



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Química
Departament d'Enginyeria Química

Evaluation des objectifs du Programme APQUA Scolaire 12-16: Formulation et analyse de cohérence

Mémoire présenté par

Samira El Boudamoussi

Pour l'obtention du grade de Docteur en Génie Chimique

Dirigé par

Pr. Magda Medir

Pr. Bonifacio Jiménez

Pr. Robert Gilabert

Tarragona, Septembre 2002

A mes parents...

Table des matières

-----Volume I-----

Résumé	v
Resumen	ix
Remerciements	xiii
Liste des figures	xv
Liste des tables et tableaux	xvii
Liste des encadrés	xx
1. Introduction	1
1.1 Enseignement des sciences: Historique	1
1.1.1 Changements sociaux et éducatifs	1
1.1.1.1 Vers une scolarisation généralisée	2
1.1.1.2 Vers une alphabétisation scientifique et technologique	4
1.1.1.3 Vers une reconceptualisation de l'enseignement / apprentissage	5
1.1.1.4 Vers de nouvelles conceptions de la science et du savoir scientifique	7
1.1.1.5 Vers un enseignement STS	8
1.1.1.6 Vers de nouvelles stratégies pour la formation des enseignants de sciences	10
1.1.2 Curriculums et innovation éducative	12
1.1.2.1 Les curriculums : Définition et éléments constitutifs	12
1.1.2.2 Innovation éducative : les projets de sciences	23
1.1.3 Evaluation des programmes éducatifs	25
1.2 But du travail	29
1.2.1 Intérêt de la recherche	29
1.2.2 Questions de la recherche	31
1.2.3 Structure de la recherche	31

2. Analyse d'un projet de sciences : cas du projet APQUA	33
2.1 Introduction	33
2.2 Le projet APQUA	34
2.2.2 Structure du projet	35
2.2.3 Axes thématiques	37
2.2.4 Matériel didactique	38
2.2.5 Equipe du projet	40
2.2.6 Destinataires et partenaires du projet	40
2.3 Les fondements théoriques du projet APQUA	41
2.3.2 Bases épistémologiques et psychopédagogiques	41
2.3.3 Modèle de la science	42
2.3.4 Modèle d'enseignement-apprentissage	42
2.4 L'évaluation des programmes APQUA	45
2.4.2 Diffusion en Espagne	46
2.4.3 Evaluation du programme publique	48
2.4.4 Evaluation des programmes scolaires	49
3. Méthodologie	53
3.1 Introduction	53
3.2 Formulation et analyse de cohérence d'objectifs spécifiques et généraux : Construction d'un modèle	55
3.2.1 Idée initiale	56
3.2.2 Plan général et plans rectifiés	57
3.2.2.1 Plan général	57
3.2.2.2 Plan rectifié 1	62
3.2.2.3 Plan rectifié 2	66
3.2.2.4 Plan rectifié 3	68
3.2.2.5 Plan rectifié 4	75
3.2.2.6 Plan rectifié 5	78

3.3 Formulation et analyse de cohérence d'objectifs spécifiques et généraux : Le modèle	92
3.4 Modèle de formulation et analyse de cohérence d'objectifs spécifiques et généraux : Intérêt et limitations	94
4. Résultats et discussion	97
4.1 Introduction	97
4.2 Formulation des objectifs spécifiques des modules	98
4.2.1 Les objectifs concrets et communs des unités	98
4.1.1.1 Les activités d'apprentissage	98
4.1.1.2 Les contenus	103
4.1.1.3 Les objectifs concrets et communs des unités	110
4.2.2 Les objectifs spécifiques des modules	112
4.2.2.1 Objectifs spécifiques relatifs aux concepts	114
4.2.2.2 Objectifs spécifiques relatifs à la méthodologie scientifique, à l'extrapolation et application à des problèmes réels et quotidiens	116
4.2.2.3 Les objectifs spécifiques relatifs à la prise de conscience et la responsabilité	127
4.3 Analyse de cohérence interne des objectifs spécifiques des modules	133
4.3.1 Introduction	133
4.3.2 Les tables de spécification des modules	134
4.3.2.1 Module DC	135
4.3.2.2 Module CV	136
4.3.2.3 Module GR	137
4.3.2.4 Module PL	137
4.4 Formulation des objectifs généraux du programme	139
4.5 Analyse de cohérence interne des objectifs généraux du programme	142

4.6	Analyse de cohérence externe par modération d'experts	144
4.6.1	Introduction	144
4.6.2	Définition de l'échantillon d'experts de modération	144
4.6.3	Résultats de l'application des outils de modération	148
4.6.3.1	Evaluation quantitative et qualitative des objectifs formulés	149
4.6.3.2	Evaluation quantitative de la cohérence entre les objectifs généraux du programme et les objectifs spécifiques des modules	210
5	Conclusions	213

-----Volume II-----

Annexes

Annexe 1:	Les activités d'apprentissage dans le programme APQUA scolaire 12-16	3
Annexe 2:	Les contenus dans le programme APQUA scolaire 12-16	57
Annexe 3:	Les objectifs communs et concrets des unités des modules du programme APQUA scolaire 12-16	115
Annexe 4:	Les objectifs spécifiques des modules du programme APQUA scolaire 12-16	159
Annexe 5:	Les tables de spécification des modules et table génératrice des objectifs généraux	181
Annexe 6:	Les objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16	257
Annexe 7:	Questionnaire. Exemple	265
Annexe 8:	L'interview	281
Annexe 9:	Reformulation des objectifs spécifiques des modules et généraux du programme	359
Annexe 10:	Exemples d'unités didactiques extraites des modules analysés	381

Résumé

Le présent travail a pour but de faire affleurer, de manière systématique et structurée, les objectifs qui se trouvent implicites dans les matériels curriculaires d'un programme éducatif aux sciences, APQUA scolaire 12-16, déjà élaborés et utilisés en classe par les professeurs d'enseignement secondaire.

Il s'agit également de vérifier si ces objectifs -une fois formulés- correspondent bien aux activités d'apprentissage conçues pour leur mise en oeuvre et si les développeurs et utilisateurs du programme les approuvent ainsi que la manière dont ils sont formulés.

Pour ce faire, nous nous sommes proposés de construire un modèle qui permet de systématiser la méthodologie suivie aussi bien pour la formulation des objectifs des unités constituant les modules, des modules qui composent le programme et du programme en général, que pour l'analyse de cohérence entre les objectifs formulés et les activités d'apprentissage, d'une part, et entre ces objectifs et ce qu'en pensent les développeurs et les utilisateurs du programme, d'autre part. Pour construire ce modèle de formulation et analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16, on a adopté une démarche inspirée et adaptée de recherche-action (Elliot, 1986) non pas en termes de construction du programme proprement dit dont les matériels étaient déjà élaborés, sinon en termes de formulation, mise en valeur et structuration de ses objectifs qui n'étaient pas explicités.

Pour la formulation des objectifs concrets des unités didactiques d'un module, on formule, tout d'abord, les contenus conceptuels et procéduraux de ces unités à partir des activités d'apprentissage, et les contenus attitudeux à partir d'information recueillie via une séance de brainstorming avec les membres de l'équipe du projet APQUA. Les objectifs spécifiques de chaque module sont induits et formulés à partir des objectifs concrets des unités didactiques qui le constituent. De la même manière, les objectifs généraux du programme sont induits et formulés à partir des objectifs spécifiques d'un échantillon représentatif de modules.

Quant à l'analyse de cohérence, il est de deux types. Une analyse de cohérence interne à l'aide de tables de spécification et une analyse de cohérence externe dont prennent part des professeurs de l'enseignement secondaire et des membres de l'équipe du projet APQUA.

Cette étude est organisée en 5 chapitres :

Le premier chapitre est une introduction qui comporte deux parties essentielles. La première partie traite, d'une manière assez brève, les changements sociaux et éducatifs les plus importants des dernières décennies et leurs implications pour l'enseignement des sciences. Quant à la deuxième partie, elle est axée sur l'intérêt et les buts de la recherche ainsi que sur la structure de ce travail.

Le chapitre 2 est une analyse globale du projet APQUA dont fait partie le programme scolaire 12-16 objet de notre étude. Dans un premier temps, nous abordons les fondements psychopédagogiques et épistémologiques du projet reflétés par ses différents programmes ainsi que par ses axes thématiques et ses buts généraux. Dans un deuxième temps, il est question de situer cette recherche dans le cadre de l'évaluation complète du projet. Pour cela, il est pertinent de faire allusion aux résultats de sa diffusion en Espagne, à ceux de l'étude réalisée entre 1995 et 1998 sur l'évaluation du

Programme Publique dirigé à la population adulte et à d'autres résultats concernant l'exécution du Programme Scolaire 12-16.

Dans le chapitre 3, nous développons la méthodologie suivie pour la formulation des objectifs (des unités, des modules et du programme) ainsi que pour l'analyse de cohérence interne, entre ces objectifs et les activités d'apprentissage d'un échantillon de modules. Ce chapitre présente également, comme une forme d'analyse de cohérence externe, le processus de modération par experts des objectifs formulés et résultant de l'analyse de cohérence interne. On y trouve la définition de l'échantillon des modules du programme qui sont analysés dans cette étude ainsi que celle des échantillons de développeurs et utilisateurs du programme sélectionnés comme experts pour la modération des objectifs formulés.

Le chapitre 4 présente, tout d'abord, les résultats obtenus à partir de la formulation des objectifs concrets des unités, spécifiques des modules et généraux du programme. On introduit simultanément une analyse et discussion de ces objectifs précédées par celles des activités d'apprentissage et des contenus qui ont été à l'origine de leur formulation. Ensuite, on présente les résultats de l'analyse de cohérence interne et celle de cohérence externe par modération d'experts. Cette dernière partie consiste en une analyse quantitative et qualitative des résultats obtenus par l'application des outils utilisés pour la modération, à savoir le questionnaire et l'interview.

Le chapitre 5 est consacré à l'extraction et formulation des conclusions dégagées de ce travail. En premier lieu, on présente les conclusions concernant l'intérêt et les limitations du modèle de formulation et analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16. En second lieu, il s'agit de dégager des caractéristiques générales du programme à partir de ses objectifs généraux sachant qu'ils sont induits des objectifs spécifiques des modules analysés et que ces derniers sont formulés en se basant sur les objectifs concrets des unités de ces modules ainsi que sur leurs contenus et activités d'apprentissage. En dernier lieu, on s'intéresse aux implications de l'étude pour le développement des matériels curriculaires du programme APQUA scolaire 12-16, pour la formation des enseignants à leur utilisation et pour la formation des formateurs APQUA. On propose aussi dans ce chapitre des pistes de réflexion pour de futures recherches.

D'une manière plus concrète, l'étude réalisée a permis de construire un modèle en sept étapes pour la formulation et analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16:

- 1) Recueil de données par lecture de documents écrits et par brainstorming.
- 2) Organisation des données recueillies en activités d'apprentissage, contenus et objectifs concrets et spécifiques formulés pour un module du programme.
- 3) Catégorisation des objectifs spécifiques formulés pour le même module du programme.
- 4) Analyse de cohérence interne des objectifs spécifiques formulés pour le même module du programme.
- 5) Application et transfert des étapes 1), 2), 3) et 4) à d'autres modules du programme.
- 6) Généralisation du processus de formulation et analyse de cohérence interne aux objectifs généraux du programme.

7) Analyse de cohérence externe, par modération d'experts, des objectifs spécifiques des modules et généraux du programme.

L'application de ce modèle a permis de:

- Lister les activités d'apprentissage pour les unités didactiques d'un échantillon de quatre modules du programme APQUA scolaire 12-16.
- Lister les contenus conceptuels, procéduraux et attitudeux des unités didactiques des quatre modules de l'échantillon.
- Formuler les objectifs concrets des unités didactiques des quatre modules de l'échantillon et vérifier leur cohérence interne avec les contenus et les activités d'apprentissage déjà listés.
- Formuler les objectifs spécifiques des quatre modules de l'échantillon et vérifier leur cohérence interne avec les objectifs concrets des unités, les contenus et les activités d'apprentissage déjà listés.
- Formuler les objectifs généraux du programme et vérifier leur cohérence interne avec les objectifs spécifiques listés pour les quatre modules de l'échantillon.
- Recueillir l'avis de professeurs de l'enseignement secondaire et de membres de l'équipe du projet APQUA, en tant qu'experts de modération, à propos des objectifs spécifiques et généraux formulés.
- Revoir les objectifs spécifiques et généraux formulés à la lumière des commentaires des experts de la modération à leur propos.

Les versions définitives des objectifs spécifiques des modules du programme APQUA scolaire 12-16 montrent que ces objectifs se regroupent en trois catégories principales:

- Objectifs spécifiques relatifs aux concepts
- Objectifs spécifiques relatifs à la méthodologie scientifique, à son extrapolation et application à des problèmes réels et quotidiens
- Objectifs spécifiques relatifs à la prise de conscience et la responsabilité

Quant à la version définitive des objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16 permet de conclure que celui-ci poursuit les objectifs généraux suivants :

- Définir opérationnellement, en utilisant une terminologie scientifique, les concepts de base en relation avec les produits chimiques (réactivité, propriétés physiques et chimiques) et avec les processus chimiques (réaction chimique, dissolution, neutralisation, combustion...)
- Connaître les principes de la méthodologie scientifique : interpréter un guide de travail et suivre une procédure expérimentale, prédire les résultats d'une expérience, formuler et argumenter des hypothèses, observer, enregistrer, analyser, comparer et interpréter des données quantitatives et qualitatives, mettre en question la fiabilité des résultats expérimentaux et développer de l'initiative propre.
- Communiquer et débattre à propos de sujets environnementaux et socio-scientifiques en relation avec les produits chimiques en employant une terminologie spécifique et rigoureuse tout en mettant en valeur les opinions et arguments d'autrui.
- Prendre conscience des répercussions environnementales des activités humaines en relation avec les produits chimiques, du risque qu'elles comportent pour les

personnes et l'environnement et des problématiques sociales et économiques qui en découlent.

- Prendre des décisions fondées : identifier et chercher l'information nécessaire, y réfléchir et l'intégrer afin de pouvoir évaluer les pour et les contre, les concessions et les limites de la science et de la technologie pour ainsi prendre une décision argumentée et réfléchir aux facteurs qui l'influencent.
- Avoir une attitude responsable envers le travail de groupe et la réalisation des activités individuelles : respecter les rôles assumés au sein d'un groupe, respecter les normes d'usage du matériel expérimental et mettre en valeur l'utilisation correcte de celui-ci.

D'un autre côté, les résultats obtenus par l'application du modèle de formulation et analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16 ont permis de dégager certaines caractéristiques de ce programme:

- Les activités d'apprentissage favorisent le protagonisme de l'élève, que ce soit de manière individuelle, en interaction avec ses camarades ou avec le professeur.
- Les contenus du programme APQUA scolaire 12-16 sont organisés autour d'une problématique socio-scientifique ou environnementale et non pas à base de concepts disciplinaires.
- Le programme met en oeuvre un type d'objectifs attitudinaux que les professeurs décrivent comme étant des objectifs que les élèves devraient 'intégrer à leur vie réelle' et qui impliquent un changement dans 'leurs propres attitudes'.

En plus, on déduit de ce travail des implications pour le développement de matériels didactiques APQUA, on propose à l'équipe du projet d'examiner les suggestions suivantes:

- Tenir compte des caractéristiques du programme dégagées de cette étude ainsi que des objectifs généraux formulés, pour la formation des enseignants et formateurs APQUA.
- Le programme APQUA scolaire 12-16 n'est pas suffisant pour travailler tous les concepts de chimie, en particulier, ou du curriculum des sciences expérimentales, en général. Mais, c'est un moyen qui aide à renforcer, en partie, ces concepts à l'aide de définitions opérationnelles et à en travailler d'autres qui ne sont pas pris en considération par le curriculum officiel comme, par exemple, les notions de limite légale et de risque, tous deux nécessaires pour prendre des décisions fondées concernant des questions d'ordre public en relation avec la santé et l'environnement et impliquant la science.
- Exploiter la relation étroite qui existe entre l'orientation STS du projet APQUA avec la notion de développement durable.
- Mettre plus l'accent, dans les modules du programme, sur la notion de prise de décisions et sur les difficultés de prendre une décision argumentée sans disposer de toute l'information.
- Introduire dans les guides du professeur, plus d'indications sur le travail de groupe et la manière de mettre au point et d'évaluer certains objectifs, notamment les objectifs spécifiques de caractère attitudinal et relatifs à la prise de conscience et à la responsabilité.

Resumen

El presente trabajo tiene como finalidad hacer aflorar, de manera sistemática y estructurada, los objetivos que se encuentran implícitos en los materiales curriculares de un programa educativo de ciencias, APQUA escolar 12-16, ya elaborados y utilizados en el aula por los profesores de enseñanza secundaria.

Se trata también de verificar si éstos objetivos -una vez formulados- corresponden a las actividades de aprendizaje diseñadas para trabajarlos, y si los responsables del desarrollo de los módulos y los usuarios del programa están de acuerdo con éstos objetivos así como con la manera en la que se han formulado.

Para ello, nos hemos propuesto construir un modelo que permita sistematizar la metodología seguida tanto para la formulación de los objetivos de las unidades que forman los módulos, de los módulos que componen el programa y del programa en general, como para el análisis de coherencia entre los objetivos formulados y las actividades de aprendizaje, por un lado, y entre estos objetivos y lo que piensan los responsables del desarrollo y los usuarios del programa, por otro. Para construir este modelo de formulación y análisis de coherencia de los objetivos del programa APQUA escolar 12-16, se ha seguido una metodología inspirada y adaptada de investigación-acción, y más concretamente el modelo cíclico de investigación-acción (Elliot, 1986) en cuanto se refiere a los procesos de reflexión, discusión y evaluación, no tanto en la construcción del programa propiamente dicho, porque los materiales ya estaban realizados, sino en la adecuación, valoración y formulación de objetivos que no estaban explicitados.

Para la formulación de los objetivos concretos de las unidades de un módulo, primero se formulan los contenidos -conceptuales y procedimentales- de estas unidades a partir de las actividades de aprendizaje, y los contenidos actitudinales a partir de la información recogida en una sesión de brainstorming, con los miembros del equipo del proyecto APQUA. Los objetivos específicos de cada módulo se inducen y se formulan a partir de los objetivos concretos de sus unidades didácticas. De la misma manera, los objetivos generales del programa se inducen y se formulan a partir de los objetivos específicos de una muestra representativa de módulos.

En cuanto al análisis de coherencia, se hace de dos maneras. Un análisis de coherencia interna por medio de tablas de especificidad y un análisis de coherencia externa mediante un proceso de moderación en el que participan profesores de enseñanza secundaria y miembros del equipo del proyecto APQUA.

Este estudio se organiza en 5 capítulos:

El primer capítulo es una introducción estructurada en dos partes principales. La primera parte describe brevemente los cambios sociales y educativos más importantes de las últimas décadas y sus implicaciones para la enseñanza de las ciencias. En la segunda parte, se fijan los objetivos que nos hemos planteado en nuestra investigación así como la estructura del trabajo.

El capítulo 2 es un análisis del proyecto APQUA del cual forma parte el programa escolar 12-16, tema de nuestro estudio. En primer lugar, se abordan los fundamentos psicopedagógicos y epistemológicos del proyecto reflejados en sus distintos programas y en sus ejes temáticos así como en sus finalidades generales. En segundo lugar, se enmarca el trabajo realizado dentro de la evaluación global del

proyecto. Así, se presentan algunos resultados como los de la difusión del proyecto en España, los del estudio realizado entre 1995 y 1998 sobre la evaluación del Programa Público dirigido a la población adulta además de los resultados de otros estudios sobre la ejecución del programa Escolar 12-16.

En el capítulo 3, se desarrolla la metodología seguida para la formulación de los objetivos (de unidades, módulos y programa) así como para el análisis de coherencia interna entre éstos objetivos y las actividades de aprendizaje de una muestra de módulos. Este capítulo presenta también, como una forma de análisis de coherencia externa, el proceso de moderación por expertos de los objetivos formulados tras el análisis de su coherencia interna. Se detallan, además, las definiciones de la muestra de los módulos del programa analizados en el estudio y de la de los expertos, en el desarrollo y en la aplicación de estos módulos, seleccionados para la moderación.

En el capítulo 4 se presentan los resultados de la formulación de los objetivos concretos de las unidades, específicos de los módulos y generales del programa. También, se introduce un análisis y discusión de estos objetivos así como de las actividades de aprendizaje y de los contenidos que han servido de base para su formulación. Luego, se presentan los resultados de los análisis de coherencia, interna y externa por moderación de expertos. Esta última parte consiste en un análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos utilizados, es decir las tablas de especificidad, el cuestionario y la entrevista.

En el capítulo 5 se formulan las conclusiones de este trabajo. En primer lugar, se concluye respecto a los aportes y las limitaciones del modelo de formulación y análisis de coherencia de los objetivos del programa APQUA escolar 12-16. En segundo lugar, se extraen conclusiones sobre las características generales del programa en base a sus objetivos generales y teniendo en cuenta que éstos se inducen a partir de los objetivos específicos de los módulos analizados y que estos objetivos específicos se formulan a partir de los objetivos concretos de las unidades que se obtienen a partir de los contenidos y las actividades de aprendizaje. Finalmente, se deducen algunas implicaciones para el desarrollo de los materiales curriculares del programa APQUA escolar 12-16, para la formación de los profesores en la utilización de estos materiales y para la formación de los formadores APQUA. En este capítulo, se proponen también algunas sugerencias para futuros trabajos de investigación.

Más concretamente, el estudio elaborado ha permitido construir un modelo que consiste en siete etapas para la formulación y análisis de coherencia de los objetivos del programa APQUA escolar 12-16:

- 1) Recogida de datos por lectura de documentos escritos y por brainstorming.
- 2) Organización de los datos recogidos en actividades, contenidos y objetivos concretos y específicos de un módulo.
- 3) Categorización de los objetivos específicos de un módulo.
- 4) Análisis de coherencia interna de los objetivos específicos de un módulo.
- 5) Aplicación y transferencia de las etapas 1), 2), 3) y 4) a otros módulos del programa.
- 6) Generalización del proceso de formulación y análisis de coherencia interna a los objetivos generales del programa.

7) Análisis de coherencia externa de los objetivos específicos de los módulos y generales del programa mediante una moderación por expertos.

La aplicación de este modelo ha permitido:

- Listar las actividades de aprendizaje para las unidades didácticas de una muestra de cuatro módulos del programa APQUA escolar 12-16
- Listar los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales de las mismas unidades.
- Formular los objetivos concretos de las mismas unidades y verificar su coherencia interna con los contenidos y las actividades de aprendizaje listados.
- Formular los objetivos específicos de los cuatro módulos analizados y verificar su coherencia interna con los objetivos concretos de las unidades, los contenidos y las actividades de aprendizaje listados.
- Formular los objetivos generales del programa y verificar su coherencia interna con los objetivos específicos listados para los cuatro módulos analizados.
- Obtener la opinión, como expertos de la moderación, de los profesores de enseñanza secundaria y de los miembros del proyecto APQUA acerca de los objetivos específicos y generales formulados.
- Revisar los objetivos específicos y generales formulados teniendo en cuenta los comentarios de los expertos de la moderación a su respecto.

Las versiones definitivas de los objetivos específicos de los módulos del programa APQUA escolar 12-16 demuestran que éstos objetivos se agrupan en tres categorías principales:

- Objetivos específicos respecto a conceptos.
- Objetivos específicos respecto a la metodología científica y a la aplicación y traslación a problemas reales y cotidianos.
- Objetivos específicos respecto a la concienciación y responsabilización.

En cuanto a la versión definitiva de los objetivos generales del programa APQUA escolar 12-16 concluye que éste programa trabaja los siguientes objetivos:

- Definir operacionalmente mediante una terminología científica, los conceptos básicos relacionados con los productos químicos (reactividad, propiedades físicas y químicas) y con los procesos químicos (reacción química, disolución, neutralización, combustión...).
- Conocer la metodología científica: interpretar un guión de trabajo y seguir un procedimiento experimental, predecir los resultados de un experimento, formular y razonar hipótesis, observar, anotar, analizar, comparar e interpretar datos cualitativos y cuantitativos, cuestionarse la fiabilidad de los resultados experimentales y desarrollar iniciativa propia.
- Comunicar y debatir sobre temas medioambientales y socio-científicos relacionados con los productos químicos empleando una terminología específica y rigurosa, y valorando las opiniones y argumentaciones de los demás.

- Tomar conciencia del impacto medioambiental que implican las actividades humanas relacionadas con los productos químicos, del riesgo que éstos suponen para las personas y el medio y de la problemática económica y social que comportan.
- Fundamentar las decisiones en la evidencia: identificar y buscar la información necesaria, reflexionar sobre ella, integrarla para poder valorar los pros y contras, las concesiones y las limitaciones de la ciencia y tecnología y así poder tomar una decisión razonada, y reflexionar sobre los factores que la influyen.
- Tener una actitud responsable en el trabajo en grupo y en la realización de las actividades individuales: respetar los roles asumidos dentro del grupo, respetar las normas de uso del material experimental y valorar la utilización correcta del mismo.

Por otra parte, los resultados obtenidos de la aplicación del modelo de formulación y análisis de coherencia de los objetivos del programa APQUA escolar 12-16 han permitido destacar las siguientes características del programa:

- Las actividades de aprendizaje favorecen el protagonismo del alumno, de manera individual, en interacción con sus compañeros o con el profesor.
- Los contenidos del programa APQUA escolar 12-16 no se organizan en base a conceptos disciplinares sino, alrededor de una problemática socio-científica o medioambiental.
- El programa trabaja un tipo de objetivos actitudinales que los profesores describen como objetivos que los alumnos han de ‘integrar a su vida real’ y que suponen un cambio en ‘sus propias actitudes’.

Además, se deducen de este trabajo algunas implicaciones importantes tanto para el desarrollo de los materiales didácticos APQUA como para la formación de los profesores y formadores. De estas implicaciones se destacan las siguientes propuestas:

- Tener en cuenta para la formación de los profesores y formadores APQUA las características del programa escolar 12-16 que se destacan de este estudio así como los objetivos específicos generales hallados.
- El programa APQUA escolar 12-16 no es suficiente para trabajar todos los conceptos de química, en particular, o del currículum de ciencias experimentales, en general. Sin embargo, es un recurso que ayuda a reforzar una parte de éstos conceptos, a trabajar otros conceptos que no se contemplan en el currículum oficial (por ejemplo: toma de decisiones, gestión de residuos y los conceptos de límite legal y de riesgo) y, sobre todo, a construir definiciones operacionales.
- Explorar más la estrecha relación entre la orientación CTS del proyecto APQUA y el concepto de desarrollo sostenible.
- Poner más énfasis en el concepto de toma de decisiones y en la dificultad de tomar una decisión razonada sin disponer de toda la información.
- Introducir en las guías del profesor más indicaciones sobre el trabajo en grupo así como sobre la manera de trabajar y de evaluar ciertos objetivos específicos de los módulos como, por ejemplo, los que son de carácter actitudinal relacionados con la toma de conciencia y la responsabilidad.

Remerciements

Mes remerciements s'adressent à toutes les personnes et institutions qui ont rendu possible l'accomplissement de ce travail réalisé a sein du département de Génie Chimique à l'Université Rovira i Virgili.

Je tiens à exprimer, en tout premier lieu, ma gratitude aux professeurs, Magda MEDIR, Bonifacio JIMÉNEZ et Robert M. GILABERT, qui ont accepté de diriger ce travail et qui n'ont épargné ni leurs efforts ni leur temps précieux pour faire possible sa réussite.

Je remercie également les professeurs Francesc GIRALT i PRAT, Joan HERRERO du département de Génie Chimique et le professeur Vicenç FERRERES PAVIA du département de Pédagogie, de l'université Rovira i Virgili ; la professeur Teresa ESCALAS TRAMULLES du département de Didactique des Sciences de l'université Autonome de Barcelone et le professeur José Luis WOLFS de la Faculté des Sciences de l'Education et Psychologiques de l'Université Libre de Bruxelles, pour avoir accepté de faire partie des membres du jury.

