interviennent en bout de chaîne de la résolution de problème (**résoudre, décomposer, schématiser, justifier**).

Quant à la dimension « connaissance », l'évolution des conceptions s'est également traduite par une restructuration interne des items. Il n'a pas été cependant possible de d'affirmer de manière nette, qu'une catégorie de connaissances a eu un traitement privilégié. L'évolution est donc assez complexe, les connaissances procédurales et conditionnelles ayant cependant une position légèrement plus favorable, à l'issue de la première année de formation.

Les hypothèses H-S₁₈ et H-S₁₉, qui prévoyaient une évolution lente et partielle des conceptions ont été confirmées par les résultats.

II.4. L'évolution des conceptions des élèves-professeurs de collège au cours de leur deuxième année de formation (2000 –2001) : groupe G2.

Le questionnaire de recherche a été appliqué au début et à la fin de la formation. Les résultats des deux tests permettent d'étudier l'évolution des conceptions au niveau macroscopique comme au niveau microscopique.

II.4.1. Présentation comparée et discussion des résultats du pré-test et du post-test du groupe G2.

I.4.1.1. L'évolution de la structure macroscopique des conceptions

Comme cela a été fait pour le groupe G1, l'étude de l'évolution des conceptions au niveau macroscopique se fera par le biais des indices barycentriques et des types de

conceptions à deux dimensions.

II.4.1.1.1. Les indices barycentriques

Le tableau 87 présente les indices barycentriques des sept(7) dimensions dans les deux tests pour le groupe G2.

Tableau 87 : Indices barycentriques des sept(7) dimensions du groupe G2 pour les deux tests

Pré-test		Post-test					
Ff	15,3	Ff	6,2				
Mo	41,3	Mo	36,6				
En	33,3	En	34,3				
Ra	30,8	Ra	21,4				
Cn	56,5	Cn	75,8				
Pr	49,2	Pr	61,2				
Ctx	17,9	Ctx	11,2				
Pré-test	Cn	Pr	Mo	En	Ra	Ctx	Ff
Post-test	Cn	Pr	Mo	En	Ra	Ctx	Ff

Le tableau 87 montre qu'il n'y a eu aucun changement dans la hiérarchie entre les dimensions, du point de vue des indices barycentriques. La dimension « processus » (Pr) retrouve sa deuxième place comme les échantillons de recherche et de la pré-expérimentation. La stabilité de cette hiérarchie est peut-être liée au fait qu'à part l'inversion entre le contexte (Ctx) et la finalité (Ff), elle correspond à celle établie dans notre échantillon de recherche. Les résultats des tests de ces deux groupes ne font que confirmer des résultats plus généraux.

II.4.1.1.2. Les types de conceptions

Le tableau 88 présente les résultats aux deux tests du groupe G2, par rapport aux types de conceptions.

Tableau 88: Présentation de l'évolution des types de conceptions des élèves-professeurs de collège, (2^{ème} année) : groupe G2.

Sujets (1)	Pré-test (2)	Post-test (3)	Observations	
			Evolution qualitative (4)	Evolution quantitative (5)
1	Mo-Ctx (40/60)	Mo-Cn (70/30)	oui : Ctx → Cn	Mo(+)
2	Mo-Pr (40/60)	Mo-Cn (60/40)	oui : Pr → Cn	Mo(+)
3	En-Pr (50/50)	En-Cn (60/40)	oui : Pr → Cn	En(+)
4	Ra-Cn (27/73)	Cn-Pr (20/80)	oui : Ra → Pr	Cn(+)
5	Mo-Ra (45/55)	Ra-Pr (58/42)	Oui : Mo → Pr	Ra(+)
6	Mo-Cn (25/75)	Cn-Ctx (85/15)	Oui : Mo → Ctx	Cn(+)
7	Cn-Pr (25/75)	Cn-Pr (45/55)	non	Cn(+); Pr(-)
8	Ff-En (40/60)	En-Cn (40/60)	Oui : Ff → Cn	En(-)

Le tableau 88 montre que seul un sujet (parmi les 8) n'a pas changé de conception (Cn-Pr). Cette stabilité n'est pas surprenante puisque Cn-Pr est le type de conception le plus courant selon les résultats que nous avons obtenus antérieurement.

