

TROISIEME PARTIE

**ETUDE DES CONCEPTIONS DES PROFESSEURS DE PHYSIQUE ET CHIMIE
EN RESOLUTION DE PROBLEME**

TROISIEME PARTIE

CHAPITRE I. DESCRIPTION DES CONCEPTIONS DES PROFESSEURS DE PHYSIQUE ET CHIMIE A PROPOS DE LA RESOLUTION DE PROBLEME

I.1. NOTRE ÉCHANTILLON DE RECHERCHE

Dans la deuxième partie de ce travail, nous avons construit et expérimenté notre questionnaire de recherche. Le questionnaire a été testé sur des échantillons réduits. Cette expérimentation a permis de définir des méthodes de traitement aussi bien pour les données macroscopiques que pour les données microscopiques.

C'est fort de cette validation opérationnelle de notre outil et de nos méthodes que nous allons maintenant nous atteler à décrire les conceptions d'un échantillon de 179 professeurs de physique et chimie du Sénégal.

L'échantillon peut être décrit en strates en prenant comme critères trois variables indépendantes : le diplôme professionnel (dp) ; l'ancienneté dans la profession (anc) et le genre (ge).

L'ancienneté mesurée par le nombre d'années d'exercice de la fonction de professeur sera complétée par une variable associée à la pratique en classe de Terminale (Term).

On notera cependant la très faible représentation des femmes dans l'échantillon. Malgré tout, l'importance actuelle de la question de l'accès des femmes à l'enseignement scientifique (**UNESCO, 1992**) nous oblige à réserver au sous-groupe des femmes un paragraphe destiné à faire émerger des hypothèses susceptibles d'être l'objet de recherches ultérieures.

Nous n'avons pas retenu un critère géographique de stratification même si toutes les dix régions administratives que compte le Sénégal sont représentées, la région de Dakar à elle seule réunissant plus du tiers des répondant(e)s.

La description de l'échantillon de recherche en strates se fera à partir des modalités des variables indépendantes que sont le diplôme professionnel (dp), l'ancienneté (anc) , l'expérience en classe de Terminale (Term) et le genre (ge).

I.1.1. Description de l'échantillon suivant le diplôme professionnel (dp)

Les modalités de la variable nominale « diplôme professionnel » (dp) sont les suivantes :

1 = Aucun (diplôme professionnel) : cette modalité prend en compte les enseignants interrogés qui sont en formation initiale à l'Ecole Normale Supérieure ou qui exercent sur le terrain sans avoir reçu une formation professionnelle.

2 = CAE/CEM : Certificat d'Aptitude à l'enseignement dans les collèges d'enseignement moyen. Recrutés par concours sur la base du niveau du baccalauréat, les enseignants titulaires du CAE/CEM sont formés en deux ans à l'Ecole Normale Supérieure. Leur formation comporte un renforcement académique en mathématique, en physique et en chimie, et une formation professionnelle.

3 = CAEM : Certificat d'Aptitude à l'Enseignement Moyen. Ce diplôme professionnel sanctionne la formation reçue par des étudiants titulaires d'une licence en physique et chimie et formés à l'ENS en une année académique. Ils sont statutairement destinés à servir au premier cycle. Cependant, par nécessité de service, ils exercent souvent au niveau du second cycle.

4 = CAES : Certificat d'Aptitude à l'Enseignement Secondaire. Les professeurs titulaires de ce diplôme entrent à l'ENS avec une maîtrise en physique et chimie et sont formés en deux ans. Ils sont sensés être des enseignants très qualifiés de l'enseignement secondaire.

L'explicitation des modalités de la variable étant faite, voici comment se répartit l'échantillon suivant le diplôme professionnel :

Tableau 47 : Description de l'échantillon suivant le diplôme professionnel

	1= aucun	2 = CAE/CEM	3 = CAEM	4= CAES	Total
Effectif	78	28	36	37	179
%	43,6	15,6	20,1	20,7	100
Cumul	43,6	59,2	79,3	100	

On voit que notre échantillon est constitué pour plus de la moitié de professeurs ayant reçu une formation professionnelle.

En effet le cumul des fréquences pour les trois certificats d'aptitude à l'enseignement (CAE/CEM et CAEM pour les premiers cycles des lycées et les collèges, CAES, pour le second cycle des lycées) est égal à 101, soit 56,3% de l'échantillon. Le ratio sujets formés/ sujets non formés est donc de 101/78.

Dans le groupe des enseignants formés, 73 soit 40,8% de l'échantillon sont titulaires d'une licence ou d'une maîtrise en physique et chimie.

I.1.1.2. Description de l'échantillon selon l'ancienneté (anc).

Les valeurs prises par la variable « ancienneté » (anc) dans notre échantillon varient de zéro (professeur en formation initiale ou débutant sans formation), à 26 ans. La variable « ancienneté » est initialement une variable numérique discrète. Mais pour les besoins de l'étude elle sera transformée en variable catégorielle. L'étendue des données sera subdivisée en cinq strates : 0 (débutant) ; 0 – 5 ans ; 5 – 10 ans ; 10 – 15 ans ; plus de 15 ans. Pour les besoins de la codification les catégories ont été associées respectivement aux lettres a, b, c, d, e. Ainsi on a :

0 = « a » ; 0-5ans = « b » ; 5-10ans = « c » ; 10-15 = « d » ; plus de 15 ans = « e ».

Tableau 48 : Description de l'échantillon suivant l'ancienneté

Modalités	Effectifs	Cumul	%	Cumul%
a = 0	64	64	35,75	35,75
b =]0-5]	44	108	24,60	60,35
c =]5-10]	25	133	13,96	74,31
d =]10-15]	26	159	14,52	88,83
e = plu de 15ans	20	179	11,17	100

On observe que l'échantillon est constitué de 35,75% d'enseignants débutants. Près de 25% des sujets interrogés ont une ancienneté comprise entre 1an et 5 ans. Plus 25% des professeurs ayant répondu au questionnaire ont une ancienneté au moins égale à 10 ans, dont 11,17% d'enseignants ayant exercé depuis plus de 15 ans.

Une autre façon de lire la structure de l'échantillon est de faire une dichotomie entre débutants (de 0 à 5 ans) et anciens (plus de 5 ans d'expérience). On obtient ainsi en arrondissant les chiffres, 60% de débutants et 40% d'anciens.

I.1.3. Description de l'échantillon suivant l'expérience en classe de Terminale

L'expérience dans l'enseignement en classe de Terminale a été représentée par une variable dichotomique. Il y a d'une part, les professeurs qui ont au moins exercé une fois en classe de Terminale (Term \neq 0), et ceux qui n'ont jamais exercé en classe de Terminale (Term = 0).

Le tableau 49 résume la description de l'échantillon suivant la variable Term.

Tableau 49 : Description de l'échantillon suivant l'expérience en classe de Terminale

Modalités	Effectifs	%
Term = 0	109	60,9
Term \neq	70	39,1
Total	179	100

I.1.4. Description de l'échantillon selon le genre

L'accès des femmes à l'enseignement des sciences est encore très faible, en physique et chimie. Notre échantillon est à ce propos particulièrement discriminatoire. Le tableau suivant est assez explicite.

Tableau 50 : Description de l'échantillon suivant le genre

Modalités	Effectifs	%
1= féminin	13	7,26
2 = masculin	166	92,74
Total	179	100

Malgré le nombre très réduit d'enseignantes dans l'échantillon de recherche nous essayerons de voir à titre indicatif si la structure des conceptions du sous-groupe des femmes se singularise par rapport à celle des conceptions des hommes.

I.2. DESCRIPTION MACROSCOPIQUE

La description macroscopique se fera selon deux axes. Le premier axe consistera à classer les sept dimensions qui structurent le cadre problématique restreint de notre recherche. Cette classification se fera à partir des indices barycentriques que nous avons définis lors du traitement des données obtenues sur les échantillons expérimentaux.

Le second niveau de description se fera à partir des typologies de conceptions induites par la forme sélective des questions 2, 3 et 4 du questionnaire.

Ces différents niveaux de description seront mis en relation avec les variables indépendantes que sont le diplôme professionnel, l'ancienneté et l'expérience en classe de Terminale. Le groupe des femmes enseignantes dans l'échantillon de recherche ne sera pris en compte qu'à titre indicatif.

I.2.1. Application du modèle de traitement barycentrique à l'échantillon de recherche : description des conceptions des professeurs de physique et chimie à propos de la résolution de problème

I.2.1.1. Présentation des résultats de l'échantillon de recherche

Les indices barycentriques sont calculés à partir d'une formule que nous avons élaborée lors de l'expérimentation. L'indice barycentrique d'une dimension j , noté $I_{\text{bar}}(j)$ est une grandeur macroscopique permettant de situer les dimensions les unes par rapport aux autres. Il constitue une mesure synthétique des pondérations affectées à chaque dimension dans les quatre premières questions du questionnaire. Ces questions ont été formulées de manière à imposer au répondant une sélectivité croissante.

Rappel :

$$I_{\text{bar}}(j) = [I_1(j) + 2 I_2(j) + 4 I_3(j) + 8 I_4(j)]/15$$

Avec $I_k(j) = 1/N \sum \alpha_{ik}(j)$ k est le niveau de sélectivité correspondant aux quatre premières questions du questionnaire ($k = 1, 2, 3, 4$)

i désigne un sujet ; $1, 2, \dots, N$; $N =$ taille de l'échantillon

j désigne une dimension ($j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$)

$\alpha_{ik}(j)$ = pondération affectée par le sujet i, à la dimension j, au niveau de sélectivité k.

L'indice barycentrique de la dimension j, noté $I_{\text{bar}}(j)$ est calculé à partir des valeurs des $I_k(j)$, moyennes des pondérations affectées à la dimension j au niveau k (à la question k).

Pour mieux situer les dimensions les unes par rapport aux autres, nous avons proposé, au cours de l'expérimentation de l'outil de recherche, la distinction entre les indices barycentriques absolus $I_{\text{bar}}(j)$, et les indices relatifs $I'_{\text{bar}}(j)$. Pour une dimension j_o :

$$I'_{\text{bar}}(j_o) = I_{\text{bar}}(j_o) / (\sum I_{\text{bar}}(j))$$

Les valeurs des $I_k(j)$ pour notre échantillon de recherche sont données par le tableau 51 suivant :

Tableau 51 : Indices de niveau $I_k(j)$ de l'échantillon de recherche.

Dimensions	Ff	Mo	En	Ra	Cn	Pr	Ctx
$I_1(j)$	59,87	61,25	68,37	59,13	81,68	74,98	45,15
$I_2(j)$	11,01	13,88	16,08	11,33	24,79	18,95	4,52
$I_3(j)$	11,46	13,82	14,17	7,59	29,07	20,50	3,44
$I_4(j)$	11,52	15,30	12,09	6,33	32,36	18,92	3,35

Rappelons également que les coefficients barycentriques ont été choisis de manière à accorder un poids plus important aux pondérations attribuées aux différentes dimensions, au fur et à mesure que la sélectivité augmente de la question 1 à la question 4.

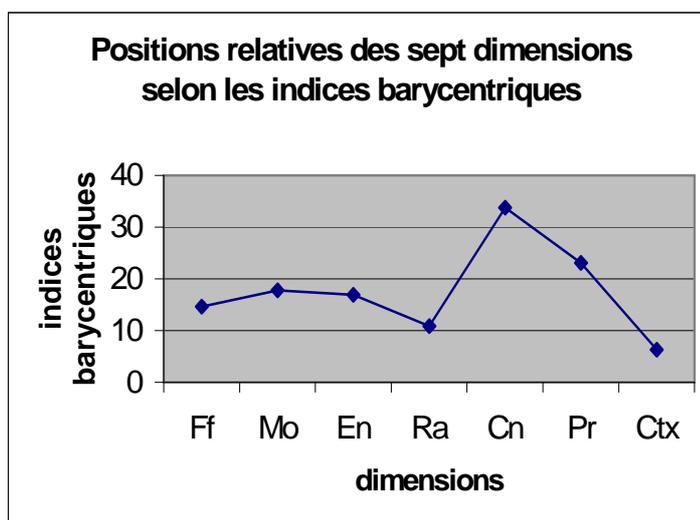
Les indices barycentriques absolus $I_{\text{bar}}(j)$ des sept dimensions, calculés sur l'échantillon de recherche à partir des valeurs des indices de niveau, $I_k(j)$ et les indices barycentriques relatifs $I'_{\text{bar}}(j)$ sont donnés dans le tableau 52 suivant :

Tableau 52 : Indices barycentriques absolus $I_{\text{bar}}(j)$ et indices barycentriques relatifs $I'_{\text{bar}}(j)$ des sept dimensions dans l'échantillon de recherche

	Ff	Mo	En	Ra	Cn	Pr	Ctx
$I_{\text{bar}}(j)$	14,66	17,78	16,93	10,85	33,76	23,08	6,32
$I'_{\text{bar}}(j)$	0,12	0,14	0,13	0,09	0,27	0,19	0,05

Le graphe 10 permet de mettre en évidence les positions relatives des différentes dimensions de la résolution de problème.

Graphe 10 : Indices barycentriques des sept dimensions de la résolution de problème



Le graphe 10 précédent permet de distinguer quatre séries de dimensions :

- une série de deux dimensions nettement prédominantes, constituées par les « connaissances » (Cn, $I_{\text{bar}}(\text{Cn}) = 33,76$) et le « processus » (Pr, $I_{\text{bar}}(\text{Pr}) = 23,08$). Dans cette série la dimension « connaissances » constitue un pôle dominant.
- une série constituée par ce qu'on pourrait appeler des « dimensions moyennes » : la finalité (Ff), la motivation (Mo) et l'énoncé du problème (En). Dans cette série la dimension « motivation » se détache légèrement suivie de la dimension « énoncé ».
- une série très moyenne constituée par la seule dimension « résultats attendus » (Ra) ;
- une série nettement marginale constituée par la dimension contexte (Ctx) ;

I.2.1.2. Discussion des résultats de l'échantillon de recherche

Nous discuterons d'abord les résultats généraux fournis par les indices barycentriques des différentes dimensions à l'échelle de l'échantillon de recherche. Ensuite les discussions porteront sur les résultats des différentes strates définies à partir des variables de profil. Enfin nous tirerons une conclusion provisoire quant à la description des conceptions des professeurs de physique et chimie en résolution de problème par les indices barycentriques.

I.2.1.2.1. Discussion des résultats généraux

Les discussions porteront sur la mise en relation des hypothèses avec les résultats présentés, sur les aspects méthodologiques et sur la comparaison des résultats de l'échantillon de recherche et ceux obtenus avec les échantillons expérimentaux.

Il nous semble utile de rappeler ici les indices barycentriques des différentes dimensions, dans l'échantillon de recherche (Tableau 52) :

Tableau 52 bis

	Ff	Mo	En	Ra	Cn	Pr	Ctx
I_{bar} (j)	14,66	17,78	16,93	10,85	33,76	23,08	6,32
I'_{bar} (j)	0,12	0,14	0,13	0,09	0,27	0,19	0,05

I.2.1.2.1.1. Par rapport aux hypothèses de recherche

Le tableau précédent montre que les conceptions des professeurs interrogés sont centrées sur la dimension « connaissances » (Cn), $I_{\text{bar}}(\text{Cn}) = 33,76$. La dimension « processus de résolution » (Pr) vient en deuxième position, mais avec $I_{\text{bar}}(\text{Pr}) = 23,08$. La dimension « motivation » (Mo), est en troisième position avec $I_{\text{bar}}(\text{Mo}) = 17,78$, avant la dimension « énoncé », $I_{\text{bar}}(\text{En}) = 16,93$. La dimension « résultat attendu » est en avant-dernière position avec un indice $I_{\text{bar}}(\text{Ra}) = 10,85$.

Le contexte (Ctx, $I_{\text{bar}}(\text{Ctx}) = 6,32$) se présente comme la dimension la moins présente dans les conceptions des professeurs de physique et chimie à propos de la résolution de problème.

Cette hiérarchie est plus explicite avec les indices barycentriques relatifs. Ainsi la dimension connaissance (Cn) qui a l'indice barycentrique le plus élevé, $I_{\text{bar}}(\text{Cn}) = 33,76$, a un indice relatif de $I'_{\text{bar}}(\text{Cn}) 0,27$, suivie par la dimension Pr ($I_{\text{bar}}(\text{Pr}) = 23,08$ et $I'_{\text{bar}}(\text{Pr}) = 0,19$). En d'autres termes, les dimensions Cn et Pr représentent à elles seules 46% de l'espace des conceptions des professeurs de physique et chimie.

On voit bien que les dimensions (Mo, En, Ff), que nous avons qualifiées de dimensions moyennes ont des indices relatifs très voisins, alors que les dimensions Ra et Ctx ne représentent respectivement que 9% et 5% de l'espace des conceptions.

Il est maintenant possible d'examiner nos hypothèses sur la structure macroscopique des conceptions.

H-S₁ : La structure macroscopique des conceptions des enseignants est marquée par les dimensions « Enoncé » (En), « Résultats attendus » (Ra) et « connaissance » (Cn).

Parmi les trois dimensions annoncées comme les plus présentes dans les conceptions des enseignants, seule la dimension « connaissance » (Cn) confirme l'hypothèse. La dimension Pr qui, sur la base des résultats de la recherche exploratoire semblait marginalisée se retrouve en deuxième position. Il semble bien que la forme du questionnaire (qui oblige le répondant à sélectionner et à affecter des pondérations relatives) a amené les sujets à prendre conscience de l'importance de la dimension Pr. Une autre explication résiderait dans le mode d'identification des aspects liés au processus de résolution dans les définitions fournies par les sujets dans la recherche exploratoire.

Les dimensions Ra et En, ne semblent pas occuper la place attendue, précédées qu'elles sont par la dimension Mo. Cette position de la dimension Mo est un résultat important du point de vue didactique. Globalement, les professeurs semblent plus sensibles qu'ils ne le laissent apparaître aux aspects motivationnels des activités de résolution de problème en physique et chimie.

Il restera cependant à voir quels aspects motivationnels sont privilégiés par les enseignants. La réponse à cette question découlera de la description microscopique.

Quant à l'hypothèse H-S₂, elle était libellée comme suit :

H-S₂ : Les dimensions « Motivation », (Mo), « Finalité et fonction » (Ff), sont moyennement représentées dans les conceptions des professeurs de physique et chimie à propos de la résolution de problème.

Les résultats ne corroborent que partiellement l'hypothèse H-S₂. En effet, si la dimension Ff occupe le rang prédit par l'hypothèse, la « Motivation » comme nous venons de le voir plus haut apparaît comme plus présente dans les conceptions des enseignants, en intégrant le peloton de tête.

Qu'en est-t-il à présent de l'hypothèse H-S₃ relative à la description macroscopique ?

H-S₃ : Les dimensions « Processus de résolution » (Pr) « contexte » (Ctx) sont les dimensions les moins représentées dans les conceptions des professeurs de physique et chimie en résolution de problème.