Je suis très reconnaissante aux professeurs Jean Marie DE KETELE de l'université Catholique de Louvain et Gilles BAILLAT de l'Institut Universitaire de Formation des Maîtres de Reims qui m'ont fait l'honneur d'examiner mon travail et d'y consacrer une partie de leur temps précieux.

Mes remerciements s'adressent de même aux professeurs Mercè IZQUIERDO AYMERICH et José TEJADA FERNÁNDEZ pour avoir accepté la lecture et l'évaluation de ce travail.

J'exprime également ma gratitude envers le personnel de l'Ecole Technique Supérieur de Génie Chimique de l'Université Rovira i Virgili et de la Faculté des Sciences de l'Education et de Psychologie, lieu où s'est réalisé effectivement ce travail au sein de la même université, ainsi que le service des Sciences de l'Education de la Faculté des Sciences de l'Education et Psychologiques de l'université Libre de Bruxelles qui m'a accueillie durant mon stage de trois mois effectué dans ce service.

Je tiens à remercier sincèrement toute l'équipe du projet APQUA, pour leur amabilité, collaboration et leur aide désintéressée, Montse ABELLÓ, Enric ANTÓN, Natalia GARRIGA, Carlos GUIONNET, José JIMÉNEZ, Ignasi PAPELL, Carles LOZANO, Marta RODRÍGUEZ et Santi RODRÍGUEZ.

Je remercie aussi les membres de l'équipe du projet APQUA et les professeurs des centres de l'enseignement secondaire de la province de Tarragone, pour qui nous préférons préserver l'anonymat et qui ont participé à une part importante de cette recherche.

J'aimerais remercier tous les collègues des programmes de doctorat, de l'Ecole Technique Supérieur de Génie Chimique et du Département de Pédagogie, de l'Université Rovira i Virgili ainsi que les collègues du département de Didactique des Sciences Expérimentales et des Mathématiques de l'Université Autonome de Barcelone.

Je remercie Magda MEDIR pour son appui, ses orientations et ses conseils aussi bien au niveau personnel que professionnel ainsi que pour ses qualités humaines.

Je remercie José Luis WOLFS pour l'accueil chaleureux qu'il m'a réservé durant mon séjour en Belgique, pour les discussions fort intéressantes au sujet de ce travail qui ont été de grande utilité pour orienter le thème de recherche dans une bonne voie, ainsi que pour les longues et enrichissantes « minutes culturelles ».

Je remercie aussi toute ma famille en Belgique et, plus particulièrement, la famille RIAD à Bruxelles pour qui je suis infiniment reconnaissante.

Finalement, je m'adresse par l'expression de toute mon admiration et ma reconnaissance à mes parents qui m'ont appuyé et qui m'ont appris à croire en éducation dans sons sens le plus large.

A Saida, Naima, Malika, Latifa, Karima, Hanan, Nawal, Siham, Asmae et Houda, je dis merci, chacune pour être ce qu'elle est, chacune pour sa personnalité distinguée et toutes pour leur affection.

A Aziz et Loubna je m'adresse pour dire merci de m'avoir aidé et encouragé dès le début à prendre cette voie.

Que Naima et Amgad, S., M. trouvent ici l'expression de ma plus profonde gratitude pour leur patience, support et compréhension durant la dernière phase de ce travail et pour partager avec moi les moments les plus difficiles de celle-ci et la joie de l'avoir mener à terme.

Liste des figures

Figure 1.1.	Evaluation des programmes. Cas du projet APQUA.	28
Figure 1.2.	Schéma simplifié du modèle de formulation et analyse de cohérence des objectifs d'un programme modulaire.	30
Figure 2.1.	Les différents programmes du projet APQUA et leur structure.	35
Figure 2.2.	Carte de diffusion du projet APQUA en Espagne.	47
Figure 2.3.	Perception des professeurs à propos des objectifs de l'enseignement secondaire couverts par APQUA scolaire.	51
Figure 3.1.	Démarche recherche-action cyclique suivie pour l'élaboration du modèle de formulation et analyse de cohérence des objectifs d'un programme éducatif (Elliot, 1986).	54
Figure 3.2.	Les indicateurs qui définissent les contenus d'attitudes, valeurs et normes dans le module « Solutions et pollution ».	65
Figure 3.3.	Reconstruction du chemin inverse à la formulation d'un objectif spécifique à partir des activités d'apprentissage.	70
Figure 3.4.	Regroupement des objectifs généraux induits en objectif-synthèse.	81
Figure 3.5.	Modèle de formulation et d'analyse de cohérence d'objectifs spécifiques et généraux.	96
Figure 4.1.	Les différents types d'activités d'apprentissage dans le module DC	100
Figure 4.2.	Les différents types d'activités d'apprentissage dans le module CV	100
Figure 4.3.	Les différents types d'activités d'apprentissage dans le module GR	100
Figure 4.4.	Les différents types d'activités d'apprentissage dans le module PL	101
Figure 4.5.	Pourcentage de chaque type d'activités par module.	101
Figure 4.6.	Versions des contenus formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.	104
Figure 4.7.	Pourcentage de chaque type de contenus travaillés par module.	108
Figure 4.8.	Versions des objectifs concrets et communs formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.	112
Figure 4.9.	Versions des objectifs spécifiques formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.	114
Figure 4.10.	Nombre d'activités d'apprentissage correspondant à chaque objectif spécifique du module DC.	135
Figure 4.11.	Nombre d'activités d'apprentissage correspondant à chaque objectif spécifique du module CV.	136
Figure 4.12.	Nombre d'activités d'apprentissage correspondant à chaque objectif spécifique du module GR.	137

Figure 4.13.	Nombre d'activités d'apprentissage correspondant à chaque objectif spécifique du module PL.	138
Figure 4.14.	Versions des objectifs généraux formulés pour le programme APQUA scolaire 12-16.	139
Figure 4.15.	Analyse quantitative et qualitative des résultats de l'item 1.	149
Figure 4.16.	Triangulation de l'information pour la prise de décisions concernant les objectifs spécifiques et généraux.	206

Liste des tables et tableaux

Table 2.1.	Les modules du projet APQUA.	37
Table 2.2.	Grille d'analyse du projet APQUA du point de vue fondements théoriques. Exemples de critères d'analyse.	44
Table 3.1.	Actions du plan général et leurs pas.	58
Table 3.2.	Actions modifiées dans le plan rectifié 1 et leurs pas.	63
Table 3.3.	Actions modifiées dans le plan rectifié 2 et leurs pas	67
Table 3.4.	Actions modifiées dans le plan rectifié 3 et leurs pas	69
Table 3.5.	Modèle de table de spécification	71
Table 3.6.	Objectifs communs et concrets correspondant à un objectif spécifique. Exemple.	73
Table 3.7.	Objectifs communs et concrets, contenus et activités d'apprentissage correspondant à un objectif spécifique. Exemple.	74
Table 3.8.	Actions modifiées dans le plan rectifié 4 et leurs pas	76
Table 3.9.	Actions modifiées dans le plan rectifié 5 et leurs pas.	78
Table 3.10.	Induction des objectifs généraux du programme APQUA scolaire à partir des objectifs spécifiques des modules d'un échantillon représentatif.	80
Table 3.11.	Regroupement des objectifs généraux induits en objectif-synthèse.	82
Table 3.12.	Formulation des objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16. Version 1.	84
Table 3.13.	Formulation des objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16. Version 2	85
Table 3.14.	Modèle de construction de la table de spécification générale.	88
Table 3.15.	Table génératrice des objectifs généraux du programme à partir des objectifs spécifiques des modules.	88
Table 3.16.	Les actions et les pas mis en œuvre dans le processus de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs spécifiques et généraux du programme APQUA scolaire 12-16.	93
Table 4.1.	Les objectifs spécifiques I.1 relatifs aux concepts formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.	116
Table 4.2.	Les objectifs spécifiques II.1 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.	117
Table 4.3.	Les objectifs spécifiques II.2 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.	117
Table 4.4.	Les objectifs spécifiques II.3 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.	118
Table 4.5.	Les objectifs spécifiques II.4 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.	119
Table 4.6.	L'objectif spécifique II.5 formulé pour le module DC.	120

Table 4.7.	Les objectifs spécifiques II.6 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.	120
Table 4.8.	Les objectifs spécifiques II.7 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.	121
Table 4.9.	Les objectifs spécifiques II.8 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.	122
Table 4.10.	L'objectif spécifique II.9 formulé pour le module DC.	123
Table 4.11.	Les objectifs spécifiques II.10 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.	124
Table 4.12.	Les objectifs spécifiques II.11 formulés pour les modules CV, GR et PL.	125
Table 4.13.	Les objectifs spécifiques II.12, II.13, II.14 et II.15 formulés pour le module CV.	125
Table 4.14.	Les objectifs spécifiques III.1 formulés pour les modules DC, CV et GR.	127
Table 4.15.	Les objectifs spécifiques III.2 formulés pour les modules DC et CV.	128
Table 4.16.	Les objectifs spécifiques III.3 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.	129
Table 4.17.	Les objectifs spécifiques III.4 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.	130
Table 4.18.	Les objectifs spécifiques III.5 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.	130
Table 4.19.	Les objectifs spécifiques III.6 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.	131
Table 4.20.	Les objectifs spécifiques III.7 formulés pour les modules GR et PL.	131
Table 4.21.	Les objectifs spécifiques III.8 formulés pour les modules GR et PL.	132
Table 4.22.	L'objectif spécifique III.9 formulé pour le module PL.	132
Table 4.23.	Table génératrice des objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16 à partir des objectifs spécifiques des modules DC, CV, GR et PL .	143

Tableau 4.24.	Nombre d'experts du groupe EXPDF par module.	145
Tableau 4.25.	Nombre d'experts du groupe EXPDF par combinaison de modules.	147
Tableau 4.26.	Nombre d'experts EXPDF par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif spécifique du module DC.	152
Tableau 4.27.	Nombre d'experts EXPAA par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif spécifique du module DC.	153
Tableau 4.28.	Nombre d'experts EXPDF par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif spécifique du module CV.	165
Tableau 4.29.	Nombre d'experts EXPAA par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif spécifique du module CV.	166
Tableau 4.30.	Nombre d'experts EXPDF par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif spécifique du module GR.	181
Tableau 4.31.	Nombre d'experts EXPAA par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif spécifique du module GR.	182
Tableau 4.32.	Nombre d'experts EXPDF par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif spécifique du module PL.	190
Tableau 4.33.	Nombre d'experts EXPAA par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif spécifique du module PL.	191
Tableau 4.34.	Nombre d'experts EXPDF par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif général du programme.	199
Tableau 4.35.	Nombre d'experts EXPAA par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif général du programme.	199
Tableau 4.36.	Classification des objectifs spécifiques et généraux formulés selon les critères et les types de décisions prises dans chaque cas.	207

Liste des encadrés

Encadré 3.1	Les catégories d'objectifs spécifiques pour le module «Solutions et pollution».	66
Encadré 4.1.	Résultats du Brainstorming sur les contenus attitudeux du module DC.	105
Encadré 4.2.	Regroupement et définition d'indicateurs pour l'identification des contenus attitudeux.	106
Encadré 4.3.	L'objectif général OG 1 formulé pour le programme APQUA scolaire 12-16.	140
Encadré 4.4.	L'objectif général OG 2 formulé pour le programme APQUA scolaire 12-16.	140
Encadré 4.5.	L'objectif général OG 3 formulé pour le programme APQUA scolaire 12-16.	140
Encadré 4.6.	L'objectif général OG 4 formulé pour le programme APQUA scolaire 12-16.	141
Encadré 4.7.	L'objectif général OG 5 formulé pour le programme APQUA scolaire 12-16.	141
Encadré 4.8.	L'objectif général OG 6 formulé pour le programme APQUA scolaire 12-16.	141
Encadré 4.9.	Items 1 des questionnaires A et B.	150
Encadré 4.10.	Item 2 du questionnaire B.	210
Encadré 4.11.	Les items 2 et 3 du questionnaire A.	211
Encadré 4.12.	Les items 3 et 4 du questionnaire B.	211

1. Introduction

1.1 Enseignement des sciences : Historique

1.1.1 Changements sociaux et éducatifs

1.1.2 Curriculums et innovation éducative

1.1.3 Evaluation des programmes éducatifs

1.2 But du travail

1.2.1 Intérêt de la recherche

1.2.2 Questions de la recherche

1.2.3 Structure de la recherche

1.1 Enseignement des sciences: Historique

La société actuelle a connu plusieurs changements au long des dernières années qui ont eu des implications pour l'éducation, en général, et pour l'éducation aux sciences, en particulier. Ce sont les enjeux sociaux qui conditionnent le plus souvent les objectifs de l'éducation, ce qui influence, selon Bybee et DeBoer (1994), l'orientation des curriculums de sciences ainsi que les stratégies d'enseignement. **Pour mieux analyser les objectifs du programme APQUA scolaire 12-16, il est important d'en comprendre les fondements et les enjeux à la fois sur les plans historique, épistémologique, sociologique et pédagogique.**

Nous commencerons, donc, par présenter, à grands traits, les changements sociaux et éducatifs qui ont marqué les dernières décennies. Ensuite, nous aborderons le thème des conceptions curriculaires et de l'innovation éducative en insistant sur tout ce qui a trait à l'enseignement des sciences. Finalement, nous terminerons par l'évaluation éducative qui a accompagné toutes ces transformations et qui constitue un élément essentiel dans toute action éducative. C'est dans le cadre de l'innovation éducative et plus concrètement de ce **qui est connu sous le nom de « projets » (Camaaño, 1994) que s'inscrit le projet APQUA (apprentissage des produits chimiques, leurs utilisations et applications) qui fait l'objet de cette étude. Et c'est dans le cadre de l'évaluation éducative que s'inscrit notre travail : Evaluation des objectifs du programme APQUA Scolaire 12-16 -formulation et analyse de cohérence.**

1.1.1 Changements sociaux et éducatifs

La configuration de la société actuelle se trouve largement influencée, dans ses différentes facettes, par les découvertes scientifiques et le développement technologique qui ont marqué le XX^e siècle et qui continuent à fructifier au XXI^e siècle. Des ouvrages entiers sont consacrés à ce sujet comme, par exemple, celui de Pirutz (1999) et de Kako (2001).

En quelques mots, Wiens (2002) parle d'une amélioration de la qualité de vie grâce à la technologie et d'un développement technologique évolutionnaire dans la plupart des cas quoique parfois révolutionnaire. L'auteur cite dans le cadre de ce dernier cas, la maîtrise de l'aviation et de la fuséologie ; la digitalisation des signaux électroniques et l'amélioration de la technologie de l'image et du son ; la progression de la médecine notamment en matière de transplantation des organes, les antibiotiques, la chirurgie plastique et la technologie génétique.

En plus du développement technologique important et généralisé, Del Carmen (1997a) fait référence à d'autres changements qui ont eu une grande influence sur l'évolution de l'enseignement des sciences durant les trois dernières décennies comme la concurrence spatiale avec ses conséquences scientifiques, politiques et économiques ; la consolidation de la société de consommation dans les pays de 'forte' économie et ses répercussions sur la dissipation des ressources naturelles ; la disparition des grandes maladies contagieuses et l'apparition de 'maladies nouvelles dues à des modes de vie inadéquats et à la pollution' ; les problèmes de l'impact environnemental atteignant des 'dimensions jusqu'à maintenant inconnues' ; la répartition déséquilibrée des ressources et la croissance exponentielle de la population ; le contrôle croissant des processus biologiques et les problèmes de caractère éthico-sociale qui en découlent ; le développement des technologies de l'information et de la communication qui font que 'l'accès à tout type d'information ou ressource soit plus facile mais, en même temps plus contrôlé' ; la mythification sociale de la science et de la technologie accompagnée d'une certaine 'peur quant à l'avenir de l'homme et de la planète' ; la régression des religions 'traditionnelles' dans les sociétés les plus développées technologiquement qui fait que les 'nouvelles religions' attirent de plus en plus d'adeptes.

Tous ces changements ont été accompagnés de transformations radicales dans le domaine de l'éducation en affectant d'une manière particulière l'éducation aux sciences. Des transformations qui sont dues, principalement, à la généralisation progressive de la scolarisation et à la nécessité de former des citoyens scientifiquement et technologiquement alphabétisés ; aux changements dans la manière de concevoir l'enseignement et l'apprentissage, en général et celui des sciences, en particulier ; aux conséquences du développement des théories constructivistes sur l'apprentissage ; aux nouvelles conceptions de la science et de la nature du savoir scientifique ; à l'apparition du mouvement STS (Science-Technologie-Société) pour l'enseignement des sciences et aux implications de tous ces changements pour la formation initiale et permanente des professeurs, notamment ceux des sciences. Il faut dire que chacun de ces thèmes est assez vaste pour être cernée en quelques paragraphes. C'est pourquoi, nous nous limiterons ici à une simple et brève description des principales idées qui ont contribué à la configuration actuelle de l'éducation aux sciences. N'empêche que ce discours -assez expositif- incite, de temps en temps, à quelques réflexions.

1.1.1.1 Vers une scolarisation généralisée

Nous assistons depuis la moitié du XIX^e siècle à une généralisation progressive de la scolarisation. Dès lors, l'éducation a été conçue comme l'un des facteurs principaux pour l'intégration et la croissance nationale, ce qui est confirmé par les spécialistes des pays industrialisés qui assurent la productivité de cet investissement en éducation, devenue en vue des transformations mondiales, une condition requise pour assurer la compétitivité des nations du XXI^e siècle (Filmus, 1994).

Mais, la proclamation de la scolarité obligatoire a été aussi motivée par des idéaux comme la liberté -des individus et des peuples- et l'égalité politique et sociale entre les citoyens (Condorcet, 1743-1794). L'auteur de *l'Esquisse des progrès de l'esprit humain* exprimait au XVIII^e siècle ses espérances sur l'état à venir de l'espèce humaine en termes de « *la destruction de l'inégalité entre les nations* », de « *progrès de l'égalité dans un même peuple* » et de « *perfectionnement réel de l'homme* ». Il espérait que l'humanité puisse parvenir à un état où « *tous* » les hommes auraient « *les lumières nécessaires pour se conduire d'après leur propre raison dans les affaires communes de la vie, et la maintenir exempte de préjugés, pour bien connaître leurs droits et les exercer d'après leur opinion et leur conscience ; où tous pourront [pourraient] par le développement de leurs facultés, obtenir des moyens sûrs de pourvoir à leurs besoins et où la stupidité et la misère ne seront [seraient] plus que des accidents et non l'état habituel d'une société* ».

Cependant, l'idée d'étendre l'éducation primaire à la totalité de la population se confrontait toujours à une forte opposition pendant le XIX^e siècle. Cette opposition utilisait des arguments comme celui du président de la Royal Society anglaise, par exemple, qui considérait -en 1807- « le projet de donner une éducation aux classes ouvrières comme étant assez équivoque et qu'en réalité il serait préjudiciable pour leur morale et leur bonheur » (Cipolla, 1970 cité par Gil-Pérez, 1998). La conscience politique des années 1820 et 1830 a fait augmenter aux Etats Unis la conviction de l'éducation des masses pour la prospérité de la nation et, d'un point de vue démocratique, pour leur intérêt personnel (Doll, 1996). La gratuité de l'enseignement y est établie officiellement entre 1830 et 1850 (Hachette Multimédia, 2001). L'obligation scolaire est annoncée, en Grande Bretagne entre 1870 et 1880, et en France à partir de 1880. Tandis que l'Allemagne a institué plus tôt, en 1819, l'enseignement primaire gratuit et obligatoire. Les écoles populaires (Volksschulen) en Allemagne fonctionnaient depuis la Réforme (Hachette Multimédia, 2001). La scolarité obligatoire a continué à s'instaurer au XX^e siècle, comme c'est le cas de la Belgique (1914). Quant à l'obligation et la gratuité de l'enseignement en Espagne, ils ont été instaurés par la loi Moyano en 1857 (El Mundo, 2002).

L'éducation est, donc, passée dans les différents pays, d'être un privilège dont ne bénéficiait qu'une portion non significative de la population, à représenter une prérogative de toute la nation. Ce qui s'est traduit en d'autres transformations concernant le temps que passent les élèves à l'école en nombre de jours par an et en nombre d'années (Brubacher, 1966 cité par DiCerbo & Darcy, 2001). Mais, malgré le fait que l'éducation soit devenue universelle vers la fin du XIX^e siècle, il faut dire que la part de l'enseignement des sciences¹ à l'époque était encore très réduite (Solomon, 1994). Pourtant, les justifications d'un tel enseignement ont été établies déjà depuis longtemps et continuent à être mises en avant aujourd'hui. Condorcet (1734-1794) et Dewey (1859-1952) cités par Cross et Price (1992) pointaient déjà, au XVIII^e siècle, la science comme « faisant partie du savoir minimal que doit posséder un citoyen pour

¹ En langue arabe, il n'existe pas de différence entre "enseigner" et "enseigner la science". En effet, le verbe enseigner "allama", le mot science "ilm" et le mot scientifique "aalim" sont tous de la même famille. Allama veut dire à la fois enseigner et enseigner la science, Al-ilm en arabe est synonyme du savoir et Aalim est synonyme de savant et de scientifique. Mais il faut dire que Ilm, en arabe veut dire aussi l'étude de quelque chose comme ça peut être, la langue, par exemple, ilm al-lughah ; la biologie, ilm al-ahyae ou la discussion, ilm al-kalam, etc. Par conséquent, et en partant de ce point de vue linguistique, l'enseignement, pourrait être entendu, pour un arabophone, comme un enseignement des sciences comprises dans le sens de l'étude de quelque chose.

qu'il soit à la fois autonome et capable de jouer son rôle dans la société » (Condorcet) et « permettant l'émancipation des peuples et l'ouverture intellectuelle » (Dewey).

Aujourd'hui, l'idée d'une éducation pour tous est largement partagée par toutes les classes politiques, par les experts et les citoyens. L'investissement en éducation et plus particulièrement en éducation scientifique et technologique, est considérée non seulement une priorité pour tous, sinon une exigence urgente (Gil Pérez, 1998). Néanmoins, il continue toujours à y avoir des millions d'êtres humains dans le monde qui n'ont pas la minimale alphabétisation et moins encore une alphabétisation scientifique ou technologique.

1.1.1.2 Vers une alphabétisation scientifique et technologique

Comme conséquence des avancements scientifiques et technologiques, cités ci dessus, et de la reconnaissance de la nécessité d'une éducation pour tous, l'alphabétisation scientifique et technologique est aussi devenue une nécessité pour tous. Bien que la question de la compréhension publique des sciences se discutait depuis longtemps déjà, ce n'est que vers la moitié des années 80 qu'elle a pris un aspect institutionnel (Wynne, 1995).

Hurd (1958) cité par Stiefel (2001) était l'un des premiers à discuter l'idée de l'alphabétisation scientifique dans un article intitulé « Science Literacy » où il a utilisé ce terme pour décrire une compréhension de la science et de ses applications à la vie sociale. La science et ses applications sont de plus en plus dominants qu'il est devenu difficile de discuter des problèmes économiques, politiques, éthiques ou éducatifs sans tenir compte du rôle joué par la science. En général, cette notion se réfère à ce que les savoirs scientifiques puissent permettre aux personnes de répondre à des questions de la vie quotidienne et non pas seulement aux questions théoriques de la science. Mais, il n'y a pas une seule définition pour l'alphabétisation scientifique. Velarde (1995), par exemple, dans un article apparu dans le journal *La Vanguardia*, donne cette définition simple et synthétique :

“El alfabetismo científico supone tener la habilidad para analizar situaciones y problemas de forma racional (tras el análisis y la síntesis) y para emplear las nuevas tecnologías adecuadamente” (Velarde, 1995).

Une personne scientifiquement alphabétisée est définie par la *National Science Teacher Association* (NSTA, 1971 cité par Bybee & DeBoer, 1994) comme étant quelqu'un qui utilise des « *concepts de la science* », des « *habilités procédurales* » et des « *valeurs* » pour prendre des décisions quotidiennes au fur et à mesure qu'il interagit avec les autres personnes et avec son environnement.

Pour Fourez (1997), l'alphabétisation scientifique et technologique poursuit des objectifs de caractère humain, socio-économique et démocratique :

« First, STL pursues humanistic goals insofar as it aims at allowing each individual to use and enjoy her or his potential. Second, STL is also promoted for economic reasons- on one hand, because it is related to the adaptation of the individual to economic and social pressure (...) and, on the other hand, in relation to national economic growth. Finally, STL is supposed to promote democracy by giving people sufficient knowledge about science and technology so as to encourage public debate and avoid abandoning public decisions to technocrats » (Fourez, 1997)

Miller (1979, cité par Miller 1992) définit également l'alphabétisation scientifique autour de trois dimensions qu'il utilise pour établir des indicateurs d'évaluation :

- le vocabulaire relatif aux termes et aux concepts scientifiques,
- la compréhension des procédures scientifiques,
- la prise de conscience de l'impact de la science et de la technologie sur les individus et la société.

Miller (1992) indique que la mesure de ces trois dimensions a été améliorée en 1985, 1988 et 1990 et reproduite en Bretagne (1988), Canada (1989), Communauté Européenne (1989) et en Nouvelle Zélande (1990).

Bybee (1995), lui, dans son article « Achieving Scientific Literacy » coïncide avec Miller (1992) sur les deux premières dimensions concernant le vocabulaire, les concepts et les procédures scientifiques. Mais, il ajoute comme troisième dimension de l'alphabétisation scientifique -en plus du rôle de la science et la technologie dans la vie personnelle des individus et dans la société- la nécessité de développer des perspectives qui incluent aussi l'histoire des idées scientifiques et la nature du savoir scientifique et technologique.

En guise de synthèse, on peut dire que l'alphabétisation scientifique consiste à ce que les personnes aient des connaissances assez suffisantes sur les différents aspects de la science (concepts, procédures, valeurs éthiques, etc.) pour qu'ils puissent être capables d'opiner et de prendre des décisions sur des questions diverses où la science serait impliquée d'une manière ou d'une autre. On peut dire aussi que l'alphabétisation scientifique devrait pourvoir les personnes des outils nécessaires pour qu'ils puissent acquérir de nouveaux savoirs.

Reste à déterminer avec plus de précision quelles sont ces connaissances minimales qui seraient suffisantes pour qu'une personne soit scientifiquement alphabétisée. C.à.d, que faut-il savoir ? et en quelle profondeur ?, quelles sont ces capacités à développer chez les élèves pour qu'ils soient scientifiquement alphabétisés même s'il ne poursuivent pas des études scientifiques plus tard ? et que faut-il enseigner et comment l'enseigner pour que les élèves qui suivent des carrières scientifiques soient scientifiquement alphabétisés aussi ?

1.1.1.3 Vers une reconceptualisation de l'enseignement/apprentissage

La reconceptualisation de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences est le résultat de l'intérêt particulier accordé durant les dernières décennies à ce domaine (National Research Council, 1996) et à l'identification des difficultés qui l'entourent (Osborne & Wittrock, 1983). Ceci a poussé les recherches en vue d'une rénovation de l'enseignement des sciences et de leur apprentissage. Ainsi, les modèles constructivistes et les modèles de « traitement de l'information » sont considérés par certains (Kempa, 1991, cité par Gil-Pérez 1998) comme deux perspectives essentielles dans cette rénovation. Les nouvelles tendances en enseignement et apprentissage des sciences s'alimentent, d'une part, des recherches sur la compréhension de la manière dont on construit les savoirs et d'autre part, des résultats concernant la manière dont ces savoirs acquis sont structurés et organisés dans la « mémoire à long terme » et la manière dont on s'en rappelle pour les utiliser (Osborne & Wittrock, 1983 ; Gil-Pérez, 1998).