Sur les sept changements de conceptions, les six sont caractérisés par l'apparition de la dimension Cn au post-test. Mieux, lorsque la dimension Cn est déjà présente au pré-test, sa pondération a augmenté au post-test.

On peut donc conclure que pour le groupe G2, l'évolution des conceptions des sujets s'est faite dans le sens d'une plus grande prise en compte de la dimension « connaissance ».

Ce renforcement de la dimension Cn dans les conceptions du groupe G2 pourrait s'expliquer de manière plus spécifique par les situations vécues lors des « stages à responsabilité entière » dans les écoles d'application. L'élève-professeur a pu mesurer le poids des connaissances dans les situations de résolution de problème, que ce soit dans les séances de travaux dirigés ou au cours de l'évaluation sommative des apprenants.

Même si la formation n'a pas fait émerger de manière privilégiée un type de conceptions (X1,X2), elle a permis de renforcer la dimension Cn comme la composante principale des conceptions à deux dimensions.

II.4.1.2. La structure microscopique des conceptions

Comme pour le groupe G1, l'étude de l'évolution de la structure microscopique sera limitée aux dimensions « processus » (Pr) et « connaissance » (Cn).

II.4.1.2.1. Evolution de la dimension "processus"

Le tableau 89 présente les résultats des deux tests pour le groupe G2, par rapport à la dimension « processus ».

Tableau 89 : Les résultats aux deux tests du groupe G2 pour la dimension « processus ».

Pré-test	Post-test
1. justifier	1. comprendre +
2. comprendre	2. interpréter -
3. expérimenter	3. justifier -
4. expliquer	4. analyser +
5. démontrer	5. <i>formuler</i>
6. analyser	6. schématiser +
7. <i>construire</i>	7. mobiliser ses connaissances +
8. observer	8. observer
9. <i>décomposer</i>	9. reformuler +
10. <i>faire une synthèse</i>	10. expliquer -
11. se rappeler	11. <i>vérifier</i>
12. interpréter	12. identifier le contexte +
13. <i>simplifier</i>	13. se rappeler -
14. schématiser	14. démontrer -
15. identifier le contexte	15. <i>argumenter</i>
16. <i>adapter</i>	16. <i>générer des équations</i>
17. <i>contextualiser</i>	17. <i>modéliser</i>
18. mobiliser ses connaissances	18. <i>appliquer</i>
19. <i>contrôler</i>	19. <i>rédigé</i>
20. reformuler	20. expérimenter -

L'examen du tableau 89 montre que 7 items sur les vingt classés premiers lors du pré-test ne sont pas reconduits lors du post-test. Ce sont des items qui pour l'essentiel concernent des procédures relativement simples (*décomposer, simplifier*), ou plus complexes (*construire, faire une synthèse, adapter, contextualiser, contrôler*).

Les items « promus » dans le post-test (*formuler, vérifier, argumenter, générer des équations, modéliser, appliquer, rédiger*) ont trait à des démarches spécifiques à la résolution de problème.

Pour les items invariants, on note trois processus importants qui ont été revalorisés lors du post-test : *comprendre, analyser, mobiliser ses connaissances, reformuler*. Du point de vue de la résolution de problème, notamment Newell et Simon (1972), Chi et Feltovitch(1983), Dumas-Carré(1997), ce sont là des processus dont l'articulation permet de construire une démarche cohérente. La compréhension permet de faire une analyse correcte de la situation-problème, de s'appuyer sur des connaissances mobilisées afin de reformuler de manière personnalisée la tâche : c'est le processus de représentation du problème bien mis en évidence dans le concept d'espace problème (Newell et Simon,1972 ; Glover et al., 1990).