L'hypothèse H-S₃ prédisait donc une marginalisation des dimensions Pr et Ctx. Si le contexte est effectivement marginalisé, la dimension Pr apparaît comme la plus importante pour les professeurs de physique et chimie, après les connaissances (Cn). L'hypothèse n' a été qu'à moitié corroborée au sens de Popper (1973).

Cette marginalisation du contexte dans les conceptions des professeurs de physique et chimie en résolution de problème peut être l'objet de nombreuses questions pédagogiques et didactiques. En effet, il est admis aujourd'hui que les activités mentales finalisées telles que la résolution de problème (Richard, 1990) doivent tenir compte du contexte.

Ainsi on peut se poser des questions sur la signification de la faiblesse des notes obtenues par les élèves dans les évaluations en physique et chimie. Les contextes d'apprentissage sont-elles isomorphes aux contextes d'évaluation ? De même, selon que l'élève évolue dans une séance de travaux dirigés où la présence de l'enseignant rassure ou inhibe, ou se trouve face à une épreuve d'examen, obligé d'analyser la situation-problème, de sélectionner les connaissances et les démarches, les exigences sont très variables.

Ces résultats à propos du contexte interpellent donc les formateurs d'enseignants. Il s'agira d'insister sur les conséquences d'un manque de sensibilité au contexte dans les activités d'enseignement/apprentissage en général et de la résolution de problème en physique et chimie en particulier.

La confrontation des résultats de la recherche avec les hypothèses relatives à la structure macroscopique des conceptions des professeurs de physique et chimie montre que certaines prévisions n'ont pas été confirmées. Seules les dimensions Cn , Ctx et Ff se sont révélées en adéquation avec les hypothèses spécifiques, alors que les prévisions à propos des dimensions Pr, En, Ra, Mo ont été infirmées de manière nette. Les écarts observés entre les résultats de la recherche exploratoire et la recherche proprement dite semblent liés aux limites méthodologiques que nous avons alors signalées.

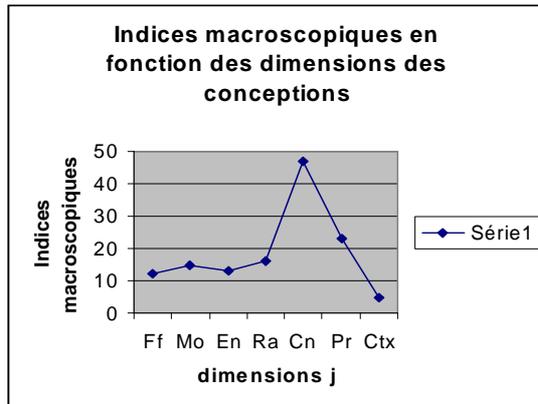
La recherche exploratoire a cependant joué son rôle de base d'appui à la construction de notre problématique de recherche, à l'élaboration de nouveaux outils de recueil de données et à l'élaboration d'hypothèses de recherche.

Cette interprétation des résultats au niveau méthodologique sera abordée ultérieurement. Auparavant, nous allons faire quelques remarques sur les relations entre les résultats des échantillons expérimentaux et l'échantillon de recherche.

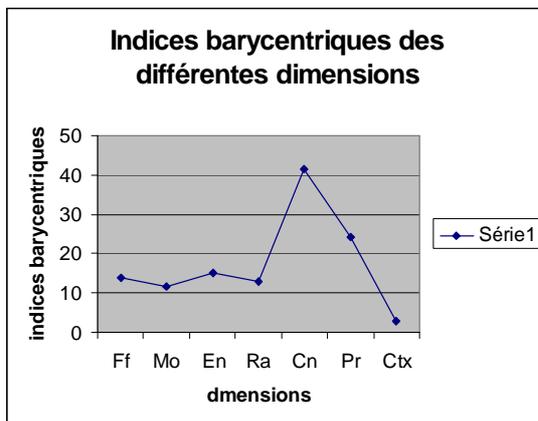
I.2.1.2.1.2 Par rapport aux échantillons expérimentaux

Les résultats obtenus sur l'échantillon de recherche confirment ceux obtenus à partir des échantillons expérimentaux. Mais, pour une meilleure comparaison, nous allons regrouper à la page suivante les résultats des échantillons expérimentaux et de l'échantillon de recherche. Les graphes 11, 12, 10 bis, permettent de comparer les trois résultats.

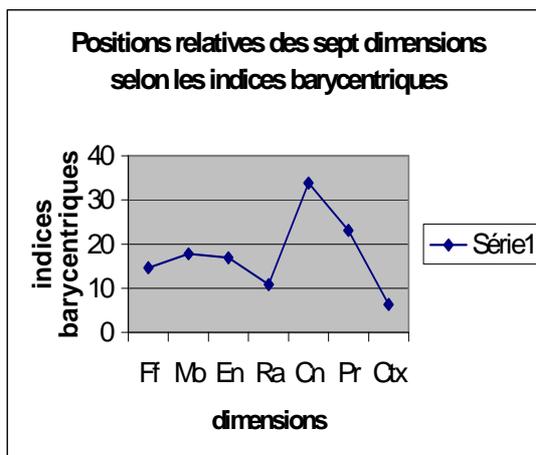
Graphe 11. Echantillon expérimental de 6 enseignants-chercheurs



Graphe 12. Echantillon expérimental des 17 élèves-professeurs



Graphe 10 bis :. Echantillon de recherche



Les trois courbes obtenues avec des échantillons différents aussi bien sur le plan qualitatif que quantitatif révèlent une constante : les conceptions des enseignants à propos de la résolution de problème en physique et chimie sont nettement marquées par une prédominance des dimensions « connaissance » et « processus », alors que la dimension « contexte » se présente comme la dimension la moins présente dans la vision des professeurs.

La différence se situe au niveau de la hiérarchie entre les dimensions Ff, Mo, En, et Ra. Si au niveau des échantillons expérimentaux (6 enseignants-chercheurs ; 16 élèves-professeurs) les dimensions Ff, Mo, En ont des indices très voisins, au niveau de l'échantillon de recherche, les dimensions Mo et En se détachent dans le sens croissant tandis que la dimension Ra fléchit de manière appréciable.

L'échantillon de recherche accorde relativement beaucoup plus d'importance au processus de résolution que les échantillons expérimentaux. Le fait que l'écart $I_{\text{bar}}(\text{Cn})$ et $I_{\text{bar}}(\text{Pr})$ soit plus important pour les universitaires est en soi très significatif. L'accent mis sur les connaissances à l'université par rapport aux autres aspects de l'apprentissage est une donnée soulignée souvent dans les recherches en pédagogie universitaire (Chi et Feltovich, 1982 ; Sall, 2002).

I.2.1.2.1.3. Par rapport aux aspects méthodologiques

Les indices macroscopiques de niveau $I_k(j)$ permettent également de classer les dimensions conformément au tableau suivant :

Tableau 53 : Classement des dimensions sur les quatre niveau de sélectivité

Niveaux	Classement des 7 dimensions à partir des indices de niveau par ordre décroissant						
k = 1	Cn	Pr	En	Mo	Ff	Ra	Ctx
k = 2	Cn	Pr	En	Mo	Ra	Ff	Ctx
k = 3	Cn	Pr	En	Mo	Ff	Ra	Ctx
k = 4	Cn	Pr	Mo	En	Ff	Ra	Ctx

Trois dimensions gardent une position constante dans la hiérarchie : **Cn, Pr, Ctx**. Les dimensions Cn et Pr sont toujours restées respectivement 1^{ère} et 2^{ème} dans les réponses aux quatre questions, et dans le classement fait à partir des indices barycentriques, ce qui dénote de leur prépondérance dans les conceptions des enseignants à propos de la résolution de problème.

De même la dimension Ctx a été marginalisée, non seulement à partir de sa position dans le classement, mais aussi à partir des indices qui lui ont été attribués.

Enfin on observe des dimensions moins stables, c'est-à-dire qui n'occupent pas le même rang dans les classements faits aux différents niveaux de sélectivité : (En, Mo), (Ra, Ff).

En fait l'inversion observée entre Ra et Ff peut être attribuée à des fluctuations introduites par l'échelle de mesure. En effet, au niveau 1 les indices des deux dimensions étaient très proches (59,87 pour Ff et 59,34 pour Ra), mais la différence était en faveur de Ff. Au niveau 2, les indices restent encore très voisins, mais cette fois-ci au détriment de la dimension Ff (11,33 contre 11,01). A partir du niveau $k = 3$, la dimension Ff l'emporte définitivement. Mais à l'arrivée, au niveau de sélectivité $k = 4$, la dimension motivation Mo dépasse la dimension En.

L'outil de recueil de données que nous avons utilisé révèle ainsi ses qualités : une fiabilité pour les dimensions qui occupent les positions extrêmes et des fluctuations intermédiaires qui montrent que les sujets interrogés étaient véritablement placés dans une situation-problème qui les oblige à faire des discriminations de plus en plus poussées. La réponse au questionnaire devient ainsi une activité intellectuelle au cours de laquelle le sujet ne réagit pas de manière mécanique.

Mais ces résultats globaux concernent l'échantillon de recherche considéré comme une entité. Il s'agit d'un cumul d'informations sur des sujets définis par certaines variables de profil. Nous allons à présent faire une relecture des résultats à travers le prisme des variables de profil.

I.2.1.2.2. Indices barycentriques et variables de profil

I.2.1.2.2. 1. Présentation des résultats par strates

Dans cette partie, nous présenterons les indices barycentriques des différentes dimensions suivant les strates définies par les variables de profil (diplôme professionnel, ancienneté, genre, pratique en classe de Terminale).

I.2.1.2.2. 1. 1. Indices barycentriques et diplôme professionnel (dp)

Nous analyserons successivement les résultats obtenus pour les différentes strates définies par le diplôme professionnel.

I.2.1.2.2.1.1. 1. Les professeurs sans aucun diplôme professionnel

Les indices barycentriques de cette strate sont donnés par le tableau 54

Tableau 54 : Indices barycentriques et diplôme professionnel : dp = aucun

Aucun	Ff	Mo	En	Ra	Cn	Pr	Ctx
$I_1(j)$	61,06	63,93	61,87	59,65	82,54	72,02	42,96
$I_2(j)$	12,22	15,78	12,67	12,26	27,04	18,77	3,28
$I_3(j)$	12,45	16,04	10,4	7,02	32,51	19,47	2,30
$I_4(j)$	12,59	18,21	7,76	5,28	36,52	17,96	1,41
$I_{\text{bar}}(j)$	15,73	20,35	12,72	10,30	37,25	22,07	4,67
$I'_{\text{bar}}(j)$	0,13	0,17	0,10	0,08	0,30	0,18	0,04

On retrouve la même hiérarchie entre les différentes dimensions que pour l'échantillon global, sauf que la dimension Ff ($I_{\text{bar}}(Ff) = 15,73$) devance la dimension Ra ($I_{\text{bar}}(j) = 12,72$). Les mêmes observations peuvent donc être faites par rapport aux hypothèses spécifiques de la recherche. Il est cependant remarquable de constater que la dimension motivation ($I'_{\text{bar}}(Mo) = 0,17$) est très proche de la dimension Pr, $I'_{\text{bar}}(Pr) = 0,18$).

Ainsi, la dimension Mo représente 17% de l'espace des conceptions des professeurs de physique sans diplôme professionnel. Tout se passe comme si, la prise de conscience de leur manque de certification professionnelle rendaient ces enseignants, obligés de déployer beaucoup d'énergie pour assurer leurs enseignements, plus sensibles aux aspects motivationnels et conatifs.

I.2.1.2.2.1.1.2. Les professeurs titulaires du CAE/CEM

Les indices barycentriques de cette strate sont donnés par le tableau 55.

Tableau 55 : Indices barycentriques et diplôme professionnel : dp = CAE/CEM

CAE/CEM	Ff	Mo	En	Ra	Cn	Pr	Ctx
$I_1(j)$	49,3	54,64	67,75	54,71	78,57	73,68	38,46
$I_2(j)$	8,57	13,71	17,75	12,39	22,32	19,26	5,96
$I_3(j)$	8,04	14,10	18,29	9,46	26,07	22,6	1,43
$I_4(j)$	8,03	16,43	16,82	9,75	26,85	21,36	0,50
$I_{\text{bar}}(j)$	10,86	17,99	20,73	13,02	29,49	24,90	4,01
$I'_{\text{bar}}(j)$	0,09	0,15	0,17	0,11	0,24	0,21	0,03

Pour les professeurs titulaires du CAE/CEM, la hiérarchie établie sur l'échantillon de recherche n'est respectée que pour les dimensions extrêmes : Cn et Pr restent en tête de même que le contexte est toujours marginalisé. Mais la dimension En ($I'_{\text{bar}}(\text{En}) = 0,17$) précède la dimension Mo ($I'_{\text{bar}}(\text{Mo}) = 0,15$). On note un rapprochement entre les dimensions Cn ($I'_{\text{bar}}(\text{Cn}) = 0,24$) et Pr ($I'_{\text{bar}}(\text{Pr}) = 0,21$).

Mieux, non seulement la dimension Ra est pour la première fois en 5^{ème} position, avant la dimension Ff, mais son indice relatif montre qu'elle représente 11% de l'espace des conceptions.

I.2.1.2.2.1.1.3. Les professeurs titulaires du CAEM

Les indices barycentriques de cette strate sont donnés par le tableau 56.

Tableau 56 : Indices barycentriques et diplôme professionnel : dp = CAEM

CAEM	Ff	Mo	En	Ra	Cn	Pr	Ctx
$I_1(j)$	64,56	55,28	77,02	56,33	78,61	76,4	49,08
$I_2(j)$	10,95	10,27	19,92	9,70	24,47	18,56	5,02
$I_3(j)$	14,30	8,19	18,47	6,45	29,11	18,83	4,64
$I_4(j)$	13,47	7,64	17,41	4,67	32,58	19,1	5,28
$I_{\text{bar}}(j)$	16,76	11,31	22,00	9,26	33,64	22,78	7,99
$I'_{\text{bar}}(j)$	0,14	0,09	0,18	0,07	0,27	0,18	0,06

Pour les professeurs titulaires du CAEM, on retrouve la même hiérarchie pour les dimensions en position extrême (Cn, Pr, Ctx). Mais la dimension En, $I_{\text{bar}}(\text{En}) = 22$ est presque à égalité avec la dimension Pr, $I_{\text{bar}}(\text{Pr}) = 22,78$. La dimension Mo, $I_{\text{bar}}(\text{Mo}) =$

11,31 se retrouve en cinquième position, précédée par la dimension Ff, $I_{\text{bar}}(\text{Ff}) = 16,76$. On peut donc dire que du point de vue macroscopique, les conceptions des professeurs titulaires du CAEM sont marquées par une valorisation de l'énoncé dans la résolution de problème et une relative marginalisation de la dimension Mo, si on compare sa position dans cette strate à celle dans l'échantillon de recherche. Cette position de la dimension Mo dans les conceptions des professeurs titulaires du CAEM pourrait être liée au passage trop bref à l'ENS (durée 1 an).

I.2.1.2.2.1.1.4. Les professeurs titulaires du CAES

Les indices barycentriques de cette strate sont donnés par le tableau 57

Tableau 57 : Indices barycentriques et diplôme professionnel : dp = CAES

CAES	Ff	Mo	En	Ra	Cn	Pr	Ctx
$I_1(j)$	60,81	66,40	74,10	64,10	85,22	80,81	51,00
$I_2(j)$	10,35	13,51	18,3	10,19	22,21	19,46	5,54
$I_3(j)$	9,19	14,40	14,81	8,49	24,05	22,68	6,21
$I_4(j)$	10,00	15,78	12,48	7,57	27,51	18,95	7,70
$I_{\text{bar}}(j)$	13,21	18,48	17,99	11,93	29,73	24,14	9,90
$I'_{\text{bar}}(j)$	0,11	0,15	0,14	0,10	0,24	0,19	0,08

La strate constituée par les professeurs titulaires du CAES confirme parfaitement les résultats de l'échantillon de recherche. La dimension Mo retrouve sa 3^{ème} position. On peut remarquer cependant que cette catégorie de professeurs valorise les dimensions Ra, ($I'_{\text{bar}}(\text{Ra}) = 0,10$) et Ctx, ($I'_{\text{bar}}(\text{Ctx}) = 0,08$), plus que toutes les autres catégories définies par le diplôme professionnel. De manière générale la répartition spatiale des sept dimensions dans l'espace des conceptions est plus équilibrée pour les professeurs titulaires du CAES, le diplôme professionnel le plus élevé.

Conclusion sur les indices barycentriques et le diplôme professionnel

Pour les quatre modalités du diplôme professionnel (dp), les dimensions Cn et Pr viennent toujours en tête dans cet ordre. Si l'indice barycentrique de la dimension Pr est du même ordre de grandeurs dans les différentes strates ($I'_{\text{bar}}(j) = 0,18 ; 0,21 ; 0,18 ; 0,19$), la dimension Cn est particulièrement valorisée dans les conceptions des

professeurs qui n'ont pas de diplôme professionnel. En effet, en passant des professeurs sans diplôme professionnel aux titulaires du CAES, les indices barycentriques relatifs de la dimension « connaissance » varient comme suit : $(I'_{\text{bar}}(j) = \underline{0,30}; 0,24; 0,27, 0,24)$.

De même, le contexte (Ctx) reste toujours la dimension qui a l'indice barycentrique le plus faible, suivie par la dimension Ra, à l'exception des CAE/CEM.

La marginalisation du contexte est plus accentuée au niveau des deux premières modalités (Aucun diplôme, CAE/CEM). La dimension Mo arrive en troisième position sauf pour les professeurs titulaires du CAEM ou du CAE/CEM. Ce sont les enseignants qui ne passent qu'une année de formation à l'Ecole Normale Supérieure (CAEM), ou qui ne sont pas titulaires d'une licence (CAE/CEM). Il est difficile dans ces conditions d'émettre une hypothèse solide quant à une éventuelle corrélation entre la structure des conceptions et le diplôme professionnel, le diplôme universitaire ou le nombre d'années de formation professionnelle.

Le tableau 58 suivant présente la hiérarchie des dimensions selon le diplôme professionnel.

Tableau 58 : Hiérarchie entre les dimensions suivant le diplôme professionnel

Aucun	Cn	Pr	Mo	Ff	En	Ra	Ctx
CAE/CEM	Cn	Pr	En	Mo	Ra	Ff	Ctx
CAEM	Cn	Pr	En	Ff	Mo	Ra	Ctx
CAES	Cn	Pr	Mo	En	Ff	Ra	Ctx

Ce tableau permet de se prononcer sur l'hypothèse spécifique H-S₁₀ libellée ainsi :

H-S₁₀ : Au niveau macroscopique, le diplôme professionnel ne discrimine pas les conceptions des professeurs de physique et chimie.

Le tableau 58 montre que le diplôme professionnel ne discrimine pas les conceptions des professeurs de physique et chimie pour les dimensions extrêmes de l'échelle des indices barycentriques : les dimensions les plus représentées (Cn, Pr) et la dimension la moins représentée (Ctx).