Il est vrai qu'on ne peut pas ignorer les apports théoriques (ex : métaphore de l'esprit humain comme un ordinateur) et pratiques (ex : nouvelles technologies en tant que contenu et en tant que moyen didactique) résultants de l'utilisation des ordinateurs - avec leurs limitations-. Mais, il faut reconnaître que la perspective constructiviste a été jusque là plus fructueuse pour la rénovation de l'enseignement que celle qui est basée sur le traitement de l'information (Gruender et Tobin, 1991 cités par Gil-Pérez, 1998). Cette perspective a, cependant, constitué l'objet de plusieurs études et critiques comme on peut le constater à travers les travaux de Driver (1985), Millar (1989), Solomon (1994) et Osborne (1996).

Le constructivisme trouve son origine dans les travaux de Jean Piaget qui ont conduit au développement de cette théorie et à en déduire ses implications didactiques et épistémologiques. Sur les deux plans, le constructivisme postule, selon Astolfi et al. (1997), que les connaissances « se construisent » ; soit de façon progressive et continue, ou bien par ruptures, l'activité du sujet conduit aux remodelages et aux réorganisations qu'implique l'apprentissage. Mais, cette activité ne porte pas sur n'importe quel objet, elle manipule essentiellement les idées, les connaissances et les conceptions que le sujet possède déjà (Jonnaert et Vander Borgh, 1999). En d'autres termes, dans la vision constructiviste, le sujet construit ses connaissances à travers sa propre activité et l'objet manipulé au cours de cette activité n'est autre que sa propre connaissance.

Les études sur le constructivisme ont mis en évidence l'existence chez les apprenants d'erreurs conceptuelles *-misconceptions-* ou de préconceptions *-preconceptions-* qui conditionnent leur apprentissage et qui présentent une forte résistance aux explications scientifiques fournies par les enseignants (Gil-Pérez, 1985). Ces études et celles qui s'en sont suivies, sur l'origine des préconceptions et les causes de leur persistance (Mc Dermont, 1984 ; Driver & Erikson, 1983 ; Giordan, 1985 cités par Gil Pérez, 1985 ; Osborne & Wittrock, 1983), ont conduit à des propositions diverses sur la manière d'orienter l'apprentissage en sciences (Nussbaum & Novick, 1982 cité par Weaver, 1998 ; Driver & Oldham 1986 cités par Sprod, 1997 ; Hodson, 1988, Giordan, 1989 et Pozo, 1989 cités par Gil Pérez, 1996 ; Posner et al., 1982 ; Osborne & Wittrock, 1983). Ces propositions, bien qu'elles soient présentées sous forme de modèles différents, coïncident toutes sur un apprentissage en sciences basé sur le *changement conceptuel* en trois phases : initiation (idées préalables), restructuration (conflit cognitif) et application (consolidation des concepts). Le changement conceptuel n'est pourtant pas suffisant pour assurer un apprentissage significatif en sciences, il devrait être accompagné d'un changement méthodologique et épistémologique : « *It is not possible to separate these three elements : learning science (...) learning about science (...) and doing science* » (Gil Pérez, 1996).

Il faut préciser aussi, que la théorie constructiviste a connu une évolution importante par rapport à la conception piagétienne de départ. Les auteurs insistent, de nos jours, sur la dimension sociale de la construction du savoir (Driver & Oldham, 1985 cités par Sprod, 1997). Dans ce sens, 'les interactions sociales constituent une composante essentielle de l'apprentissage' tout en ayant une triple dimension : 'les interactions entre pairs', les 'interactions entre l'apprenant et l'enseignant' et les interactions entre les apprenants et le milieu (Jonnaert & Vander Borgh, 1999).

D'un autre côté, l'innovation de l'enseignement et l'apprentissage des sciences a bénéficié d'autres apports comme le montrent, par exemple, les travaux de Kempa & Ayob (1995) et Sprod (1997). Ceux-ci portent sur l'efficacité de l'interaction et du travail de groupe pour la promotion de l'apprentissage en sciences (Kempa & Ayob,

1995) et sur l'utilisation des discussions en classe (Russell & Osborne, 1993, cité par Sprod, 1997) avec les problèmes qu'elle comporte.

Or, plusieurs questions se posent ici : dans quelle mesure les pratiques de classe ont-elles bénéficié des avancements théoriques dans le domaine de l'enseignement et de l'apprentissage ? Quel est le degré de compréhension des professeurs vis à vis de l'approche constructiviste ou du changement conceptuel, par exemple ? jusqu'à quel point sont-ils capables d'adopter de telles approches ? combien sont-ils ceux qui en adoptent vraiment ? (voir, par exemple, l'étude réalisée par Hassard et Dias, 2000).

On peut se demander aussi sur le rôle joué par les matériels didactiques et les idées véhiculés par les manuels scolaires utilisés par les professeurs : jusqu'à quel point conditionnent-ils les pratiques de classe ? et quelles sont les possibilités réelles d'un changement dans la manière dont ils sont conçus pour provoquer un changement effectif dans la façon de faire des professeurs ?

1.1.1.4 Vers de nouvelles conceptions de la science et du savoir scientifique

Les études sur l'histoire des sciences et l'épistémologie ont conduit à de nouvelles visions de la science et du savoir scientifique. Dans ces visions, le savoir scientifique n'apparaît plus comme étant indépendant du « sujet-en-quête-de-connaissance » (Larochelle & Désautels, 1992), « au nom d'un principe dit d'objectivité », ni un savoir qui porte sur « une réalité ontologique à laquelle nous n'avons pas accès » ; sinon qu'il ne peut que « résulter de l'expérience que nous en faisons ; et qui plus est, c'est nous qui le construisons, sans qu'il nous soit jamais donné de le déduire de la réalité en tant que telle ».

Dans la vision traditionnelle de la science, connu sous les noms d'empirisme, empirisme logique et de positivisme logique, on faisait la distinction entre l'observateur, l'observé et l'objet (Cleminson, 1990). C'est une vision où l'observateur, impartial cherche des explications aux phénomènes physiques et fait des prédictions des faits dans le cadre d'une réalité externe. Or, la science, comme le soulignent Larochelle et Désautels (1992), a connu une évolution surprenante au cours du XX^e siècle et toute sa philosophie de même que son histoire s'en sont trouvées bouleversées. En quelques mots, on peut dire que « le cadre conceptuel dans lequel les savants comprenaient le monde a basculé et un nouveau paradigme est né ». Ce qui a donné lieu à la « nouvelle » philosophie de la science apparue comme un déficit moderne à l'empirisme logique et qui se doit en partie aux limitations de celui-ci (Amibola, 1983 cité par Cleminson, 1990 ; Duschl, 1994)

En effet, l'idée d'objectivité dans la science positiviste a dû être révisée lorsque Heisenberg et Einstein ont montré que l'observateur et l'observé font partie du système et qu'ils ne sont pas des entités isolées. Et c'est dans ce sens que des philosophes de la science, comme Popper, Kuhn, Lakatos, Bronowski et Toulmin ont orienté leurs efforts (Cleminson, 1990 ; Duschl, 1994). Tous ces changements de vision qui ont affecté le concept de « rationalité scientifique » et de « méthode scientifique » ont donné lieu à de nouveaux modèles de science qui font référence à la rationalité modérée, contextuelle ou hypothétique pour expliquer la manière dont les scientifiques promeuvent le processus de la création scientifique (Izquierdo, 1999). Il est à signaler, cependant, que ces nouveaux modèles ne sont pas uniquement le résultat de la philosophie des sciences, mais aussi des apports de l'histoire des sciences, de la sociologie des sciences, de la psychologie cognitive et de la linguistique. En plus, il ne s'agit pas d'un seul, sinon

d'une diversité de modèles qui reflètent l'aspect humain, tentative et constructiviste des sciences.

Les nouvelles conceptions de la science et de la nature du savoir scientifique ont eu –en plus de leurs implications pour l'enseignement et apprentissage des sciences- des applications en éducation aux sciences. D'après Duschl (1994), les curriculums des années 1950 et 1960, conservaient toujours l'idée de « la méthode » scientifique. Mais, les applications de la philosophie et de l'histoire des sciences ont contribué à la restructuration des matériels curriculaires pendant les années 1960 et 1970 et à partir des années 1970, on a cherché les moyens de restructurer aussi bien la pratique que la prise de décisions des enseignants. Izquierdo (1999) affirme aussi que les nouveaux modèles de la science ont contribué au développement de nombreuses propositions didactiques et de formation des enseignants en se référant aux travaux de Koulaïdis & Ogborn (1989), Cleminson, (1990) et Seigel (1993).

Néanmoins, on constate que des travaux qui datent des années 1980 reprochaient toujours aux curriculums de sciences de ne pas suivre le rythme des notions contemporaines de philosophie de la science (Stenhouse 1985 ; Dushl, 1985, 1988 ; Hodson, 1986 et Amibola, 1983 cités par Cleminson, 1990). Aussi nous demandons-nous, quelles sont, aujourd'hui, les conceptions épistémologiques des enseignants de sciences ?, quelles visions de la science sont-elles véhiculées par les matériels didactiques et les manuels scolaires qu'ils utilisent ? et quel est leur effet sur les pratiques de classe indépendamment des conceptions épistémologiques de l'enseignant lui même ?

1.1.1.5 Vers un enseignement STS

Le mouvement éducatif Science-Technologie-Société ou STS, est apparu pendant les années soixante et soixante-dix dans les campus universitaires et s'est étendu à l'enseignement secondaire pendant les années 80. Gallagher (1971 cité par Bybee & DeBoer, 1994) est considéré comme l'un des premiers auteurs qui ont proposé formellement que l'éducation aux sciences soit organisée autour de la perspective STS. Pour lui, les apprenants doivent se familiariser avec les interactions sociales de la science ainsi qu'avec les savoirs et les procédures scientifiques. Cependant, il est difficile de formuler une définition claire de cette perspective vu le manque de consensus à son égard (Membiela, 2001) et la variété de ses finalités et motivations qui rend difficile la détermination précise des caractéristiques d'un enseignement STS des sciences (Ziman, 1994).

D'une manière générale, il s'agit de la tendance des nouveaux curriculums vers l'enseignement d'une science 'ancrée' (embedded) dans un contexte technologique et sociale qui serait plus familier aux élèves (Aikenhead, 1994). Pour cet auteur, les élèves retiennent des idées, aussi bien sur leur environnement naturel, social et construit artificiellement, que sur les interactions entre ces trois environnements. D'où l'intérêt d'en tenir compte à travers une multitude d'approches Ziman (1994) :

- l'approche à travers la pertinence qui envisage de capter l'attention des élèves sur l'importance de la science à travers la mise en évidence de son rôle dans la vie quotidienne et de son utilité pour la société,
- l'approche professionnelle qui s'inspire des carrières universitaires comme la médecine, l'ingénierie, la recherche scientifique, etc. Elle envisage d'instruire les élèves et en même temps de les préparer à leur futur rôle social,

- l'approche transdisciplinaire qui est en relation avec les mouvements visant à rompre les barrières entre les disciplines ou spécialités qui caractérisent l'enseignement de la science,
- l'approche historique qui met l'accent sur l'intérêt d'enseigner l'histoire de la science et de la technologie,
- l'approche philosophique qui souligne l'importance de tenir compte de la nature du savoir scientifique malgré la complexité que cela pourrait supposer aussi bien pour les élèves que pour les professeurs,
- l'approche sociale qui tend vers l'enseignement de la science et la technologie dans leur contexte institutionnel pourvu d'une organisation interne pour la production de savoirs et de savoir-faire et influencé par les liens externes maintenus avec la société.
- l'approche problématique qui repose sur l'idée que les grands problèmes de notre temps -comme la détérioration de l'environnement naturel, la surpopulation, les maladies endémiques, la pauvreté et la guerre- sont le résultat d'une mauvaise application de la science et que seule la science peut donner des réponses à ces problèmes. Cette approche aborde les différents aspects de la « problématique » en insistant sur le rôle social de la science et en mettant en question les valeurs éthiques liées au savoir scientifique et technologique.

Il est également intéressant d'examiner les finalités du mouvement STS afin de nous faire une idée plus élaborée. En voici quelques unes telles qu'elles sont exprimées par leurs auteurs :

« *the fundamental weakness of 'valid' science as it is usually taught is not what it says about the world, but what it leaves unsaid. The task of STS education is to fill that gap* » (Ziman, 1994)

« *the goal of science education during the 1980s is to develop scientifically literate individuals who understand how science, technology and society influence one another and who are able to use this knowledge in their everyday decision-making* » (NSTA, 1982 citée par Bybee & DeBoer, 1994)

« (...) *el fin último de la integración CTS en la enseñanza de las ciencias es lograr ciudadanos científica y tecnológicamente alfabetizados, capaces de tomar decisiones informadas y acciones responsables* » (Rubba & Weisenmayer, 1988 cités par Membiela, 2001)

Donc, on peut dire que d'une manière générale, il s'agit de préparer des citoyens informés et capables de prendre part, de manière démocratique efficace, dans les processus de prise de décision (Aikenhead, 1994 ; Ziman, 1994 ; Thier & Nagle, 1994 ; Membiela, 2001). Mais, il est important, à notre avis, de distinguer entre deux finalités principales de l'éducation STS aux sciences :

- 1) Aider les élèves à comprendre à partir de leurs expériences quotidiennes en se basant sur leur tendance naturelle vers l'intégration de leur propre compréhension à propos de leur environnement naturel, social et technologique ;
- 2) Promouvoir l'alphabétisation scientifique et technologique des élèves de manière à ce qu'ils soient capables de participer dans le processus démocratique de prise de décisions concernant des questions d'intérêt publique en rapport avec la science et la technologie.

Inutile de rappeler que le mouvement STS a ses avocats et ses opposants. Les premiers estiment que l'éducation aux sciences devrait être humaine, orientée vers les valeurs et pertinente avec un plus grand nombre de questions personnelles, sociales et environnementales (Hofstein & Yager, 1982 cités par Bybee & DeBoer, 1994). Tandis que les opposants du mouvement ne partagent pas l'idée que les cours de sciences soient organisés à base de problématiques sociales au lieu de l'être à base de concepts scientifiques (Kromout & Good, 1983 cités par Bybee & DeBoer, 1994). On parle, alors, d'un conflit entre deux curriculums : le premier serait organisé autour des problématiques sociales au lieu des concepts issus des différentes disciplines et le second offrirait une approche plus systématique et ordonnée pour l'acquisition des contenus disciplinaires. Ce dernier courant reproche à l'éducation STS de mettre plus l'accent sur les aspects politiques et sociales des sciences et d'ignorer les théories d'apprentissage. Good, Herron, Lawson et Renner (1985 cités par Bybee & DeBoer, 1994), par exemple, utilisent ce même type de raisonnement et argumentent de la manière suivante :

« (...) the chemistry is not the study of the impact of chemical dumping on society, nor is it the study of the impact of society on chemical dumpers or on the chemists who synthesised the chemicals (...) this, of course, is not to say that these issues are unimportant, yet surely they do constitute the essence of science education »

Enfin, la mise en pratique d'un enseignement STS a certainement ses avantages et ses inconvénients (Membiela, 2001). Aussi, nous posons-nous la question sur les difficultés qui entourent les pratiques STS et sur les possibilités d'une intégration optimale de matériels STS dans la pratique.

1.1.1.6 Vers de nouvelles stratégies pour la formation des enseignants de sciences

Le métier d'enseigner est, tout d'abord, passé d'être conçu comme un 'don' mystérieux à quelque chose qui peut être étudié et enseigné (Brubacher, 1966 cité par DiCerbo & Darcy, 2001). Ensuite, tous les changements mentionnés ci-dessus ont eu des implications importantes pour la formation des enseignants, dont la première serait la nécessité d'une formation continue.

Ainsi, la scolarisation généralisée a conduit à la nécessité de former de plus en plus d'enseignants pour répondre aux besoins de la société dans ce domaine, et les apports en matière d'enseignement et d'apprentissage ont dû être pris en considération aussi bien dans la formation initiale que continue des enseignants.

Quant au cas particulier des enseignants de sciences, les recherches ont mis en évidence l'importance de leurs pratiques en classe et de leurs propres croyances. Celles-ci sont masquées, selon Pajares (1992 cité par Ballone & Czerniack, 2001), par les attitudes des enseignants, leurs jugements, opinions, idéologies, valeurs, théories et perceptions. Plusieurs auteurs pointent l'enseignant comme principal agent de changement pour réaliser des avancements significatifs en éducation aux sciences :

« A common agreement in all these reform proposals is that for any significant advancement to occur in the state of science education, the science teacher must become the fundamental change agent. It follows, there is a tremendous national need for quality teacher enhancement efforts » (Glass, Aiuto & Anderson, 1993 ; National Science Board, 1987 cités par Lavoie, 1997)

« *Research supports the idea that the teacher is the critical change agent in paving the way to educational reform and that teacher beliefs are precursors to change* » (Ajzen & Fishbein, 1980 ; Crawley & Koballa, 1992 ; Pajares, 1992 ; Battista, 1994 tous cités par Ballone & Czerniack, 2001)

“*Effective teaching is at the heart of science education (...) Reforming science education requires substantive changes in how science is taught, which requires equally substantive change in professional development practices at all levels*” (National Research Council, 1995)

C’est pour cela que les recherches actuelles s’intéressent de plus en plus aux propres conceptions des enseignants. Battista (1994) et Cuban (1990) -cités par Ballone & Czerniack (2001)- soulignent qu’il est impératif de prendre en considération les perceptions des enseignants à l’égard des efforts de réforme car, le cas échéant impliquerait le retour de ces efforts. Les chercheurs développent, donc, « *des modèles pour analyser les modalités et les conditions de changements conceptuels viables chez les enseignants, et proposent des stratégies concrètes pour provoquer ces changements* » (Mathy, 1997). Les changements conceptuels dont il est question concernent deux niveaux essentiels :

- les conceptions des enseignants à propos de l’enseignement/apprentissage des sciences
- les conceptions des enseignants à propos de la science et de la nature du savoir scientifique

« *The actions of teachers are deeply influenced by their perceptions of science as an enterprise and as a subject to be taught and learned. All teachers of science have implicit and explicit beliefs about science, learning, and teaching* » (National Research Council, 1995)

Dans le cadre du premier niveau, on a mis en question l’efficacité de l’enseignement par transmission du savoir : “*the teacher as clarifier of ideas and presenter of information is clearly not adequate for helping students accommodate new conceptions*” (Posner et al., 1982), mais on a mis surtout en question les conceptions spontanées des professeurs à propos de l’enseignement perçu comme ‘une tâche simple qui demande une connaissance du sujet et un peu d’expérience’ (Gil-Pérez, 1996). Depuis les années 80, les recherches en éducation aux sciences se sont intéressées à l’étude de ce qu’on connaissait déjà sur les préconceptions ou les représentations initiales des élèves et aux moyens de disséminer ces connaissances aux enseignants (Osborne & Wittrock, 1983). Ces recherches ont facilité l’émergence de l’approche constructiviste comme l’une des contributions les plus remarquables à l’éducation aux sciences, le long des dernières décennies (Gruender & Tobin, 1991 cité par Gil-Pérez, 1996). Pourtant, il semble que cette approche n’arrive toujours pas à s’imposer dans les classes bien qu’elle soit défendue par de plus en plus d’auteurs (Wolfs et al. 2001). Giralt et al. (1999) confirment que les professeurs ont une tendance naturelle à l’enseignement par exposition car c’est ainsi qu’ils ont été instruits eux-mêmes.

Certains auteurs proposent, par exemple, d’appliquer la théorie constructiviste à la formation des enseignants (Cleminson, 1990 ; Cheung & Taylor, 1991 et Vosniadou, 1991 cités par Stofflett, 1994). Ils supportent l’idée que les professeurs enseigneraient de la façon dont ils ont été formés. De la même manière, d’autres auteurs proposent d’utiliser les approches de changement conceptuel avec les enseignants au cours de leur formation pour qu’ils puissent, à leur tour, les utiliser avec les élèves (Hewson &

Hewson, 1988 ; Gunstone & Northfield, 1992, Neale & Smith, 1989 et Roth & Rosaen, 1991 cités par Stofflett, 1994).

Quant au deuxième niveau de changements conceptuels chez les enseignants, il a été question d'étudier, d'abord, l'influence des propres conceptions des enseignants à propos de la science et de la nature du savoir scientifique sur le processus d'enseignement/apprentissage des sciences. Sans surprise, la façon, dont les enseignants conçoivent les savoirs et les sciences conditionne la manière de penser des élèves et influence « *l'image que les élèves se font des sciences et du monde* » (Wolfs et al., 2001).

On s'est intéressé, donc, par la suite, à la manière de provoquer un changement de vision chez les enseignants à travers leur formation initiale ou continue puisque les conceptions épistémologiques et les conditionnements des enseignants sont attribuées à la formation qu'ils ont reçue (Collins, 1989 ; Gallagher, 1991 ; Fourez, 1991 ; Désautels, Larochelle et al., 1993 cités par Mathy, 1997). Des efforts en vue de promouvoir la compréhension de la nature du savoir scientifique et de la recherche scientifique chez les enseignants ont abouti à la mise au point de plusieurs approches (Lederman, 1998). Les recherches actuelles dans ce domaine semblent s'orienter vers l'étude de l'utilité des cours de philosophie des sciences et/ou d'histoire des sciences, aussi bien pour les étudiants de sciences que pour la formation des enseignants de sciences (Hernández, 2000 ; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000 ; Cantor, 2002 ; Allchin, 2002 ; Lecourt, 2002 ; Séré, 2002). Et la question reste posée : est-il suffisant de transformer les conceptions épistémologiques des enseignants ?, qu'en est-il des matériels didactiques utilisés et des manuels scolaires utilisés par ces derniers ?, serait-il plus efficace d'opérer dans un sens ou dans l'autre ?. Autrement dit : à quoi s'attendrait-on le plus, à ce qu'un enseignant qui a reçu la formation épistémologique adéquate puisse adapter les matériels didactiques disponibles ? ou plutôt, à ce qu'un enseignant qui n'a pas reçu la formation épistémologique adéquate puisse s'adapter à des matériels didactiques innovants ?

Nous sommes persuadés que l'histoire de l'enseignement des sciences est beaucoup plus riche pour être relatée dans quelques paragraphes, si bien que notre souci est de situer le présent travail dans son contexte historique et éducatif. Il est aussi certain que les questions soulevées ici et bien d'autres qui pourraient se poser constituent l'objet de plusieurs recherches actuelles et feront l'objet de recherches futures, en éducation et en éducation aux sciences en particulier. Nous espérons que ces recherches continueront à nous apporter, à chaque fois, de nouvelles réponses et nous aider à relever, à chaque fois, de nouveaux défis.

1.1.2 Curriculums et innovation éducative

1.1.2.1 Les curriculums : Définition et éléments constitutifs

Le 'curriculum' est un terme dont l'usage dans le contexte éducatif espagnol date depuis les années 80, bien que les questions dites curriculaires soient aussi vieilles que l'éducation (Gimeno, 1988 ; Bolívar, 1999a). Cette notion représente ce que les professeurs connaissent généralement par programmes, thèmes, ou plans relatifs à ce qui devrait être enseigné aux élèves durant une étape donnée de leur scolarité (Mauri, 1990). Ces programmes ou curriculums concrétisent dans le cadre de la situation historique, sociale et culturelle où ils émergent, les intentions de l'éducation scolaire et structurent, en même temps, un plan qui rend possible leur réalisation à partir de la

pratique éducative en classe. Ils se sont occupés aussi de l'organisation des savoirs à enseigner (contenus, thèmes, branches) et de fournir des indications -quoique pas toujours- sur la manière d'enseigner ainsi que sur comment et quoi évaluer. Une fois élaborées, les propositions curriculaires étaient, traditionnellement transmises aux professeurs sans qu'ils soient, dans la plupart du temps, consultés ni avant, ni au cours du processus de développement. De nos jours, il semble que cette pratique a changé grâce à la mise au point de plans d'expérimentation et à la prévision de périodes pour la consultation des professeurs, pour l'analyse et la divulgation de ces propositions (Mauri, 1990).

Le curriculum représente, donc, l'organisation institutionnelle des intentions éducatives, dans une situation donnée, à un moment donné de l'histoire. C'est une composante clé dans tout le système éducatif qui ne peut échapper aux mouvements qui affectent celui-ci. Par conséquent, tous les changements éducatifs rapportés dans la section antérieure (§ 1.1.1) ont eu un impact aussi, sur les éléments qui constituent un curriculum et sur le processus même de son élaboration.

La littérature sur la conception curriculaire indique l'existence de différents modèles et de différentes visions pour le développement et la dissémination des curriculums (Graig, 1927, Bruner, 1960, Rutherford, 1970 et Fullan, 1982 cités par Bybee & DeBoer, 1994 ; Tyler, 1998 ; Taba, 1962 cité par Doll, 1996 ; Popham, 1970 et Gagné, 1979 cités par Gimeno, 1985 ; Stenhouse, 1987 ; Schwab, 1989). Les auteurs des modèles curriculaires situent entre deux extrêmes leurs conceptions du curriculum (Mauri, 1990) :

- une vision où on donne une importance primordiale aux processus psychologiques des élèves vis à vis de l'interaction avec le professeur ; elle consiste en une recréation de la culture sous forme d'expériences facilitées aux élèves par les professeurs dans le cadre de situations scolaires,
- une vision où l'idée de curriculum est assimilée à une liste de contenus qui concrétisent des exigences en vue de l'obtention de résultats donnés d'apprentissage par les élèves et qui sont en rapport avec ce qu'on estime être les intérêts sociaux et ceux des experts.

Legendre (1993) dans le « Dictionnaire actuel de l'éducation », définit le curriculum comme étant un « *ensemble structuré de l'infrastructure pédagogique, des situations pédagogiques et des interrelations entre les diverses composantes de celles-ci, planifiées pour un niveau d'études et/ou pour un sous-groupe de sujets dans une école, un collège ou une université. (...) Dépendant de la pondération relative accordée à l'une ou l'autre des cinq composantes d'une infrastructure pédagogique, le curriculum pourrait être centré sur : (1) les besoins de l'apprenant, (2) les objectifs d'apprentissage, (3) les méthodes d'enseignement, (4) la mesure et l'évaluation, (5) la gestion des apprentissages* »

De la même manière, Taba (1962, cité par Stenhouse 1987) propose un processus pour la planification d'un curriculum en 7 étapes :

1. Identification des besoins
2. Formulation des objectifs
3. Sélection des contenus
4. Organisation des contenus

5. Sélection des activités d'apprentissage
6. Organisation des activités d'apprentissage
7. Détermination de ce qu'il faudrait évaluer, les modes et les moyens de le faire.

Doll (1996) précise que pour la plupart, le curriculum représente ce qui doit être enseigné, comment il doit être enseigné, des matériels pour les enseignants, des matériels pour les élèves et des expériences à l'intérieur et à l'extérieur de l'école. Ils sont très peu, ajoute-t-il, ceux qui croient que le curriculum est un document à caractère officiel, voire obligatoire.

Notre définition du curriculum est celle de Roegiers (1997) : « *un ensemble complexe et évolutif des règles du déroulement pédagogique d'une action d'éducation ou de formation, aux différents niveaux d'opérationnalisation de celle-ci* ». Cet ensemble est constitué par cinq éléments essentiels (Taba, 1962 cité par Stenhouse, 1987 ; D'Hainaut, 1983; Legendre, 1993):

- les finalités, les objectifs : ce qu'on attend des élèves,
- les contenus-matières, les objectifs, les capacités et/ou les compétences à développer chez les apprenants : ce qu'on enseigne aux élèves pour développer chez eux des capacités données,
- les méthodes pédagogiques: les stratégies d'instruction et les ressources,
- les modes de gestion du processus : les stratégies organisationnelles et les modes d'interaction entre les acteurs,
- l'évaluation : les modalités à utiliser pour évaluer les performances des apprenants.

Dans ce qui suit, nous nous intéresserons très particulièrement -vu leur intérêt pour notre étude- aux deux premiers éléments constitutifs du curriculum, à savoir les objectifs et les contenus pris dans le contexte institutionnel. Pour ne pas nous limiter au seul exemple du curriculum des sciences appliqué en Catalogne, nous avons choisi, à titre de comparaison, deux autres curriculums officiels, celui de la Communauté française de Belgique et celui des Etats Unis.