On peut donc affirmer que les conceptions du groupe G2 on évolué au cours de la formation vers une vision plus cohérente de la résolution de problème, à la fin de la formation.

Ce sont là des effets encourageants pour des sujets en fin de formation initiale.

II.4.1.2.2. Evolution de la dimension "connaissance"

Le tableau 90 présente les résultats deux tests pour le groupe G2, à propos de la dimension « connaissance ».

Tableau 90 : Résultats des deux tests pour la dimension « connaissance » , groupe G2.

Pré-test	Post-test
1. les lois	1. les unités +
2. les règles et les conventions	2. la nomenclature
3. les unités	3. les formules +
4. les systèmes d'unités	4. les définitions +
5. les schémas normalisés	5. les lois -
6. les limites de validités (loi/théorie)	6. les règles et conventions -
7. les phénomènes physiques	7. les systèmes d'unités -
8. les phénomènes chimiques	8. les faits expérimentaux +
9. les faits expérimentaux	9. les protocoles expérimentaux +
10. les définitions	10. les théorèmes +
11. les concepts	11. les principes +
12. les théorèmes	12. les phénomènes physiques -
13. les théories	13. les schémas normalisés -
14. protocoles expérimentaux	14. les phénomènes chimiques
15. les symboles	15. les théories -
16. les formules	16. les modes de validation d'une démarche
17. les champs d'application	17. les types de raisonnement
18. les principes	18. les modèles
19. les conditions d'applications	19. les limites de validité (loi/théorie) -
20. les procédures de contrôle	20. les conditions d'application -

Le tableau 90 montre que seuls quatre(4) items n'ont pas été confirmés au post-test : *les concepts, les symboles, les champs d'application et les procédures de contrôle*. On note donc deux items relatifs à des connaissances déclaratives (*concepts, symboles*) et deux items relatifs à des connaissances conditionnelles (*les champs d'application, les procédures de contrôle*).

Quant aux items qui sont apparus au post-test, on note également des connaissances déclaratives (*la nomenclature, les modèles*), mais aussi des connaissances procédurales ou conditionnelles (*les types de raisonnement, les modes de validation d'une démarche*).

L'examen attentif du flux des items d'un test à un autre laisse apparaître une sorte d'équivalence entre les items entrants et les items sortants. En effet, à chaque fois on note une relation entre d'une part les items relatifs aux connaissances déclaratives, et les items relatifs aux connaissances procédurales ou conditionnelles.

En effet, *les concepts* sont utilisés pour construire des *modèles*, alors que les *symboles* renvoie souvent à la construction d'une *nomenclature*. De même les *modes de validation d'une démarche* ne sont rien d'autre que des *procédures de contrôle d'une démarche*.

Au niveau des items inchangés, on note une similitude dans la hiérarchie entre les types de connaissance. Que ce soit au pré-test ou au post-test, les sujets ont privilégié les connaissances déclaratives. Les résultats du post-test accentuent cette remarque : les 15 premiers items sont constitués de connaissances déclaratives : unités, lois, formules, définitions, systèmes d'unités...

Ce résultat est surprenant. Alors que les étudiants du groupe G1 en fin de formation ont privilégié les connaissances procédurales, le groupe G2, au moment de terminer la formation se focalisent sur les connaissances déclaratives.

Notre expérience personnelle du plan de formation de cette section nous amène à dire que cette focalisation sur les connaissances déclaratives pourrait être liée au nombre de disciplines que ces professeurs auront à enseigner: mathématiques, physique, chimie. L'étendue et la variété des contenus à enseigner sont telles que ces professeurs sont surtout préoccupés par la maîtrise des connaissances déclaratives.

II.4.2. Conclusion sur l'évolution des conceptions des élèves-professeurs de collègue (2^{ème} année).

L'utilisation des indices barycentriques n'a pas permis de déceler une évolution des conceptions des élèves-professeurs de collègue constituant le groupe G2. Mais sous l'angle des types de conceptions, un renforcement de la dimension « connaissance » a été noté à la fin de la formation.