Pour les dimensions intermédiaires, la position sur l'échelle des indices barycentriques varie avec le diplôme professionnel. La description microscopique permettra de voir si les positions identiques d'une dimension correspondent au même contenu décrit à partir des indicateurs proposés.

I.2.1.2.2.2. Indices barycentriques et ancienneté (anc)

Dans cette partie, seront présentés et discutés les indices barycentriques des sept dimensions dans les différentes strates définies à partir de l'ancienneté de l'enseignant.

I.2.1.2.2.2. 1. Indices barycentriques et ancienneté : anc = 0

Tableau 59 : Indices barycentriques des dimensions dans la strate définie par anc = 0

ANC = 0	Ff	Mo	En	Ra	Cn	Pr	Ctx
$I_1(j)$	59,36	62,3	58,5	57,12	82,34	73,15	43,67
$I_2(j)$	11,78	15,01	11,45	12,98	26,03	19,82	4,19
$I_3(j)$	10,94	16,5	9,34	7,69	31,84	20,75	3,34
$I_4(j)$	10,56	18,9	6,4	6,43	36,23	19,01	2,03
$I_{\text{bar}}(j)$	14,08	20,63	11,33	11,02	36,77	23,19	5,44
$I'_{\text{bar}}(j)$	0,11	0,17	0,09	0,09	0,30	0,19	0,05

On retrouve dans cette strate les principaux résultats de l'échantillon de recherche. La dimension Cn arrive en tête suivie de Pr et Mo, Ctx étant en dernière position. Mais l'écart entre Cn et Pr est relativement important ($I'_{\text{bar}}(\text{Cn}) = 0,30$ et $I'_{\text{bar}}(\text{Pr}) = 0,19$). La motivation a un indice relatif très proche de celui de Pr ($I'_{\text{bar}}(\text{Mo}) = 0,17$). Ces résultats de la strate (anc = 0) sont similaires aux résultats de la strate (dp = 0). C'est là un indicateur de cohérence. En effet les enseignants non diplômés de notre échantillon sont le plus souvent des enseignants en formation initiale, donc avec une ancienneté égale à zéro.

I.2.1.2.2. 2. 2. Indices barycentriques et ancienneté : anc = 0 – 5 ans

Tableau 60 : Indices barycentriques des dimensions dans la strate (anc = 0 – 5 ans)

ANC 0 - 5 ans	Ff	Mo	En	Ra	Cn	Pr	Ctx
$l_1(j)$	55,09	62,45	78,22	56,81	82,43	75,43	48,63
	9,81	15,4	17,5	8,45	23,27	20,06	5,25
$l_3(j)$	8,66	16	16,18	5,05	27,34	22,81	3,75
$l_4(j)$	10,02	17,9	14,59	1,77	30,31	21,97	3,4
$I_{\text{bar}}(j)$	12,63	20,03	19,64	7,20	32,05	25,50	6,76
$I'_{\text{bar}}(j)$	0,10	0,16	0,16	0,06	0,26	0,21	0,05

La hiérarchie de l'échantillon de recherche est confirmée par la strate (anc = 0 – 5 ans) avec les trois dimensions Cn, Pr, Mo et le Ctx en dernière position. Cependant la dimension En est presque à égalité avec la dimension Mo. Tout se passe comme si, après cinq ans de pratique, l'importance de l'énoncé dans la résolution de problème apparaissait de plus en plus aux enseignants. Nous verrons si cette hypothèse sera confirmée par les autres strates. La finalité (Ff) est toujours en cinquième position.

1.2.1.2.2. 2. 3. Indices barycentriques et ancienneté : anc = 5 – 10 ans

Tableau 61 : Indices barycentriques des dimensions dans la strate

(anc = 5 – 10 ans)

ANC 5 - 10 ans	Ff	Mo	En	Ra	Cn	Pr	Ctx
$l_1(j)$	71,4	61,96	74,68	63,08	76,96	76,16	44,08
$l_2(j)$	12,8	13,32	20,04	12,64	21,56	15,84	3
$l_3(j)$	15	12,8	18,06	8,88	23,76	18,04	2,68
$l_4(j)$	15	16,08	15,88	9,52	23,12	17,4	3,2
$I_{\text{bar}}(j)$	18,47	17,90	20,94	13,34	26,67	21,28	5,76
$I'_{\text{bar}}(j)$	0,15	0,14	0,17	0,11	0,21	0,17	0,05

Au niveau de la strate (anc = 5 – 10ans), seules les positions des dimensions Cn, Pr, et Ctx sont confirmées. Mais la dimension En $I_{\text{bar}}(En) = 20,94$ occupe désormais la troisième place devant la finalité ($I_{\text{bar}}(Ff) = 18,47$) et Mo ($I_{\text{bar}}(Mo) = 17,90$). L'importance de la place de la dimension En avec l'ancienneté se confirme. De même, la finalité (Ff) connaît une progression notable et occupe la quatrième place, alors que la dimension Ra atteint pour la première fois un indice barycentrique relatif $I'_{\text{bar}}(Ra) = 0,11$. Notons également que de manière générale la répartition des dimensions dans l'espace des conceptions des professeurs ayant une ancienneté comprise entre 5 et 10

ans est plus homogène, alors que les deux premières strates sont caractérisées par une pointe très marquée au niveau de la dimension Cn et Pr.

Il semble qu'avec l'ancienneté les professeurs de physique et chimie, tout en privilégiant les dimensions Cn et Pr, deviennent plus sensibles aux autres dimensions dans leur vision de la résolution de problème. Cette évolution se fait au détriment de la dimension Mo et au profit de l'énoncé(En) et de la finalité (Ff).

1.2.1.2.2. 2. 4. Indices barycentriques et ancienneté : anc = 10 – 15 ans

Tableau 62 : Indices barycentriques des dimensions dans la strate (anc = 10 – 15 ans)

ANC 10 - 15 ans	Ff	Mo	En	Ra	Cn	Pr	Ctx
$l_1(j)$	61,69	60,19	80,69	58,84	85,4	76,73	46,53
$l_2(j)$	10,07	10,96	19,46	8,73	27,23	17,77	4,23
$l_3(j)$	15,19	9,61	17,15	5,07	33,19	16,88	2,88
$l_4(j)$	14,8	6,92	15	3,46	33,27	17,3	4,23
$l_{\text{bar}}(j)$	17,40	11,73	20,55	8,28	35,92	21,21	6,69
$l'_{\text{bar}}(j)$	0,14	0,10	0,17	0,07	0,29	0,17	0,05

Les tendances notées dans la strate (anc = 5 – 10 ans) se confirment avec la strate (anc = 10 – 15 ans). Les dimensions Cn, Pr, En, occupent respectivement les trois premières places, la dimension Ctx restant toujours en dernière position. La dimension Ff est encore en quatrième position devant la dimension Mo. Les indices barycentriques relatifs montrent cependant un accent mis sur la dimension Cn ($I'_{\text{bar}}(\text{Cn}) = 0,29$).

L'ancienneté apparaît de plus en plus comme une variable susceptible d'influer sur la structure macroscopique des conceptions des professeurs de physique et chimie.

1.2.1.2.2.1.2. 5. Indices barycentriques et ancienneté : anc = plus de 15 ans

Tableau 63 : Indices barycentriques des dimensions dans la strate (anc = plus de 15 ans)

ANC 15 ans+	Ff	Mo	En	Ra	Cn	Pr	Ctx
$I_1(j)$	55,25	55,75	67,65	66,1	79	76,05	41,75
$I_2(j)$	10,15	11,4	17,45	14,15	25	19,1	6,25
$I_3(j)$	10	7,25	15,75	14,6	25,3	22,35	4,75
$I_4(j)$	9,25	8	16,3	15,75	28,3	15,9	6,5
$I_{\text{bar}}(j)$	12,64	11,44	19,73	18,59	30,44	22,06	8,35
$I'_{\text{bar}}(j)$	0,10	0,09	0,16	0,15	0,25	0,18	0,07

Les dimensions Cn, Pr, En, occupent respectivement les trois premières places, le contexte toujours marginalisé est à la dernière place. La motivation est rejetée à la sixième place par les professeurs ayant une ancienneté de plus de 15 ans après les dimensions Ra, Ff. Elle ne dépasse le contexte que très peu ($I'_{\text{bar}}(\text{Mo}) = 0,09$ et $I'_{\text{bar}}(\text{Ctx}) = 0,07$).

Les résultats de cette strate confirment bien que la prise en compte des aspects motivationnels dans les conceptions des professeurs de physique et chimie diminue avec l'ancienneté. Il semble ainsi que plus l'enseignant dure dans le métier plus il adopte une attitude « rationnelle » qui privilégie les connaissances (Cn), les processus de résolution (Pr), l'énoncé (En), les résultats attendus (Ra) et la finalité (Ff).

Ce résultat nous semble très important. Compte tenu des notes obtenues par les élèves dans toutes les formes d'évaluation, la marginalisation des aspects de motivation (conatifs, intellectuel, affectifs) pourrait être un facteur explicatif des faibles performances des élèves.

La classification des différentes dimensions dans les strates définies suivant les modalités de la variable « ancienneté » est présentée dans le tableau 64 suivant :

Tableau 64 : Classification des différentes dimensions dans les différentes strates définies par l'ancienneté.

Anc = 0	Cn	Pr	Mo	Ff	En	Ra	Ctx
0 – 5 ans	Cn	Pr	Mo	En	Ff	Ra	Ctx
5 – 10 ans	Cn	Pr	En	Ff	Mo	Ra	Ctx
10 -15 ans	Cn	Pr	En	Ff	Mo	Ra	Ctx
+de 15 ans	Cn	Pr	En	Ra	Ff	Mo	Ctx

Conclusion sur les indices barycentriques et l'ancienneté : l'hypothèse H-S₁₂

H-S₁₂ : Au niveau macroscopique, l'ancienneté ne discrimine pas les conceptions des professeurs de physique et chimie en résolution de problème

L'ancienneté ne discrimine pas les conceptions des professeurs de physique et chimie par rapport aux dimensions extrêmes (Cn , Pr) et (Ctx). La discrimination par rapport à la dimension Ra n'intervient qu'avec les enseignants qui ont plus de 15 ans d'ancienneté.

Les dimensions intermédiaires fluctuent avec l'ancienneté comme avec le diplôme professionnel. Cependant, on peut noter deux sous-groupes nettement distincts : le sous-groupe (Anc = 0 - 5 ans) a une structure qui met la motivation (Mo), au troisième niveau, alors que le sous-groupe (5 - 15 ans ou plus) est caractérisé par la hiérarchie (Cn, Pr, En). Ces sous-groupes correspondent à la classification « débutant/ancien ».

Tout se passe comme si avec l'ancienneté, les professeurs adoptaient une vision plus « rationnelle » de la résolution de problème. La trajectoire suivie par la dimension En est remarquable : d'abord en cinquième position (Anc = 0), puis en quatrième position (0 - 5 ans), elle occupe définitivement la troisième place à partir de 5 ans.

De même, la motivation (Mo) d'abord en troisième recule progressivement pour se retrouver à la 6^{ème} place chez les enseignants de plus de 15 ans d'activité professionnelle.

Une question-problème générale peut donc être formulée à ce niveau : la prise en compte des aspects motivationnels dans les activités d'enseignement/apprentissage décroît-elle avec l'ancienneté des professeurs ? C'est là un thème général de recherche qui ne manquera pas d'intéresser les chercheurs en éducation.

I.2.1.2.2.1.3. Indices barycentriques et pratique en classe de Terminale

La variable « pratique en classe de Terminale » (Term) a été dichotomisée en deux modalités:

Term = 0 pour les professeurs qui n'ont jamais enseigné en classe de Terminale et Term ≠ 0 pour les autres.

I.2.1.2.2.3.1. Indices barycentriques dans la strate Term = 0

Tableau 65 :Indices barycentriques des sept dimensions dans la strate Term = 0

Terminale = 0	Ff	Mo	En	Ra	Cn	Pr	Ctx
$I_k(j)$	57,63	62,87	64,08	57,79	82,33	73,71	43,5
$I_k(j)$	10,86	15,63	13,98	11,65	25,98	19,29	4,23
$I_k(j)$	10,3	15,94	12,26	7,58	30,89	20,72	2,46
$I_k(j)$	10,66	17,78	9,4	6,6	34,25	19,19	1,85
$I_{\text{bar}}(j)$	13,72	20,01	14,42	10,95	35,46	23,25	5,11
$I'_{\text{bar}}(j)$	0,11	0,16	0,12	0,09	0,29	0,19	0,04

On retrouve chez les professeurs n'ayant jamais exercé en classe de Terminale le même classement pour les dimensions Cn, Pr, Ctx.. La motivation (Mo) retrouve sa troisième place devant En, Ff, Ra. De nouveau la dimension connaissance a un indice relatif très élevé ($I'_{\text{bar}}(\text{Cn}) = 0,29$). De manière générale, il est remarquable de noter les similitudes entre les tableaux 58 (ancienneté = 0) et 64 (Term = 0).

C'est là une deuxième indication sur la cohérence des données et du mode de traitement. En effet, ces deux strates devraient pratiquement se recouper, puisque la totalité des enseignants débutants (anc = 0) devrait se retrouver dans la strate Term = 0. L'expérience montre effectivement que les chefs d'établissement, dans la distribution des classes aux professeurs, consentent rarement à donner des classes de Terminale aux professeurs débutants, sauf cas de force majeure.

I.2.1.2.2.1.3.2. Indices barycentriques dans la strate Term = ≠0

Tableau 66 : Indices barycentriques des sept dimensions dans la strate Term ≠0

Terminale ≠0	Ff	Mo	En	Ra	Cn	Pr	Ctx
$I_1(j)$	63,84	58,17	77,21	62,78	81,47	78,14	47,24
$I_2(j)$	11,2	10,88	20,26	11,23	23	18,43	4,44
$I_3(j)$	13,00	10,00	18,28	8,08	26,3	20,38	3,86
$I_4(j)$	13,5	10,17	16,99	6,40	28,97	18,97	5,07
$I_{\text{bar}}(j)$	16,42	13,42	21,78	11,25	30,96	23,22	7,47
$I'_{\text{bar}}(j)$	0,13	0,11	0,17	0,09	0,25	0,19	0,06

Les professeurs exerçant dans les classes de Terminale devraient avoir une structure de conceptions analogue à celles des professeurs ayant au moins cinq ans d'ancienneté. Cela est effectivement confirmé par les indices barycentriques (Cn, Pr, En, Ff, Mo, Ra). Le tableau 67 résume cette classification des dimensions.

Tableau 6 7 : Classification des dimensions suivant la variable Term.

Term = 0	Cn	Pr	Mo	En	Ff	Ra	Ctx
Term ≠0	Cn	Pr	En	Ff	Mo	Ra	Ctx

L'hypothèse H-S₁₄ peut être examinée à ce niveau.

H-S₁₄: Les professeurs qui ont une pratique en classe de Terminale manifestent des conceptions plus centrées sur les dimensions Cn et En.

Comme l'indique le tableau 67, pour les professeurs « spécialisés » dans les classes de Terminale, les conceptions par rapport à la résolution de problème sont centrées, comme le perçoit la majorité des professeurs interrogés, sur les connaissances (Cn) et les processus (méthodes). Mais l'énoncé occupe une place importante. Cependant, étant placés dans une position où ils préparent des élèves à l'examen du baccalauréat, les professeurs de Terminale perçoivent bien l'importance de la finalité (Ff) et à un degré moindre, de la motivation (Mo).

L'hypothèse H-S₁₅, peut être examinée ici :

H-S₁₅: Les professeurs ayant une pratique en classe de Terminale, sont moins sensible à la dimension « motivation », Mo.

Sans être confirmée de manière nette, l'hypothèse H-S₁₅ ne peut cependant pas être rejetée compte tenu d'un décalage de deux rangs, de la dimension Mo entre les deux catégories de professeurs.

La pratique de la classe de Terminale semble donc discriminer les conceptions des enseignants par la place accordée aux dimensions Mo et En. Le fait d'exercer dans cette classe préparant au baccalauréat conduirait l'enseignant à privilégier la dimension En au détriment de la dimension Mo.

I.2.1.2.2.4. Indices barycentriques et genre

Tableau 68 : Indices barycentriques dans le sous-groupe des femmes

Genre	Ff	Mo	En	Ra	Cn	Pr	Ctx
$I_1(j)$	62,3	57,3	77,3	50,76	66,53	70	49,2 3
$I_2(j)$	10,15	18,3	20,54	6,15	23,46	12,92	9,2
$I_3(j)$	13,46	16,92	20,61	2,69	28,84	11,53	5,92
$I_4(j)$	6,92	20,38	17,69	1,53	30,61	12,38	10,0 0
$I_{\text{bar}}(j)$	12,79	21,64	22,82	5,74	31,58	16,07	11,4 2
$I'_{\text{bar}}(j)$	0,10	0,18	0,19	0,05	0,26	0,13	0,09

Le sous-groupe des femmes se présente avec des résultats qui bousculent la hiérarchie établie. Seule la variable Cn conserve la place occupée dans l'échantillon de recherche et dans les strates définies à partir de l'ancienneté, du diplôme professionnel, de la pratique en classe de terminale.

La dimension Cn est suivie respectivement par les dimensions En, Mo, Pr, Ff, Ctx, Ra. Pour la première fois, le Ctx ne vient pas en dernière position, devant la dimension Ra qui ne représente ici que les 5% de l'espace des conceptions.

Mais compte tenu de l'effectif très faible de la strate des femmes (13/179), il ne nous semble pas prudent de tirer des conclusions sur des différences significatives entre les conceptions des femmes et celles des hommes par rapport aux activités de résolution de problème en contexte scolaire.

Cependant si ces résultats se confirmaient sur un échantillon plus important, des études sur les conceptions de l'enseignement/apprentissage et le genre devraient constituer un champ de recherche en devenir. Ce serait alors une deuxième question-problème induite par notre recherche : les conceptions des enseignants à propos de l'enseignement/apprentissage sont-elles fonction de la variable « genre » ?

Les résultats que nous venons de décrire semblent indiquer des caractéristiques propres aux différents groupes. Ils n'indiquent cependant pas si les différences observées entre les groupes sont statistiquement significatives. C'est la statistique inférentielle qui nous permet de nous prononcer.

I.2.1.2.2.2. Application de tests statistiques aux résultats descriptifs.

Le calcul des indices barycentriques en fonction différentes strates définies par les variables de profil (ancienneté, diplôme professionnel, pratique en classe de Terminale), a laissé apparaître des tendances au sein des groupes. L'analyse de ces tendances a été l'objet du paragraphe précédent.

Il s'agit maintenant de voir si les différences observées au niveau descriptif entre les différents groupes et pour les sept dimensions, sont statistiquement significatives. Les questions suivantes peuvent par exemple être posées :

Existe-t-il une différence significative entre les professeurs titulaires du CAES et ceux titulaires du CAEM par rapport à la dimension « connaissance » ?