1.1.2.1.1 Les objectifs :

L'exposition claire et directe concernant l'usage des **objectifs** dans le développement du curriculum s'attribue généralement à Tyler (1998) bien que cette idée était présente dans les travaux américains sur le curriculum à partir de Bobbit (1918 ; 1924 cité par Stenhouse, 1987). Les objectifs, en éducation, désignent toujours les intentions de celle-ci vis à vis des élèves :

“Educational goals are what exactly is to be achieved by a student at the end of a particular period of time in his school life. While certain goals are universal and run throughout the period some are specific to different levels and times” (Unesco, 1997).

On distingue dans cette définition deux niveaux d'intentions, celles qui sont plus « universelles » sont dites **finalités**, et celles qui sont plus « spécifiques » sont dites **objectifs**. On distinguera aussi, dans le cadre des objectifs, entre les **objectifs généraux** qui correspondent à une longue période d'exposition à l'action éducative (ordre de mois, semestres ou années scolaires) et les **objectifs spécifiques** relatifs à des périodes plus courtes (ordre de semaines ou heures). Ceci, dit, certains auteurs utilisent le terme '*objectif spécifique*' pour désigner les deux types d'objectifs.

La notion de finalité peut être définie comme étant « *une affirmation de principe à travers laquelle une société ou un groupe social identifie et véhicule ses valeurs* » (Hameline, 1979 cité par Gimeno, 1985 et par Wolfs, 2000). Autrement dit, il s'agit de répondre à la double question sur le type de personnes qui vont former notre société et sur le type de société à laquelle on aspire (Wolfs, 2000).

Quant à la notion d'objectifs (généraux ou spécifiques), elle représente une spécification des finalités qui sont généralement exprimées sous forme d'énoncés très vastes (Taba, 1962 cité par Stenhouse, 1987). Les objectifs permettent d'explicitier les potentialités mentales ou d'autre type qu'il faudra développer chez les élèves. Le degré de clarté et de précision dans la formulation d'un objectif est très important afin de pouvoir évaluer s'il est atteint par l'élève ou non. On parle, alors, *d'objectifs opérationnels* (Stenhouse, 1987 ; Wolfs, 2000).

Pour Roegiers (2000), un objectif –spécifique- exprime « *cette intention que l'on a d'amener l'élève ou l'étudiant à exercer une capacité sur un contenu* ». L'auteur fait référence à la représentation suivante de De Ketele (1996) :

Objectif spécifique = capacité x contenu

Par exemple: "Communiquer efficacement (capacité) une information (contenu) »

Par conséquent, les objectifs décrivent par leur formulation les « capacités » ou « comportements » attendus de l'élève ainsi que les contenus sur lesquels ils portent (Wolfs, 2000). Ce qui signifie que les objectifs peuvent être regroupés en catégories similaires à celles des capacités : savoirs, savoir faire, savoir être (Roegiers, 2000). **C'est à dire que dans notre contexte, les objectifs peuvent être regroupés selon les mêmes catégories de contenus établis par le *Departament d'Ensenyament* (1993) (voir section § 1.1.2.1.4)**

Comment se présentent les objectifs dans le curriculum des sciences en Catalogne?

La conception curriculaire en Catalogne est régie par la loi d'aménagement général du système éducatif en Espagne (LOGSE², 1990) . Cette loi, dont l'application a commencé progressivement niveau par niveau à partir de 1991 définit l'orientation de l'enseignement de base dans les Communautés Autonomes et, par conséquent, celle de l'enseignement secondaire obligatoire (ESO) et de l'enseignement des sciences expérimentales³ (dites aussi sciences de la nature) relatif à cette étape.

Le *Departament d'Ensenyament* de la Generalitat de Catalunya⁴ (1993) adopte, pour l'élaboration du curriculum des sciences expérimentales en secondaire (12 à 16 ans), les considérations générales suivantes :

- une conception constructiviste de l'apprentissage avec ses implications didactiques qui exigent la prise en considération des conceptions initiales des élèves, de la responsabilité de l'élève vis à vis de son propre apprentissage, la typologie des

² Ley de Ordenación General del Sistema Educativo ou LOGSE est la loi d'aménagement général du système éducatif espagnol dont l'application a commencé progressivement niveau par niveau à partir de 1991.

³ Dans un document plus récent, en instance d'être approuvé, le Departament d'Ensenyament emploie 'Sciences de la nature' au lieu de 'sciences expérimentales'. Nous conserverons la deuxième appellation puisque c'est celle qui est utilisée dans notre document de référence.

⁴ La Generalitat de Catalunya représente le gouvernement de la Communauté Autonome de la Catalogne.

contenus et la motivation des élèves ainsi que les stratégies d'interaction et de communication en classe ;

- le nouveau modèle éducatif et la diversité : c.à.d qu'il est conçu pour « tous » les élèves et jusqu'à l'âge de 16 ans. Il prévoit, en plus de contenus communs, des contenus optionnels choisis par l'élève avec l'orientation d'un tuteur, permet aux centres de s'organiser et de s'adapter suivant leurs nécessités spécifiques et les caractéristiques de leurs élèves et prévoit une intervention aussi diversifiée et variée de la part des professeurs ;
- l'égalité des chances suivant la ligne tracée par la LOGSE où l'éducation devrait permettre de progresser dans la lutte contre la discrimination et l'inégalité sous toutes les formes (naissance, race, genre, religion ou opinion) ;
- la formation professionnelle de base qui dote les élèves de capacités de caractère général leur octroyant la réalisation de tâches professionnelles en accord avec les demandes du marché du travail ;
- la tutelle et l'orientation qui permettent d'assurer aux élèves une orientation aussi bien scolaire et académique que personnelle et professionnelle ;
- une évaluation continue, globale, individualisée et diversifiée, qui met l'accent sur le développement du processus d'apprentissage chez l'élève plus que sur les résultats de ce processus. Elle prête attention à la complexité des processus de pensée chez les élèves ainsi qu'au développement de capacités générales au lieu de la quantification d'habiletés ou de savoirs isolés, et en tenant compte de l'existence de différents rythmes et différents styles d'apprentissage chez les élèves ;
- Un corps de professeurs dont les tâches diverses comprennent les fonctions de tutelle réalisées en collaboration avec les autres membres de l'équipe et la participation à l'élaboration du « projet curriculaire » du centre ou à la rédaction du « projet éducatif ». Dans cette perspective, le succès de la tâche éducative repose sur la capacité de combiner toutes ces fonctions et sur d'autres capacités comme la communication, la motivation, le travail collectif et une attitude ouverte et flexible capable d'incorporer des innovations quand c'est nécessaire.

La conception curriculaire adoptée suivant l'approche dite « par objectifs », comporte trois niveaux de concrétisation. Le premier niveau fournit les directrices générales sur ce qu'il faut enseigner dans chaque branche et avec quels objectifs (i.e : les contenus et les objectifs). Le développement et l'organisation des contenus énoncés constitue le deuxième niveau de concrétisation. Enfin, le troisième niveau consiste en la programmation en classe par les professeurs -par branche ou de forme interdisciplinaire- de l'organisation modulaire du deuxième niveau (Departament d'Ensenyament, 1993).

Dans le cadre de cette conception, on appelle les **objectifs généraux de l'étape** les capacités à acquérir par les élèves à la fin de l'enseignement secondaire obligatoire.

Exemple: « *Identifier des problèmes dans les différents domaines du savoir et élaborer des stratégies pour les résoudre au moyen de procédures intuitives, de raisonnement logique et d'expérimentation en réfléchissant sur le processus suivi et le résultat obtenu* »

Les **objectifs généraux** (de branche) sont les capacités de caractère général à acquérir à la fin de l'enseignement secondaire obligatoire et qui sont en rapport avec la branche en question (i.e : les sciences expérimentales, dans ce cas).

Exemple : « *Montrer avoir acquis le savoir de la terminologie scientifique et de la symbolisation de base nécessaire pour comprendre des textes scientifiques adéquats à son âge et pour décrire ou expliquer les connaissances ou les opinions sur des thèmes en relation avec la science* »

Quant aux **objectifs terminaux**, ils indiquent les capacités de caractère spécifique -dans ce cas- aux sciences expérimentales.

Exemple : « *Préparer des dissolutions, de composition donnée exprimée en unités de masse par volume ou en pourcentage, avec un soluté solide et un dissolvant liquide, et comparer des dissolutions de compositions quantitatives différentes et exprimées dans les mêmes unités* »

Il est vrai que les objectifs peuvent être utiles en tant qu'instruments qui permettent au professeur de montrer à ses collègues et aux élèves ce qu'il attend comme résultats d'apprentissage (Gimeno, 1985). Mais, cette approche « par objectifs » présente un certain nombre de difficultés et de limitations que ce soit du point de vue conception curriculaire ou évaluation des apprentissages. En général, l'approche s'affronte aux principales critiques suivantes (Stenhouse, 1987 ; Wolfs, 2000) :

- manque de fondement théorique puisque les objectifs sont définis de manière purement empirique ou très formelle et en se référant à la théorie du béhaviorisme dans l'apprentissage qui est jugée aujourd'hui réductionniste et largement dépassée,
- opposition des enseignants à la définition anticipée des objectifs pour diverses raisons comme, par exemple, la limitation de la spontanéité du processus d'apprentissage, l'efficacité des autres moyens utilisés d'habitude pour organiser ce processus et la réticence naturelle à être jugé à base des résultats obtenus par les élèves au lieu des autres critères de compétence de l'enseignant,
- confusion quant à l'usage des objectifs en tant que critères de « mesure » alors que dans certains cas ils ne peuvent être utilisés qu'en tant qu'éléments de jugement,
- opérationnalisation des résultats de l'apprentissage qui risque de considérer moins importants les objectifs qui ne peuvent pas être définies en termes de comportements.

Ces reproches ont donné lieu à d'autres alternatives comme celle des « compétences » qui a eu un grand écho dans le milieu éducatif de plusieurs pays (Roegiers, 2000). Pour illustrer ce concept, nous avons examiné, à titre d'exemple, le document officiel de la Communauté française de Belgique « Compétences terminales et savoirs requis en sciences » (1997).

Un autre moyen d'exprimer les intentions de l'éducation aux sciences et qui est mis en pratique aux Etats Unis, est celui des National Science Education Standards (NRC, 1995).

1.1.2.1.2 Les compétences

Le concept de **compétence** présente un degré de complexité assez élevé qui rend la tâche de le définir assez difficile. Mais, vu son intérêt pour l'éducation, ils sont nombreux les auteurs qui ont tenté de le définir (Wolfs et al., 2001). En voici quelques exemples proposés par Wolfs et al. (2001) dans le cadre de l'enseignement des sciences :

« *ensemble complexe de capacités intégrant de manière structurée et disponible : méthodes, langage, connaissances et savoir-faire* » (Fourez, 1994)

« ensemble de connaissances et de savoir-faire permettant d'accomplir de façon adaptée une tâche ou un ensemble de tâches » (Legendre, 1993)

« ensemble intégré et fonctionnel de savoirs, savoir-faire, savoir-être et savoir-devenir, qui permettent, face à une catégorie de situations, de s'adapter, de résoudre des problèmes et de réaliser des projets » (Bernaerdt, 1997)

De là, la notion de **compétence** représente la capacité d'**intégration** et de **transfert** d'un ensemble de savoirs –de différents types- dans le but de répondre à une diversité de situations. Et ce sont ces deux caractéristiques essentielles qui font la différence fondamentale entre cette notion et celle des **objectifs** (Wolfs, 2000).

Ainsi, en Belgique, par exemple, les programmes d'études actuels de l'enseignement secondaire en Communauté Française, sont élaborés suivant le référentiel des **compétences terminales** établit par le décret du 24 juillet 1997. Celui-ci, en application depuis le 23 septembre 1997 définit « les missions prioritaires de l'enseignement fondamental et de l'enseignement secondaire » et organise « les structures propres à les atteindre ». Quant au référentiel des **compétences terminales**, il présente « de manière structurée les compétences dont la maîtrise à un niveau déterminé est attendue à la fin de l'enseignement secondaire » (Ministère de la Communauté Française de Belgique, 1997).

Une **compétence terminale** intègre plusieurs éléments de compétence et un élément de compétence est formulé par **l'énoncé de la compétence**. Pour l'acquisition d'une compétence il faut établir des **objectifs d'apprentissage**, des **activités d'apprentissage** et des **critères de performance**. Ceci dit, à partir d'un ensemble d'objectifs, il est possible de formuler un énoncé de compétence, et à partir d'une série de compétences, on peut formuler une compétence terminale. De Ketele (1996 cité par Roegiers, 2000) représente cette relation entre les objectifs et les compétences de la façon suivante :

$$\text{Compétence} = \{\text{capacité} \times \text{contenu}\} \times \text{situations} \\ \{\text{Objectifs spécifiques}\} \times \text{situations}$$

Voici deux exemples, dont le premier représente une compétence terminale et le second une compétence spécifique, extraits du document officiel des **compétences terminales et savoirs requis en sciences, humanités générales et technologiques**, du ministère de la Communauté Française de la Belgique (1997) :

Exemple de Compétence terminale :

« Souci d'inscrire son travail dans celui d'une équipe »

Exemple de Compétence spécifique :

« Evaluer l'impact d'actes quotidiens sur l'environnement »

Il est à signaler qu'en Catalogne, l'évaluation des acquis à la fin de l'ESO tient compte des **compétences de base** définies par le *Departament d'Ensenyament* (2000). Une étude pour l'identification de ces **compétences de base** lancée en 1997, a été réalisée durant l'année scolaire 1998-1999 avec le support de la *Fondation des Régions Européennes pour la Recherche en Education et en Formation* (FREREF). Les résultats de cette étude ont été publiés en l'an 2000 et la concrétisation des **compétences de base** a servie -pour la première fois- pour établir les épreuves d'évaluation de l'année scolaire 2000-2001 suite à la *Resolució d'Instruccions* de la même année. Ces épreuves ont été appliquées à un échantillon de centres éducatifs et les documents officiels indiquent que

les résultats obtenus (au cours de cette année scolaire et ceux des années suivantes) devraient permettre à la *Section des Compétences de Base* de la *Conferència Nacional d'Educació* un approfondissement et une amélioration de la définition des compétences de base et des éléments de leur évaluation.

Le *Departament d'Ensenyament* de la *Generalitat de Catalunya* a publié en l'an 2000 un document sur la « Relation entre les compétences de base et le curriculum ». Dans celui-ci, la notion de compétence est définie comme étant « *la capacité de mettre en œuvre de manière intégrée, dans des situations différentes, les connaissances, les habilités et les traits de personnalité acquis* ». La définition souligne que « *le concept de compétence inclut aussi bien les savoirs (connaissances théoriques) que les habilités (connaissances pratiques ou d'application) et les attitudes (engagements personnels) et va au delà du 'savoir' et du 'savoir-faire ou appliquer' parce qu'il inclut aussi le 'savoir-être ou devenir'* ».

L'appellation 'compétences de base' est également utilisée en Tunisie pour désigner ce qui est connu sous le nom de 'basic skills' ou 'basic competencies' dans les pays anglo-saxons, ou par 'objectifs d'intégration' dans l'enseignement primaire belge, 'objectifs noyaux' dans l'enseignement suisse, 'compétences minimales' ou 'compétences par cycles' dans l'enseignement français et par 'compétences exigibles', 'compétences nécessaires' ou 'socles de compétences' dans d'autres pays (Roegiers, 2000).

1.1.2.1.3 Les National Science Education Standards

Aux Etats Unis, les dernières réformes éducatives ont conduit à l'élaboration des *National Science Education Standards*, au début des années quatre-vingt-dix, par le *National Research Council* (NRC) en coordination avec la *National Academy of Science*. L'élaboration de ces standards a été promue, à la demande de la *National Science Teachers Association*, par la *National Science Foundation* et le Département de l'Education (NRC, 1995). Le *U.S Department of Education* précise, cependant, dans son plan stratégique 2000-2005, que les efforts de réforme continueront au moment même où le système éducatif fait face à de nouvelles exigences supplémentaires (Planning and Evaluation Service, 2000).

Les *National Science Education Standards* présentent une vision de population scientifico-alphabétisée. Ils définissent ce que les élèves ont besoin de connaître, comprendre et être capable de faire pour être scientifico-alphabétisés à des niveaux différents (NRC, 1995). Ils décrivent un système éducatif où tous les élèves montreraient des hauts niveaux de performance, où les enseignants sont habilités (empowered) à prendre des décisions essentielles pour l'apprentissage efficace, où les communautés entremêlées des enseignants et des élèves sont centrés sur l'apprentissage et où les systèmes et programmes éducatifs de support nourrissent la réalisation de ces *standards*.

Les *standards*, selon le NRC (1995), sont des critères de jugement de qualité : la qualité de ce que les élèves savent et de ce qu'ils sont capables de faire (*content standards*), la qualité des programmes de sciences qui donnent aux élèves l'occasion d'apprendre en sciences (*program standards*), la qualité de l'enseignement de la science (*teaching standards*), la qualité du système qui donne support aux enseignants de sciences et aux programmes (*system standards*), et la qualité des pratiques et des plans d'évaluation (*assessment standards*). Les standards pour l'éducation en sciences

fournissent également des critères de jugement de la progression vers une vision nationale de l'apprentissage et de l'enseignement des sciences dans le cadre d'un système qui promeut l'excellence en assurant une bannière autour de laquelle les réformateurs peuvent se rallier. Les intentions éducatives et la vision de la science promues par la notion des standards sont bien résumées dans ces deux extraits de la NRC (1995) :

« The intent of the Standards can be expressed in a single phrase: Science standards for all students. The phrase embodies both excellence and equity. The Standards apply to all students, regardless of age, gender, cultural or ethnic background, disabilities, aspirations, or interest and motivation in science »

« The Standards rest on the premise that science is an active process. Learning science is something that students do, not something that is done to them. "Hands-on" activities, while essential, are not enough. Students must have "minds-on" experiences as well ».

Pour rester dans le cadre des intentions éducatives vis à vis des élèves, voici deux exemples d'objectifs (goals) qui sont à la base des National Science Education Standards :

« [to] use appropriate scientific processes and principles in making personal decisions »

« [to] engage intelligently in public discourse and debate about matters of scientific and technological concern »

1.1.2.1.4 Les contenus

Les **contenus** représentent ce qui doit être enseigné aux élèves pour répondre aux intentions fixées par le curriculum. C'est une sélection du capital intellectuel, émotionnel et technique de la société qui est mise à la disposition de l'enfant ou de l'adolescent à travers l'école (Gimeno, 1985). Il est intéressant, cependant, de faire la distinction entre les termes « contenu », « savoir » et « connaissance ». Roegiers (2000) définit les contenus comme des « objets de savoir » qui peuvent être désignés en raccourci par « savoirs » et les connaissances comme étant la façon dont une personne s'est appropriée les savoirs. L'auteur propose une classification des savoirs en savoirs disciplinaires et adisciplinaires et distingue dans le cadre de la première catégorie entre les savoirs qui ne font pas partie du curriculum d'études et ceux qui en font partie. Ce sont ces derniers qu'il désigne comme les contenus d'enseignement. Généralement, les auteurs se réfèrent souvent aux contenus par savoirs bien qu'il s'agisse en réalité de différents types ou niveaux de savoirs. Ainsi, auparavant, les contenus en sciences étaient plutôt axés sur les savoirs qui représentent conceptuellement la réalité naturelle (positivisme). Aujourd'hui, ces contenus tiennent compte, en plus, des modes -même conflictuels- et des procédures ambiguës et plurielles de production du savoir représentant le degré de notre compréhension de la réalité (constructivisme) (Gimeno, 1985).

Dans le domaine de la conception curriculaire, les principales questions liées aux contenus se réduisent au séquençement et à la sélection de ceux-ci. En ce qui concerne le séquençement, il tente de répondre à la question liée à la succession des contenus dans un processus d'apprentissage (du simple au complexe, du particulier au général, etc.). Traditionnellement, cette succession était associée au sujet ou matière enseignée.

Mais, les tendances actuelles envisagent qu'elle soit déterminée par la performance des apprenants dans les différentes phases de développement. Il est aussi recommandé d'utiliser des modes de séquençement diversifiés selon les différents types d'élèves (Doll, 1996). Nous nous demandons quelle en est la tendance la plus commune chez les enseignants de sciences ?

Quant à la sélection des contenus, les auteurs insistent beaucoup sur son importance dans la conception des curriculums. Cette sélection qui, selon Gimeno et Pérez-Gómez (1989), dépend de la richesse culturelle et scientifique de l'humanité se trouve confrontée à de sérieuses questions soulevées par ce qu'on appelle l'explosion des savoirs (Boulton & Panizzon, 1998). Ces questions concernent la sélection de contenus qui seraient vraiment fondamentaux pour apprendre plus en quantité et surtout pour s'approfondir plus en qualité (Doll, 1996) :

« Anyone who views the educational scene at all perspectives will see that there is much more to be known than can possibly be comprehended. There is more in print than can be read- and much more that no one has time to put into writing or to express in other ways ».

Doll (1996) distingue entre trois courants principaux dans la manière de d'aborder cette question pertinente pour toutes les générations et qui a été soulevée très tôt par Spencer en 1859. Dans le cadre du premier courant, la fonction principale de l'école est d'enseigner les fondements ou les savoirs de base si bien que les apprenants puissent s'en rappeler et les utiliser dans les situations de la vie. Ensuite, on trouve ceux qui croient que l'école doit enseigner à tous les élèves, indépendamment de leurs antécédents ou capacités, des savoirs généraux dans le but de faire d'eux des hommes ou des femmes éduqués. Enfin, la troisième perspective insiste sur la non utilité des savoirs qui n'ont pas une fonction ou application directe. **Nous pensons que l'analyse des contenus du programme APQUA scolaire 12-16 permettrait de situer le programme par rapport à ces trois perspectives de sélection des contenus.**

Ceci dit, certains auteurs proposent de classer les contenus suivant le type de capacités qu'on cherche à développer chez les élèves (Doll, 1996 ; Roegiers, 2000). Ainsi, De Ketele (1989 cité par Roegiers, 2000), par exemple, propose une catégorisation de ces capacités selon cinq types de savoirs :

- les savoir-redire et les savoir-refaire qui consistent à « mémoriser » et à « restituer » des messages ou des gestes appris sans y apporter aucune transformation et dans des situations semblables à celles de leur apprentissage
- les savoirs-faire cognitifs qui requièrent « un travail cognitif de transformation d'un message donné et/ou non donné ». Ils sont mis en œuvre dans des situations non semblables à celles de l'apprentissage.
- les savoirs-faire gestuels qui se réfèrent aux activités kinesthésiques (travaux pratiques, par exemple)
- les savoir-être qui déterminent la manière d'agir ou de réagir d'une personne en reflétant un système de valeurs intériorisées face à des situations de la vie. Les savoir-être intègrent les trois types de savoirs précédents (les savoir-redire ou refaire et les savoir-faire)
- les savoirs-devenir qui « consistent à se mettre en projet, à le planifier, le réaliser, l'évaluer, l'ajuster ». Ce type de savoirs est assez complexe et requiert l'intégration

de plusieurs éléments comme les contraintes de l'environnement et les choix des individus, par exemple.

En examinant le curriculum des sciences expérimentales de la Catalogne (Département d'Enseignement, 1993), on constate que les contenus y sont classés en trois catégories :

- 1) les **faits, concepts et systèmes conceptuels** qui correspondent aux savoir-redire et aux savoir-faire cognitifs dans la catégorisation de De Ketele. Exemple : « *matière et matériaux* » (Département d'Enseignement, 1993)
- 2) les **procédures** qui correspondent aux savoirs-refaire et aux savoir-faire gestuels dans la même catégorisation. Exemple : « *obtention d'information* » (Département d'Enseignement, 1993)
- 3) les **valeurs, normes et attitudes** qui correspondent aux savoir-être et aux savoir-devenir selon la définition de De Ketele aussi. Exemple : « *respect de soi et des autres* » (Département d'Enseignement, 1993)

Dans le document officiel du Ministère de la Communauté Française de la Belgique (1997), les contenus sont exprimés sous forme de :

- savoirs disciplinaires distribués selon les disciplines des *sciences de base* (vivre dans l'univers, vivre sur la terre, vivre en société, vivre en famille et vivre avec son corps) et celles des *sciences générales* (biologie, chimie et physique). Exemple : « *constitution de la matière* »
- attitudes communes à la biologie, la chimie et la physique. Exemple : « *l'honnêteté intellectuelle* »

Quant aux contenus dans les *National Science Education Standards*, ils se manifestent sous forme de standards pour les contenus ou *content standards*. Ces derniers sont basés sur l'unification des concepts et processus (ex : *Systems, order, and organization*) et se présentent selon cinq niveaux :

- standards pour la science en tant que recherche (science as inquiry). Exemple : « *An appreciation of "how we know" what we know in science* »
- standards pour les sciences physiques, les sciences de la vie et les sciences de la terre et de l'espace. Exemple : « *structure and properties of matter* »
- standards pour la science et la technologie. Exemple : « *understanding about science and technology* »
- standards pour la science dans des perspectives personnelles et sociales. Exemple : « *population growth* »
- standards pour l'histoire et la nature de la science. Exemple : « *nature of scientific knowledge* »

Les débats concernant les objectifs et les contenus ainsi que les autres éléments qui constituent le curriculum continuent et, comme l'indique Fullan (1998, cité par Escudero, 1999), les réformes éducatives se traduisent toujours en objectifs à atteindre par les élèves, en contenus à enseigner, en activités et en méthodologie à mettre au point

en classe par les professeurs. Or, plusieurs éducateurs, confondent toujours le 'curriculum avec les livres de texte ou les autres matériaux fournis par des éditeurs ou d'autres développeurs de matériaux (Thier & Daviss, 2001). Alors que les matériels pédagogiques ne se convertissent en curriculum que lorsque le professeur compétent les utilise pour donner forme et guider les interactions avec et entre les élèves. Tandis que le curriculum représente les opportunités d'apprentissage -spontanées et planifiées- qui émanent de la rencontre des esprits du professeur et de l'élève à travers les matériels.

1.1.2.2 Innovation éducative : les projets de sciences

En dépit de tous les changements sociaux et éducatifs exposés ci-dessus, ainsi que les réformes et les nouvelles conceptions curriculaires adoptées dans les différents pays avec leurs implications respectives sur l'éducation aux sciences, les auteurs pointent une certaine résistance au changement. Il semble que « *le statut de 'dépositaire' conféré au sujet et le processus de 'transmission' des connaissances lié au mode préalablement explicité de 'connaître' sont fortement enracinés dans le caractère traditionnel de l'apprentissage (...)* » (Larochelle et Désautels, 1992) et que les processus d'enseignement et d'apprentissage se caractérisent par « une forte inertie » qui fait que le changement soit lent et pénible (Gil-Pérez, 1998). D'un autre côté, il existe une différence fondamentale entre le fait de rédiger des rapports sur la réforme et la réforme elle-même (Bybee & DeBoer, 1994). Alors que le premier fait requiert, selon les deux auteurs, qu'un groupe réduit puisse se mettre d'accord sur un ensemble d'idées et les exprimer clairement en apportant des justifications valables, le deuxième exige que des millions de personnes dans des milliers d'écoles changent.