L'étude de l'évolution de la structure interne de la dimension « processus » a montré une meilleure structuration des conceptions à propos de la résolution de problème, qui correspond mieux aux données de la littérature. Cependant au niveau de la dimension « connaissance » aucune évolution manifeste n'a été notée. Les sujets, même en fin de formation ont privilégié les connaissances déclaratives. Le renforcement de la dimension connaissance observé à partir des types de conceptions ne s'est pas traduit au niveau de la structure interne. Ce dernier résultat montre l'utilité dans l'exploration des conceptions à propos d'un phénomène, de dépasser la description macroscopique pour en comprendre la structure interne.

Les hypothèses de recherche ont été encore plus corroborées par les données obtenues à partir des tests du groupe G2. L'évolution des conceptions se fait toujours de manière lente, même si au niveau microscopique la restructuration a été plus manifeste.

II.5. L'évolution des conceptions des élèves-professeurs de lycée au cours de leur première année de formation (2000-2001) : groupe G3

Comme pour les deux groupes précédents, le questionnaire de recherche a été appliqué au groupe G3 au début et à la fin de l'année de formation.

II.5.1. Présentation comparée et discussion des résultats du pré-test et du post-test du groupe G3.

Les résultats portent sur les structures macroscopiques et microscopiques des conceptions.

II.5.1.1. La structure macroscopique des conceptions

La structure macroscopique s'appuie sur les indices barycentriques et les types de conceptions.

II.5.1.1.1. Les indices barycentriques

Le tableau 91 présente les résultats des tests sous l'angle des indices barycentriques des sept(7) dimensions de la résolution de problème.

Tableau 91 : Indices barycentriques des sept dimensions dans les deux tests du groupe G3.

Pré-test		Post-test					
Ff	25,2	Ff	29,8				
Mo	41,9	Mo	39,9				
En	37,3	En	22,9				
Ra	27	Ra	13,6				
Cn	35,9	Cn	76,7				
Pr	55,2	Pr	58,3				
Ctx	23,9	Ctx	6,4				
Pré-test	Pr	Mo	En	Cn	Ra	Ff	Ctx
Post-test	Cn	Pr	Mo	Ff	En	Ra	Ctx

Le tableau 89 révèle des modifications de la structure macroscopique des conceptions établie à partir des indices barycentriques. Seule la dimension « contexte » (Ctx) a conservé sa position lors du post-test.

La dimension Cn passe de la quatrième place à la première place, ce qui peut être interprété comme une prise de conscience de l'importance des connaissances dans la résolution de problème en physique et chimie. Au début de la formation les sujets semblaient focalisés sur les processus. On retrouve même à la fin de la formation, une hiérarchie qui rappelle les résultats obtenus antérieurement dans le cadre de notre échantillon de recherche : Cn, Pr, Mo.

La dimension « finalité » gagne également deux places alors que la dimension « énoncé » recule.

Nous verrons dans la suite les modifications internes des dimensions Cn et Pr

II.5.1.1.2. Les types de conceptions

Le tableau 92 présente les résultats des deux tests à propos des types de conceptions du groupe G3.

Tableau 92 : Présentation de l'évolution des types de conceptions des élèves-professeurs de lycée

Sujets (1)	Pré-test (2)	Post-test (3)	Observations	
			Evolution qualitative (4)	Evolution quantitative(5)
1	Ff-Ra (52/48)	Ff-Cn (51/49)	Oui : 2	
2	Ff-Mo (52/48)	Cn-Pr (42/58)	Oui : 2	
3	Ff-Mo (40/60)	Ff-Cn (80/20)	Oui : 1 Mo → Cn	Ff(+)
4	Cn-Pr (60/40)	Mo-Pr (40/60)	Oui : 1 Cn → Pr	Pr(+)
5	Ff-Cn (52/48)	Cn-Pr (55/45)	Oui : 1 Ff → Pr	Cn(+)
6	Cn-Pr (75/25)	Cn-Pr (68/32)	non	
7	Cn-Pr (12/88)	Mo-Cn (53/47)	Oui : 1 Pr → Mo	Cn(+)
8	En-Cn (55/45)	Cn-Pr (60/40)	Oui : 1 En → Pr	Cn(+)
9	Mo-En (40/60)	Mo-En (55/45)	non	