Existe-t-il une différence significative entre les professeurs qui ont enseigné pendant 5 ans seulement et ceux qui ont exercé pendant plus de 10 ans et si oui dans quel sens ?

Nous avons fait appel à l'analyse de variance (ANOVA) à un facteur. Cette analyse de variance est complétée par des tests de comparaison multiples: test de Scheffé et test de Bonferroni. Les seuils de signification seront respectivement $p < 0,10$ et $p < 0,05$.

Pour la variable de profit « diplôme professionnel », (dp), nous avons cherché à voir si les différences observées entre les quatre groupes définis par ce critère sont statistiquement significatives: Aucun diplôme ; CAE/CEM ; CAEM ; CAES.

L'analyse de variance montre que les différences entre groupes ne sont significatives que pour la dimension Enoncé ($p < 0,05$). Pour toutes les autres dimensions, il n'y a pas de différences significatives entre les groupes.

Ce résultat global à propos de la dimension En est explicité par les tests de comparaison multiple. Sur les quatre groupes (Aucun diplôme, CAE/CEM, CAEM, CAES), la différence n'est significative qu'entre les enseignants sans diplôme professionnel et les enseignants titulaires d'une licence si on prend comme base le test de Scheffé seulement, ($p < 0,10$). Pour le test de Bonferroni, la différence entre ces deux groupes n'est pas significative pour $p < 0,05$.

Pour ce qui concerne la variable de profil, « ancienneté », (anc), nous avons constitué quatre groupes définis comme suit :

Gr1 : 0-5 ans ; Gr2 : 6-10ans ; Gr3 : 11-15ans ; Gr4 : plus de 15 ans.

Les résultats de l'analyse de variance (ANOVA) montre que les différences significatives entre les groupes ne sont notées que pour la dimension « résultats attendus », Ra ($p < 0,05$).

Les tests de comparaison multiple explicitent ce résultat. Des différences significatives ont été notées aussi bien par le test de Scheffé que par celui Bonferroni, pour les groupes Gr1 (moyenne = 9,46) et Gr4 (moyenne = 18,58), pour $p < 0,05$.

Le résultat de ces tests permettent de se prononcer par rapport à l'hypothèse **H-S₁₀** .

H-S₁₀: Au niveau macroscopique, le diplôme professionnel ne discrimine pas les conceptions des enseignants.

L'hypothèse H-S₁₀ est vérifiée sauf pour la dimension « énoncé » (En), et seulement si on considère les deux pôles extrêmes de l'échelle des diplômes: les enseignants sans diplôme professionnel et les enseignants titulaires du CAES, diplôme professionnel le plus élevé. On peut se demander pourquoi, les diplômes intermédiaires n'introduisent pas de différences significatives entre les groupes. On peut remarquer que le diplôme professionnel le plus élevé correspond également au diplôme universitaire le plus élevé.

Ainsi cette opposition entre ces deux catégories de professeurs pourrait être liée à une différence d'approche du concept d'énoncé entre deux groupes dont l'un a une grande expérience de l'enseignement universitaire scientifique. A cela s'ajoute le fait que les professeurs titulaires du CAES sont généralement spécialisés dans les classes de Terminale où la préparation au baccalauréat donne aux énoncés une importance capitale.

Les résultat des tests statistiques permettent également d'examiner l'hypothèse H-S₁₂.

H-S₁₂ : Au niveau macroscopique, l'ancienneté ne discrimine pas les conceptions des professeurs de physique et chimie en résolution de problème.

Cette hypothèse est vérifiée sauf pour la dimension « résultats attendus » (Ra), et pour les deux groupes extrêmes : les débutants : 0-5ans ; les plus anciens : plus de 15 ans d'expérience. On peut également interpréter ces données par les niveaux d'enseignement pris en charge par les professeurs. En effet, les enseignants qui ont la plus grande ancienneté exercent généralement en classe de Terminale et sont plus focalisés sur les résultats, alors que les débutants cherchent encore à appliquer certaines recommandations reçues en formation initiale, notamment l'intérêt à porter aux élèves et à leurs démarches personnelles.

En résumé, du point de vue des résultats statistiquement significatifs, les deux variables principales du profil professionnel ne discriminent que très faiblement les conceptions des professeurs de physique et chimie, à propos de la résolution de problème.

I.2.1.2.3. Conclusion sur la description des conceptions par les indices barycentriques

Les indices barycentriques avaient pour fonction de fusionner l'ensemble des réponses fournies à travers quatre questions hiérarchisées en une seule donnée à l'échelle de l'échantillon de recherche ou de strates définies à partir de variables de profil.

Les indices barycentriques absolus ont été complétés par des indices barycentriques relatifs permettant de situer d'avantage l'importance attribuée à chaque dimension par les sujets interrogés.

La construction des indices barycentriques a eu pour souci de refléter la sélectivité croissante introduite dans la forme des questions 1, 2, 3, 4.

La confrontation des hypothèses à propos de la structure macroscopique des conceptions avec les données recueillies et converties en indices barycentriques a révélé une structure plus complexe que ne le suggéraient les données recueillies dans la recherche exploratoire, ou des convictions de formateurs.

Si nous considérons les échantillons expérimentaux, l'échantillon de recherche et les différentes strates construites à partir des variables de profil, y compris le genre, une

seule constante demeure : la dimension connaissance (Cn) constitue la charpente des conceptions des professeurs de physique et chimie. Pour utiliser l'expression consacrée par Abric (1976, 1994), la dimension « connaissance » constitue le noyau central des conceptions des professeurs de physique et chimie en matière de résolution de problème.

Si si on fait abstraction du sous groupe des femmes enseignantes (effectif relatif 13/179), la dimension « processus» (Pr), peut être considéré comme un élément du noyau central. La dimension contexte Ctx est la moins prise en compte par ces mêmes professeurs. Ces deux pôles de l'échelle hiérarchique des dimensions de la résolution de problème en physique et chimie sont donc constants.

Cette conception des professeurs à propos de la résolution de problème est en adéquation avec les travaux sur la résolution de problème. Le rôle des connaissances et des méthodes et démarches dans les performances en résolution de problème a été souligné par Newell et Simon(1972), Chi et Feltovich (1981), par Dumas-Carré et Goffard (1997), Caillot(1988).

Cependant, la marginalisation du contexte va à l'encontre de l'accent mis aujourd'hui sur le rôle du contexte dans la réalisations des performances intellectuelles.

Entre les deux pôles, les dimensions Ff, Mo, En, Ra occupent des positions différentes suivant les variables de profil : on peut les considérer comme les éléments périphériques des conceptions, au sens de Flament (1987)

A l'échelle de l'échantillon, la motivation (Mo) arrive en troisième position, devant l'énoncé du problème(En), la finalité (Ff) et les résultats attendus (Ra).

Lorsqu'on considère le diplôme professionnel on distingue deux groupes de modalités : les professeurs sans formation professionnelle et les professeurs titulaires du CAES, diplôme professionnel le plus élevé dans l'enseignement secondaire , qui privilégient dans l'ordre décroissant les dimensions Cn, Pr, Mo, alors que les professeurs titulaires du CAE/CEM et du CAEM donnent la hiérarchie Cn, Pr, En.

Quant à l'ancienneté, les résultats montrent nettement deux groupes. De 0 à 5 ans d'ancienneté, les professeurs privilégient respectivement les dimensions Cn, Pr, Mo. A partir de 5 ans, les conceptions des professeurs évoluent et les trois premières dimensions les plus importantes deviennent Cn, Pr, En. L'ancienneté peut donc être considérée comme un facteur discriminant des conceptions des professeurs de physique

et chimie en résolution de problème, mais seulement par rapport aux dimensions Mo et En. Les fluctuations des positions des autres dimensions sont plus complexes.

La pratique en classe de Terminale était l'autre variable de profil. Mais étant donné la relation implicite entre l'ancienneté et la pratique de la classe de Terminale, on pouvait s'attendre à des similitudes avec l'ancienneté. Les résultats obtenus confirment cette hypothèse. Les professeurs n'ayant jamais exercé en classe de Terminale privilégient les mêmes dimensions que les professeurs débutants (de 0 à cinq ans), alors que les professeurs de Terminale ont les mêmes vues que les professeurs ayant plus de cinq ans d'ancienneté.

Cependant, du point de vue statistique, les deux variables principales du profil professionnel que sont l'ancienneté et le diplôme professionnel, ne discriminent pas les conceptions des professeurs de physique et chimie.

Cette description des conceptions à partir des indices barycentriques constitue la première phase de la description macroscopique. Les indices sont en effet relatifs à l'échantillon, au groupe. La deuxième phase de la description macroscopique est relative au niveau individuel. Il s'agit de caractériser les enseignants, de distinguer des types d'enseignants définis par le choix privilégié de certaines dimensions de la résolution de problème : c'est la description par les typologies de conceptions.

I.2.2. Induction d'une typologie de conceptions

La sélectivité croissante qui découle de la forme des questions 2, 3, et 4 permet de caractériser chaque répondant par les choix opérés. On peut assimiler les choix opérés à différents niveaux de sélectivité comme une caractéristique de l'enseignant, reflétant ses conceptions par rapport à la résolution de problème en physique et chimie : on identifie ainsi des types de conceptions constituant ainsi une typologie. Suivant que l'on considère la deuxième question (choix de cinq dimensions), la troisième question (choix de trois dimensions), ou la quatrième question (choix de deux dimensions les plus importantes) on définit ainsi des typologies respectivement à cinq, trois, et deux dimensions.

I.2.2.1. Typologie à deux dimensions

Si l'échantillon était homogène par rapport aux types de conceptions, chaque groupe caractérisé par (X1,X2) aurait un effectif de 179/21 éléments. Le nombre 21 correspond au nombre de groupes de 2 éléments qu'on peut former avec les sept dimensions.

Rappels des sept(7) dimensions :

Ff = finalité ou fonction du problème ; Mo = motivation ; En = Enoncé du problème,

Ra = résultats attendus ; Cn = connaissances ; Pr = processus de résolution,

Ctx = contexte

I.2.2.1.1. Les types de conceptions à deux dimensions

Nous nous proposons d'abord d'étudier la typologie à deux dimensions en la mettant en relation, d'une part avec la description faite à partir les indices barycentriques, et avec les variables de profil d'autre part . Il s'agira d'abord de faire l'inventaire des couples (X1, X2) choisis à la quatrième question du questionnaire de recherche. Les effectifs des enseignants ayant choisi ces couples seront déterminés.

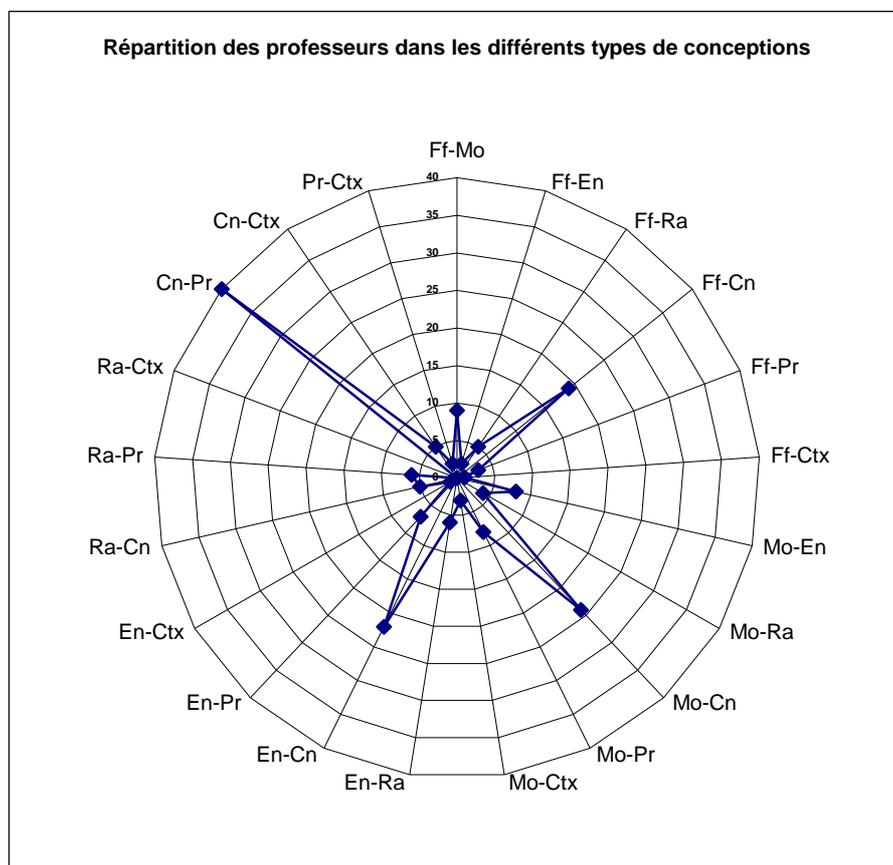
Le tableau suivant donne pour chaque type de conception défini par un couple de dimensions (X1,X2) les effectifs des enseignants du sous-groupe.

Tableau 69 : Effectifs des différents types de conceptions à deux dimensions

Types de conceptions	Effectifs		Types de conceptions	Effectifs
Ff-Mo	9		En-Cn	22
Ff-En	2		En-Pr	7
Ff-Ra	5		En-Ctx	1
Ff-Cn	19		Ra-Cn	5
Ff-Pr	3		Ra-Pr	6
Ff-Ctx	1		Ra-Ctx	0
Mo-En	8		Cn-Pr	40
Mo-Ra	4		Cn-Ctx	5
Mo-Cn	24		Pr-Ctx	2
Mo-Pr	8			
Mo-Ctx	3			
En-Ra	6		TOTAL	
	91		179	88

Les résultats du tableaux 69 sont mieux mis en évidence par le graphe 13 suivant qui présente les données sur « le modèle du radar »

Graphe 13 : Présentation des types de conceptions à deux dimensions suivant « le modèle radar avec marquage de données »



Dans ce graphe les cercles concentriques constituent l'échelle des effectifs. Les valeurs de référence de l'échelle sont données par les chiffres 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40. Les points indiqués représentent l'effectif d'un type de conceptions à deux dimensions, c'est-à-dire le nombre de professeurs interrogés qui ont choisi ces deux dimensions à la question 4 du questionnaire.

Exemples : Type Cn-Pr : effectif = 40. ; Type Ff-Cn : effectif = 19

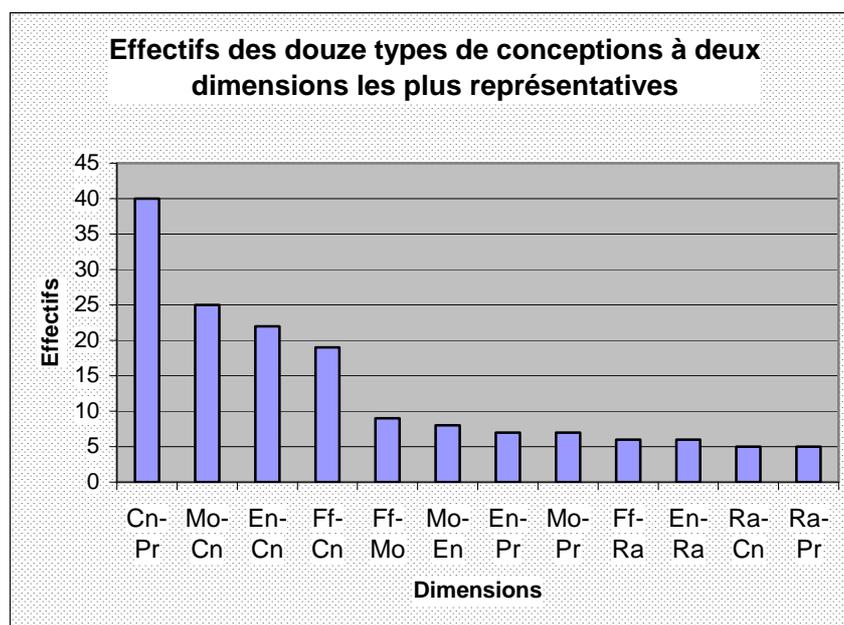
Les types de conceptions à deux dimensions identifiés peuvent être classés en trois groupes :

- le groupe principal : il renferme les plus gros effectifs d'enseignants répartis sur quatre types : Cn-Pr (40); En-Cn (22) ; Ff-Cn (19) ; Mo-Cn (25). Ils regroupent 106 enseignants, soit 59,2% des effectifs de l'échantillon.

- le groupe secondaire : Ce sont des types de conception d'effectifs allant de 5 à 9. Ff-Mo ; Ff-Ra ; Mo-En ; En-Ra ; Ra-Cn ; En-Pr ; Mo-Pr ; Ra-Pr. Les effectifs cumulés du groupe secondaire correspondent à 58 sujets soit 32,4% de l'échantillon de recherche.
- le groupe « marginal »: il est constitué de 8 types de conceptions d'effectifs inférieurs à 5 : Ff-Pr; Mo-Ra; Cn-Ctx; Ff-En; Ff-Ctx; En-Ctx; Pr-Ctx; Mo-Ctx. Ce groupe a un effectif cumulé de 15 sujets soit 8,4% de l'échantillon.

Logiquement, on note que les types de conceptions à deux dimensions qui sont majoritaire 59,2%, contiennent tous la dimension Cn. Mieux, si on fait le cumul de tous les types à deux dimensions comprenant Cn, on retrouve 64,80% des sujets interrogés. Le graphe 14 suivant représente les 12 types de conceptions à deux dimensions les plus représentatives, correspondant au cumul du groupe principal et du groupe secondaire.

Graphe 14 : Distribution des sujets dans les 12 types de conceptions les plus représentatifs.



Le tableau des types de conceptions à deux dimensions devrait permettre de retrouver la hiérarchie entre les dimensions. Il suffit de compter le nombre de fois qu'une dimension est citée à la quatrième question. On obtient le résultat donné par le tableau 70 suivant :

Tableau 70 : Nombre de choix à la question 4 et indices barycentriques

Dimensions	Nombre de choix à la question 4	Indices barycentriques absolus	Indices barycentriques relatifs
Cn	115	33,76	0,27
Pr	64	23,08	0,19
Mo	56	17,78	0,14
En	46	16,93	0,13
Ff	40	14,66	0,12
Ra	25	10,85	0,09
Ctx	12	6,32	0,05

Le tableau 70 montre qu'en classant les dimensions par le nombre de fois qu'elles ont été choisies à la quatrième question on retrouve la même hiérarchie que celle obtenue avec les indices barycentriques. C'est là un autre signe de cohérence interne des données recueillies.

La répartition des enseignants dans les types de conceptions peut également être interprétée en termes de probabilité de déterminer le type de conception à deux dimensions auquel appartient un professeur de physique et chimie, dans l'échantillon de recherche.

Les effectifs cumulés des types de conceptions permettent de faire des estimations de la probabilité qu'un professeur de physique et chimie ait une conception donnée par rapport à la résolution de problème.

Ainsi le groupe principal ayant un effectif cumulé relatif de 59,2%, on peut estimer que si on choisit un professeur de physique et chimie dans la population-mère, on a 59,2% de chance que ses conceptions par rapport à la résolution de problème soit de l'un des types suivants : Cn-Pr ; Mo-Cn ; En-Cn ; Ff-Cn.