D'où le rôle de l'innovation ou de la recherche éducative car, comme le souligne Mathy (1997), il ne serait pas possible de parler d'innovation éducative sans faire allusion à la recherche éducative. A ce propos, l'auteur distingue entre l'aire externe plus éloignée et l'aire interne plus proche du champ éducatif et des pratiques de classe. Dans l'aire externe, il situe les recherches où interviennent des spécialistes en éducation ou en didactique des sciences relançant périodiquement un débat de « fond » sur le sens à donner à l'éducation aux sciences. Dans cette aire se situent aussi les recherches où interviennent des spécialistes de diverses disciplines académiques qui tentent de déduire, de la connaissance de leur domaine, des conséquences exploitables dans l'enseignement des sciences. Quant à l'aire interne, l'auteur y situe les études de terrain dont la préoccupation est d'abord analytique. Ces études varient selon : les acteurs étudiés (formateurs universitaires, étudiants d'université récemment sortis du secondaire, professeurs du secondaire...); les supports analysés (programmes, manuels, instructions officiels, ...); les corpus analysés (les disciplines comme la génétique, l'écologie, etc. et les questions ciblées comme les méthodologies scientifiques, l'histoire des sciences, etc.); les projets et les logiques de recherche (conceptions éthico-politiques sur le rôle de l'enseignement des sciences et sur les modèles possibles de l'éducation aux sciences, développement de curriculums et de matériels pédagogiques, analyse des besoins des enseignants...). **Notre travail s'inscrit, selon cette définition, dans le cadre de l'aire interne de l'innovation éducative puisqu'il s'agit d'une étude analytique d'un projet de sciences.**

Les innovations dans le domaine de l'éducation aux sciences sont aussi le résultat d'analyses critiques de l'enseignement des sciences (Mathy, 1997). Ces dernières, ont conduit durant les dernières décennies, à l'élaboration d'un nouveau type de matériels curriculaires pour l'enseignement des sciences connus sous le nom de

projets. Le concept de *projet* peut être vu comme étant une activité ou un ensemble d'activités bien défini avec un but bien précis ; la durée, les apports et les résultats d'un projet ainsi que son coût sont déterminés à l'avance (Anderson, 1994). C'est aussi une anticipation opératoire, individuelle ou collective d'un futur désiré et qui comprend deux composantes essentielles (Roegiers, 1997) : un but (ou objectif) et un plan pour atteindre l'objectif fixé et qui précise les étapes intermédiaires, voire les stratégies à suivre. Dans le cadre de cette définition, on distingue entre deux types de projets : le projet « projeté » et le projet « agi ». Le premier comprend une visée, une projection ainsi qu'une action planifiée, mais sans arriver à la réalisation proprement dite de l'action. Quant au second, il englobe la réalisation de l'action elle-même. Il est important aussi de faire la différence entre un projet et un *plan* ou un *programme*. En effet, ces derniers peuvent être imposés, tandis qu'un projet « s'élabore en interaction avec les différentes catégories d'acteurs qui y sont impliqués ». C'est le principe de *la négociation*.

En tenant compte de cette définition et étant donné que le programme APQUA scolaire 12-16 se développe grâce à la collaboration des professeurs et des élèves qui participent aux sessions pilotes et qu'il est ensuite appliqué dans les classes, on peut dire que c'est un projet « agi », alors que APQUA, qui représente l'ensemble des programmes avec une vision globale et des actions planifiées, c'est un projet « projeté ».

Ici, nous nous intéressons plus concrètement aux projets éducatifs aux sciences que nous désignerons de manière plus simplifiée par *projets de sciences*. Pour Caamaño (1994), il est difficile de donner une définition qui permettrait de distinguer les matériels curriculaires qui peuvent être considérés comme des *projet de sciences* de ceux qui ne le sont pas. C'est pourquoi, il établit une série de critères qui pourraient les caractériser. Les projets de sciences, selon cet auteur, disposent d'un fondement psychopédagogique ou didactique ; ont une orientation et structure bien déterminée ; couvrent la programmation de toute une étape ou d'un cycle complet ; sont constitués d'un ensemble de matériels parmi lesquels les activités d'apprentissage et d'évaluation occupent une place assez importante ; sont élaborés par des équipes formées par un grand nombre d'experts et de professeurs et finalement la publication des matériels définitifs est toujours précédée d'une phase d'expérimentation qui peut durer des années et qui se déroule dans différents centres d'enseignement.

Le développement de ce type de programmes ou projets de sciences a commencé aux Etats Unis vers la fin des années cinquante et début des années soixante, propulsé par les fonds du gouvernement fédéral, suite au lancement du satellite Sputnik I en 1957, par les soviétiques. Caamaño (1994) situe ce mouvement principalement du côté anglo-saxon et distingue entre trois générations principales de ces projets⁵.

La première génération des années soixante était centrée sur les structures et les processus en sciences. Parmi cette génération on trouve, par exemple : *Science Curriculum Improvement Study* ou SCIS, 1968 ; *Physical Science Study Committee*, 1960 ; *Chemical Education Material Study*, 1963 ; projets de la Fondation Nuffield, 1967 ; 1965-69 ; etc.).

Quant à la deuxième génération des années soixante-dix, elle prétendait rendre la science plus accessible aux élèves qui trouvaient les programmes précédents trop

⁵ La liste actualisée de tous les projets de sciences qui se développent aux Etats Unis est présentée par Thier & Daviss (2001).

difficiles, et comportait aussi des projets de science intégrée (Exemples : Physical Science for non Science Students ou PSNS, 1969 ; Nuffield Secondary Science, 1971 ; School Council Integrated Science Project ou SCISP, 1973).

Enfin, la troisième génération des années quatre-vingt et quatre-vingt-dix comporte toute une série de projets qui sont, soit d'orientation constructiviste structurés autour de contenus conceptuels, soit des projets de science intégrée avec un degré de difficulté inférieure à celui de la deuxième génération, soit un ensemble de projets de science coordonnée (Black, 1986 cité par le même auteur) ou bien des projets STS qui ont adopté les perspectives Science-Technologie-Société.

L'article de Caamaño (1994) fournit une classification assez détaillée des différents projets utilisés actuellement en Espagne parmi lesquels, on trouve le projet APQUA (*Apprentissage des Produits Chimiques, leurs Utilisations et Applications*). Celui-ci est l'adaptation réalisée en Catalogne, en 1989, du programme CEPUP ou *Chemical Education for Public Understanding Program*, qui fait partie d'un programme plus interdisciplinaire dit SEPUP ou *Science Education for Public Understanding Program* (SEPUP, 1994 ; Thier & Nagle, 1994 ; Thier & Daviss 2001). **Nous reviendrons plus en détail sur les différents aspects du projet APQUA dans le chapitre suivant.**

Les projets, contrairement aux livres de texte, sont caractérisés par une orientation plus active, fortement expérimentale et offrent des propositions complètes et articulées d'activités à réaliser en classe (Del Carmen, 1997b). Or, il semble que ces innovations profusément développées en Europe et en Amérique se sont rarement répercutés en Espagne, quoique des projets développés dans d'autres pays ont été traduits au castillan et que certains collectifs de professeurs ont élaborés leur propres projets. Les « nouveaux programmes » sont considérés comme l'un des facteurs les plus importants qui pourraient influencer la manière d'agir des enseignants (Bybee & DeBoer, 1994). Ces deux auteurs partent de l'idée que pour permettre un changement en enseignement des sciences, il faut que le personnel des écoles change sa façon de faire. Mais, la question est : pourquoi les enseignants manifestent-ils une certaine réticence vis à vis de l'utilisation de ces programmes en classe ? quelles sont leurs conceptions envers ces programmes ? et quelles sont les difficultés et les limitations qui empêchent l'incorporation de moyens innovants à l'enseignement des sciences ?

1.1.3 Evaluation des programmes éducatifs

L'émergence des nouvelles tendances en enseignement et le développement et diffusion de nouveaux programmes ou projets éducatifs ont fait que l'évaluation des programmes devienne de plus en plus importante. Il faut ajouter à cela, la nécessité de remise de compte (accountability) ainsi que les responsabilités et les ressources mises par la société à la disposition des opérateurs de l'éducation.

L'évaluation des programmes est l'une des principales méthodes de recherche en éducation, c'est un moyen de vérifier si ce qu'on fait permet effectivement d'atteindre ce qu'on prétend. Mais, elle sert aussi à examiner si l'approche suivie est la meilleure pour atteindre les résultats désirés et, parfois, l'évaluation est considérée comme une mise en question de l'adéquation de la démarche suivie (Anderson, 1990).

La revue de la littérature indique qu'il n'y a pas une seule définition de l'évaluation sinon, autant de définitions que d'auteurs et de modèles. Parmi *les modèles* les plus cités, on trouve (De Ketele et Roegiers ; 1995 ; Tejada, 1999 ; Mateo, 2000) :

- Modèle d'évaluation *centrée sur les objectifs* (Tyler, 1998 ; 2000) qui consiste à confronter les résultats obtenus avec les objectifs établis au départ ;
- Modèle d'évaluation *basé sur la décision* (Stufflebeam, 1971 ; 1980 cité par De Ketele et Roegiers ; 1995 ; Stufflebeam 2000) qui consiste à cerner, obtenir et pourvoir l'information utile pour la prise de décisions ;
- Modèle d'évaluation *basée sur le consommateur* (Scriven, 1967 cité par De Ketele et Roegiers ; 1995 et par Mateo, 2000 ; Scriven, 2000) qui distingue entre le consommateur générique (résultat de l'analyse des besoins et de la définition du profil attendu) et le consommateur réel (personne en formation) ;
- Modèle *d'évaluation des curriculas* (Stake, 1967 ; 1975 cité par De Ketele et Roegiers ; 1995 et par Mateo, 2000 ; Stake, 2000) qui tient compte des apports des trois modèles précédents ;
- Modèle *fonctionnel* (Cardinet, 1986 cité par De Ketele et Roegiers, 1995) qui précise les différentes fonctions de l'évaluation en construisant pour chacune un système adéquat de recueil d'information et en proposant des instruments adaptés de régulation.
- Modèle d'évaluation basé sur la détermination d'un *jugement de valeur* (Scriven, 1967 cité par De Ketele et Roegiers ; 1995 et par Mateo, 2000).
- Modèle d'évaluation basé sur l'approche *systématique* (Cronbach, 1963 cité par Stufflebeam & Webster, 2000 et par Mateo, 2000 ; Cronbach, 2000)
- Modèle *démocratique* qui compte sur la participation, les opinions et les interprétations des différents groupes de personnes impliqués dans le processus d'évaluation (élèves, professeurs, parents, décideurs) (Mc Donald, 1977 et Elliot, 1990 cités par Mateo, 2000 ; Mc Donald, 1989)
- Modèle de *critique artistique* qui considère l'enseignement comme un art et le professeur comme un artiste ; l'évaluateur est un expert en éducation qui agit à la manière des critiques de l'art (Eisner, 1977 ; 1981 cité par Pérez Gómez, 1989 ; Eisner, 2000)
- Modèle d'évaluation *illuminative* centrée sur l'analyse des processus de négociation vivants et changeant qui ont lieu en classe. Elle est plutôt orientée vers la description et l'interprétation que vers la mesure et la prédiction (Parlett & Hamilton, 1972 cités par Tejada, 1999 et par Mateo, 2000 ; Hamilton, 1989)

Après l'analyse des différentes définitions et modèles d'évaluation, nous nous inclinons vers la conceptualisation de l'évaluation comme étant *un processus systématique qui consiste à recueillir un ensemble d'informations pertinentes, valides et fiables, et à confronter ces informations avec un ensemble de critères dans le but de prendre des décisions fondées et, parfois, d'émettre un jugement de valeur* (De Ketele et Roegiers, 1995 ; Tejada, 1999 ; Scriven, 1967 cité par Stake, 2000 et par Mateo, 2000 ; Cronbach, 2000 ; Mateo, 2000).

Dans ce travail, l'évaluation représentera un processus basé essentiellement sur le recueil d'informations (analyse de supports didactiques, questionnaires et interviews) qui permettra d'aider à la prise de décisions fondées, mais il ne s'agit pas de confronter nos informations avec des critères préétablis, sinon, avec la

propre réalité du programme à travers une analyse de cohérence (tables de spécification, modération par des experts).

On insiste beaucoup aussi dans la littérature sur *les fonctions* de l'évaluation (ou pourquoi évaluer ?). Les auteurs parlent de trois fonctions de l'évaluation (De Ketele et Roegiers, 1995 ; Tejada, 1999) :

- Une évaluation d'*orientation* qui peut être *prédictive*, *diagnostique* ou *préventive*,
- Une évaluation de *régulation* qui est soit formative ou formatrice,
- Une évaluation *certificative* qui peut être de *sélection*, de *classification* ou *sommative*,

On parle également d'une *évaluation de l'impact différée*, qui sert à déterminer les effets d'un programme, projet ou action éducative. Une telle évaluation peut être utilisée aussi bien à des fins d'orientation, de régulation (ex : améliorer et adapter un programme en cours d'application) que de certification (ex : décider si le programme va être maintenu, généralisé ou supprimé).

Dans ce travail, **il s'agit d'une évaluation de régulation formative, mais que nous allons aborder du point de vue de l'évaluation des programmes. Le modèle adopté est celui de l'évaluation des curriculas signalé ci-dessus dans la mesure où c'est une évaluation basée à la fois sur les consommateurs (les professeurs, notamment) et sur la prise de décision (de la part des développeurs du programme évalué) (voir § 1.2.1).**

L'évaluation *formative* a pour but, dans le cadre de l'évaluation des programmes, d'améliorer un nouveau programme ou une action éducative, tandis que l'évaluation *sommative* se dirige vers l'évaluation des conséquences d'un programme (Anderson, 1990). La distinction entre évaluation formative et sommative est attribuée à Scriven (1967 cité par De Ketele et Roegiers ; 1995 et par Mateo, 2000). Cet auteur fait aussi la distinction entre l'évaluation *intrinsèque* et *extrinsèque* d'un élément éducatif. L'évaluation intrinsèque étant celle qui évalue l'élément éducatif en soi et l'extrinsèque celle qui en évalue les effets.

En conclusion, le présent travail s'inscrit dans la ligne d'une évaluation de programmes formative et intrinsèque : la formulation des objectifs et l'analyse de cohérence représentent une opportunité de réflexion sur les possibilités d'amélioration, et serviront sans doute, dans une phase ultérieure, à évaluer le degré de réalisation des objectifs. Mais (nous tenons bien à le signaler), notre étude se limite au cadre de référence cité et ne prétend, en aucun cas, évaluer les acquis des élèves ni l'impact du programme sur les professeurs qui l'utilisent (voir figure 1.1). Le but est de faciliter les prises de décisions concernant la révision et l'amélioration du programme analysé.

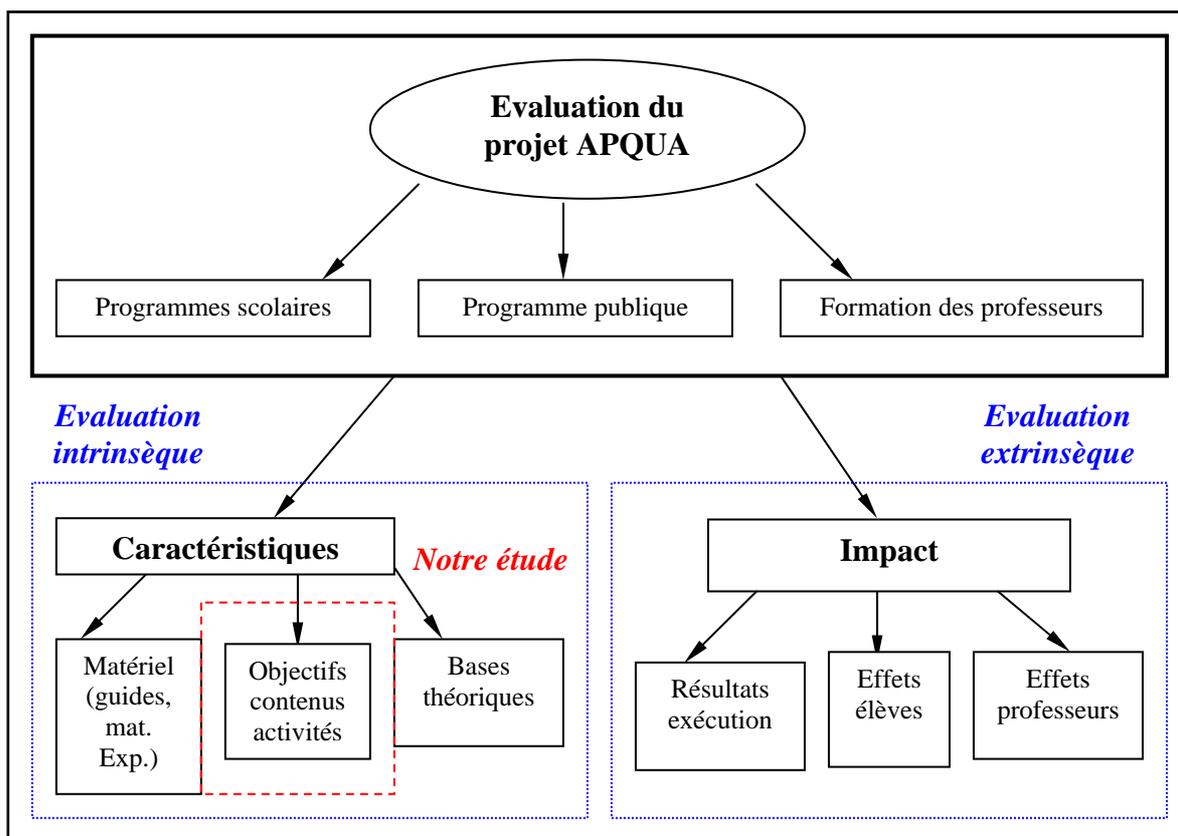


Figure 1.1. Evaluation des programmes. Cas du projet APQUA.

Finalement, les instruments d'évaluation devraient répondre certainement à des normes ou critères de base comme la pertinence, la fidélité, la validité et la sensibilité.

La **pertinence** consiste à assurer l'adéquation des buts de la recherche et qu'on se trompe pas d'objectifs ni d'information (De Ketele et Roegiers, 1995).

La **fidélité** des outils consiste à ce que les mesures répétées d'un même objet, réalisées dans les mêmes conditions avec le même instrument, doivent donner le même résultat (De Landsheere, 1979 cité par Wolfs et al., 2001 ; Anderson, 1990). C'est l'accord entre les chercheurs. Mais, la fidélité concerne également la stabilité de la mesure. Celle-ci doit être indépendante, par exemple, des formes de recueillir l'information ainsi que des critères de son traitement (De Ketele et Roegiers, 1995).

La **Validité** représente le degré d'adéquation entre ce qu'on veut faire et ce qu'on fait réellement, c.à.d entre le but de l'évaluation et l'objet de l'évaluation (Anderson, 1990). Il s'agit d'une question de sens ; est ce que l'instrument mesurent bien ce qu'il est sensé mesurer ?

Enfin, **la sensibilité** est un critère qui représente le degré de précision de l'instrument de mesure (ex : nuances entre les réponses aux items d'un questionnaire) (Wolfs et al., 2001)

1.2 But du travail

1.2.1 Intérêt de la recherche : justification et but du travail

L'évaluation par objectifs (Tyler, 1998) est, comme on vient de le voir dans la section § 1.1.3, l'un des premiers modèles en évaluation des programmes (Stufflebeam, 2000, Tejada, 1999 ; Mateo, 2000). Selon Estebarranz (1994), malgré les critiques, ce modèle a été largement accepté et développé surtout avec l'incorporation des résultats de la psychologie cognitive. D'autre part, les composantes fondamentales à évaluer dans un curriculum s'appuient fortement sur la théorie de Tyler, ajoute la même auteur. Elle précise que parmi ces composantes figurent les objectifs généraux du curriculum ainsi que les objectifs spécifiques des différentes branches. Bien que l'identification des contenus (concepts et procédures) et la définition des objectifs soient considérées comme des priorités en recherche éducative, cette dernière (i.e : la définition des objectifs) est, selon Tyler (2000), l'une des problématiques les plus critiques dans un processus d'évaluation des programmes.

On trouve dans la littérature sur l'évaluation, de nombreuses recherches qui se sont intéressés à la définition, formulation ou établissement des objectifs éducationnels. Ainsi, en 1979, Micek fait une analyse des progrès réalisés par les évaluateurs et chercheurs en matière de *définition et structuration des objectifs éducationnels* en convertissant les objectifs institutionnels en objectifs mesurables, ainsi qu'en matière d'évaluation et mesure des objectifs atteints par les élèves. De même, Tymitz-Wolf (1982), établit une liste de contrôle pour évaluer les objectifs d'un programme d'enseignement individualisé, mais avant cela, il a dû réviser leur *formulation* et *établir les relations* entre les objectifs à court et long terme. Wittig (1992), lui, propose l'utilisation des objectifs éducationnels pour l'évaluation interne des programmes. Le but de son travail, réalisé à l'université Southern Mississippi School of Library Science, est de déterminer quantitativement si les cours abordaient correctement les objectifs du programme. La formulation ou établissement des objectifs se présente dans d'autres travaux comme faisant partie du processus d'évaluation intégrée des programmes ou projets éducatifs (Kinkade & Richards, 1972; Gilbert & Shirley, 1979).

Dans la pratique, il existe plusieurs programmes dans lesquels on part de l'action directe avec les élèves ou qui sont basés sur le développement de contenus dérivés directement de la matière ou discipline en question. Or, d'un point de vu curriculaire, une justification, structuration et un fondement de ces programmes s'avère nécessaire. Cependant, la majorité d'eux présentent un saut entre les objectifs prétendus et les activités développées comme c'est la cas du programme APQUA scolaire 12-16, objet de notre étude. **Celui-ci, à l'égard des autres programmes qui constituent le projet APQUA, s'est développé sans avoir réalisé au préalable une étude de la cohérence entre les deux éléments curriculaires mentionnés, ni énoncé de manière exhaustive tous ses objectifs.** Thier et Daviss (2001) insistent sur le caractère urgent et essentiel de la formulation de la vision et des objectifs d'un projet. L'élaboration d'un tel document constitue une référence qui permettrait de fixer les buts à atteindre et les méthodes à suivre ou ne pas suivre pour les atteindre.

Le but principal de ce travail est de **faire affleurer de manière systématique et structurée les objectifs (des unités, des modules et du programme) qui se trouvent implicites dans les matériels curriculaires APQUA 12-16, déjà élaborés et utilisés par les enseignants en classe.** L'identification, structuration, taxonomisation et

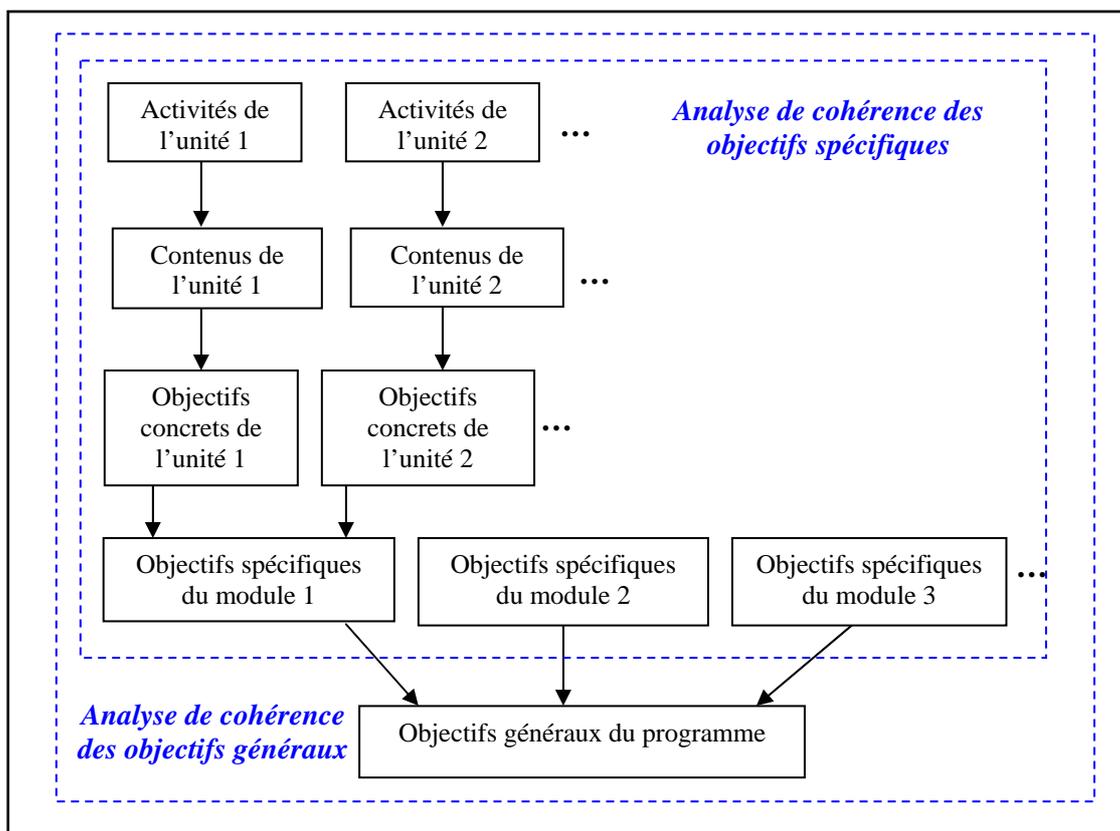


Figure 1.2. Schéma simplifié du modèle de formulation et analyse de cohérence des objectifs d'un programme modulaire.

évaluation des objectifs constituent ensemble un élément clé pour les actions éducatives (Tyler, 1998; Bloom 1979; Stufflebeam, 2000 ; Gímeno, 1985 ; Stenhouse, 1987; LOGSE, 1990). Cet élément permet de situer curriculairement la tâche enseignante, son organisation et séquençement ainsi que la possibilité de réaliser un suivi -en l'utilisant comme référence- afin d'observer l'apprentissage de l'élève et d'évaluer les résultats du programme. **Il est à signaler, encore une fois, que le présent travail se limitera à la formulation, structuration des objectifs sans procéder à l'évaluation de leur degré d'acquisition par les élèves. L'évaluation dont il est question dans cette recherche, a pour but de vérifier, dans un premier temps, si les objectifs -une fois formulés- correspondent bien aux activités d'apprentissage conçues pour leur mise en oeuvre et, dans un deuxième temps, de vérifier si les développeurs et utilisateurs du programme sont d'accord avec les objectifs formulés et évalués dans le premier stade.**

Pour ce faire, nous nous sommes proposés de développer un modèle qui permet de systématiser la méthodologie suivie aussi bien pour la formulation des objectifs (des unités, des modules et du programme) que pour l'analyse de cohérence entre ces objectifs et les activités d'apprentissage, d'une part, et entre ces objectifs et ce que pensent les développeurs et les utilisateurs du programme, d'autre part. Dans ce modèle, les objectifs généraux du programme sont induits à partir des objectifs spécifiques d'un échantillon de modules, et les objectifs spécifiques de chaque module sont induits à partir des objectifs concrets des unités didactiques qui le constituent (voir figure 1.2). Quant aux objectifs concrets des unités, ils sont induits à partir des contenus identifiés grâce à l'analyse exhaustive des activités d'apprentissage en suivant le séquençement proposé par Casanova (1997). Il est à signaler que les contenus sont classifiés selon les

trois catégories établies dans le curriculum des sciences expérimentales de l'ESO, c.à.d en distinguant entre les *faits, concepts et systèmes conceptuels*, les *procédures* et les *attitudes, valeurs et normes* (Departament d'Ensenyament, 1993).

1.2.2 Questions de recherche

Les questions principales auxquelles nous nous proposons de répondre par cette recherche sont :

- ✓ *Quels sont les objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16 ?*
- ✓ *Quels sont les objectifs spécifiques des modules du programme APQUA scolaire 12-16 ?*
- ✓ *Existe-t-il une cohérence entre les objectifs -spécifiques et généraux- et les activités d'apprentissage proposés dans les modules ?*
- ✓ *Existe-t-il une cohérence entre les objectifs -spécifiques et généraux- et ce que pensent les développeurs et les utilisateurs du programme ?*

Pour répondre à ces questions, nous avons formulé de nombreuses questions secondaires :

- ✓ *Quelles sont les activités d'apprentissage que travaillent les unités didactiques dans les modules du programme ?*
- ✓ *Quelles sont les contenus abordés dans ces activités ?*
- ✓ *Quels sont les objectifs concrets de chacune des unités didactiques ?*
- ✓ *Existe-t-il une cohérence entre les activités d'apprentissage d'une même unité avec les objectifs concrets de cette unité ?*
- ✓ *Existe-t-il une cohérence entre les objectifs concrets des unités d'un même module avec les objectifs spécifiques de ce module ?*
- ✓ *Existe-t-il une cohérence entre les objectifs spécifiques des modules analysés avec les objectifs généraux du programme ?*
- ✓ *Que pensent les développeurs et utilisateurs du programme de la formulation des objectifs -spécifiques et généraux- proposée par le chercheur ?*

En plus de plusieurs autres questions que nous soulèverons au fur et à mesure du déroulement de ce travail.