Le tableau 92 montre que seuls deux sujets n'ont pas changé de conception à la fin de la formation.. Entre le pré-test et le post-test, trois sujets ont évolué d'un type (X1, X2) à un type Cn-Pr. Rappelons que le type Cn-Pr est le plus courant dans l'échantillon des 179 enseignants interrogés au chapitre 2 de la troisième partie de ce travail. Cependant

le mouvement inverse a eu lieu pour deux sujets : à chaque fois, ils sont partis d'une conception Cn-Pr à une conception faisant intervenir la dimension Mo ou/et la dimension Pr.

Dans les types de conception où la dimension Cn est maintenue on observe toujours une augmentation de la pondération de cette dimension(voir colonne 5).

On peut donc retenir que l'évolution des conceptions des sujets du groupe G3 évaluée par rapport aux types de conceptions se fait par l'émergence de types Cn-Pr ou de type X1-Cn.

La formation subie par le groupe semble avoir eu comme effet sur les conceptions des sujets en formation, une accentuation de la prise de conscience des connaissances dans la résolution de problème.

Ce résultat peut s'interpréter par le fait que c'est lors de la formation professionnelle des étudiants titulaires d'une licence ou d'une maîtrise que la plupart des savoirs scientifiques prennent du sens. Appelés à enseigner ces contenus et impliqués dans des activités de formation telles que l'étude des programmes, ils découvrent que la plupart des concepts qu'ils ont manipulés dans le cadre d'exercices et de problèmes de type universitaire avaient un caractère très abstrait, avec peu d'ancrage sur les réalités physico-chimiques (Sall et al. , 1998, Sall, 2002).

II.5.1.2. La structure microscopique des conceptions

L'étude de la structure microscopique sera limitée aux dimensions Cn et Pr, à partir des vingt(20) premiers items classés par le biais des pondérations affectées par les sujets.

II.5.1.2.1. Evolution de la dimension "processus"

Le tableau 93 présente les résultats des deux tests appliqués au groupe G3, par rapport à la dimension « processus ».

Tableau 93 : résultats des deux tests pour la dimension « processus ».

Pré-test	Post-test
1. analyser	1. analyser
2. démontrer	2. argumenter
3. justifier	3. mobiliser ses connaissances
4. comprendre	4. faire une synthèse
5. observer	5. s'approprier
6. structurer	6. reformuler
7. résoudre	7. interpréter
8. mettre en évidence	8. identifier les phénomènes en jeu
9. interpréter	9. mettre en évidence
10. expérimenter	10. contextualiser
11. caractériser	11. comprendre
12. vérifier	12. structurer
13. mobiliser ses connaissances	13. se rappeler
14. identifier le contexte	14. extrapoler
15. identifier les phénomènes en jeu	15. observer
16. faire une synthèse	16. résumer
17. comparer	17. identifier le contexte
18. simplifier	18. justifier
19. planifier	19. critiquer
20. contextualiser	20. générer des équations

Le tableau 92 montre que 8 items n'ont pas été reconduits dans le post-test : *démontrer, résoudre, expérimenter, caractériser, vérifier, comparer, simplifier, planifier.*

Les items qui sont les ont remplacés dans le post-test sont : *argumenter, reformuler, s'approprier, se rappeler, extrapoler, résumer, critiquer, générer des équations.*

Cette substitution d'items ne semble pas répondre à une intention de changement de conception. Il y a même des recoupements ou des associations possibles. En effet le processus « *démontrer* » s'appuie sur « *argumenter* » et « *résoudre* » est la suite logique de « *générer des équations* ». De même, critiquer au cours d'un processus de résolution de problème englobe à la fois plusieurs processus : *expérimenter, comparer, vérifier...* Par contre « *extrapoler* » se situe à un niveau très élevé des processus de résolution de problème.