De même, le cumul des groupes principal et secondaire s'élève à 164 enseignants soit 91,6% de l'échantillon. On peut donc estimer que lorsqu'on interroge un professeur de physique et chimie au Sénégal, on a 91,6% de chances qu'il appartienne à l'un des types de conceptions qui appartient soit au groupe principal, soit au groupe secondaire.

En d'autres termes on commet moins de 10% d'erreur en considérant que le sujet est soit du groupe principal, soit du groupe secondaire.

La répartition des professeurs de physique et chimie dans les types de conceptions que nous venons d'étudier doit être approfondie par les variables de profil. Cela permettra de répondre à des questions comme celles-ci : quel profil d'enseignant retrouve-t-on dans quel type de conception ?

I.2.2.1.2. Typologie à deux dimensions et variables de profil

Nous discuterons dans cette partie de la répartition des enseignants dans les différents types de conception suivant les variables de profil.

I.2.2.1.2.1. Typologie à deux dimensions et diplôme professionnel

Le tableau suivant présente la répartition des professeurs dans les types de concession, suivant le diplôme professionnel. On rappelle :

Dp1= aucun diplôme professionnel ;

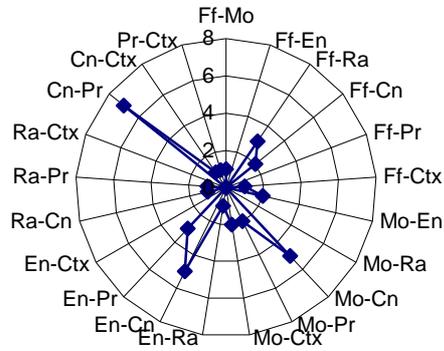
Dp2 = CAE/CEM ; Dp3 = CEM ; Dp4 = CAES

Tableau 71 : Répartition des types de conception suivant le diplôme professionnel

Types de conceptions	Effectifs				Types de conceptions	Effectifs			
	Dp4	Dp3	Dp2	Dp1		Dp4	Dp3	Dp2	Dp1
Ff-Mo	0	1	2	5	En-Cn	5	7	4	6
Ff-En	0	1	0	1	En-Pr	3	3	0	1
Ff-Ra	3	0	0	2	En-Ctx	0	1	0	0
Ff-Cn	2	6	1	10	Ra-Cn	1	1	1	2
Ff-Pr	0	1	1	1	Ra-Pr	1	2	1	2
Ff-Ctx	1	0	0	0	Ra-Ctx	0	0	0	0
Mo-En	2	1	2	3	Cn-Pr	7	5	7	21
Mo-Ra	0	0	1	3	Cn-Ctx	1	2	1	1
Mo-Cn	5	2	2	15	Pr-Ctx	1	1	0	0
Mo-Pr	2	1	2						
Mo-Ctx	2	0	0						
En-Ra	1	1	3		TOTAL				
					179				

La distribution des enseignants constituant les différentes strates du diplôme professionnel peut être explicitée dans les graphes 15, 16, 17 suivants.

Graphe 15 : Répartition des professeurs titulaires du CAES dans les types de conceptions à deux dimensions

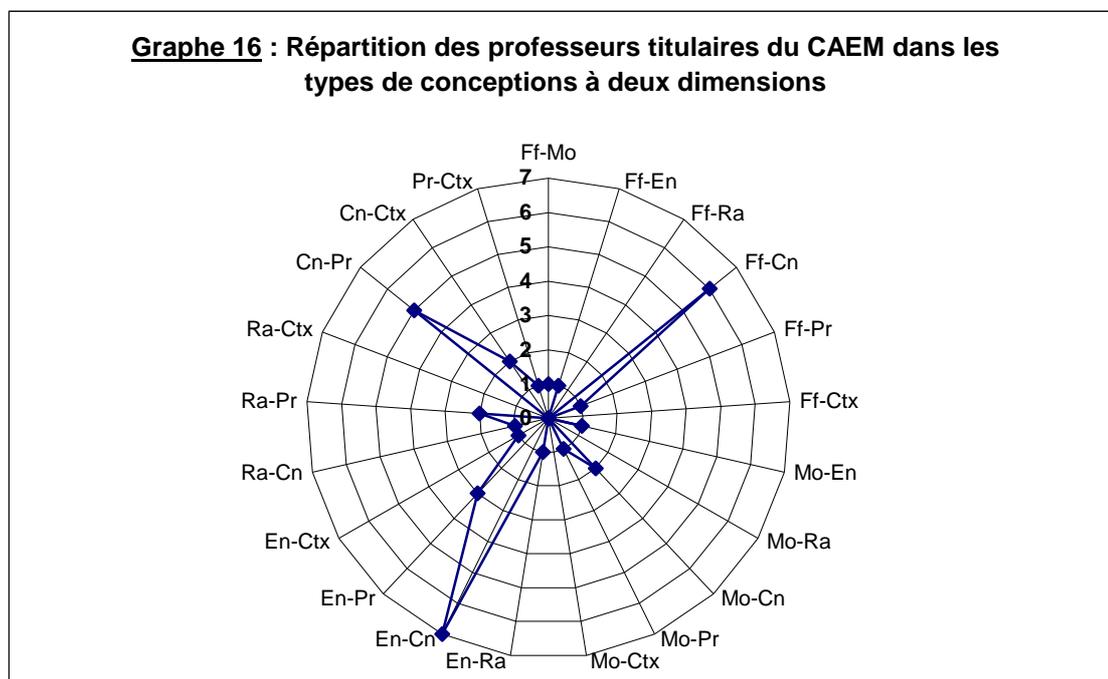


Le graphe 15 montre que les professeurs titulaires du CAES (effectif = 37) se répartissent essentiellement sur cinq types de conceptions: Cn-Pr (7), Mo-Cn (5), En-Cn (5), Ff-Ra (3) et En-Pr (3). Ces cinq types de conceptions renferment un effectif de 23 enseignants titulaires du CAES soit 64% .

Ainsi, même si la dimension « processus » arrive toujours en deuxième position dans la classification faite à partir des indices barycentriques, on voit bien au niveau qualitatif, (dans les choix opérés à la question 4), les dimensions Mo et En sont également bien représentées. On peut donc avancer l'idée selon laquelle, la troisième position acquise par la dimension « motivation » correspond donc bien à un option qualitative explicite, et ne représente pas seulement un effet de pondérations quantitatives hasardeuses. Cette remarque reste valable pour la dimension En.

Dans l'analyse des résultats du groupe de professeurs titulaires du CAES obtenus à partir des indices barycentriques, nous avons montré que la répartition spatiale des différentes dimensions était plus équilibrée pour cette catégorie de professeurs, ce qui est confirmé par les types de conception. Les professeurs titulaires du CAES ne constituent donc pas un groupe homogène uniquement préoccupé par les dimensions « connaissances » et « processus ».

Voyons à présent ce qu'il en est des professeurs titulaires du CAEM, le diplôme professionnel qui suit le CAES, dans la qualification pédagogique. Analysons à ce propos le graphe 16.



Trois groupes se détachent nettement pour les professeurs titulaires du CAEM :

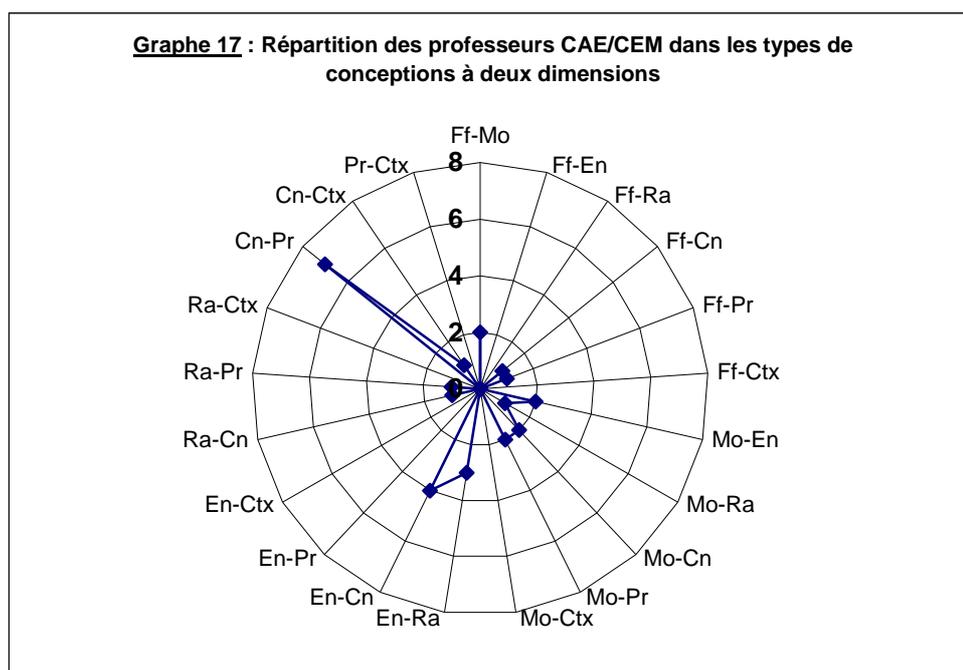
En-Cn (7) ; Ff-Cn (6) ; Cn-Pr (5).

Cette répartition peut à priori surprendre. En effet, comme pour toutes les strates identifiées à partir des variables de profil, les conceptions des professeurs titulaires du CAEM sont marquées par les dimensions Cn et Pr. Cependant, au niveau des types de conceptions on observe les groupes En-Cn et Ff-Cn sont plus importants que le groupe Cn-Pr. Cela pourrait s'expliquer par le mode de classification fourni par les indices barycentriques qui s'appuient sur des pondérations.

Les types de conceptions apparaissent ainsi comme un modèle d'analyse complémentaire des indices barycentriques et permettant d'affiner les résultats. Par exemple les dimensions En et Ff apparaissent comme plus importantes que ne le laisse apparaître la hiérarchie établie à partir des indices barycentriques.

Il nous reste à voir comment les deux derniers groupes d'enseignants se répartissent dans les types de conceptions à deux dimensions à partir des graphes 17 et 18.

Graphe 17 : Répartition des professeurs CAE/CEM dans les types de conceptions à deux dimensions



Les professeurs titulaires du CAE/CEM se répartissent de manière prépondérante dans trois types de conceptions : Cn-Pr (7) et En-Cn (4) et En-Ra (3). Ces résultats sont en adéquation avec le classement fait à partir des indices barycentriques. Il faut cependant signaler que le choix de la dimension « motivation » à la question 4 est assez important dans ce groupe d'enseignants. Le cumul des effectifs de tous les types de conceptions (Mo, X) est en effet égal à 9, sur un effectif de 28 professeurs titulaires du CAE/CEM interrogés.

Quant aux professeurs exerçant sans diplôme professionnel, ils se répartissent principalement dans cinq types de conceptions : Cn-Pr (21) ; Mo-Cn (15) ; Ff-Cn (10) ; En-Cn (6) ; Ff-Mo (5) (voir graphe 18).

Ces résultats montrent que même si le type Cn-Pr a un effectif plus important (21), ce qui confirme la prépondérance de ces deux dimensions, le type de conceptions Mo-Cn (15) et Ff-Cn (10) sont assez bien représentés.

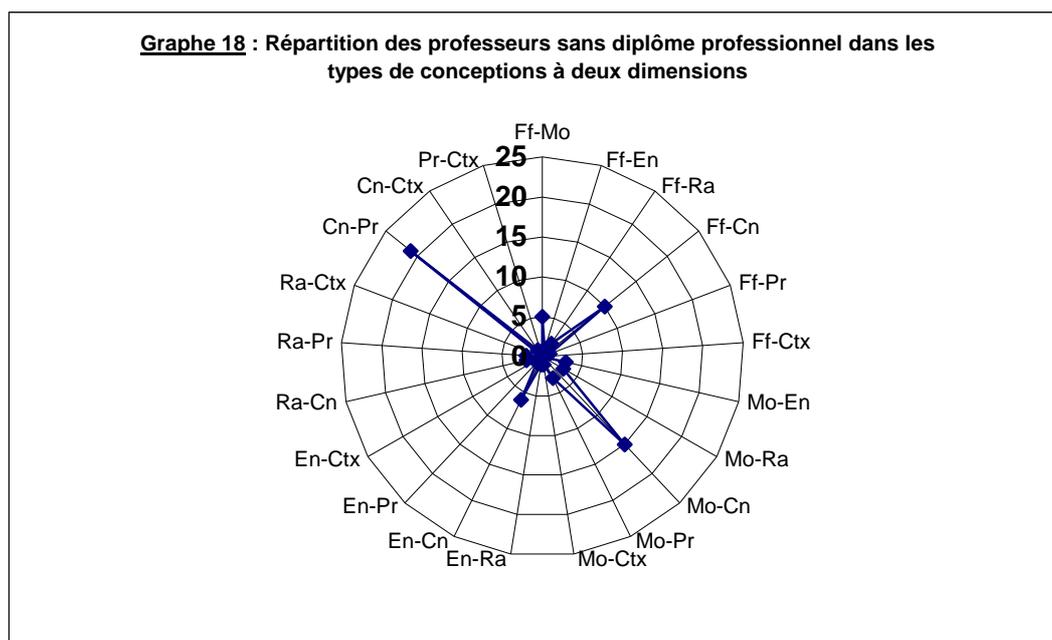
On retrouve ici la pertinence de l'analyse des résultats en termes de types de conceptions. Ainsi, non seulement on confirme la troisième place de la dimension « motivation » obtenue à partir des indices barycentriques, mais on découvre qu'il y a un groupe important d'enseignants pour qui les connaissances et la motivation sont les

dimensions-clés de la résolution de problème. La place de la motivation est encore mieux mise en évidence si on cumule les effectifs des deux types de conceptions contenant la dimension « motivation » :

Mo-Cn et Ff-Mo. On obtient un cumul de 20, c'est-à-dire, pratiquement autant que le type Cn-Pr. La dimension « motivation » est donc une composante essentielle des professeurs sans diplôme professionnel. Ce résultat peut être mis en relation avec les débats autour des performances des professeurs sans diplôme professionnel, qui sembleraient plus efficace que des professeurs qui ont subi au préalable une formation initiale.

Plusieurs observations peuvent être faites à ce niveau :

- les performances des enseignants ne sont pas le produit automatique de leur diplôme professionnel, mais bien le résultat de la qualité de l'enseignement effectivement dispensé et des apprentissages réalisés par les élèves.
- la prise en compte de la dimension « motivation » dans les activités d'enseignement/apprentissage (pour le professeur de physique et chimie, la résolution de problème) peut être une condition favorable à de bonnes performances de l'enseignant et des élèves.
- ces considérations ne peuvent pas à notre avis servir d'argument pour nier la pertinence du renforcement des systèmes de formation initiale ou continuée.



I.2.2.1.2.2. Typologie à deux dimensions et ancienneté

Rappels :

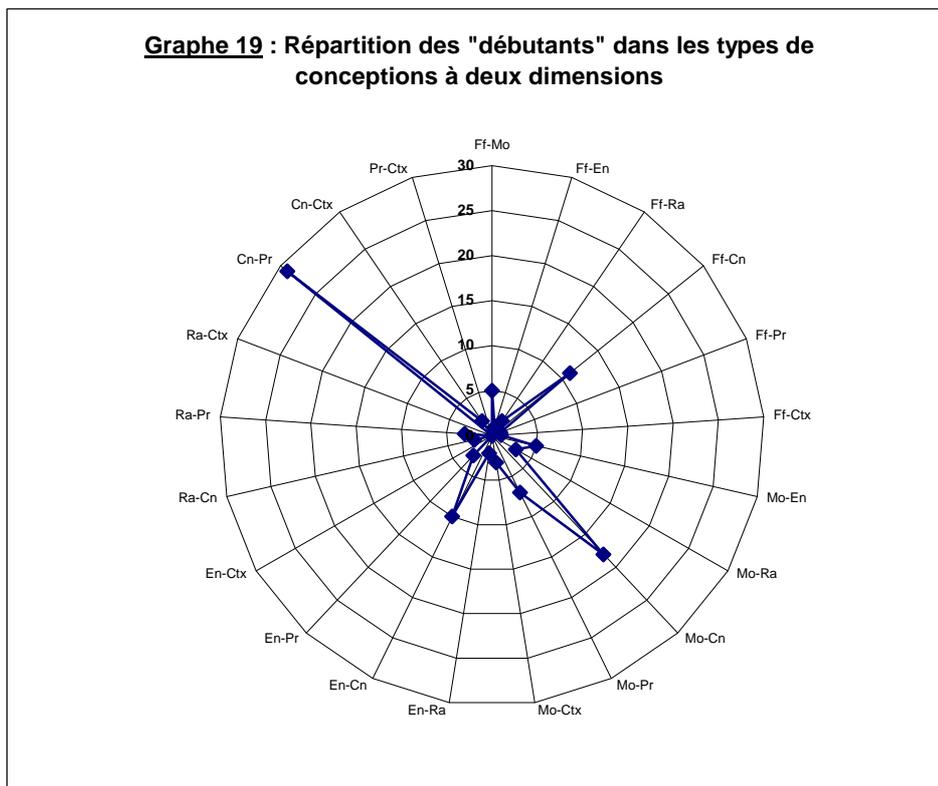
0 = « a » ; 0-5ans = « b » ; 5-10ans = « c » ; 10-15 = « d » ; plus de 15 ans = « e ».

Tableau 72 : Répartition des professeurs dans les types de conceptions selon l'ancienneté

	a	b	c	d	e		a	b	c	d	e	
Ff-Mo	3	2	1	1	2		En-Cn	5	5	3	5	4
Ff-En	0	1	1	0	0		En-Pr	1	2	3	1	0
Ff-Ra	2	0	2	1	0		En-Ctx	0	0	0	1	0
Ff-Cn	6	5	3	5	0		Ra-Cn	2	0	0	1	2
Ff-Pr	1	0	0	1	1		Ra-Pr	2	1	3	0	0
Ff-Ctx	1	0	0	0	0		Ra-Ctx	0	0	0	0	0
Mo-En	1	4	1	2	0		Cn-Pr	1	1	0	6	4
Mo-Ra	3	0	0	0	1		Cn-Ctx	8	1			
Mo-Cn	14	4	4	1	1		Pr-Ctx	0	2	2	0	1
Mo-Pr	2	5	1	0	0							
Mo-Ctx	2	1	0	0	0		TOTAL					
En-Ra	1	1	1	0	3		179					

Pour mieux faire apparaître les tendances les plus significatives, nous allons regrouper les cinq strates, en deux : le sous-groupe des débutants regroupe les strates **a** et **b**, alors que le sous-groupe des anciens est constitué des strates **c**, **d**, **e**. Ce regroupement se justifie par les tendances observées dans la hiérarchie entre les dimensions de la résolution de problème qui montraient une discrimination des sujets par rapport à l'ancienneté. Les graphes 19 et 20 donnent la répartition des sujets dans les deux sous-groupes.