1.2.3 Structure de la recherche (Présentation des chapitres)

Le présent travail est organisé en 5 chapitres :

Le premier chapitre -dont fait partie ce paragraphe- représente une introduction à notre travail qui comporte deux parties. Dans la première, nous abordons les changements sociaux et éducatifs les plus importants dans les dernières décennies et les implications pour l'enseignement des sciences. Quant à la deuxième partie, elle est axée sur l'intérêt de notre recherche, les principales questions auxquelles nous projetons de répondre à travers cette étude et la structure du travail entamé.

Le chapitre 2 est une présentation du projet APQUA dont fait partie le programme scolaire 12-16 objet de notre étude. Dans un premier temps, nous

aborderons les fondements psychopédagogiques et épistémologiques du projet reflétés par ses différents programmes ainsi que par ses axes thématiques et ses buts généraux. Dans un deuxième temps, il s'agit de situer cette recherche dans le cadre de l'évaluation complète du projet. Pour ce faire, il est pertinent de faire allusion aux résultats de sa diffusion en Espagne, à ceux de l'étude réalisée entre 1995 et 1998 sur l'évaluation du Programme Public dirigé à la population adulte et à d'autres résultats concernant l'exécution du Programme Scolaire 12-16.

Le chapitre 3 concerne principalement le processus de construction d'un modèle pour la formulation et analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16. Nous développons, dans ce chapitre, la méthodologie suivie pour la formulation des objectifs (des unités, des modules et du programme) ainsi que pour l'analyse de cohérence interne entre ces objectifs et les activités d'apprentissage proposées dans les différents modules, d'une part, et l'analyse de cohérence externe entre ces objectifs et ce qu'en pensent les développeurs et les utilisateurs du programme, d'autre part. On y trouve également la définition de l'échantillon des modules du programme qui sont analysés dans cette étude ainsi que celle des échantillons de développeurs et utilisateurs du programme sélectionnés comme experts pour la modération des objectifs formulés.

Le chapitre 4 présente, tout d'abord, les résultats obtenus à partir de la formulation des objectifs concrets des unités, spécifiques des modules et généraux du programme. On introduit simultanément une analyse et discussion de ces objectifs précédées par celles des activités d'apprentissage et des contenus qui ont été à l'origine de leur formulation. Ensuite, on présente les résultats de l'analyse de cohérence interne et celle de cohérence externe par modération d'experts. Cette dernière partie consiste en une analyse quantitative et qualitative des résultats obtenus par l'application des outils utilisés pour la modération, à savoir le questionnaire et l'interview.

Le chapitre 5 est consacré à l'extraction et formulation des conclusions dégagées de ce travail. En premier lieu, on présente les conclusions concernant l'intérêt et les limitations du modèle de formulation et analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16. En second lieu, il s'agit de dégager des caractéristiques générales du programme à partir de ses objectifs généraux sachant qu'ils sont induits des objectifs spécifiques des modules analysés et que ces derniers sont formulés en se basant sur les objectifs concrets des unités de ces modules ainsi que sur leurs contenus et activités d'apprentissage. En dernier lieu, on s'intéresse aux implications de l'étude pour le développement des matériels curriculaires du programme APQUA scolaire 12-16, pour la formation des enseignants à leur utilisation et pour la formation des formateurs APQUA. On propose aussi, dans ce chapitre et comme continuité du travail de recherche des suggestions pour des travaux futurs.

2. Analyse d'un projet de sciences : cas du projet APQUA

2.1 Introduction

2.2 Le projet APQUA

2.2.1 Structure du projet

2.2.2 Axes thématiques

2.2.3 Matériel didactique

2.2.4 Equipe du projet

2.2.5 Destinataires et partenaires du projet

2.3 Les fondements théoriques du projet APQUA

2.3.1 Bases épistémologiques et psychopédagogiques

2.3.2 Modèle de la science

2.3.3 Modèle d'enseignement-apprentissage

2.4 L'évaluation des programmes APQUA

2.4.1 Diffusion en Espagne

2.4.2 Evaluation du programme publique

2.4.3 Evaluation des programmes scolaires

2.1 Introduction

Nous nous proposons dans ce chapitre de présenter le projet APQUA: Apprentissage des Produits Chimiques, Utilisations et Applications, un projet d'éducation aux sciences et d'alphabetisation scientifique qui dispose de programmes dirigés aux élèves de l'enseignement primaire et secondaire, aux adultes et à la formation des professeurs. Pour ce cela, nous commencerons, tout d'abord, par une description générale de la structure du projet, celle du programme scolaire 12-16, en particulier et ses principaux axes thématiques. Ensuite, nous décrirons le matériel didactique qui comporte des activités d'apprentissage et d'évaluation. Après quoi, nous aborderons les fondements théoriques du projet APQUA reflétés par ses bases psychopédagogiques et épistémologiques, le modèle de science ainsi que les stratégies d'enseignement/apprentissage qu'il adopte. Enfin, nous situerons notre recherche sur l'évaluation des objectifs du Programme Scolaire 12-16 dans le cadre de l'évaluation complète du projet ; nous présenterons les résultats de la diffusion en Espagne et ceux de différentes études réalisées dont la plus remarquable est l'évaluation de l'impact du Programme Publique à la province Tarragone (Abelló, 1998 ; Abelló et al., 2001).

2.2 Le projet APQUA

APQUA: Apprentissage des Produits Chimiques, Utilisations et Applications, est défini par ses auteurs comme étant un projet d'éducation aux sciences et d'alphabétisation scientifique dont les principaux objectifs consistent à développer une conscience, un savoir et une compréhension relatifs aux produits chimiques -compte tenu de leurs interactions avec les personnes et l'environnement- et à promouvoir l'emploi des procédures de prise de décision argumentée -au niveau personnel ou collectif- (Medir, 1995).

Le projet APQUA a démarré en 1988 suite à une convention signée entre ce qui était à l'époque, le Département du Génie Chimique et Biochimie de la Division des Centres Universitaires du Camp de Tarragone -Université de Barcelone (actuellement Département du Génie Chimique de l'Université Rovira i Virgili) et le "*Chemical Education for Public Understanding Program (CEPUP)*" (Thier & Hill, 1988) du Lawrence Hall of Science de l'Université de Californie à Berkeley, actuellement dit "*Science Education for Public Understanding Program (SEPUP)*" (Thier & Nagle, 1994). Parmi les multiples raisons de la mise en place d'un tel projet, on trouve par exemple (Giralt & Medir, 1992 ; Medir, Thier & Giralt, 1992 ; Abelló, 1995 cités par Abelló et al., 2001):

- l'observation d'une inquiétude croissante chez la société concernant l'environnement, la santé et la qualité de vie accompagnée d'une forte aversion envers les produits chimiques ou "la chimie";
- la présence dans la région de Tarragone de l'un des complexes pétrochimiques les plus importants du sud de l'Europe;
- la nécessité en tant qu'éducateurs de pourvoir la population d'une formation scientifique et technologique –sur les produits et procédés chimiques en particulier- pour qu'elle soit capable de comprendre, de juger et d'agir de façon critique et responsable vis à vis de ces sujets.

Le projet est subventionné en grande partie par des associations d'entreprises chimiques. Mais, on trouve aussi des entreprises chimiques individuelles et des entités diverses comme, par exemple, des administrations publiques et des conseils municipaux⁶. D'autre part, étant donné que le projet se développe au sein de l'université, il compte aussi sur la collaboration et le soutien de celle-ci⁷. APQUA est, donc, "le résultat d'une collaboration Université-Entreprise-Administration-Centres Educatifs qui diffère de celle qu'on trouve dans d'autres pays européens par sa façon d'attribuer les responsabilités aux diverses entités" (Medir, 1995) :

⁶ Au début de son lancement à Tarragone, le projet APQUA a été subventionné par l'Association des Entreprises Chimiques de Tarragone (AEQT). Au fur et à mesure de sa diffusion en Catalogne et dans le reste de l'Espagne, il a été également subventionné par d'autres entités diverses. Parmi celles-ci on trouve aussi bien des associations d'entreprises chimiques (*Asociación vizcaína de Empresas Químicas AVEQ, Federación de Empresas Químicas de Aragón FEQA, Federación Empresarial de la Industria Química Española FEIQUE, Confederación Europea de la Industria Química CEFIC*, etc.) et des entreprises chimiques (*BASF Española, Dow Chemical Iberica, Eastman Chemical España* et *Solvay España*, etc.) que des administrations (*Unidad Técnica de Programas de Formación del Departamento de Educación y Cultura del Gobierno de Navarra, Centres de Professeurs et de Ressources* dans toute l'Espagne, *Junta de Residus i direcció General de Programació i Educació Ambiental* du Département de l'Environnement de la Generalitat de Catalunya, *Junta de Sanejament*) et des conseils municipaux (*Ajuntament de Vila-seca, Ajuntament de Valls*). Ces subventions concernent le financement des cours de formation des professeurs, l'acquisition du matériel didactique APQUA pour les utilisateurs (Professeurs, centres scolaires ou groupements d'adultes) et le développement des modules.

⁷ Le projet compte sur le soutien de l'Université en termes d'espace physique et, en partie, de personnel.

- l'université est 'le seul responsable' du projet quant à la définition de ses objectifs généraux et quant aux contenus des différents modules
- les entreprises et l'Administration subventionnent le développement et la mise au point du projet dans les écoles et peuvent aussi apporter de 'l'information experte' pour la conception des modules. Mais, elles ne peuvent pas faire refléter leurs opinions dans le projet
- Les centres éducatifs collaborent au développement et à l'essai des modules en classe.

Mais, il faut dire que cette triple collaboration avec l'université, les entreprises et l'administration et avec les centres éducatifs présente aussi bien des avantages que des inconvénients. A titre d'exemple, l'essai des modules en classe avec la collaboration de professeurs risque de rendre le processus de développement des modules interminable puisque de nouvelles adaptations surgissent à chaque fois qu'on retourne à tester les modules avec les élèves. D'autre part, le développement et l'application du projet sont conditionnés par la disponibilité de fonds de subvention. Ce qui constitue une limitation à sa diffusion et risque de freiner le processus de développement des modules au cas où ces subventions se voient restreintes pour une raison ou une autre.

2.2.1 Structure du projet

Comme nous l'avons déjà vu dans le chapitre précédent, la structure et l'étape couverte par un projet de sciences sont deux éléments caractéristiques de celui-ci (Caamaño, 1994). APQUA dispose d'un programme scolaire 10-12 destiné aux élèves du cycle supérieur de l'enseignement primaire, d'un programme scolaire 12-16 pour le secondaire, d'un programme publique dirigé aux adultes et au personnel des entreprises et d'un programme de formation de professeurs et de formateurs (Figure 2.1).

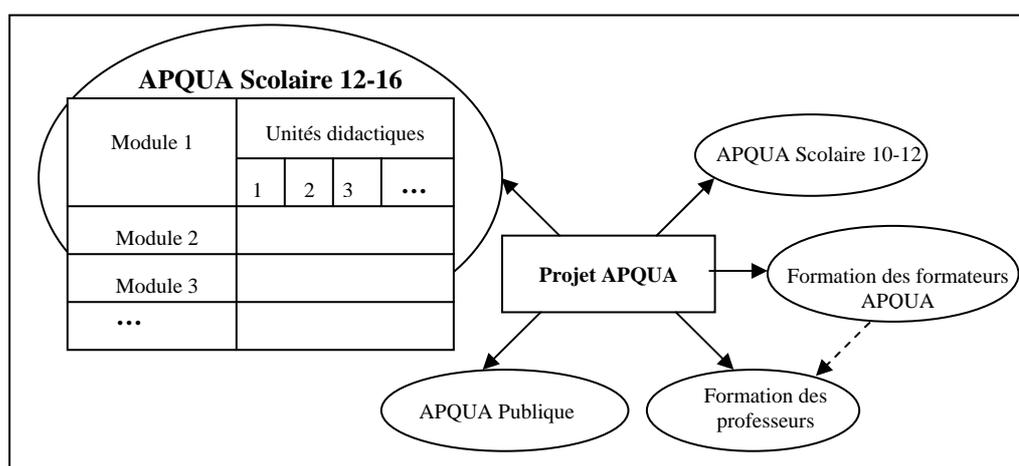


Figure 2.1. Les différents programmes du projet APQUA et leur structure.

Le programme scolaire 10-12 et le programme publique sont organisés sous forme d'unités didactiques qui portent sur un sujet d'actualité généralement en relation avec les produits chimiques. Le programme scolaire 12-16 se présente sous forme de modules dont chacun est constitué par un ensemble d'unités didactiques qui sont toutes articulées autour du même sujet d'actualité comme la gestion des déchets, la pollution

des eaux ou l'utilisation des plastiques, par exemple. Dans toutes les unités des différents programmes, on trouve des simulations de situations réelles et des questions ouvertes qui permettent aux enseignants, de susciter l'intérêt des apprenants tout en introduisant des contenus de concepts et de procédures aussi bien que des contenus attitudeaux à l'aide d'expériences simples réalisées en miniature (voir exemples d'unités didactiques extraites de modules du programme sur l'annexe 10).

A titre d'exemple, le module « Pollution de l'eau souterraine de Vallfrodosa » met les élèves dans une situation-problème où, arrivés chez un ami dans un petit village, ils s'aperçoivent que la famille de leur ami ne boit plus l'eau du puit qui se trouve dans le jardin. En effet, la famille soupçonne que l'eau du puit soit polluée. Les élèves sont invités à "jouer aux détectives" et à trouver la source de la pollution et son extension (voir exemple d'unité didactique extraite de ce module : annexe 10.2).

Pour cela ils commencent par analyser les informations fournies par leur ami et par d'autres personnes du village. Ensuite, ils sont invités à prendre connaissance des différents concepts en rapport avec les aquifères et le mouvement de l'eau à travers les différents matériaux du sous sol, ainsi que des unités utilisées pour exprimer la concentration du polluant.

Il s'agit de répondre à des questions comme, d'où vient la pollution ? quelle en est sa portée ? et quelle est le moyen le plus adéquat pour l'assainissement de la zone contaminée ?

Pour y répondre, les élèves travaillent en groupes de quatre à planifier une stratégie de recherche afin de déterminer l'origine de la pollution. On leur explique le coût que représente la perforation de chacun des puits et le budget limité dont ils disposent. Ce budget permet de faire 40 perforations au total.

Chaque groupe d'élèves doit analyser 12 échantillons d'eau prise dans des perforations différentes. Ils commencent tout d'abord par 3 échantillons et selon les résultats obtenus ils décident quels sont les trois échantillons suivants d'eau qu'il vont analyser, et ainsi de suite.

Les élèves disposent d'une carte du village sur laquelle sont représentées les différentes perforations de puits à analyser. Ils doivent justifier à chaque fois le choix des puits qu'ils décident d'analyser. Ils dessinent aussi, sur cette carte, l'allure de la zone où la concentration du polluant dépasse la limite autorisée par la législation.

Finalement, les élèves sont invités à un jeu de rôle qui consiste à la simulation d'une assemblée municipale. Dans cette assemblée, sont représentés aussi bien les sociétés qui proposent une solution au problème que les habitants des villages concernés. Après la discussion et le débat sur les avantages et les inconvénients des différentes propositions, les habitants prennent une décision en votant l'une des solutions.

On constate, dans cet exemple aussi que les élèves sont invités à réfléchir à des questions diverses.

Par exemple, si la législation fixe une limite légale de 0.1 µg/l de substance toxique, cette limite est-elle sûre ? comment pourrait-on décider si c'est une limite sûre ?

Pour la plupart des élèves, le seul niveau sûr est celui de 0 µg/l. Mais, est-il possible, dans la réalité, de faire diminuer la concentration d'une substance toxique

dissoute dans l'eau jusqu'à des niveaux aussi bas ? quelles sont les limitations qui empêchent d'arriver à de tels niveaux ? etc.

2.2.2 Axes thématiques du projet

Les thèmes qui font l'objet des différents modules et programmes du projet s'articulent essentiellement autour de deux notions principales :

- les produits chimiques puisqu'ils sont en relation avec la plupart des inquiétudes actuelles sur l'environnement;
- le risque considéré comme le facteur qui engendre l'inquiétude.

La table 2.1 présente les titres des modules qui constituent le programme scolaire 12-16 et des unités didactiques du programme 10-12 ainsi que celles du programme publique.

APQUA 10-12	APQUA 12-16	APQUA Publique
<input type="checkbox"/> <i>Y a-t-il de "la chimie" dans ma vie?</i>	<input type="checkbox"/> <i>Les produits chimiques</i>	<input type="checkbox"/> <i>Les produits chimiques</i>
<input type="checkbox"/> <i>Que "met-on" dans les aliments?</i>	<input type="checkbox"/> <i>Solutions et pollution</i>	<input type="checkbox"/> <i>Résidus domestiques dangereux</i>
<input type="checkbox"/> <i>J'adore les sucreries</i>	<input type="checkbox"/> <i>Pollution de l'eau souterraine de Vallfrondosa</i>	<input type="checkbox"/> <i>Pollution de l'eau souterraine</i>
<input type="checkbox"/> <i>Qu'est ce qu'une valeur seuil?</i>	<input type="checkbox"/> <i>Risque: le jeu de la vie</i>	<input type="checkbox"/> <i>Les produits toxiques</i>
<input type="checkbox"/> <i>L'aventure de fumer</i>	<input type="checkbox"/> <i>Toxicologie: Détermination de valeurs seuils</i>	<input type="checkbox"/> <i>Prise de décisions</i>
<input type="checkbox"/> <i>Que transporte ce camion?</i>	<input type="checkbox"/> <i>Traitement de détritux nocifs</i>	<input type="checkbox"/> <i>Le risque de vivre</i>
<input type="checkbox"/> <i>Une maison plus sûre</i>	<input type="checkbox"/> <i>Les plastiques dans notre société</i>	<input type="checkbox"/> <i>Fumer et ma santé</i>
<input type="checkbox"/> <i>Trop de déchets!</i>	<input type="checkbox"/> <i>La gestion des détritux</i>	<input type="checkbox"/> <i>Transport des marchandises dangereuses</i>
<input type="checkbox"/> <i>CO₂ et la vie?</i>	<input type="checkbox"/> <i>Identification des substances dangereuses</i>	<input type="checkbox"/> <i>Additifs alimentaires</i>
<input type="checkbox"/> <i>Infoooooo!</i>		

Table 2.1. Les thèmes des différents programmes du projet APQUA.

Nous pouvons constater que le programme scolaire 10-12 comporte dix unités didactiques dont les titres sont formulés sous forme de questions « *Y a-t-il de la chimie dans ma vie ?* » ou d'exclamations « *Trop de déchets !* ». Quant au programme scolaire 12-16, il est constitué de neuf modules dont l'un -« *Identification des substances dangereuses* »- est en cours de développement et d'expérimentation. Enfin, le programme publique se présente sous forme de neuf unités didactiques qui prennent en considération les caractéristiques du contexte social et culturel de la région (Abelló, 1998 ; Abelló et al., 2001).

2.2.3 Matériel didactique

Le matériel didactique est également considéré comme l'une des caractéristiques essentielles d'un projet de sciences. Comme nous l'avons déjà signalé dans la section

précédente (§ 2.2.1), les programmes du projet APQUA se présentent généralement sous forme de modules ou d'unités didactiques.

Pour la description détaillée des éléments qui constituent le matériel didactique, nous nous limiterons au programme APQUA scolaire 12-16, objet de notre étude. Le matériel de celui-ci comprend :

- Un guide du professeur
- Un guide de l'élève
- Une boîte de matériel expérimental

Le *guide du professeur* contient une description détaillée du déroulement des unités didactiques. Il présente la structure générale suivante :

- **Vision Générale des Unités**⁸ : c'est une introduction au module où on trouve un petit résumé de chaque unité didactique.
- **Vision Générale des Contenus**⁹ : on y trouve une présentation des contenus du module classés en différentes catégories. Dans les modules édités entre 1992 et 1996, ces contenus sont regroupés en trois catégories (APQUA, 1996) :
 - Concepts scientifiques
 - Procédures
 - Concepts sociaux

Quant au dernier module édité en 2000 « La gestion de détritrus », il présente les contenus en quatre blocs (APQUA, 2000):

- Problématiques sociales
- Faits, concepts et systèmes conceptuels
- Procédures
- Attitudes, valeurs et normes

On constate que les trois derniers blocs correspondent à ceux du curriculum des sciences expérimentales de la *Generalitat de Catalunya* (Departament d'Ensenyament, 1993) tels que nous les avons déjà décrit à la section § 1.1.2.1.4. Tandis que le premier bloc dit « Problématiques sociales », c'est le résultat de la perspective « *Issue-Oriented Science* » adopté par le projet APQUA (voir § 2.2.3).

- **Les unités** : elles sont toutes structurées de la même manière et donnent des indications concernant la durée, les objectifs, le matériel et la préparation. Ensuite, on trouve une description détaillée du déroulement de chaque unité avec des recommandations sur la réalisation des expériences et la maintenance du matériel expérimental, des commentaires sur les résultats ainsi que des questions-type à poser aux élèves.

⁸ Dans une étude antérieure (El Boudamoussi, 2000), il a été signalé que le mot « activité » utilisé dans les modules, pour désigner une unité didactique devrait être remplacé par le mot « unité ». Cette remarque a été prise en considération dans les éditions postérieures comme on a pu le constater dans le dernier module édité « Gestion des détritrus » (APQUA, 2000).

⁹ De la même manière, le mot « concepts » utilisé dans les éditions antérieures à l'an 2000, a été substitué par le mot « contenus » comme c'est le cas dans le dernier module édité « Gestion des détritrus » (APQUA, 2000).

- **Les feuilles de travail** : elles servent à guider le travail de l'élève, on y trouve les éléments suivants (voir exemple sur annexe 10) :
 - Objectif de l'activité à réaliser par les élèves
 - Matériel expérimental nécessaire pour réaliser l'activité
 - Procédure à suivre pour réaliser l'activité
 - Tableau pour l'enregistrement des données recueillies
 - Questions portant sur l'activité réalisée
- **Glossaire** des termes importants abordés dans le module
- **Préparation des dissolutions** : cette section est recommandée au professeur dans le cas où il devrait préparer des dissolutions par lui-même.
- **Test d'évaluation** : à la fin de chaque module on trouve une banque de questions « à choix multiple, à réponse longue et ouverte ou à réponse courte et directe » que le professeur peut utiliser pour construire des instruments d'évaluation adaptés au type d'élèves et au temps disponible (APQUA, 1996). Néanmoins, les unités contiennent également des exercices complémentaires et des activités optionnelles qui permettent de suivre l'évolution des apprentissages des élèves. En plus, les questions qui figurent sur les feuilles de travail constituent une évaluation continue de l'avancement des élèves au long du module. Dans le guide du professeur, on trouve des recommandations quant à la manière d'évaluer les questions ouvertes, les réponses que les élèves ont l'habitude de donner dans certains cas ainsi que des réponses correctes. On trouve, en plus, dans le dernier module édité « gestion des détritiques » (APQUA, 2000), une grille qui établit la relation entre les différents contenus de concepts et les questions proposées dans le test d'évaluation.

Le *guide de l'élève* contient toutes les feuilles de travail des différentes unités d'un même module. Elles portent bien entendu la même numérotation que celle qui permet d'identifier chaque feuille de travail dans le guide du professeur. Par exemple, la feuille de travail numéro 1 de l'unité 4 du module « Solutions et Pollution » est désignée par *S.P.4.01* ou *D.C.4.01* s'il s'agit de la version espagnole (voir annexe 10.1).

Le *matériel expérimental* du programme est conçu pour être utilisé en classe et pour faciliter la réalisation d'expériences en dehors du laboratoire. D'une manière générale, il est constitué :

- d'un plateau de forme rectangulaire avec neuf orifices de dimension petite et quatre orifices de dimension plus grande. Les premiers sont utilisés en guise de tubes d'essai et les seconds au lieu des vases de précipitation.
- Des flacons compte-gouttes qui contiennent des dissolutions. Ils sont utilisés en guise de burettes
- Des compte-gouttes, représentant les pipettes
- des agitateurs en miniature
- d'autres substances chimiques selon le thème du module.

Toutes les unités et modules des programmes qui constituent le projet APQUA sont disponibles dans les deux langues castillane et catalane. Il est à signaler, cependant,

que l'adaptation de la version américaine se fait d'abord au contexte catalan et c'est la version catalane adaptée qui est ensuite traduite au castillan et à d'autres langues. En effet, les modules « *Produits chimiques* » et « *Solutions et pollution* » du programme scolaire 12-16 ont été traduits au français, le module « Les plastiques dans notre société » est disponible en italien et des efforts locaux en Galicie et au Pays Basque sont en cours pour la traduction de certains modules du programme scolaire 12-16 au galicien et à l'euskera.

2.2.4 Equipe du projet

Un autre élément fondamental dans un projet de sciences est l'équipe du projet (Caamaño, 1994 ; Thier & Daviss, 2001). Celle de APQUA est formé par des collaborateurs parmi les professeurs de sciences de l'enseignement primaire et secondaire, des collaborateurs scientifiques et une équipe chargé du développement, de l'expérimentation et de la dissémination des matériels du projet. Nous nous référerons toujours à cette équipe comme *l'équipe du projet*.

La formation des professeurs à l'utilisation des matériels APQUA a été initialement assurée par l'équipe du projet ou par les collaborateurs scientifiques. Mais, peu à peu, les professeurs avec plus d'expérience participaient aux cours de formation de leurs collègues. Actuellement, un cours spécifique est organisé chaque année pour la formation des formateurs APQUA.

2.2.5 Destinataires et partenaires du projet

Le projet APQUA est dirigé vers des destinataires divers selon les différents programmes dont il dispose et il compte sur la collaboration de différents partenaires.

Comme destinataires, on trouve, d'une part, les élèves du cycle supérieur de l'enseignement primaire et ceux de l'enseignement secondaire, destinataires des programmes scolaires, APQUA 10-12 et APQUA 12-16. D'autre part, les adultes et le personnel d'entreprise sont les destinataires du programme APQUA publique. Mais, il ne faut pas oublier les professeurs qui sont formés dans le but d'utiliser les deux programmes scolaires ainsi que les formateurs qui devraient les former à cet effet.

Quant aux partenaires du projet, on peut les regrouper en trois catégories.

En premier lieu, vu la nature STS du projet, l'implication de l'industrie chimique en tant que partenaire permet de prendre en considération de façon plus réaliste cette caractéristique. Ainsi, le besoin de promouvoir une attitude critique envers la nécessité et l'utilité des produits chimiques dans la vie des individus est pris en considération par le projet. Mais, sans pour autant perdre de vue l'objectivité et la non prise de parti, caractéristiques essentielles de l'approche IOS (Thier & Nagle, 1994).

En second lieu, vient l'administration publique, c'est à dire les organismes responsables du développement des curricula scolaires et de l'homologation des programmes éducatifs. Le projet est appelé à contribuer au développement de matériels didactiques STS qui permettraient de promouvoir des attitudes positives chez les apprenants concernant la responsabilité sociale vis à vis de questions relatives aux produits chimiques.

Enfin, l'université représente le lieu où se développent les différents programmes et le point de départ de leur diffusion. Le projet apporte sa contribution au

rôle universitaire de production et de transfert du savoir, surtout et de manière plus concrète, en ce qui concerne l'amélioration des méthodes d'enseignement et le développement de matériels didactiques ainsi que la formation continue des professeurs.