Tout se passe comme si les sujets avaient des difficultés pour départager les items. La variété des items dans le questionnaire de recherche a cependant été un choix délibéré pour balayer un vaste champ conceptuel pour permettre aux différents répondants de s'y retrouver.

Si on observe la place de certains items que nous avons rencontrés dans les autres

groupes, on perçoit un mouvement tendant à créer un enchaînement d'items susceptibles de permettre la construction d'une vision cohérente de la résolution de problème.

Ainsi du pré-test au post-test, les items « *mobiliser ses connaissances, identifier les phénomènes en jeu, interpréter, faire une synthèse* », progressent dans la classification., même si en même temps, des processus importants tels que « comprendre », « observer », « structurer » sont rétrogradés au post-test. L'évolution des conceptions à propos des processus engagés dans la résolution de problème semble donc relativement lente et ne se fait pas de manière linéaire.

II.5.1.2.2. Evolution de la dimension "connaissance"

Le tableau 94 permet de décrire l'évolution des conceptions à propos de la dimension « connaissance ».

Tableau 94 : Résultats des tests pour la dimension « connaissance ».

Pré-test	Post-test
1. les lois	1. les concepts +
2. les règles et conventions	2. les lois -
3. les phénomènes physiques	3. les théorèmes +
4. les conditions d'application	4. les conditions d'application
5. les faits expérimentaux	5. les règles et conventions -
6. les théories	6. les définitions +
7. les limites de validité (loi/théorie)	7. les formules +
8. les théorèmes	8. les théories -
9. les types de raisonnement	9. les champs d'application +
10. les unités	10. les limites de validité (loi/théorie) -
11. les phénomènes chimiques	11. les phénomènes physiques -
12. la nomenclature	12. les unités -
13. les champs d'application	13. les faits expérimentaux -
14. les différents champs de savoir	14. les types de raisonnement -
15. les formules	15. les phénomènes chimiques -
16. les définitions	16. la nomenclature -
17. les symboles	17. les modes de validation d'une démarche +
18. les concepts	18. les systèmes
19. les modes de validation d'une démarche	19. les systèmes d'unités
20. les principes	20. les ordres de grandeurs

L'étude de l'évolution des conceptions par le biais de la typologie à deux dimensions avait mis en évidence une accentuation de la place de la dimension « connaissance ».

L'étude du tableau 94 permettra d'en préciser le contenu.

On remarque que les deux colonnes (3 et 4) ne diffèrent que par 3 items. Pour les deux tests, les items différents sont tous relatifs à des connaissances déclaratives :

pré-test : *les symboles, les concepts, les principes* ; post-test : *les systèmes, les systèmes d'unités, les ordres de grandeurs*.

On peut considérer qu'il n'y a pas d'évolution en ce qui concerne les connaissances procédurales et conditionnelles. Mieux les trois premiers items dans chacun des tests décrivent des connaissances déclaratives et sont suivis par l'item lié aux conditions d'application (connaissances conditionnelles).

Si on considère uniquement les items relatifs aux connaissances conditionnelles (*les conditions d'application, les champs d'application, les modes de validation d'une démarche*), on constate cependant que lors du post-test, ils ont été mieux classés.

Dans l'ensemble, dans les conceptions des sujets à propos des connaissances et de la résolution de problème, il n'y a pas une hiérarchie rigoureuse basée sur la distinction entre connaissances déclaratives, connaissances procédurales et connaissances conditionnelles.

Les conceptions des élèves-professeurs du groupe G3 n'obéissent pas à ces découpages des connaissances qui sont plus des outils d'analyse et de modélisation, qu'une réalité bien définie.