Graphe 19 : Répartition des "débutants" dans les types de conceptions à deux dimensions



Le sous-groupe des « débutants » (ancienneté < 6) se répartit principalement dans cinq types de conceptions : Cn-Pr (29) ; Mo-Cn (18) ; Ff-Cn (11) ; En-Cn (10) ; Mo-Pr (7).

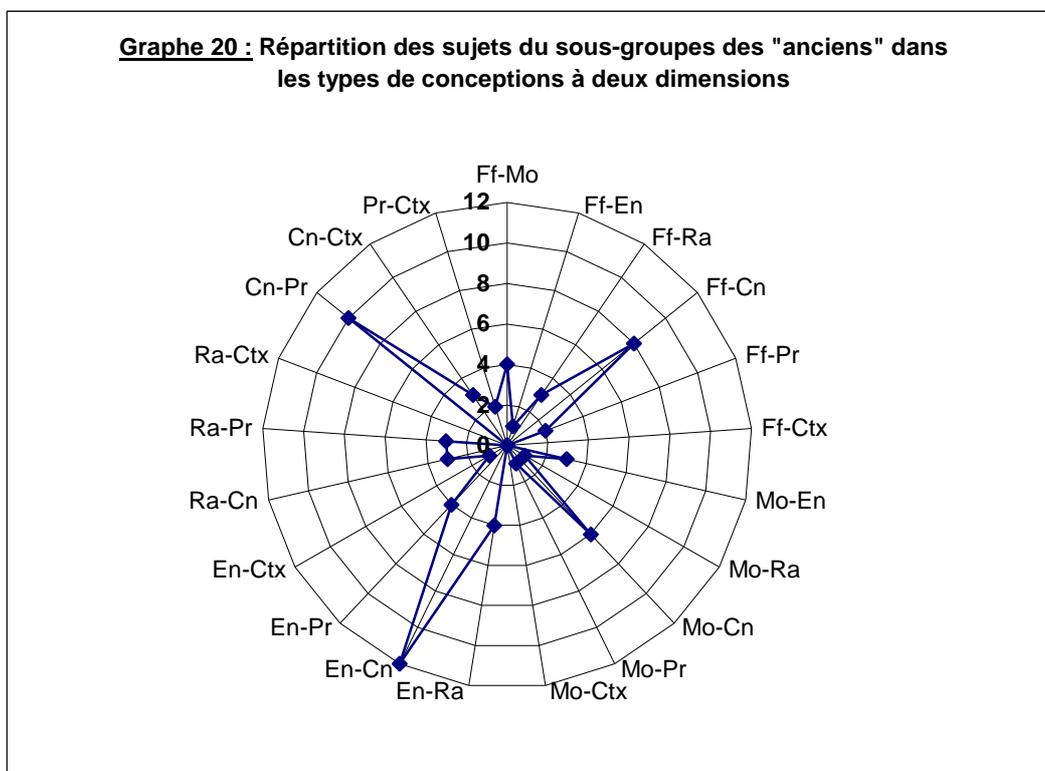
Cette répartition est cohérente avec la hiérarchie entre les dimensions, établie à partir des indices barycentriques. Même si le type Cn-Pr (29) est prépondérant, le cumul des types de conceptions basés sur la motivation Mo-Cn (18) et Mo-Pr (7) donne une valeur de 25, c'est-à-dire pratiquement autant que le type Cn-Pr (29). La motivation apparaît donc comme une dimension importante dans les conceptions des professeurs de physique et chimie, à propos de la résolution de problème comme cela est apparu avec la classification par les indices barycentriques.

Quant au groupe des « anciens » (ancienneté >5), les professeurs se répartissent dans les types de conceptions suivants (graphe 20) :

En-Cn (12) ; Cn-Pr (10) ; Ff-Cn (8) ; Mo-Cn (6).

On voit ici que même si les dimensions Cn et Pr sont les plus valorisées en termes d'indices barycentriques, le type En-Cn est le plus représentatif chez les « anciens ». La dimension « énoncé », bien qu'étant classée en troisième position à partir des indices barycentriques se révèle donc comme une composante-clé des types de conception les

plus fréquents chez les professeurs de physique et chimie ayant une ancienneté supérieure à cinq ans.



En comparant les deux sous-groupes « débutants/anciens», on voit que les quatre types de conceptions les plus représentatifs pour les anciens sont : En-Cn ; Cn-Pr ; Ff-Cn ; Mo-Cn . Cependant l'ordre d'importance varie d'un sous-groupe à un autre.

Deux résultats importants déjà révélés par la méthode des indices barycentriques sont confirmés par l'analyse des types de conception : après les deux dimensions (Cn et Pr) qui constituent la base des conceptions des professeurs de physique et chimie en résolution de problème, les professeurs débutants mettent l'accent sur la motivation, alors que les plus anciens s'intéressent d'avantage à l'énoncé.

On pourrait interpréter ces résultats ainsi : les débutants ont vision plus orientée vers les apprenants, alors que les anciens mettent l'accent sur la matière et les contenus.

Nous allons à présent aborder les types de conceptions en relation avec la pratique en classe de terminale.

I.2.2.1.2.3. Typologie à deux dimensions et pratique de la classe de Terminale

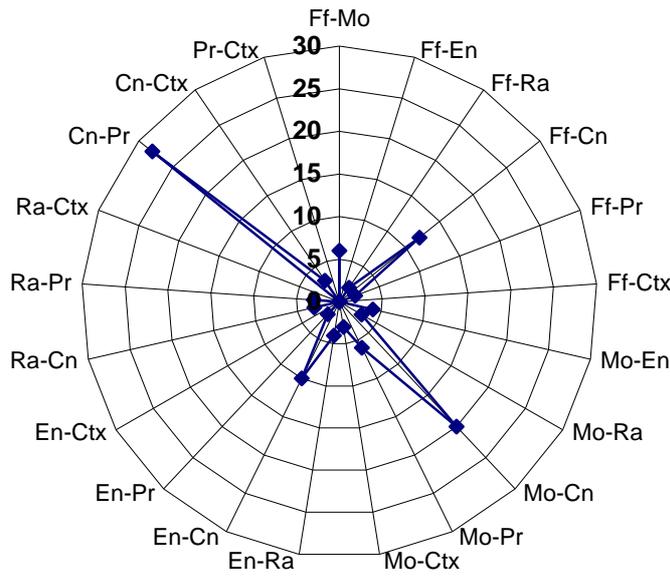
Le tableau 73 suivant présente la répartition des professeurs interrogés dans les types de conception, suivant leur expérience en classe de Terminale. Les graphes 21 et 22 permettent d'avoir une vision plus démonstrative de cette répartition .

Tableau 73 : Répartition des professeurs dans les types de conceptions suivant la pratique en classe de Terminale

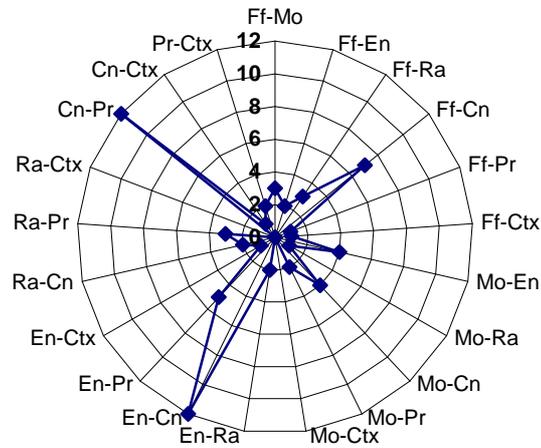
Types de Conceptions	Terminale = 0	Terminale ≠ 0		Terminale = 0	Terminale ≠ 0
Ff-Mo	6	3	En-Cn	10	12
Ff-En	0	2	En-Pr	2	5
Ff-Ra	2	3	En-Ctx	0	1
Ff-Cn	12	7	Ra-Cn	3	2
Ff-Pr	2	1	Ra-Pr	3	3
Ff-Ctx	0	1	Ra-Ctx	0	0
Mo-En	4	4	Cn-Pr	28	12
Mo-Ra	3	1	Cn-Ctx	3	1
Mo-Cn	20	4	Pr-Ctx	0	2
Mo-Pr	6	2			
Mo-Ctx	3	0			
En-Ra	4	2	TOTAL		
			179		

Les graphes 21 et 22 suivants présentent la distribution des professeurs dans les différents types de conception à deux dimensions.

Graphe 21 : Répartition des sujets n'ayant pas d'expérience en classe de Terminale dans les types de conceptions à deux dimensions



Graphe 22 : Répartition des sujets ayant une expérience en classe de Terminale dans les types de conceptions



Nous avons établi une similitude entre les variables « ancienneté » (anc) et « pratique en classe de Terminale » (Term) à propos des résultats obtenus par la méthode des indices barycentriques. En effet, les professeurs les plus anciens sont généralement ceux qui assurent des enseignements en classe de Terminale, malgré quelques exceptions, notamment dans les nouveaux lycées de l'intérieur du pays. Cette similitude

se retrouve dans la répartition des enseignants dans les types de conceptions, comme le montrent les graphes 21 et 22 :

Term = 0 : Cn-Pr (28) ; Mo-Cn (20) ; Ff-Cn (12) ; En-Cn (10)

Term \neq 0 : Cn-Pr (12) ; En-Cn (12) ; Ff-Cn (7) ; En-Pr (5)

On voit bien qu'à l'image de la variable « ancienneté », les professeurs définis par Term = 0, après le type Cn-Pr, sont plutôt du type Mo-Cn, alors que ceux qui exercent en classe de Terminale se distribuent presque à égalité dans les types Cn-Pr et En-Cn.

L'introduction d'une typologie a permis de passer d'une hiérarchie générale entre les dimensions de la résolution de problème, établie à partir des indices barycentriques, à l'identification de type de conceptions caractérisant des profils de professeurs de physique et chimie, définis par le choix de deux dimensions à la quatrième question de notre questionnaire de recherche.

A l'échelle de l'échantillon de recherche, quatre types de conceptions émergent nettement :

Cn-Pr (40) ; Mo-Cn (24) ; En-Cn (22) ; Ff-Cn (19).

On retrouve entre les effectifs de ces types de conceptions, la même hiérarchie entre les dimensions (Cn, Pr, Mo, En, Ff). De plus les quatre types prépondérants ainsi identifiés ont une composante principale : la dimension « connaissance ». Celle-ci peut donc être considérée, au terme de l'analyse des résultats comme la composante principale des conceptions des professeurs de physique et chimie en résolution de problème. Il s'agira dans la suite, dans le cadre de la description microscopique, d'identifier les types de connaissances auxquels se réfèrent les professeurs.

Cependant, lorsque les types de conceptions ont été mis en relation avec les variables de profil (diplôme professionnel, ancienneté, expérience en classe de Terminale), la hiérarchie établie à partir des indices barycentriques sur l'ensemble de l'échantillon a été parfois prise à défaut.

Par exemple, chez les professeurs titulaires du CAEM, le type Cn-Pr ne vient qu'en troisième position après les types En-Cn et Ff-Cn. Il semble bien que cette catégorie de professeurs soit plus sensible à l'énoncé (En) qu'au processus de résolution. De même, dans le sous-groupe des anciens (ancienneté <5) le type En-Cn devance le type Cn-Pr.

On le voit bien, la description macroscopique, même lorsqu'elle a été affinée par une

typologie de conceptions à deux dimensions, masque des informations importantes. Par exemple, lorsqu'un professeur est classé dans le type (X1, X2), est-il plus proche de la dimension X1 ou de la dimension X2 ? Mieux, la catégorisation des enseignants à partir d'une typologie à deux dimensions seulement sur les sept qui ont été identifiées, n'est-elle pas trop restrictive ?

Ces questions nous amènent à explorer les types de conceptions à deux dimensions dans deux directions :

- une exploration interne : il s'agit de situer individuellement, par rapport aux dimensions, les enseignants qui sont rangés dans un type de conceptions donné ;
- une exploration externe : étudier ces positions dans un cadre plus vaste constitué par les types de conceptions à trois dimensions, ayant pour base un des types de conceptions à deux dimensions les plus représentatifs.

I.2.2.2. Exploration des types de conception

L'exploration comporte une dimension interne et une dimension externe. Nous avons choisi de montrer comment on peut explorer un type de conception défini par (X1, X2), pour en tirer des informations plus fines quant à la structure des conceptions. Nous allons illustrer cette approche sur le type de conception prépondérant à l'échelle de l'échantillon de recherche.

I.2.2.2.1. Exploration interne

Nous allons d'abord voir comment les dimensions Cn et Pr sont pondérées par les enseignants constituant le type Cn-Pr. Pour cela, nous allons voir la moyenne des pondérations attribuées et leur dispersion dans le sous-groupe. On part des pondérations attribuées aux deux dimensions par chacun des sujets constituant le type Cn-Pr, et on calcule les moyennes et les écarts-types.

Cn : Moyenne des pondérations affectées par le sous-groupe Cn-Pr : 48 Ecart-type : 16,53

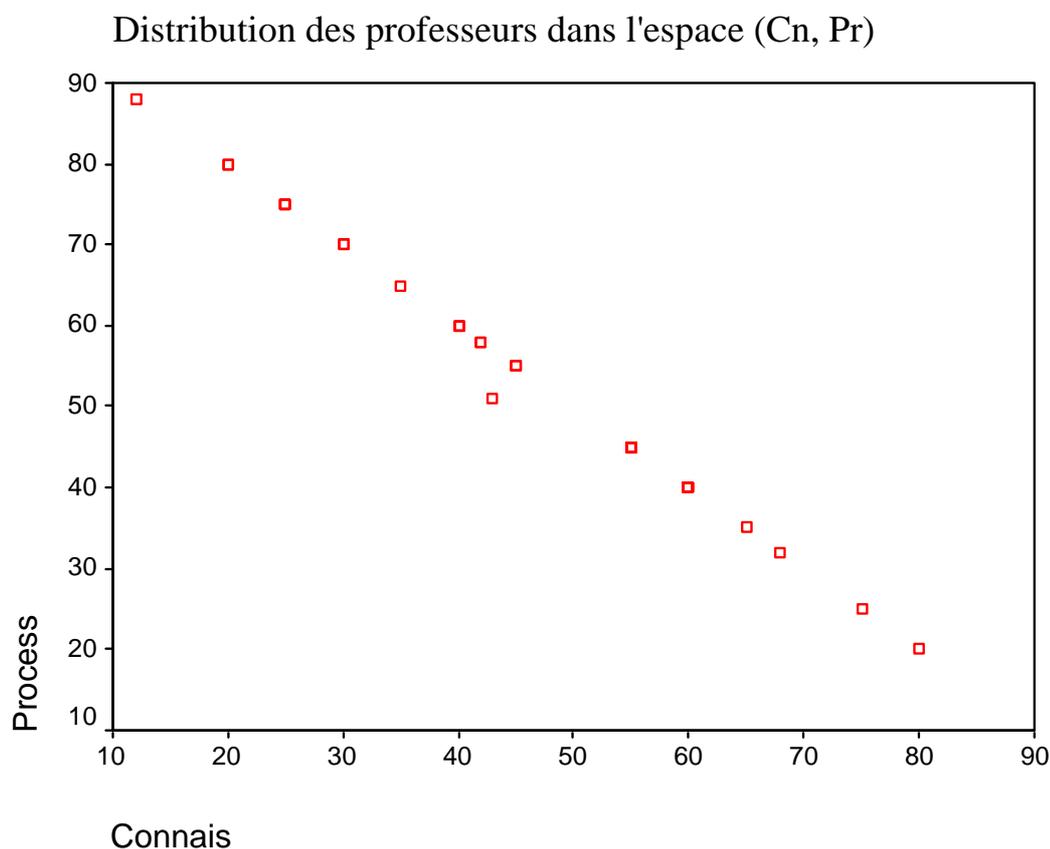
Pr : Moyenne des pondérations affectées par le sous-groupe Cn-Pr : 52 Ecart-type : 16,51

L'écart entre les moyennes de Cn et Pr ne semble pas significatif au regard des écarts-types. Ces données montrent que le groupe des enseignants dont les conceptions sont de type Cn-Pr mettent ces deux dimensions pratiquement au même niveau avec, semble-t-il un léger avantage pour la dimension Pr.

Mais on note aussi que les deux dimensions ont le même degré de dispersion. On peut d'ailleurs considérer que compte tenu de l'échelle (de 0 à 100), les deux dimensions peuvent être considérée comme relativement homogène dans le groupe Cn-Pr.

Mais la moyenne étant une valeur globale, on peut dans une espace à deux dimensions (Cn, Pr), comment les quarante enseignants qui constituent le type Cn-Pr se distribuent.

Graphe 23 :



Le graphe 23 montre que les enseignants de type Cn-Pr se subdivisent nettement en deux sous-groupes : le sous-groupe 1 majoritaire est plutôt basé sur une valorisation du processus de résolution, alors que le sous-groupe 2 manifeste plus d'intérêt pour la dimension connaissance.

I.2.2.2.2. Exploration externe

Nous avons déjà soulevé la question du caractère arbitraire de la limitation à deux dimensions pour caractériser les types de conception. Pour tenir compte de cette objection, nous allons nous appuyer sur une typologie à trois dimensions ayant pour base Cn-Pr. Il s'agit de voir comment les enseignants définis par une typologie à trois dimensions se répartissent dans l'espace défini par les dimensions Cn et Pr.

Le tableau 73 présente les types de conceptions à trois dimensions de l'échantillon de recherche.

Tableau 73 : Types de conceptions à trois dimensions

Types	Effectifs		Types	Effectifs
En-Cn-Pr	28		Mo-En-Ra	3
Mo-Cn-Pr	19		Ff-Cn-Ctx	3
Ra-Cn-Pr	19		Ra-En-Cn	3
Ff-Cn-Pr	17		Cn-Pr-Ctx	3
Ff-Mo-Cn	12		Ff-Mo-Pr	2
Mo-En-Cn	13		En-Ra-Ctx	2
Mo-Ra-Cn	8		En-Cn-Ctx	2
FF-En-Cn	5		En-Pr-Ctx	1
Mo-En-Pr	5		Ff-Mo-Ctx	1
Ff-Ra-Pr	5		Ff-En-Ra	1
En-Ra-Pr	5		Mo-Ra-Ctx	1
Ff-Mo-Ra	4		Ff-Pr-Ctx	1
Ff-En-Pr	4		Mo-Pr-Ctx	1
Mo-Cn-Ctx	4		Ra-Cn-Ctx	1
Ff-Mo-En	3			
Ff-Ra-Cn	3	Total		
		179		

On découvre sans surprise que les types de conceptions à trois dimensions ayant pour base Cn-Pr couvrent en tout 89 enseignants, soit 49,6% de l'effectif de l'échantillon. Cela montre que le caractère sélectif de la question 4 du questionnaire a obligé les sujets interrogés à faire des choix difficiles qui ont fait qu'on est passé d'un effectif de 89 professeurs de types Cn-Pr-X (dans une typologie à trois dimensions, à un effectif de 40 professeurs de type Cn-Pr (dans une typologie à deux dimensions). La prise en compte des dimensions Cn et Pr dans les conceptions des professeurs de physique et chimie est donc plus importante que ne l'indique la typologie à deux dimensions.