2.3 Les fondements théoriques du projet APQUA

2.3.1 Bases épistémologiques et psychopédagogiques

Il s'agit d'un projet transdisciplinaire classifié par les auteurs dans le cadre du courant Science-Technologie-Société ou STS (Caamaño, 1994 ; Membiela, 1995 ; Abelló, 1998). Ce mouvement, comme il a été souligné dans le chapitre précédent, a pour finalité de promouvoir l'alphabétisation scientifique et technologique de tous les citoyens pour qu'ils puissent prendre part dans le processus démocratique de prise de décisions et de résolution de problèmes en relation avec la science et la technologie dans la société. (Aikenhead, 1994 ; Ziman, 1994 ; Thier & Nagle, 1994 ; Membiela, 2001). Abelló (1998) affirme que cette finalité est parfaitement explicitée dans les objectifs du projet APQUA quoique toujours à partir de la composante produits et procédés chimiques. En plus, dans le cadre de la perspective STS, la science est enseignée dans son rapport étroit avec le milieu social et technologique de l'apprenant de manière à lui faciliter de comprendre les concepts scientifiques en se basant sur les expériences de la vie quotidienne et sur la tendance naturelle envers la compréhension de l'environnement social, technologique et naturel qui nous entoure (Aikenhead, 1994).

Le projet APQUA, à l'égard de CEPUP, partage plusieurs caractéristiques avec les projets STS telles que, par exemple, l'intérêt pour l'alphabétisation scientifique, l'orientation vers un curriculum de sciences pertinent à la vie des élèves et reflétant les valeurs sociales et vers un curriculum qui engagerait et défierait tous les élèves (Thier & Nagle, 1994).

Caamaño (1994) propose une classification des projets STS en trois catégories :

- les projets d'introduction STS : des thèmes de science-technologie-société sont introduits dans les cours de sciences.
- les projets de sciences à travers une orientation STS
- les projets STS pures

L'auteur place le projet CEPUP dans le cadre de la deuxième catégorie. D'où, l'on peut conclure que **le projet APQUA est un projet de sciences à travers une orientation STS.**

2.3.2 Modèle de la science

Comme nous l'avons déjà vu dans l'introduction de ce travail (§ 1.1.1.4), les changements dans la conception de la science a conduit à une variété de modèles qui ont contribué également au développement de nombreuses propositions didactiques (Izquierdo, 1999).

Parmi tous ces modèles, le projet APQUA adopte une vision de la science qui est humaine, ouverte et évolutive. Cette vision accessible, utile, changeante et contestée, fait de l'apprentissage des sciences un processus continu de se poser des questions plutôt qu'un ensemble de réponses à mémoriser (Abelló, 1998). Ainsi, la science est vue par le projet comme un ensemble d'instruments et d'attitudes qui permettent de

comprendre et d'interpréter le monde, mais aussi de s'y engager de manière libre et autonome. C'est pourquoi, on insiste beaucoup sur les processus et les attitudes plus que sur les savoirs scientifiques. Nous pouvons reconnaître ici une vision de l'enseignement des sciences comme processus et non pas comme produit (Dewey, 1916 ; 1944 cités par Bybee & DeBoer, 1994 et par Price & Cross, 1992). Aussi, reconnaissons-nous les degrés d'importance accordés à chacune des trois finalités principales de l'enseignement des sciences telles qu'elles ont été exprimées par Bybee & DeBoer (1994) : le savoir scientifique « *the knowledge goal* », le développement personnel et social « *the developmental goal* » et les méthodes scientifiques « *the methods goal* ». Il peut s'en suivre que le projet APQUA mettrait plus l'accent sur les objectifs liés aux méthodes scientifiques et au développement personnel et social que sur l'acquisition des concepts scientifiques. Mais, ceci dépendra toujours de l'emphase mis par le professeur.

2.3.3 Modèle d'enseignement-apprentissage

Le projet APQUA est caractérisé par la manière particulière dont il tente de rapprocher la science et la technologie -les produits et procédés chimiques en particulier- de la population (Abelló & Medir, 1997). Cette manière de développer une compréhension de la science et des processus de résolution de problèmes à partir de questions d'intérêt social et sans aucune prise de parti, se définit par l'approche connue sous le nom Issue-Oriented-Science ou IOS (Thier & Nagle, 1994 ; Medir, 1995). C'est une approche où des situations sont créées afin de favoriser l'exploration de problèmes et l'interaction entre les apprenants et où l'enseignant est amené à promouvoir une démarche expérimentale et d'essai, l'objectivité et la non prise de parti de la part du professeur (Thier & Nagle, 1994). Ainsi, les élèves pourraient, par exemple, faire le choix entre l'utilisation de sachets en plastique ou en papier dans un supermarché (APQUA, 1995), développer un plan pour la gestion des détritrus dans leur communauté (APQUA, 2000) ou rédiger un rapport sur l'impact environnementale d'une décharge non contrôlée sur un village imaginaire (APQUA, 1993). En aucun cas, le professeur ne devrait indiquer la décision à prendre, son rôle consiste, uniquement, à guider les élèves dans leur démarche et à les aider à prendre en considération les effets négatifs et positifs de leur décision (Thier & Nagle, 1994). Le professeur devrait veiller, de même, à donner le modèle de celui qui ne sait pas tout, qui fait des essais et cherche des solutions et de celui qui dirait volontairement 'je ne sais pas' ou 'la science ne peut pas répondre à cette question, c'est une question d'ordre publique.

Les activités d'apprentissage sont conçues de manière que les élèves s'impliquent dans des situations simulées où ils se posent des questions, réalisent des expériences, participent à des débats et prennent des décisions collectives (Medir, 1995).

“Para APQUA, el aprendizaje de las ciencias en el aula no significa leer un libro sino realizar actividades, preguntas, discusiones e involucrarse en debates. La separación artificial entre las diferentes disciplinas científicas desaparece a medida que el profesor y el alumno se dan cuenta de que los temas de ciencia y tecnología son cuestiones sobre las cuales las personas toman decisiones (...).”

Ce n'est pas un objectif de ce travail, de faire une analyse plus exhaustive du projet APQUA afin de le situer avec plus de précision par rapport aux différents

courants épistémologiques et psychopédagogiques de l'enseignement des sciences. Il n'est pas question non plus de faire une analyse comparative afin de le situer par rapports à d'autres projets de sciences ou d'autres ressources didactiques plus usuelles comme les manuels scolaires. Ce qui pourrait avoir un intérêt aussi bien pour son évaluation que pour en dégager de possibles caractéristiques propres au projet.

Mais, nous proposons déjà un exemple de grille d'analyse qui pourrait éventuellement être utile dans ce sens (table 2.2).

La table 2.2 est inspirée des travaux de Larochelle & Désautels (1992), Mathy, (1997) et de Jonnaert & Vander Borgh (1999). Ces auteurs, proposent plusieurs critères d'analyse dont nous avons repris quelques exemples.

Il faut noter que l'application de tels critères ne se limiterait pas à une simple lecture des matériels didactiques à analyser. Il serait indispensable aussi, de procéder à des observations de classe, ce qui pourrait faire l'objet d'une étude plus spécifique. C'est l'une des raisons pour lesquelles cette grille d'analyse n'a pas été appliquée dans le cadre de ce travail.

Critères d'analyse	APQUA	Autres projets de sciences	Manuels scolaires
1. Présentation de la socio-histoire des sciences			
Exemples : Empirisme et accumulation de faits ou constructions et relectures théoriques ? Histoire des sciences et discours sur le monde			
2. La méthode scientifique			
Exemples : Exposé du savoir scientifique Description d'une méthode à appliquer ou discussion des pistes méthodologiques ? Faits: donnés ou construits? Hypothèses: comment sont-elles formulées? Utilité des expériences scientifiques: servent-elles à vérifier des hypothèses et des connaissances ou à chercher les limites de nos représentations, à les déstabiliser et à «essayer»? La vision du scientifique: neutre ou être humain qui a des sentiments et qui agit?			
3. Apprentissage des sciences			
3.1 Dimension constructiviste			
Exemples : Qui est l'acteur de l'apprentissage? Les représentations spontanées des élèves: sont-elles prises en considération? Conflit cognitif ou socio-cognitif ? Problème et situation-problème: Le problème se présente-t-il comme un critère, un mobile ou un moyen de l'apprentissage?			
3.2 Dimension sociale: Avec qui l'apprentissage se réalise-t-il?			
Exemples : Interaction de l'élève avec ses pairs Interaction de l'élève avec l'enseignant Zones de dialogue permettant l'interaction entre l'élève, l'enseignant et l'objet d'apprentissage			

3.3 Dimension interactive: Quel est l'objet de l'apprentissage et dans quelles situations est-il présenté à l'apprenant?			
L'apprentissage est-il réalisé au départ de situations? L'apprenant doit-il découvrir l'objet d'apprentissage dans ces situations? L'apprenant doit-il interagir avec ces situations et l'objet d'apprentissage? Existe-t-il des interactions entre l'objet d'apprentissage et les connaissances de l'élève?			
3.4 Transfert : dans quelle mesure les acquis pourront-ils être utilisés hors du contexte didactique?			
3.5 Contrat didactique: dans quelle mesure existe-t-il des mécanismes de régulation des rapports au savoir?			
3.6 Transposition didactique: dans quelle mesure existe-t-il des mécanismes de validation des objets d'apprentissage?			
3.7 Temps: dans quelle mesure le temps est-il pris en considération dans l'organisation de l'apprentissage?			
3.8 Espace: L'organisation de l'espace est-elle prise en considération?			
3.9 Processus: l'apprentissage est-il un processus ou un état?			
3.10 Les moyens pour réaliser l'apprentissage sont-ils précisés?			
3.11 Résultats attendus de l'apprentissage: sont-ils précisés?			
3.12 Evaluation de l'apprentissage: les modalités sont-elles précisées?			

Table 2.2. Grille d'analyse du projet APQUA du point de vue fondements théoriques. Exemples de critères d'analyse.

2.4 L'évaluation du projet APQUA

L'évaluation du projet APQUA doit tenir compte aussi bien des besoins de ses destinataires et partenaires que des caractéristiques propres au projet. Plusieurs études pourraient être envisagées, soit pour définir ces besoins ou bien pour évaluer les différents éléments qui caractérisent le projet comme, par exemple, le matériel didactique, ses contenus et objectifs ou les processus de développement et de dissémination. Les études d'évaluation réalisées jusqu'à maintenant ont toujours été de

deux types : des études quantitatives qui portent généralement sur l'impact du projet et des études qui portent sur des aspects qualitatifs (voir figure 1.1).

Dans le cadre du premier type d'études, il s'agit principalement de faire un suivi des différentes activités du projet et de l'exécution de ses différents programmes et d'évaluer l'impact des cours de formation sur les professeurs. Ainsi, le projet émet un rapport annuel de ses activités, des résultats statistiques de sa diffusion et des études réalisées sur le projet. L'évaluation de l'impact des cours de formation sur les professeurs se fait à travers des questionnaires post-formation soumis aux professeurs qui ont assisté aux séances de formation et à travers les « séances d'évaluation » post-application organisées avec les professeurs qui ont décidé d'appliquer le matériel didactique dans leurs classes ; l'application du matériel est considérée comme faisant partie du cours de formation. Dans ce sens, les études réalisées concernent l'analyse des données recueillies par ces questionnaires et la formulation de conclusions utiles. Il s'agit aussi dans le cadre des études quantitatives, de déterminer les effets des différents programmes sur les apprenants. Pour cela, une évaluation de l'impact du programme publique a été menée auprès de la population de la province de Tarragone, mais il n'y a pas encore eu d'études sur les résultats obtenus auprès des élèves.

Quant aux études de type qualitatif, elles ont pour objectif de renforcer la base théorique du projet, de dévoiler ses intentions et de s'approfondir dans la compréhension de ses enjeux. Dans ce sens, l'étude réalisée en vue de l'évaluation des effets du programme publique a permis d'énoncer les objectifs de celui-ci, de déterminer son adéquation et pertinence pour ses destinataires ainsi que les stratégies d'enseignement/apprentissage qui le caractérisent (Abelló, 1998). **D'un autre côté, notre étude s'inscrit aussi dans ce contexte qualitatif, dans la mesure où elle sera centrée sur la formulation des objectifs du programme scolaire 12-16 et sur l'analyse qualitatif des opinions et réactions des professeurs et membres de l'équipe du projet à l'égard des objectifs formulés.** D'autres études qualitatives pourraient être envisagées comme, par exemple, l'évaluation de la pertinence, l'adéquation et le degré de difficulté de ces objectifs, l'emphase mis par les formateurs sur chacun des objectifs et comment cela se répercute-il sur la pratique de classe. Une étude pareille serait également recommandée dans le cas du programme APQUA scolaire 10-12.

Dans ce qui suit, nous présenterons les résultats de la diffusion du projet en Espagne et ceux des études d'évaluation réalisées jusqu'à nos jours.

2.4.1 Diffusion en Espagne

Les programmes scolaires 10-12 et 12-16 du projet APQUA ont obtenu l'homologation des Département d'Enseignement des Communautés Autonomes de Catalogne et d'Andalousie; ce qui a été considéré comme suffisant par d'autres communautés autonomes en Espagne, comme celles de Madrid et de la Galice, par exemple. La figure 2.2 présente les différentes provinces et communautés autonomes où les professeurs utilisent déjà les modules APQUA dans leurs classes, des régions où le projet a effectué des cours de formation de professeurs, ou bien où des contacts sont en cours pour une future diffusion (APQUA, 2001).



Figure 2.2. Carte de diffusion du projet APQUA en Espagne.

Nous constatons que le projet est largement diffusée dans les communautés autonomes de Catalogne, pays basque et Madrid. Il est aussi appliquée au nord ouest de la Galicie et dans l'extrême sud de l'Andalousie, tandis que les contacts sont en cours dans les autres provinces de ces régions et du reste du pays.

Les rapports annuels du projet indiquent que, depuis son lancement en 1989 jusqu'à 2001, il a été utilisé par un total de 7590¹⁰ adultes et de 110 469¹⁰ élèves appartenant à 846 centres d'enseignement espagnols. Le nombre total de professeurs ayant assisté à des séances de formation depuis 1989 jusqu'à 2001 est de 2753 (APQUA, 1998; 1999; 2001).

En 1998 et 1999, le nombre de séances du Programme Publique a été remarquablement réduit vu le manque de subventions (APQUA 1998; 1999). D'ailleurs, les efforts déployés pour la réactivation de ce programme en l'an 2000 n'ont pas aboutit à des résultats considérables (APQUA, 2000a ; 2001).

Le projet a commencé sa diffusion dans le reste de l'Espagne en 1995; initialement il était restreint à la province de Tarragone et à la communauté autonome de la Catalogne. Cependant, le nombre d'élèves à Tarragone-province -région subventionnée principalement par l'AEQT- s'est maintenu presque constant surtout à partir de 1993 (environ 3000 élèves/an), alors que ce nombre en Catalogne et dans les

¹⁰ Tous les chiffres indiquent le nombre total d'assistants (adultes, élèves ou professeurs) aux séances de l'un des programmes du projet (publique, scolaire ou formation des professeurs) sachant qu'une même personne peut être comptabilisée plus d'une fois si elle aurait assisté à plus d'une séance de formation dans le cas des programmes publique et de formation des professeurs et si l'élève a utilisé plus d'un module dans le cas des deux programmes scolaires.

autres communautés autonomes subit des fluctuations dues à la discontinuité des subventions et à l'établissement de nouvelles conventions (APQUA, 2001).

2.4.2 Evaluation du programme publique

Le Programme APQUA Publique est mis au point dans la province de Tarragone avec la collaboration de quatre types de groupes sociaux : centres socioculturels, associations de voisins, collectifs de femmes et autres collectifs dont la composition est variable dans le temps (associations de parents d'élèves, groupes syndicaux, etc.). Ce programme s'inscrit, d'une part, dans le contexte éducatif de l'alphabétisation scientifique de la population dans le cadre de l'éducation non formelle des adultes et, d'autre part, dans celui de la vulgarisation scientifique (Abelló, 1998 ; Abelló et al., 2001).

L'évaluation de l'impact du Programme Publique à Tarragone-Province a permis d'en formuler les objectifs généraux. Ces derniers consistent principalement à développer une conscience, un savoir et une compréhension relatifs aux produits chimiques et à leurs interactions avec les personnes et l'environnement, et de promouvoir l'emploi des procédures de prise de décisions argumentées –au niveau personnel ou collectif- (Abelló, 1998; Abelló et al. 2001). L'étude s'est centrée essentiellement sur l'exécution du programme et la détermination de ses effets sur les personnes l'ayant expérimenté. La méthodologie quantitative-qualitative suivie a fait appel aux modèles d'évaluation descriptif, expérimental et ethnographique. Quant aux résultats de la recherche, ils sont classés en deux catégories :

a) *Résultats relatifs à l'exécution du programme:*

L'analyse des données recueillies à partir des questionnaires sur l'opinion des participants aux séances de formation et celle des responsables de l'application du programme, ainsi qu'à partir des observations de classe, a abouti aux conclusions suivantes (Abelló et al., 2001):

- diffusion du programme à Tarragone-province: dispersée et discontinue dans le temps;
- assistance: la majorité de sexe féminin dont l'âge est compris entre 41 et 70 ans et le niveau de scolarité est bas (primaire);
- les stratégies d'apprentissage qui caractérisent le programme sont appliquées à l'exception de la réflexion sur le processus d'apprentissage suivi;
- les thèmes: l'accent est mis sur le concept du risque que comportent les produits chimiques et sur leur toxicité;
- la méthodologie: le programme aide à promouvoir l'implication et la participation des personnes.

b) *Résultats relatifs aux effets du programme :*

De la même manière, l'analyse des données recueillies à partir de questionnaires sur les opinions d'un groupe utilisateur du programme, d'un groupe de contrôle et d'un groupe de référence a conclu quant aux effets du Programme Publique à la province de Tarragone (Abelló et al., 2001) que:

- le programme aide à diminuer la quimiophobie, à promouvoir le doute et la vision critique envers les produits chimiques ainsi que le besoin d'en avoir plus d'information;
- le programme introduit une modification non significative concernant les représentations initiales du concept "Produit Chimique";
- le nombre de personnes qui pensent que "les produits chimiques peuvent être aussi bien naturels que manufacturés" et celles qui ont du doute semble avoir augmenté;
- le nombre de personnes qui ont du doute et celles qui pensent que la toxicité d'un produit dépend de l'usage que l'on en fait semble avoir augmenté aussi.

2.4.3 Evaluation des programmes scolaires

Comme nous l'avons déjà signalé, les études d'évaluation des programmes scolaires APQUA 10-12 et APQUA 12-16 réalisés jusqu'à maintenant, concernent l'évaluation de l'impact des cours de formation sur les professeurs et l'analyse des impressions de ces derniers suite à l'application, à titre d'essai, des modules ou unités de leurs choix. Les cours de formation de professeurs aux modules et unités des programmes APQUA scolaires 10-12 et 12-16 se déroulent en trois phases. Dans la première phase, les professeurs assistent à des journées de formation où ils ont un premier contact avec les modules ou unités des programmes. Ils participent à des activités d'apprentissage exactement comme s'ils étaient des élèves et le formateur faisant le rôle de professeur. Ensuite, dans la deuxième phase, les professeurs sont invités à appliquer, avec leurs élèves, l'un des modules ou unités de leur choix. Ces derniers peuvent ne pas être nécessairement parmi ceux ou celles qu'ils ont expérimenté en première phase. Une fois terminée la période d'application qui peut aller de quelques semaines à quelques mois, la troisième phase consiste à mettre en commun les impressions et les commentaires des professeurs à propos de leur expérience et de partager ces impressions avec leurs collègues en présence du formateur. L'évaluation de l'impact des cours de formation se fait au moyen de deux types de questionnaires. Un questionnaire post-formation que les professeurs répondent à la fin de la première phase et un questionnaire post-application qu'ils répondent à la fin de la deuxième phase et qu'ils remettent au formateur lors de la troisième phase.

2.4.3.1 Perceptions post-formation des professeurs

L'étude réalisée par Garriga (2001) avait pour objectif d'analyser la perception des professeurs qui ont participé à des cours de formation entre 1995 et 2000. Pour cela, il a été question d'analyser les types de questionnaires utilisés dans ces cours, d'identifier les variables qui ont affecté la perception des professeurs et de faire une analyse statistique des données recueillies. Les résultats obtenus ont permis de déterminer les points forts et les points faibles mentionnés par les professeurs et de formuler une proposition pour l'amélioration des questionnaires utilisés.

L'étude a révélé un indice de satisfaction globale assez élevée chez les professeurs qui ont assisté à un ou plusieurs cours de formation APQUA. En effet, les commentaires des professeurs qui ont assisté aux cours de formation montrent que ces cours leur permettent de connaître et d'apprendre de nouvelles méthodes d'enseignement et d'apprentissage, et leur facilitent, en plus l'utilisation de moyens didactiques qu'ils qualifient de très bons par leur intérêt, utilité et applicabilité. D'un point de vue quantitatif, 90% de ces professeurs qualifient le cours et le matériel comme

bons ou très bons, ils pensent introduire APQUA dans leurs programmes et veulent assister à d'autres cours.

Quant à l'analyse des variables qui peuvent influencer les résultats des questionnaires, elle montre que le type de subvention, de l'entité organisatrice du cours de formation, la dotation en matériel¹¹ et la présence du professeur d'accompagnement n'ont pas une influence significative.

2.4.3.2 Perceptions post-application des professeurs

Dans le cadre de l'analyse des perceptions des professeurs à propos de l'application des modules ou unités des programmes scolaires avec leurs élèves, Papell (2002) s'est intéressé aux questionnaires post-application. Ces questionnaires sont remis aux professeurs qui décident d'appliquer APQUA en classe suite à un cours de formation et ils sont recueillis au cours des séances d'évaluation organisées après la conclusion de la période d'application. L'étude avait pour objectifs d'analyser les différents types et modèles de questionnaires utilisés le long des années 1989-2001, de faire une analyse statistique des données recueillies par ces questionnaires et finalement, d'améliorer le modèle le plus récent de questionnaire post-application utilisé.

Les résultats de cette étude montrent l'existence de 6 modèles de questionnaires post-application différents et que la plus grande partie de ces questionnaires est de caractère qualitatif. Ce qui fait que l'information recueillie se présente généralement sous forme d'idées, commentaires, suggestions, reproches ou justifications.

Sur un total de 391 questionnaires recueillis entre 1989 et 2001, 137 correspondent aux années académiques 1999-2000 et 2000-2001. Ces derniers utilisent trois modèles très similaires et parmi eux se trouvent les 123 questionnaires analysés par Papell (2002). Les résultats obtenus peuvent être regroupés en plusieurs catégories :

- **Objectifs de l'enseignement secondaire** : 92% des professeurs trouvent que les modules et unités des programmes scolaires permettent de couvrir certains objectifs de l'enseignement secondaire. La figure 2.3 illustrant ce résultat nous paraît particulièrement intéressante (Papell, 2002).

¹¹ la dotation en matériel peut se faire de différentes manières : le matériel est mis à la disposition du Centre des Professeurs et de Ressources et c'est lui qui gère sa distribution aux professeurs qui désirent l'appliquer, ou bien il est proposé, au terme des journées de formation, aux professeurs qui veulent l'appliquer, ou encore, il peut être mis à la disposition des différents centres d'où proviennent les professeurs qui ont participé au cours de formation.

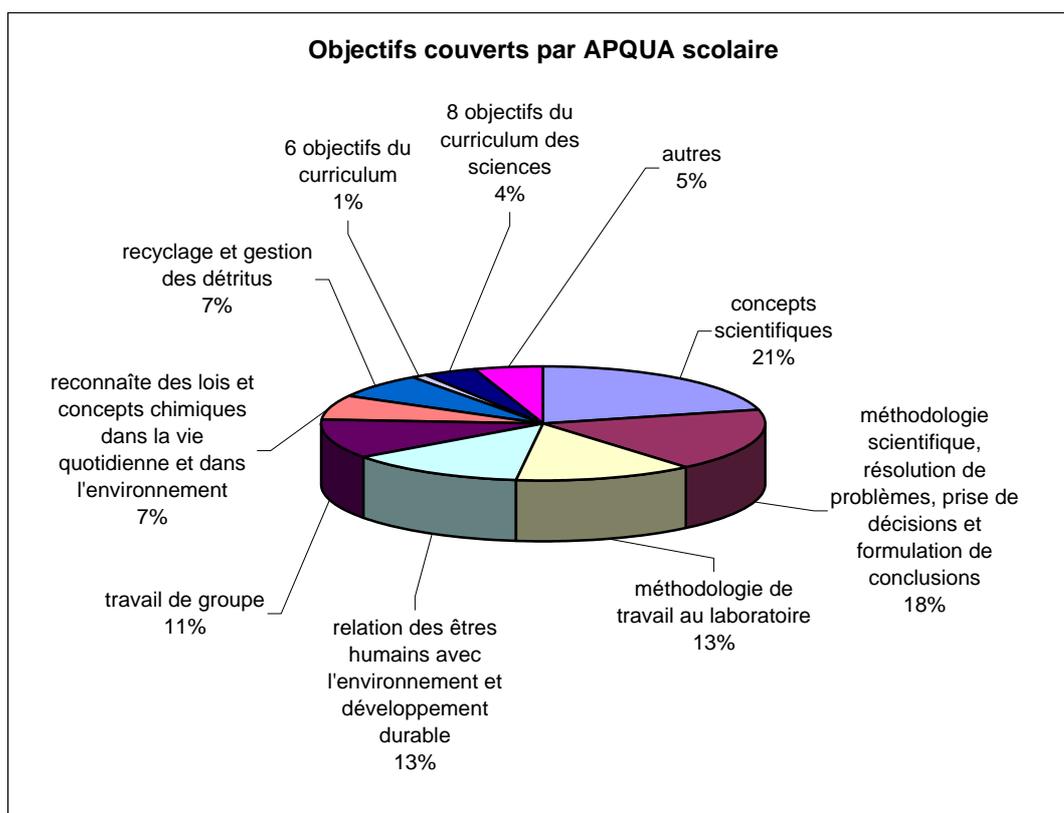


Figure 2.3. Perception des professeurs à propos des objectifs de l'enseignement secondaire couverts par APQUA scolaire.

Nous constatons que la majorité des professeurs (52%) estiment que les programmes APQUA scolaires permettent de couvrir des objectifs liés aux concepts et à la méthodologie scientifiques, 27% font référence à des objectifs liés à l'environnement, 11% considèrent le travail de groupe comme un objectif de ces programmes et 5% identifient de manière plus précise les objectifs du curriculum que les matériels du projet leur permettent de travailler. Les 5% qui restent font référence à d'autres objectifs divers.

- **Activités** : 76% des professeurs ont réalisé fidèlement les activités proposées par les modules et unités des programmes et le reste ont dû faire quelques changements. Les professeurs manifestent aussi un intérêt pour des activités liées au domaine de la technologie. En effet, 81% des modules et unités des programmes scolaires sont appliqués dans les cours de Sciences et 16% seulement sont appliqués en Technologie.
- **Test d'évaluation** : 4 professeurs sur 10 ont utilisé le test d'évaluation proposé dans le guide du professeur.
- **Guides du professeur et de l'élève** : concernant les perceptions des enseignants à propos des guides du professeur et de l'élève, 93% sont positives et le reste estiment qu'ils peuvent s'améliorer.
- **Matériel expérimental** : 94% des commentaires sur le matériel expérimental sont positifs et les 6% qui sont négatifs font référence à la quantité.

- **Enseignement des sciences et attitude des élèves** : 98% des professeurs pensent que les matériels APQUA contribuent à l'amélioration de l'enseignement des sciences et l'attitude des élèves reportée par leurs professeurs montre qu'ils apprécient beaucoup ou assez l'apprentissage à l'aide de ces matériels.
- **Application** : plus de 95% des professeurs affirment qu'ils appliqueraient à nouveau le module ou l'unité testés et qu'ils sont disposés à en chercher d'autres.