II.5.2. Conclusion sur l'évolution des conceptions des élèves-professeurs de lycée

Quel que soit l'outil utilisé, l'évolution de la structure microscopique a montré une accentuation de la dimension « connaissance ». Plus précisément les types de conceptions, du pré-test au post-test ont évolué vers le type Cn-Pr. Les activités de formation semblent donc avoir modifié la vision d'ensemble des deux dimensions de la résolution de problème que sont les connaissances et les processus.

Au niveau microscopique, l'évolution est moins marquée pour les deux dimensions étudiées. L'évolution semble plus lente et moins linéaire. Le recoupement de certains items rend parfois difficile la caractérisation des modifications observées au niveau de la structure interne des conceptions.

L'hypothèse H-S18 relative à l'évolution de la structure macroscopique a été mieux corroborée que l'hypothèse H-S19 relative à la structure microscopique.

II. 6. Signification statistique de l'évolution des conceptions au niveau microscopique

L'étude de l'évolution des conceptions a été faite sur les dimensions « processus » (Pr) et « connaissance » (Cn). Ce sont les dimensions qui dans toute l'étude menée au niveau descriptif, constituent le noyau central des conceptions des professeurs de physique et chimie en résolution de problème. Les mesures sont constituées par les rangs des 20 premiers items les mieux classés par les sujets. L'étude a été faite sur trois groupes :

G1 : élèves-professeurs de collège en première année de formation

G2 : élèves-professeurs de collège en deuxième année de formation

G3 : élèves-professeurs de lycée en première année de formation

Pour étudier le caractère statistiquement significatif de l'évolution des conceptions, nous appliquons le test de signification des différences de rang ou coefficient de corrélation de Spearman r_s .

$$r_s = 1 - \frac{6(\sum di^2)}{N(N^2 - 1)}$$

di = variation de rang d'un item

N = nombre de mesures comparées

Le coefficient de corrélation de Spearman, r_s permet de dire s'il y a ou non corrélation entre les données des deux tests. Une forte corrélation entre les deux mesures impliquerait qu'il n'y a eu aucune évolution des conceptions des sujets, en ce sens que les rangs seraient identiques aux rangs du prétest. Ce changement serait d'autant plus important que le coefficient de corrélation se rapprocherait de la valeur zéro. C'est pourquoi, nous calculons le t de Student qui permet d'établir si oui ou non la valeur r_s ainsi déterminée, est oui ou non significativement différente de zéro.

Le calcul de t est donné par $t = r \sqrt{(N-2)/(1-r^2)}$, avec un degré de liberté $dl = N-2$.

Les résultats sont consignés dans le tableau 95 suivant.

Tableau 95 : Résultat du test de corrélation de Spearman, associé au test t de Student.

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Processus (Pr)	N = 25 $r_s = -0,065$ t = -0,31 NS	N = 27 $r_s = + 0,19$ t = 0,96 NS	N = 28 $r_s = -0,049$ t = -0,25 NS
Connaissance (Cn)	N = 24 $r_s = + 0,30$ t = 1,47 NS	N = 24 $r_s = + 0,41$ t = 2,18 S avec p < 0,05	N = 23 $r_s = + 0,59$ t = 3,34 S avec p < 0,05

Légende : NS = non significatif ; S = significatif avec une probabilité d'erreur (p) indiquée.

L'examen du tableau montre que, pour les trois groupes et pour la dimension Pr, le coefficient de corrélation tend vers zéro et n'est pas statistiquement significatif. Il y a donc une nette différence entre les rangs du prétest et ceux du posttest. On peut donc affirmer, que pour la dimension Pr, il y a eu évolution des conceptions des élèves professeurs.

Cette évolution peut être le résultat de la formation subie par les sujets ou être due à d'autres facteurs. Mais le fait que l'observation soit vraie pour tous les groupes pourrait laisser croire que les modifications intervenues au niveau de la dimension Pr peuvent effectivement être considérées comme un effet de la formation.

Pour la dimension Cn et pour le groupe 1, la corrélation ne diffère pas de zéro de manière significative, il y a là également une évolution des conceptions dans sa dimension Cn. La formation pourrait avoir modifié les conceptions des élèves fraîchement sortis de l'enseignement secondaire, à propos du rôle des connaissances dans la résolution de problème.