Pour mieux rendre compte des positions des professeurs par rapport aux deux dimensions, il nous semble plus pertinent de nous appuyer sur la typologie à trois dimensions.

La prise en compte des pondérations affectées à la questions 3 du questionnaire, nous permet de voir le degré de prise en compte par les professeurs des dimensions Cn et Pr, mais aussi la dispersion des pondérations. Les calculs donnent :

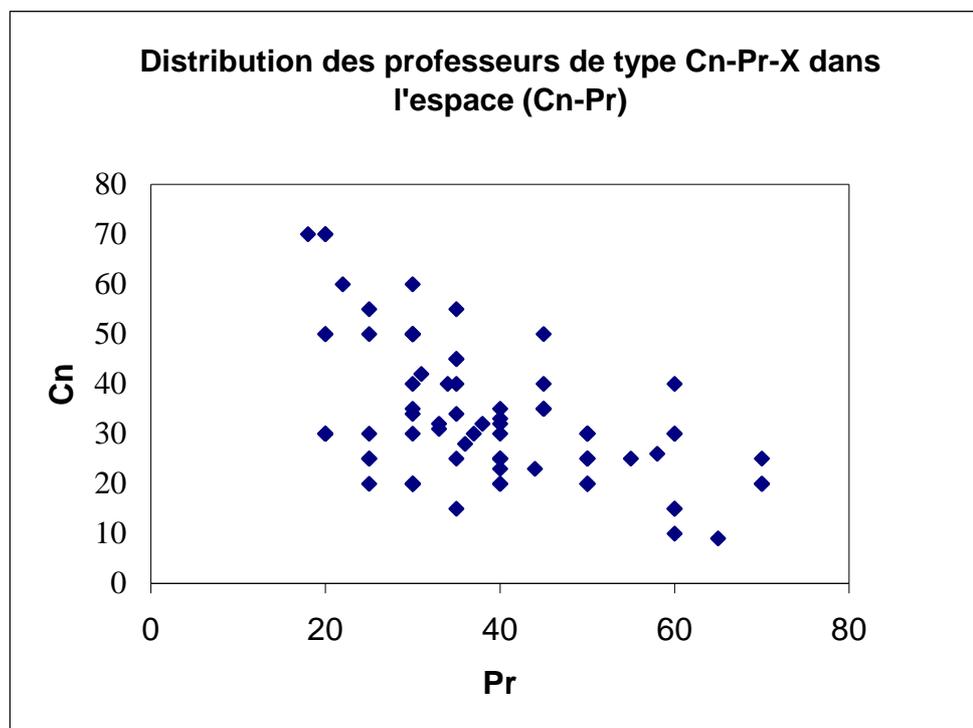
Cn : Moyenne des pondérations affectées par le sous-groupe Cn-Pr : 38,65 Ecart-type : 13, 17

Pr : Moyenne des pondérations affectées par le sous-groupe Cn-Pr : 32,70 Ecart-type : 13, 52

On note que les deux dimensions ont des moyennes du même ordre de grandeur et une dispersion presque identique. On peut affirmer que le type de conceptions à trois dimensions ayant pour base Cn-Pr est relativement homogène par rapport aux dimensions Cn et Pr. La typologie à trois dimensions semble donc être un outil plus efficace pour identifier des groupes bien définis, caractérisés par des positions relativement stables par rapport aux dimensions de la résolution de problème.

Ce regroupement des positions des enseignants de type Cn-Pr-X est bien mis en évidence dans le graphe 24 suivant.

Graphe 24 :



Le graphe 24 montre nettement une concentration des enseignants dans un domaine limité par des droites parallèles aux axes et coupant ces derniers par les graduations 20 et 50. On retrouve également de petits sous-groupes qui sont plus centrés sur l'une ou l'autre dimension.

L'exploration de la typologie à deux dimensions, tant au niveau interne qu'externe fournit donc des informations plus fines sur les types de conceptions d'enseignants par rapport à la résolution de problème. Il est possible par cette méthode d'explorer tous les types de conceptions, pour voir, au-delà des indices barycentriques quels sont les groupes ou sous-groupes d'enseignants correspondant à une vision stable et homogène et permettant d'identifier un type de conceptions.

Ainsi, nous venons de voir que le type de conceptions à deux dimensions Cn-Pr se décompose en fait en deux sous-groupes dont le plus important est plutôt centré sur le processus de résolution de problème. De même, en passant à une typologie à trois dimensions, on a identifié un groupe relativement plus homogène par rapport aux deux dimensions Cn et Pr.

I.2.3. Conclusion sur la description macroscopique

Le chapitre 1 de la troisième partie est consacré à la description des conceptions des professeurs de physique et chimie, par rapport à la résolution de problème. Deux approches ont été jusqu'ici mises en œuvre : la description des conceptions par les indices barycentriques et qui s'intéresse aux dimensions de la résolution de problème, et les typologies de conceptions permettant d'identifier des groupes d'enseignants correspondant à des conceptions.

Toutes ces deux approches ont été mises en relation avec les variables du profil professionnel que sont le diplôme professionnel, l'ancienneté dans le métier ou l'exercice en classe de Terminale. La variable "genre" bien qu'ayant été évoquée, n'a pas fait l'objet d'un traitement approfondi compte tenu du caractère marginal du nombre de femmes dans notre échantillon de recherche.

Ainsi, que ce soit au niveau général de l'échantillon ou au niveau des différentes strates définies à partir des variables de profil professionnel, les dimensions "connaissance"

(Cn) et "processus" (Pr) apparaissent dans l'ordre décroissant comme la base des conceptions des professeurs de physique et chimie en résolution de problème. La troisième place est occupée tantôt par la dimension "motivation" (Mo) ou "énoncé" (En) suivant les strates considérées. Il apparaît que l'énoncé est valorisée par les professeurs ayant une ancienneté supérieure à 5 ans ou titulaires de diplômes professionnels d'enseignement, alors que les enseignants débutants ou qui ne sont titulaires d'aucun diplôme professionnel privilégie la dimension "motivation" (Mo). La dimension "contexte" apparaît comme la plus marginale.

Au niveau inférentiel, les différences significatives entre les groupes définis à partir des variables de profil n'ont été notées que pour deux dimensions : l'énoncé pour le diplôme professionnel et les résultats, pour l'ancienneté. Même dans ces deux cas limités, les différences significatives ne concernent que les groupes extrêmes : professeurs sans diplôme professionnel/les professeurs du CAES d'une part, débutants (ancienneté : 0-5ans)/ anciens (ancienneté : plus de 15 ans).

Mais, les types de conceptions concernent les professeurs pris individuellement. Lorsqu'on considère les types de conceptions à deux dimensions, c'est logiquement que le type Cn-Pr est apparu comme le plus représenté, à l'échelle de l'échantillon de recherche, suivi par les types Mo-Cn, En-Cn et Ff-Cn. Mais cette hiérarchie ne se retrouve pas dans les différentes strates. Cette apparente anomalie nous a poussé à explorer le type de conceptions Cn-Pr ce qui nous a permis de voir qu'il était possible d'affiner l'identification de groupes d'enseignants ayant des conceptions spécifiques.

Ces deux approches constituent ce que nous avons appelé une description macroscopique. En effet, toutes les données recueillies sur les conceptions concernent les dimensions identifiées à la suite de la recherche exploratoire. Ces données font abstraction du contenu que les sujets mettent dans ces dimensions.

Pour compléter notre connaissance des conceptions des professeurs de physique et chimie en résolution de problème, nous avons prévu une approche microscopique permettant d'explicitier le contenu de chacune des dimensions. La description microscopique permettra de recueillir des données didactiques susceptibles de nourrir des recherches ultérieures ou de fonder des dispositifs de développement de compétences en résolution de problème.

I.3. DESCRIPTION MICROSCOPIQUE DES CONCEPTIONS

Dans le questionnaire de recherche il était demandé aux sujets interrogés d'attribuer des pondérations, suivant l'échelle spécifiée, aux items descriptifs des dimensions de la résolution de problème en physique et chimie. Il est donc possible de classer les items pour chaque dimension.

Dans cette partie et pour chacune des sept dimensions de la résolution de problème (Ctx, Ra, Ff, En, Mo, Pr, Cn), la classification sera présentée et discutée du point de vue didactique.

Ces résultats seront également mis en relation avec les variables du profil professionnel. Cela permettra de répondre à une question du type de celle-ci : quel contenu les professeurs titulaires du CAES mettent-ils dans la dimension "processus" (Pr) ? Mais pour des raisons pratiques, cette articulation ne concernera que les deux dimensions les plus représentatives (Cn, Pr), articulées avec les deux variables principales du profil professionnel : le diplôme professionnel (dp) et l'ancienneté (anc).

I.3.1. La structure de la dimension "contexte"

I.3.1.1. Présentation des résultats

Les éléments du contexte valorisés dans les conceptions des professeurs de physique et chimie sont donnés par le tableau 74.

Tableau 74 : Classement des indicateurs de la dimension "contexte" (Ctx)

Rang	Nom de la variable	Indicateurs
1	Ctx2	Séance de travaux dirigés
2	Ctx1	Exercice d'application
3	Ctx4	Travail à domicile
4	Ctx8	Le temps imposé pour résoudre le problème
5	Ctx6	La situation d'examen
6	Ctx13	Le manque de motivation
7	Ctx3	Le groupe de travail d'élèves
8	Ctx7	La composition
9	Ctx10	Le manque de documents
10	Ctx14	L'accès ou non aux documents
11	Ctx11	Les contraintes du programmes
12	Ctx9	Les effectifs pléthoriques
13	Ctx5	Les systèmes d'unités
14	Ctx12	Les contraintes

I.3.1.2. Discussion des résultats

Les trois premiers éléments du contexte se réfèrent à des activités de résolution de problème : la séance de travaux dirigés, les exercices d'application qui sont destinés à mettre en scène les connaissances acquises pendant la leçon du jour dans des situations familières, et le travail à domicile qui implique un engagement individuel de l'élève.

Ces trois premiers items renvoient cependant tous à des contextes d'apprentissage. Les éléments du contexte d'évaluation (Ctx6 = situation d'examen et Ctx7 = situation de composition) n'apparaissent respectivement qu'en 5^{ème} et 8^{ème} position. Sur le plan didactique cette perspective centrée sur l'apprentissage est en adéquation avec le courant cognitiviste. Mais l'insatisfaction par rapport aux activités de résolution de problème est souvent liée aux résultats obtenus par les élèves dans les évaluations (Tableau 2 p.7).

La variable "temps" dans le contexte de résolution de problème est également en bonne place (Ctx8, 4^{ème} place). C'est là une indication sur les contraintes liées à la limitation du temps dans les activités d'évaluation en résolution de problème.

La question de la motivation dans les contextes de résolution de problème (Ctx13) est bien située dans les conceptions des enseignants. En effet le manque de motivation des élèves pour les sciences en général, et pour la physique et de la chimie en particulier, est souvent évoquée dans la littérature (Ratziu, 2000). La question est de savoir si c'est un rejet des sciences ou des méthodes d'enseignement des sciences, particulièrement les méthodes d'enseignement de la résolution de problème (Sall et al., 1998).

Enfin, les résultats montrent également une marginalisation des éléments du contexte liés aux conditions matérielles (le manque de document (Ctx10), l'accès ou non aux documents (Ctx14), les effectifs pléthoriques (Ctx9)).

La dimension "contexte" est donc perçue par les enseignants plus sous l'angle du contexte d'apprentissage que dans une perspective d'évaluation.

I.3.2. La structure de la dimension "résultats attendus" (Ra)

I.3.2.1. Présentation des résultats

La structure de la dimension "résultats attendus" est donnée par le tableau 75.

Tableau 75: Classement des indicateurs de la dimension "résultats attendus" (Ra)

Rang	Nom de la variable	Indicateurs
1	Ra5	La cohérence des équations aux dimensions
2	Ra4	Les unités
3	Ra9	La lisibilité des résultats
4	Ra7	L'explicitation de la démarche
5	Ra2	La signification phénoménologique des résultats
6	Ra11	Les commentaires des résultats
7	Ra3	La précision des résultats
8	Ra1	Le type de résultat (qualitatif ou quantitatif)
9	Ra6	La pertinence des approximations
10	Ra8	La justifications des approximations
11	Ra	La notation scientifique des valeurs numériques
12	Ra12	La séparation des aspects qualitatifs et quantitatifs

I.3.2.2. Discussion des résultats

La dimension "résultat" est marquée par deux éléments importants de la résolution de problème : la cohérence des équations aux dimensions et les unités. Cette vision correspond bien à deux qualités indispensables pour un résultat en physique et chimie. Mais on peut noter tout de suite que les enseignants se situent dans une perspective scolaire classique mettant en jeu des équations et des grandeurs numériques à trouver. L'explicitation de la démarche qui permet à l'enseignant de voir si l'élève a réellement compris ne vient qu'en quatrième position après l'exigence matérielle de lisibilité.

Mieux le type de résultat (qualitatif/quantitatif) est rejeté à 8^{ème} place sur 12 items. De même la plupart des items relatifs au sens (signification phénoménologique, pertinence et justification des approximations, la notation scientifique) sont rejetés loin dans le classement.

A ce propos l'hypothèse **H-S₆** était libellée ainsi :

H-S₆: La structure microscopique de la dimension "résultats attendus" est plus marquée par le produit des démarches que les démarches elles-mêmes.

Cette hypothèse peut être considérée comme corroborée. Ainsi, dans un système de formation d'enseignants en résolution de problème, l'accent devra être mis sur l'importance dans la prise en compte des résultats, de la démarche de l'élève, l'indicateur le plus manifeste du niveau d'appropriation du savoir scientifique et des difficultés rencontrées.

I.3.3. Structure de la dimension "Finalité" (Ff)

I.3.3.1. Présentation des résultats

La structure de la de la dimension "finalité" est donnée par le tableau 76.

Tableau 76 : Classement des indicateurs de la dimension "Finalité" (Ff)

Rang	Nom de la variable	Indicateurs
1	Ff2	Evaluer les acquisitions des élèves
2	Ff5	Diagnostiquer les lacunes des élèves
3	Ff6	Renforcer les acquis des élèves
4	Ff10	Illustrer l'articulation entre la théorie et la pratique
5	Ff3	Contrôler la progression du cours
6	Ff8	Développer la créativité
7	Ff1	Faire apprendre
8	Ff7	Développer la curiosité
9	Ff9	Faire découvrir une loi
10	Ff4	Sélectionner les meilleurs élèves

I.3.3.2. Discussion des résultats

Comme on pouvait s'y attendre, la résolution de problème est perçue d'abord par les professeurs de physique et chimie comme un outil d'évaluation des acquisition (Ff2). Même si les finalités de diagnostiquer les lacunes ou de renforcer les acquis des élèves viennent en 2^{ème} et 3^{ème} position, la finalité "faire apprendre" (Ff1) ne situe qu'en 7^{ème} place. L'utilisation de la résolution de problème à des fins d'évaluation formative (contrôler la progression du cours) est cependant assez bien classée (5^{ème}).

Autre résultat remarquable, c'est la marginalisation des items Ff7 (développer la curiosité) et Ff9 (faire découvrir une loi). Pourtant dans la revue de la littérature sur les recherches en résolution de problème, cette activité est utilisée pour la conceptualisation et la modélisation (Gil Perez (1983), Dumas-Carré et Goffard (1997)).

Les conceptions à propos de la dimension "finalité" dans le cadre de la résolution de problème en physique et chimie est donc marquée par une vision classique d'outil d'évaluation. Ce résultat fournit, sur le plan didactique, des indications pour la formation des enseignants. Les activités de résolution de problème doivent être

orientées vers l'apprentissage des concepts scientifiques. Cela devrait modifier littéralement les activités scolaires de résolution de problème (Caillot et al., 1990 ; Dumas-Carré et Goffard, 1997).

Enfin l'hypothèse **H-S₉** qui prédisait une centration de la finalité sur les aspects évaluatifs au détriment de l'apprentissage est largement corroborée par le classement réalisé à partir des réponses des professeurs de physique et chimie.

I.3.4. Structure de la dimension "énoncé" (En)

I.3.4.1. Présentation des résultats

La structure de la dimension "énoncé" est donnée par le tableau 77.

Tableau 77 : Classement des indicateurs de la dimension "Enoncé" (En)

Rang	Nom de la variable	Indicateurs
1	En3	La formulation des questions
2	En24	La lisibilité du texte
3	En19	Les unités exprimant les données
4	En16	L'illustration par des schémas
5	En2	La description des systèmes
6	En17	La qualité des schémas
7	En5	Les types de questions posées
8	En20	La donnée des constantes physiques
9	En18	Les notations et conventions utilisées
10	En4	La précisions exigées des résultats
11	En1	La présences de données qualitatives
12	En13	La présences de données quantitatives
13	En22	L'enchaînement des questions
14	En8	L'originalité de la situation-problème
15	En15	Les types de résultats attendus
16	En14	La spécification du contexte
17	En9	Les rapport qualitatif/quantitatif
18	En23	Les méthodes suggérées
19	En10	Les approximations autorisées
20	En8	Les méthodes de résolution imposées
21	En11	L'interdépendance entre les questions
22	En6	Le rappel des formules à utiliser
23	En7	La longueur de l'énoncé
24	En21	Le nombre de questions posées

I.3.4.2. Discussion des résultats

L'hypothèse **H-S₅** relative à la structure de la dimension « énoncé » était libellé ainsi :

H-S₅ : La structure microscopique de la dimension « énoncé » est plus marquée par des aspect quantitatifs que par des aspects qualitatifs, par des aspects de forme que de fond.

La dimension "énoncé" renvoie, chez les professeurs de physique et chimie d'abord à la formulation des questions (En3), à la lisibilité du texte (En24) et aux unités exprimant les données (En19). Cette focalisation sur les données numériques est bien une caractéristique des énoncés des problèmes "papier-crayon" donnés aux élèves. Le concept de "données d'un problème" renvoie d'abord à des données numériques. La réalité montre cependant que les données qualitatives sont déterminantes dans la résolution de problème.

Les données qualitatives et quantitatives ne sont classées qu'en 11^{ème} et 12^{ème} positions, bien après la description du système (En2, 5^{ème}), la qualité des schémas (En17, 6^{ème}). Les aspects conjoncturels (les contraintes imposées par l'énoncé et les consignes) sont au bas du classement.

On peut donc affirmer que les résultats sont en adéquation avec les hypothèses.

Il y a donc un travail pédagogique et didactique à mener au niveau des enseignants pour les amener à développer une approche efficace des énoncés qui met d'abord l'accent sur l'identification des données qualitatives: celles-ci englobent la connaissance des phénomènes physico-chimiques et la description des systèmes à étudier. Il s'agira de provoquer une sorte de révolution pour faire des activités de résolution de problème des opportunités pour que les élèves s'adonnent à des démarches rationnelles qui contribuent à développer la capacité d'apprendre.

La recherche en résolution de problème en physique et chimie donne des exemples de prise en charge de cette question (Gil Perez et Martinez-Terregosa, 1983, Weil-Barais et Lemeignan, 1990 , Dumas-Carré et Goffard, 1997).

I.3.5. Structure de la dimension "motivation"

I.3.5.1. Présentation des résultats

La structure de la dimension "motivation" est donnée par le tableau 78.

Tableau 78 : Classement des indicateurs de la dimension "Motivation" (Mo)

Rang	Nom de la variable	Indicateurs
1	Mo8	Etre rigoureux
2	Mo20	Etre motivé pour les études
3	Mo14	Accepter de fournir des efforts
4	Mo15	Etre attentif
5	Mo2	Avoir l'esprit critique
6	Mo24	Compter d'abord sur soi
7	Mo6	Avoir confiance en soi
8	Mo17	Etre vigilant
9	Mo22	Etre persévérant
10	Mo26	Avoir le culte de la qualité
11	Mo1	Etre patient
12	Mo16	Etre ambitieux
13	Mo21	Savoir prendre des décisions
14	Mo19	Savoir gérer son stress
15	Mo13	Savoir écouter
16	Mo5	Dominer sa peur
17	Mo7	Savoir assumer ses responsabilités
18	Mo18	Etre courageux
19	Mo10	Avoir le sens de l'autonomie
20	Mo25	Accepter de solliciter les autres
21	Mo3	Etre curieux
22	Mo23	Surmonter son anxiété
23	Mo9	Savoir assumer son échec
24	Mo4	Reconnaître ses points faibles
25	Mo11	Avoir la hantise de l'échec
26	Mo12	Etre paresseux

I.3.5.2. Discussion des résultats

L'hypothèse **H-S₈** à propos de la structure de la variable "motivation" était libellée ainsi :

H-S₈ : La structure microscopique de la dimension « motivation » est plus marquée par les aspects cognitifs et conatifs que par les aspects affectifs.

Les résultats montrent que les cinq premiers items sont axés sur les aspects cognitifs et

conatifs de la motivation : être rigoureux (Mo8), être motivé pour les études (Mo20), accepter de fournir des efforts (Mo14), être attentif (Mo15), avoir l'esprit critique (Mo2). Les premiers items portant sur les aspects affectifs : compter d'abord sur soi (Mo24), avoir confiance en soi (Mo6) viennent en 6^{ème} et 7^{ème}. On en retrouve plus loin en quatorzième position (savoir gérer son stress, Mo19) en 16^{ème} position (dominer sa peur, Mo5), puis aux positions 22, 23, 24, 25 (surmonter son anxiété(Mo23), savoir assumer son échec(Mo9), reconnaître ses points faibles(Mo4), avoir la hantise de l'échec (Mo11).

L'hypothèse H-S₈ est donc corroborée par les résultats. Les conceptions que les professeurs de physique et chimie ont de la motivation met les aspects affectifs au second plan. Cela soulève un problème pédagogique qui mérite d'être étudié. Il est souvent reproché aux professeurs de science d'être insensible aux difficultés des élèves et aux problèmes affectifs qu'ils rencontrent. Sûrs de leur science, les professeurs de science en général, et de physique et chimie en particulier, « ne comprennent pas qu'on ne comprenne pas » (Bachelard, 1938). Nous faisons l'hypothèse que les méthodes d'enseignement des sciences, particulièrement ce refus d'accepter qu'après plusieurs explications, l'élève peut ne pas comprendre, est une des raisons de la baisse de la motivation des jeunes pour les sciences.

L'élève est trop en insécurité dans un tel contexte d'apprentissage, il est stressé. L'enseignant doit enfin revoir le statut de l'erreur, pour en faire un levier de l'apprentissage et non l'utiliser comme une occasion pour sanctionner négativement.

I.3.6. Structure de la dimension "processus"

I.3.6.1. Présentation des résultats

La structure de la dimension « processus » est donnée par le tableau 79.

Tableau 79 : Classement des indicateurs de la dimension "Processus" (Pr)

Rang	Nom de la variable	Indicateurs
1	Pr34	Comprendre
2	Pr48	Mobiliser ses connaissances
3	Pr41	Analyser
4	Pr5	Identifier les phénomènes en jeu
5	Pr15	Interpréter
6	Pr39	Expliquer
7	Pr40	Justifier
8	Pr37	Résoudre
9	Pr23	Démontrer
10	Pr53	Schématiser
11	Pr30	Faire une synthèse
12	Pr42	Observer
13	Pr7	Résoudre des équations
14	Pr25	Argumenter
15	Pr35	Calculer
16	Pr14	Appliquer
17	Pr 22	Contextualiser
18	Pr43	Vérifier
19	Pr28	Expérimenter
20	Pr54	Identifier le contexte
21	Pr8	Rédiger
22	Pr16	Reformuler
23	Pr46	Déduire
24	Pr1	Manipuler
25	Pr32	Mettre en évidence
26	Pr3	Formuler
27	Pr33	Générer des équations
28	Pr10	Se rappeler
29	Pr49	Structurer
30	Pr9	Modéliser
31	Pr13	Evaluer
32	Pr29	Construire
33	Pr11	Reconnaître
34	Pr36	Simplifier
35	Pr21	Contrôler
36	Pr31	Comparer
37	Pr6	Critiquer
38	Pr38	Caractériser
39	Pr27	Critiquer
40	Pr47	Résumer
41	Pr24	Décomposer
42	Pr20	Mesurer
43	Pr44	Planifier
44	Pr2	Elaborer
45	Pr45	Adapter
46	Pr18	Consolider
47	Pr12	Classer
48	Pr51	Imaginer
49	Pr52	Relativiser
50	Pr17	Mettre à l'épreuve
51	Pr26	S'approprier
52	Pr4	Générer
53	Pr50	Infirmer
54	Pr19	Extrapoler

I.3.6.2. Discussion des résultats

L'hypothèse **H-S₇** était libellée comme suit :

H-S₇ : La structure microscopique de la dimension « processus » est plus marquée les procédures et démarches spécifiques que par des procédures et démarches de représentation de la tâche et de construction d'une solution.

Lorsqu'on observe le tableau 79 on peut remarquer nettement que les sept (7) premiers items qui décrivent la dimension « processus » sont constitués par des processus généraux :

Comprendre, mobiliser ses connaissances, analyser, identifier les phénomènes en jeu, interpréter, expliquer. C'est ensuite seulement que l'on note la prise en compte de démarches spécifiques justifier, résoudre, démontrer, schématiser, faire une synthèse.

L'hypothèse H-S₇ est donc confirmée par les données, même si la procédure la plus générale (extrapoler) se retrouve en dernière position.

Mais ces résultats peuvent également être lus sous l'angle des informations fournies par la littérature sur la résolution de problème. On voit de manière remarquable que l'espace-problème de Newell et Simon (1972) est pris en compte. Il y a une cohérence manifeste dans l'ordre de succession des sept premiers items. La place de la compréhension en tant que premier processus intellectuel impliqué dans la résolution de problème est à souligner.

La première place occupée par le processus « comprendre », et donc par la question du sens, nous amène à dire que les professeurs de physique et chimie ont révélé une vision cognitiviste de la résolution de problème. Il s'agit là pour paraphraser Perret-Clermont (2001), d'un véritable « espace de pensée » de la résolution de problème.

Il semble bien que les professeurs de physique et chimie ait une vision épistémologique cohérente quant aux processus en jeu dans la résolution de problème dans leur discipline.

Compte tenu de l'importance de la variable processus, nous allons voir s'il y a une différence significative entre le groupe des débutants (0-5 ans) et celui des anciens (plus de 15 ans).

I.3.6.3. Structure de la dimension "processus" et variable de profil : l'ancienneté

Nous allons comparer le contenu de la dimension "processus" selon les professeurs "débutants" (ancienneté < 6 ans) et professeurs "anciens" (ancienneté > 5 ans).

Le tableau 80 suivant montre les vingt premiers items de la dimension "processus" selon les deux types de professeurs.

Tableau 80 : Comparaison de la structure de la dimension processus selon les "anciens" et les "débutants"

Rang	Débutants	Anciens
1	comprendre	comprendre
2	interpréter	mobiliser ses connaissances
3	mobiliser ses connaissances	Identifier les phénomènes en jeu
4	analyser	analyser
5	expliquer	expliquer
6	justifier	interpréter
7	identifier les phénomènes en jeu	résoudre des équations
8	Résoudre des équations	résumer
9	démontrer	justifier
10	faire une synthèse	observer
11	argumenter	schématiser
12	calculer	démontrer
13	contextualiser	rédigier
14	appliquer	appliquer
15	vérifier	calculer
16	observer	manipuler
17	critiquer	générer des équations
18	reformuler	faire une synthèse
19	se rappeler	expérimenter
20	expérimenter	argumenter

L'examen de ce tableau montre que sur les vingt (20) premiers items constitutifs de la dimension "processus", seuls trois (3) sont différents. On peut donc affirmer que globalement les conceptions de ces deux types de professeurs à propos des processus impliqués dans la résolution de problème se recoupent.

L'hypothèse H-S₁₃, selon laquelle l'ancienneté devrait discriminer la structure de la dimension « processus » n'est que très faiblement corroborée par les données.

Il faut seulement remarquer que certains items ont décalés de manière sensible dans les deux groupes. Par exemple « interpréter » ne vient qu'en sixième position chez les "anciens" alors qu'il occupe le deuxième rang chez les débutants.

Au niveau des démarches spécifiques, si les débutants cite des processus très importants (argumenter, vérifier, critiquer, reformuler), les anciens mettent l'accent sur des

processus orientés vers la pratique : schématiser, rédiger, générer des équations. Mais globalement les deux conceptions sont équivalentes. L'ancienneté n'a pas introduit une discrimination notable entre les conceptions des professeurs de physique et chimie à propos des processus impliqués dans la résolution de problème.

I.3.7. Structure de la dimension "connaissance" (Cn)

I.3.7.1. Présentation des résultats

La structure de la dimension « connaissance » est donnée par le tableau 80

Tableau 81 : Classement des indicateurs de la dimension "Processus" (Pr)

Rang	Nom de la variable	Indicateurs
1	Cn22	Les lois
2	Cn17	Les définitions
3	Cn9	Les théorèmes
4	Cn18	Les unités
5	Cn20	Les phénomènes physiques
6	Cn32	La nomenclature
7	Cn21	Les règles et les conventions
8	Cn23	Les théories
9	Cn31	Les formules
10	Cn2	Les concepts
11	Cn5	Les phénomènes chimiques
12	Cn19	Les faits expérimentaux
13	Cn3	Les systèmes d'unités
14	Cn14	Les conditions d'application
15	Cn6	Les principes
16	Cn11	Les limites de validité (lois/théories)
17	Cn1	Les schémas normalisés
18	Cn4	Les protocoles expérimentaux
19	Cn25	Les méthodes
20	Cn16	Les types de raisonnement
21	Cn15	Les champs d'application
22	Cn26	Les systèmes
23	Cn30	Les modes de validation d'une démarche
24	Cn10	Les symboles
25	Cn13	Les ordres de grandeurs
26	Cn24	Les différents champs de savoir
27	Cn7	Les modèles
28	Cn29	Les procédures de contrôle
29	Cn28	Les exemples spécifiques
30	Cn27	Les solutions-types
31	Cn12	Les tendances dans un champ de savoir
32	Cn8	Les critères de discrimination

I.3.7.2. Discussion des résultats

L'hypothèse **H-S₄** relative à la structure microscopique de la dimension « connaissance » était libellée ainsi :

H-S₄: La structure microscopique de la dimension « connaissance » contient plus de connaissances déclaratives que de connaissances procédurales ou conditionnelles.

L'hypothèse est largement corroborée par les résultats du tableau 80. En effet les 13 items arrivés en tête sont tous relatifs à des connaissances déclaratives :

Les lois – les définitions – les théorèmes – les unités – les phénomènes physiques – la nomenclature – les règles et conventions – les théories – les formules – les concepts – les phénomènes chimiques - les faits expérimentaux .

Parmi ces connaissances déclaratives, il est remarquable de noter la place des faits expérimentaux. Il semble bien que cela traduit la réalité des problèmes « papier-crayon » que les enseignants donnent aux élèves, et qui s'appuient souvent sur une analyse très approximatives des faits expérimentaux. Tout se passe comme si les travaux pratiques quand ils sont assurés sont déconnectés des activités de résolution de problème, où les données à manipuler sont fournies dans les énoncés sans questionnement sur le mode d'obtention de ces données. Cette marginalisation des aspects expérimentaux dans l'enseignement de disciplines comme la physique et la chimie se prolonge malheureusement jusqu'au niveau universitaire et hypothèque la formation scientifique (Sall, 2002).

Le décalage entre les phénomènes physiques et les phénomènes chimiques est également à noter. Ce fait est révélateur d'une marginalisation implicite de la chimie par rapport à la physique dans l'enseignement secondaire au Sénégal.

Cependant on peut noter une bonne position relative de connaissances conditionnelles (les conditions d'application ; les limites de validité), qui précèdent même toutes les connaissances procédurales (méthodes, types de raisonnement, modes de validation de démarche), même si les critères de discrimination qui sont des outils déterminants en situation de résolution de problème sont rejetés à la dernière place.

I.3.7.3. Structure de la dimension "connaissance" et variable du profil professionnel : exemple du diplôme professionnel

Nous allons comparer les conceptions des professeurs sans diplôme professionnel et les professeurs titulaires du diplôme le plus élevé à propos de la dimension "connaissance". Le tableau 82 présente les vingt premiers items classés par les deux catégories de professeurs.

Tableau 82 : Comparaison de la structure de la dimension « connaissance selon les "anciens" et les "débutants"

Rang	Aucun diplôme professionnel	CAES
1	Les lois	La nomenclature
2	Les théories	Les lois
3	Les définitions	Les théorèmes
4	Les théorèmes	Les phénomènes physiques
5	Les formules	Les définitions
6	Les règles et les conventions	Les unités
7	Les unités	Les concepts
8	Les phénomènes physiques	Les règles et les conventions
9	La nomenclature	Les principes
10	Les limites de validité (lois/théories)	Les théories
11	Les concepts	Les systèmes d'unités
12	Les conditions d'applications	Les faits expérimentaux
13	Les phénomènes chimiques	Les phénomènes chimiques
14	Les modes de validation d'une démarche	Les formules
15	Les faits expérimentaux	Les méthodes
16	Les systèmes d'unités	Les limites de validité (lois/théories)
17	Les schémas normalisés	Les conditions d'application
18	Les champs d'application	Les protocoles expérimentaux
19	Les principes	Les types de raisonnement
20	Les types de raisonnement	Les systèmes

Comme le montre le tableau 81, les conceptions des deux catégories de professeurs par rapport aux connaissances en jeu dans la résolution de problème sont similaires.

L'hypothèse **H-S₁₁** qui prédisait une discrimination par le diplôme professionnel des conceptions à propos de la dimension « connaissance » n'est pas corroborée par les données, du moins sur la base des deux modalités (aucun diplôme, CAES).

Le diplôme professionnel semble n'avoir joué aucun rôle discriminatoire. Les professeurs qu'ils soient titulaires d'un diplôme pédagogique élevé ou qu'ils soient sans

diplôme professionnel, ont une conception des connaissances essentiellement marquée par des connaissances déclaratives (lois, théories, nomenclature, principes, unités...) au détriment des connaissances procédurales et conditionnelles. Il est tout à fait remarquable de souligner que sur les vingt items classés, la connaissance des conditions d'application et des méthodes occupent les dernières places.

Cette vision est en porte à faux avec les résultats de recherche en résolution de problème où, que ce soit dans le paradigme expert/novice (Chi et Feltovich, 1983) ou dans les tendances actuelles pour faire des activités scolaires de résolution de problème des contextes d'apprentissage (Dumas-Carré et Goffard, 1997) ou de conceptualisation et de modélisation (Caillot, 1988, 1990). Un travail didactique en direction des enseignants pour leur faire prendre conscience des différents types de savoir et leur rôle dans les démarches intellectuelles en général et dans le processus de résolution de problème en particulier s'impose pour faire évoluer les conceptions de ces enseignants.

I.3.8. Conclusion sur la structure microscopique des différentes dimensions

L'utilisation des items descriptifs a permis de dépasser la description des conceptions s'appuyant uniquement sur les positions relatives des dimensions définies par la valeur de leurs indices barycentriques. Nous avons cherché à établir ce que les enseignants mettaient dans ces dimensions.

C'est ainsi que, par le biais d'une hiérarchisation des items descriptifs on a pu décrire de manière plus fine toutes les sept dimensions retenues à propos de la résolution de problème. Nous nous sommes particulièrement intéressés aux dimensions les plus en vue, sur la base des indices barycentriques : Cn, Pr, Mo, En.

Il est apparu que la dimension "motivation" chez les professeurs de physique et chimie renvoie surtout aux aspects cognitifs et conatifs. Les conséquences pédagogiques et didactiques de cette vision ont été fortement soulignées, notamment le sentiment d'insécurité individuelle qui habite beaucoup d'apprenants dans le contexte des cours de sciences en général, et de physique et chimie en particulier, et la baisse de motivation pour ces disciplines. Le changement du statut de l'erreur, avec son corrolaire, le droit pour l'apprenant de ne pas comprendre semblent être des pistes à explorer pour sortir de cette impasse.

Quand à la dimension "énoncé", elle est perçue par les enseignants surtout sous l'angle quantitatif ou formel. Il apparaît comme une urgence didactique, dans une perspective de renforcement des capacités des apprenants à résoudre des problèmes significatifs pour eux, et les préparant aux problèmes de la vie (Dumas-Carré, 1997), d'amener les enseignants face aux élèves, à insister sur la dimension qualitative des énoncés.

Quant à la dimension "processus", les conceptions des professeurs de physique et chimie sont apparues assez "didactiquement correctes" (Astolfi, 2001). Du point de vue épistémologique la vision des enseignants sur le processus de résolution est apparue cohérente.

La perception des professeurs de physique et chimie quant aux connaissances en jeu dans la résolution de problème montre nettement une focalisation sur les connaissances déclaratives au détriment des connaissances procédurales et conditionnelles. Les formateurs d'enseignants et les chercheurs en didactique trouvent là une question-problème féconde : comment développer dans les enseignements les connaissances procédurales et conditionnelles sans lesquelles les performances souhaitées au niveau des apprenants seront difficilement atteintes ?

Enfin à travers les dimensions Cn et Pr, la structure microscopique a été mise en relation avec le diplôme professionnel et l'ancienneté. Ces deux variables du profil professionnel des enseignants ne semblent pas avoir d'impact significatif sur les conceptions microscopiques. Les conceptions "ont la vie dure". Il semble bien que les structures microscopiques identifiées soient des caractéristiques d'un système qui résiste efficacement au changement : le système d'enseignement des sciences.