Par contre, pour les groupes 2 et 3, le coefficient de corrélation de Spearman diffère significativement de zéro avec une probabilité d'erreur inférieure à 0,05. Cependant, les coefficients de corrélation de Spearman (respectivement, 0,41 et 0,59) sont loin d'être proche de la valeur 1.

Si on peut considérer comme pour la dimension Pr, que les conceptions du post-test pour les étudiants des groupes 2 et 3 ne sont pas indépendantes de celles du prétest, le rangement des items descriptifs présentent cependant des variations notables puisque les corrélations restent modérées. On peut donc estimer que la formation a sans doute joué un rôle, même si celui-ci est moins important que pour la dimension Pr.

Il est remarquable de noter que c'est avec les groupes constitués d'étudiants titulaires d'une licence ou d'une maîtrise qu'on note les corrélations les plus fortes entre le prétest et le post-test (0,41 ; 0,59), c'est-à-dire qui où il y a eu le moins de changement de conception par rapport à la dimension « connaissance ». Est-ce le fait d'avoir longtemps séjourné à l'université, où la dimension disciplinaire est fort marquée, qui augmente la résistance aux changements souhaités par la formation professionnelle des enseignants ? C'est là une hypothèse de recherche.

II.7. Conclusion sur l'évolution des conceptions au cours d'une formation initiale d'enseignants.

Les trois groupes expérimentaux constitués par des élèves-professeurs en formation nous ont permis de suivre l'évolution des conceptions en résolution de problème en physique et chimie. L'outil de recueil de données a été exploité dans ses dimensions macroscopiques et microscopiques. La description macroscopique s'est appuyée sur les indices barycentriques et la typologie des conceptions à deux dimensions, alors que la description microscopique s'est appuyée sur des indicateurs associés aux dimensions. Pour des raisons pratiques, l'étude microscopique n'a concerné que les dimensions « processus » et « connaissance ».

De manière générale, l'évolution des conceptions a été observée de manière nette au niveau macroscopique. Aussi bien avec les indices barycentriques (à l'exception du groupe G2) qu'avec les types de conceptions, l'évolution a été marquée par un renforcement des dimensions Cn et Pr.

Au niveau microscopique, l'évolution s'est révélée plus timide où quand elle intervient, elle se déroule de manière complexe. L'évolution de la dimension Pr semble mener à une structure plus lisible et plus cohérente en rapport avec les données fournies par la littérature en matière de résolution de problème (Newell et Simon, 1972, Glover et al.,

1990). Les modifications de la structure de la dimension « connaissance » semblent poser plus de problèmes d'interprétation. Dans tous les cas ces modifications ne permettent pas de faire une discrimination fondée sur le sens de l'évolution des connaissances selon les distinctions faites entre connaissances déclaratives, procédurales ou conditionnelles.

Les groupes étudiés ont des niveaux académiques différents par rapport à la physique et à la chimie. Alors que les groupes G1 et G2 ne sont titulaires pour l'essentiel que baccalauréat, les sujets du groupe G3 sont titulaires d'une licence, d'une maîtrise, et parfois d'un diplôme d'études approfondies en physique ou en chimie. On retrouve là encore, ce caractère résistant des conceptions.

Les conceptions à propos de la résolution de problème dans l'enseignement des sciences en général et en physique et chimie en particulier, semblent contenir des invariants qui se structurent progressivement tout le long de l'histoire scolaire, ce qui leur confère une certaine inertie. Si la dimension processus semble être la moins statique des composantes des conceptions, l'idée des apprenants à propos du rôle des connaissances et des types de connaissances semble résister fortement à la formation. Cette inertie ne pourra être contrebalancée que par des activités systématiques en direction des enseignants, au cours de leur formation initiale et/ou continuée, mais aussi en direction des apprenants, par des initiatives appropriées.

.