Enfin, les propositions apportées par cette étude concernent l'amélioration de certains items du modèle le plus récent du questionnaire post-application. Nous en distinguons les principales améliorations suivantes :

- demander plus de concrétisation à propos des objectifs de l'enseignement secondaire qui sont couverts par les modules ou unités des programmes scolaires.
- Reformuler l'item concernant l'effet de la subvention du projet par des entités industrielles et institutionnelles sur la perception des enseignants envers ces mêmes entités.
- Reformuler l'item concernant la disposition des enseignants à participer à d'autres cours de formation et à appliquer d'autres modules ou unités sous forme de deux items séparés.

3. Méthodologie

3.1 Introduction

3.2 Formulation et analyse de cohérence d'objectifs spécifiques et généraux : Construction d'un modèle

3.2.1 Idée initiale

3.2.2 Plan général et plans rectifiés

3.3 Formulation et analyse de cohérence d'objectifs spécifiques et généraux : Le modèle

3.4 Modèle de formulation et analyse de cohérence d'objectifs spécifiques et généraux : Intérêt et limitations

3.1 Introduction

La formulation et l'analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire est un processus qui comportera trois phases principales :

- 1) La formulation qui se réfère à celle des objectifs spécifiques des modules du programme par induction à partir des activités et des contenus d'apprentissage et à celles des objectifs généraux par induction à partir de ces objectifs spécifiques.
- 2) Une analyse de cohérence interne entre les objectifs spécifiques des modules et les activités d'apprentissage à partir desquelles ils sont induits, et entre les objectifs généraux du programme et les objectifs spécifiques des modules à partir desquels ils sont formulés.
- 3) Une analyse de cohérence externe entre les objectifs spécifiques et généraux formulés et la perception des développeurs et utilisateurs des modules étudiés ou du programme en général.

Chacune de ces phases se décomposera en plusieurs étapes secondaires, sauf que ces étapes ne sont pas déterminées à l'avance. En effet, le processus suivi est élaboré progressivement, pas à pas, au fur et à mesure que nous avançons dans la réalisation du travail de recherche. Notre intention, tout au long du travail, est de systématiser le processus de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs et de garantir l'objectivité et la rigueur de nos démarches.

Pour cela, nous avons adopté une démarche qui s'inscrit dans la ligne de recherche dite *recherche-action* (Elliot, 1986 ; McKernan, 1999) tout en restant dans le cadre de l'approche dite "par objectifs" (§ 1.1.2.1.1). En termes pratiques, la démarche recherche-action, appliquée dans ce travail, consiste à établir un *plan général* d'actions suite à une exploration -recherche et analyse- de faits en rapport avec une *idée initiale* (figure 3.1). Ensuite, il est question de mettre en marche une suite d'actions et d'évaluer les résultats obtenus de manière spirale suivant le modèle cyclique décrit par Elliot (1986).

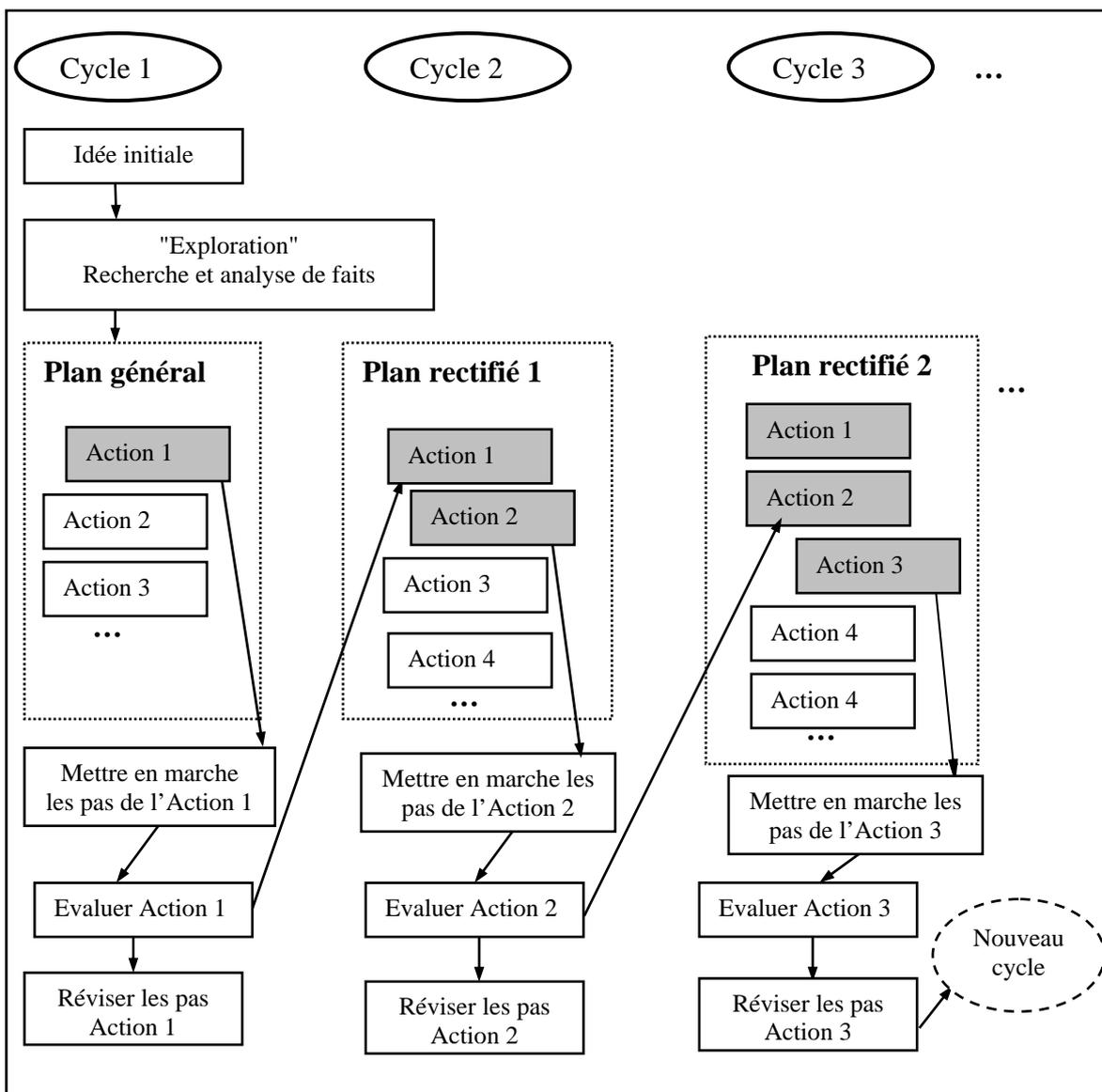


Figure 3.1. Démarche recherche-action cyclique suivie pour l'élaboration du modèle de formulation et analyse de cohérence des objectifs d'un programme éducatif (Elliot, 1986).

Chaque *cycle* de ce modèle comprend un *plan* d'actions et chaque *action* se compose de plusieurs *pas* successifs qui sont exécutés et rectifiés en fonction des résultats obtenus à chaque fois. La mise en marche du *plan général* consiste à exécuter, d'abord, les pas de l'action 1 de ce plan. Ensuite, on procède à une évaluation des résultats obtenus à partir d'un seul pas (*évaluation du pas de l'action*) ou de toute l'action (*évaluation de l'action*). Ceci conduit, soit à passer à l'action suivante du même plan, si l'évaluation du pas ou de l'action n'introduit pas de modifications dans le plan général, soit à reprendre l'exécution des pas de l'action révisée dans le cadre d'un autre cycle et d'un nouveau plan dit « rectifié », avant de passer à l'action suivante (figure 3.1).

L'évaluation des actions a toujours lieu lors de séances de consultation avec des juges. Ces séances représentent, à chaque fois, une opportunité de réflexion sur l'information recueillie, et sur la manière dont elle est organisée et interprétée. Le but

est d'arriver à un consensus entre les juges, de prendre des décisions sur la façon la plus efficace de présenter cette information et, en même temps, d'en garantir les critères de validité et de fiabilité.

Dans ce travail, nous avons toujours fait appel à la même équipe constituée de trois juges : un expert en évaluation de l'aire de la pédagogie et des sciences de l'éducation et deux experts, membres de l'équipe du projet APQUA. Ces derniers, ont participé, dès la mise en marche du projet, au développement des modules et à la formation des professeurs et des formateurs APQUA.

L'évaluation d'une action donnée peut ajouter des pas supplémentaires, soit à la même action, soit à d'autres actions, ou en suggérer de nouvelles. Les nouveaux pas et actions proposés sont pris en considération dans le cadre de plans dits *plans rectifiés* dans les cycles postérieurs. La mise en marche et l'évaluation des actions des plans rectifiés se font de la même manière que le plan général.

Remarque :

La numérotation des actions d'un plan dépend du cycle où on se trouve. C'est à dire que l'action 2 du plan rectifié 1, par exemple, peut être différente de l'action 2 du plan rectifié 3. On utilisera toujours un astérisque pour désigner les nouvelles actions ainsi que les actions dont les pas ont été modifiés. Autrement dit, si l'évaluation de l'action 1 du plan rectifié 1 nous amène à introduire une nouvelle action qui devra être effectuée juste après l'action 1 dans le plan rectifié 2, par exemple, on est obligé de décaler la numérotation d'un pas : l'action 2 du plan rectifié 1 sera dite « action 3* » dans le plan rectifié 2, l'action 3 sera dite « action 4* » et ainsi de suite.

Dans ce qui suit, nous présenterons la démarche suivie pour l'élaboration d'un modèle de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs du programme scolaire APQUA 12-16. Nous commencerons, tout d'abord par expliquer « l'idée initiale » et ensuite, nous présenterons, à chaque fois le schéma général d'un plan -général ou rectifié- suivi de la description détaillée de ses actions et de leurs pas au fur et à mesure qu'ils sont mis en marche et évalués. **L'évaluation des actions servira pour justifier l'introduction de nouveaux pas dans une action ou de nouvelles actions dans un plan et, par conséquent, le passage d'un plan à l'autre. Finalement, nous terminerons par une proposition du modèle de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs spécifiques et généraux du programme APQUA scolaire 12-16.**

3.2 Formulation et analyse de cohérence d'objectifs spécifiques et généraux : Construction d'un modèle

Le processus suivi pour la construction d'un modèle de formulation et analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16, est une démarche cyclique de recherche-action. Elle est basée sur une « idée initiale » et comporte 6 cycles avec un « plan général » et 5 « plans rectifiés » (voir figure 3.1). **Pour mieux comprendre le déroulement de ces plans et de leurs « actions », il est nécessaire de savoir comment ils sont mis en marche, c.à.d comment ils sont exécutés pas à pas. Or, l'évaluation des résultats obtenus par chaque action introduit des pas nouveaux et/ou actions nouvelles dans les plans rectifiés. Ce qui rend difficile la description complète et détaillée d'un plan donné. Pour y remédier, nous proposons de présenter, d'abord, un schéma général du plan avec une description**

brève de ses actions et des pas de ces dernières. Ensuite, seules les actions qui sont réalisées dans le cadre du plan en question seront abordées en détail.

3.2.1 Idée initiale

L'élaboration d'un *modèle de formulation et analyse de cohérence des objectifs* du programme APQUA scolaire 12-16 repose sur une *idée initiale* qui est bien exprimée dans les deux premières questions principales de notre recherche (voir § 1.2.2). Il s'agit, de formuler les objectifs spécifiques des modules du programme et ses objectifs généraux.

Le matériel didactique du programme, tel qu'il a été décrit dans le chapitre 2, se présente sous forme modulaire et tous les modules sont organisés en unités didactiques. L'idée est de se servir de cette structure pour formuler, d'abord, les objectifs spécifiques d'un échantillon de modules et d'en induire, par la suite, les objectifs généraux du programme. Aussi, avons-nous pensé que les objectifs spécifiques d'un module pourraient être induits des objectifs concrets de ses unités et que ces derniers seraient connus si on disposait des contenus de chaque unité ; ceux-ci pouvant être extraits des activités d'apprentissage de l'unité en question (voir figure 1.2).

D'un autre côté, les modules du programme scolaire 12-16, en plus d'être structurés de la même manière, ils s'articulent tous autour des mêmes axes thématiques (§ 2.2.2) et quoiqu'ils travaillent des contenus différents et des objectifs spécifiques différents, ils ont, à quelques différences près, les mêmes objectifs généraux (Medir, 2000¹²). C'est pourquoi le choix d'un échantillon représentatif de modules serait suffisant pour élaborer les objectifs généraux du programme.

Ainsi, par *formulation des objectifs du programme* nous entendons la formulation des objectifs généraux du programme, mais aussi celle des objectifs spécifiques d'un échantillon de modules en plus des objectifs concrets des unités qui forment chacun de ces modules.

Qu'en est-il de *l'analyse de cohérence* ? Effectivement, il s'agit de construire un modèle de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs d'un programme éducatif. Mais, l'idée initiale est toujours la formulation de ces objectifs. L'analyse de cohérence est une autre forme d'évaluer les actions qui forment les plans de chaque cycle (figure 3.1). C'est ce qui nous permettra finalement d'établir une relation entre, d'une part, ce qui seront les résultats de notre travail –les objectifs formulés- et les matériels conçus pour leur réalisation, et, d'autre part, entre ces objectifs et la perception des utilisateurs et développeurs de ces matériels. Autrement dit, c'est ce qui répondra aux deux dernières questions de la recherche (voir § 1.2.2) .

L'analyse de cohérence des objectifs du programme se réfère, donc, à l'évaluation des actions, et par conséquent des plans qui définissent ces actions et qui ont mené à la formulation des objectifs concrets des unités, spécifiques des modules de l'échantillon et généraux du programme.

En conclusion, nous entendons par *formulation et analyse de cohérence des objectifs du programme* :

- 1) la formulation des objectifs concrets des unités, des objectifs spécifiques des modules d'un échantillon représentatif et des objectifs généraux du programme

¹² Medir, Magda (2000). Communication personnelle

- 2) l'évaluation, pas à pas et globale, de tout le processus qui a abouti à la formulation de ces objectifs
- 3) une analyse de cohérence interne entre les objectifs spécifiques des modules et les activités d'apprentissage, d'une part, et entre ces objectifs spécifiques et les objectifs généraux formulés pour tout le programme, d'autre part
- 4) une analyse de cohérence externe entre les objectifs spécifiques et généraux formulés et la perception des utilisateurs et développeurs des matériels didactiques du programme vis à vis de ces objectifs.

La démarche suivie est basée essentiellement sur un recueil d'informations tel qu'il a été défini par De Ketele et Roegiers (1995). Les informations sont obtenues de deux manières différentes :

- Lecture et analyse de documents tels que les guides du professeur, les guides de l'élève, les brochures et les rapports annuels du projet ainsi que des publications sur le même. Il faut dire, cependant, que pour la formulation des objectifs, nous nous sommes servis principalement des guides du professeur. Ensuite, nous avons utilisé les documents élaborés au fur et à mesure de l'avancement du travail et dans lesquels l'information recueillie est présentée de manière plus structurée et plus organisée.
- Consultation d'*experts* vers la fin du processus de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs du programme. Les experts sont invités, dans le cadre d'une analyse de cohérence externe, à donner leur avis sur une version assez élaborée des objectifs spécifiques et généraux du programme : cette version est le résultat d'une analyse de cohérence interne ainsi que d'un consensus avec les juges.

3.2.2 Plan général et plans rectifiés

Le plan général est le résultat d'une exploration de l'idée initiale qui a permis de faire un premier pronostique des actions et des pas à suivre. Ensuite, l'évaluation des résultats obtenus a facilité l'amélioration continue de ces actions et de leurs pas et, par conséquent, l'amélioration du plan général. Les plans rectifiés ne sont, donc, que des versions améliorées du plan général.

3.2.2.1 Plan général

3.2.2.1.1 Schéma général

A partir de l'idée initiale exposée ci-dessus, nous avons établi un plan général (figure 3.1) pour l'élaboration du processus de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16. Ce plan général est défini par cinq actions principales (voir table 3.1) :

- Action 1 : consiste à recueillir des données à partir de la lecture et analyse de documents écrits (guides du professeur, guides de l'élève) et faire un listage des activités d'apprentissage des unités didactiques de l'un des modules de l'échantillon. Cette action sera dite « *recueil de données* ».
- Action 2 : consiste à organiser les données recueillies par l'action 1 sous forme de contenus, objectifs concrets des unités et objectifs spécifiques du module en question. On se référera à l'action 2 par « *organisation de données* ».

Plan Général	
Action 1 : Recueil de données	
1 ^{er} pas :	choix d'un échantillon représentatif des modules du programme
2 ^{ème} pas :	Lecture et analyse initiale de documents écrits
3 ^{ème} pas :	Listage des activités d'apprentissage de l'un des modules de l'échantillon
Action 2 : Organisation des données	
1 ^{er} pas :	formulation des contenus de chaque unité du module choisi
2 ^{ème} pas :	induction et formulation des objectifs concrets des unités du module
3 ^{ème} pas :	identification des objectifs concrets communs à toutes les unités
4 ^{ème} pas :	induction et formulation des objectifs spécifiques du module choisi
Action 3 : Application et transfert	
1 ^{er} pas :	application des actions 1 et 2 et transfert de leur résultats à d'autres modules
Action 4: Généralisation	
1 ^{er} pas :	identification des objectifs spécifiques communs à tous les modules
2 ^{ème} pas :	induction des objectifs généraux du programme à partir des objectifs spécifiques des modules d'un échantillon représentatif
Action 5 : Modération par des experts	
1 ^{er} pas :	définition de l'échantillon des experts de la modération par des experts
2 ^{ème} pas :	construction et application des outils de la modération par des experts
3 ^{ème} pas :	analyse des résultats obtenus par la modération par des experts
4 ^{ème} pas :	reformulation des objectifs spécifiques des modules de l'échantillon et des objectifs généraux du programme

Table 3.1. Actions du plan général et leurs pas.

Action 3 : consiste à appliquer les actions 1 et 2 à d'autres modules de l'échantillon et à transférer l'information obtenue par ces deux actions à la formulation des objectifs spécifiques de ces modules. C'est une action d' « *application et transfert* ».

Action 4 : consiste à extrapoler le processus d'induction des objectifs spécifiques des modules à partir des objectifs concrets de leurs unités dans le but d'induire, de la même manière, les objectifs généraux du programme à partir des objectifs spécifiques d'un échantillon représentatif de ses modules. On se référera à l'action 4 par « *généralisation* »

Action 5 : consiste à évaluer les résultats du processus suivi pour la formulation des objectifs -spécifiques et généraux-, par un groupe d'experts choisis parmi les professeurs (utilisateurs) et les membres de l'équipe du projet (développeurs). C'est la « *modération par des experts* ».

Bien que les actions du plan général requièrent toutes, un degré de rigueur et de systématisation assez élevé, il faut veiller à ce que ces critères soient particulièrement assurés dans le cas des actions 1 et 2. En effet, certaines données résultant de ces deux

actions seront transférées à d'autres modules dans le cadre de l'action 3 (table 3.1). En plus, les mêmes pas des deux actions 1 et 2 seront appliqués à d'autres modules aussi dans le cadre de l'action 3, et l'action 4 est une généralisation du processus suivi pour l'induction des objectifs spécifiques des modules à l'induction des objectifs généraux du programme.

Ce sont, donc, le déroulement des actions 1 et 2 et leur évaluation qui détermineraient le processus de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs du programme. Les actions 3 et 4 sont, respectivement, des actions d'« application et transfert » et de « généralisation ». Quant à l'action 5, elle peut être vue comme une réflexion critique sur les résultats des actions 1, 2, 3 et 4.

3.2.2.1.2 Mise en marche et évaluation

La mise en marche du plan général commence par l'exécution de *l'action 1* « *Recueil de données* ». Celle-ci consiste à choisir un échantillon représentatif des modules du programme APQUA scolaire 12-16 (1^{er} pas), à analyser les documents écrits de l'un de ces modules (2^{ème} pas) et à en lister les activités d'apprentissage (3^{ème} pas).

L'action 1 du plan général comporte, donc, trois pas :

1^{er} pas : choix des modules de l'échantillon

Comme nous l'avons déjà vu dans le chapitre 2 (table 2.1), le programme APQUA scolaire 12-16 est constitué de huit modules édités et un module en cours de développement. Pour avoir un échantillon représentatif des huit modules édités, nous avons opté pour en choisir quatre. Les critères de choix de ces quatre modules sont les suivants :

- *Les produits chimiques* (APQUA, 1991 ; 1996) : c'est un module assez particulier du programme, il se diffère de tous les autres modules par le fait qu'il ne contient pas d'expérimentation et il est généralement utilisé comme introduction au projet. C'est un module qui n'est pas représentatif du programme et par suite, ne peut pas faire partie de l'échantillon.
- *Solutions et pollution* (APQUA, 1991; 1996) : c'est l'un des premiers modules édités. Il porte sur les dissolutions, la neutralisation et la pollution de l'eau superficielle. Ce sera le premier module de notre échantillon et nous le désignerons en abrégé par « *DC* »¹³.
- *Pollution de l'eau souterraine de Vallfrondosa* (APQUA, 1993) : C'est un module dont l'histoire tourne autour de la pollution des eaux souterraines dans un village imaginaire dit « Vallfrondosa ». Il est considéré comme un module caractéristique du programme APQUA scolaire 12-16 (Medir, 2000¹⁴). Il est choisi pour être le deuxième module de l'échantillon, « *CV* » en abrégé.
- *Toxicologie: Détermination de valeurs seuils* (APQUA, 1994) : les développeurs et les professeurs utilisateurs assurent que ce module est assez semblable au module « *DC* ». Ce que nous avons pu confirmer grâce aux sessions de formation des professeurs auxquelles nous avons assistées. Pour cette raison, ce module ne fera pas partie de l'échantillon qui contient déjà le module « *DC* ».

¹³ Les initiales utilisées pour l'abréviation des modules sont celles des titres de ces modules en langue espagnole (castillan).

¹⁴ Medir, Magda (2000). Communication personnelle.

- **Traitement de détritrus nocifs** (APQUA, 1996) : c'est un module qui traite la problématique des détritrus nocifs. Etant donné que c'est un cas particulier de la problématique plus générale de la gestion des détritrus, nous avons décidé de choisir le module suivant surtout que c'est le dernier qui a été édité par le projet.
- **La gestion des détritrus** (APQUA, 2000) : on y trouve différentes méthodes de gestion des détritrus comme le recyclage, l'incinération et le compostage, par exemple. Ce sera le troisième module de notre échantillon désigné en abrégé par « **GR** ».
- **Les plastiques dans notre société** (APQUA, 1995) : Ce module propose aux élèves de prendre une décision sur le matériel à utiliser pour les sachets d'un centre commercial. A partir de cette excuse, les élèves ont l'occasion d'étudier différents types de plastiques, leurs propriétés et usages dans la vie. Ce sera le quatrième module de notre échantillon désigné par « **PL** » en abrégé.
- **Risque: Le jeu de la vie** (APQUA, 1996) : c'est un module dont l'histoire tourne autour de la notion de risque. Il aurait pu être intéressant de l'analyser aussi. Mais, nous avons décidé de nous limiter à un échantillon de quatre modules.

De cette façon, notre échantillon représentatif du programme est constitué des quatre modules suivants :

- DC : « Solutions et pollution »
- CV : « Pollution de l'eau souterraine de Vallfrondosa »
- GR : « La gestion des détritrus »
- PL : « Les plastiques dans notre société »

2^{ème} pas : Etude et analyse des documents écrits.

Ex : *guide du professeur* du module DC.

3^{ème} pas : Listage des activités d'apprentissage du module analysé.

Ex: "Le professeur pose des questions sur l'importance de l'eau pour la vie des êtres vivants, et les élèves répondent; les différentes réponses sont enregistrées au tableau" est une activité d'apprentissage qui est réalisée à l'unité 1 du module DC (voir annexe 1.1).

L'évaluation des résultats de l'action 1 (figure 3.1) n'apporte aucun changement au processus entamé. Nous décidons de mettre en marche l'action 2 « organisation des données ».

L'action 2 du plan général « organisation des données » (table 3.1) consiste à organiser l'information contenue dans les activités d'apprentissage sous forme de contenus et d'objectifs concrets des unités, puis sous forme d'objectifs spécifiques du module. Elle est constituée de quatre pas :

1^{er} pas : Identification des contenus de chaque unité du module et leur classification en trois catégories : concepts, procédures et attitudes.

Ex : « *Lecture et interprétation d'une feuille de travail et description d'une procédure expérimentale* » est un contenu de procédures identifié dans l'unité 1 grâce aux activités d'apprentissage suivantes :

« *Les élèves lisent la feuille de travail DC 1.01 du guide de l'élève* »

« *Un élève décrit la procédure expérimentale de dissolution d'une substance dans l'eau* »

« *Les élèves effectuent, en groupes de deux, les expériences décrites dans la feuille de travail DC1.01 et enregistrent leurs observations dans une table de données* »

2^{ème} pas : Induction des objectifs concrets de chaque unité du module à partir des contenus travaillés par la même unité.

Ex : « *Définir opérationnellement une solution, un solvant et un soluté* » est un objectif concret de l'unité 1 du module DC qui est induit à partir du contenu conceptuel cité précédemment et à partir des contenus procéduraux suivants :

« *Préparation de solutions* »

« *Préparation d'une solution diluée à partir d'une solution concentrée et vice versa* »

« *Préparation d'une solution saturée à partir d'une solution concentrée* »

3^{ème} pas : Identification des objectifs concrets communs à toutes les unités du module étudié. On considèrera comme objectif concret commun tout objectif concret qui se répète dans plus de la moitié des unités du module.

Ex : « *Interpréter une feuille de travail et suivre des procédures expérimentales* » est un objectif qui se répète de manière plus concrète dans 6 des 7 unités du module DC. C'est un objectif concret commun à 'toutes' les unités.

4^{ème} pas : Induction des objectifs spécifiques du module à partir des objectifs concrets de ses unités didactiques. Les objectifs spécifiques sont formulés de manière synthétique et générale.

Ex : « *Définir opérationnellement les concepts de base relatifs aux solutions et à la neutralisation* » est un objectif spécifique du module DC qui est induit à partir de tous les objectifs concrets des unités de ce module qui font référence à la définition opérationnelle de concepts.

L'évaluation de l'action 2, consiste à obtenir l'avis des juges sur l'information recueillie et qui est organisée sous forme de, trois catégories de contenus, d'objectifs concrets et d'objectifs spécifiques dans le cas du premier module de l'échantillon. L'évaluation de l'action 2 a permis d'arriver à un consensus sur les contenus et objectifs à prendre en considération et ceux qui seront désapprouvés parmi tous les contenus et objectifs qui ont été présentés ainsi que sur la manière de rédiger quelques uns.

Par exemple, dans la formulation du contenu suivant, de l'unité 1 du module DC : « *Lecture et interprétation d'une feuille de travail et description d'une procédure expérimentale* », nous avons décidé de remplacer le mot « description » par « réalisation » qui correspond plus à la réalité du module puisque, conformément aux activités d'apprentissage, les élèves réalisent effectivement les procédures expérimentales (voir Annexe 1.1).

De même, l'objectif concret « *Enregistrer des données obtenues à partir de l'observation expérimentale* » est reformulé de manière plus concrète : « *Enregistrer les données obtenues à partir de l'observation expérimentale de la dissolution de différentes substances dans l'eau* ».

Un exemple d'objectif spécifique désapprouvé est le suivant : « *Effectuer des calculs de concentration et de proportionnalité* » qui n'est pas considéré par les juges comme étant un objectif du module DC.

D'un autre côté, les juges ont identifié un manque en ce qui concerne les contenus de type attitudinal. Ce manque est dû au fait que ces contenus se présentent dans les documents analysés, d'une manière plutôt implicite. C'est pourquoi, les juges ont proposé de prévoir une session de brainstorming avec les auteurs et développeurs du programme afin d'obtenir plus d'informations. Etant donné qu'il s'agit de recueillir des données supplémentaires, nous avons décidé d'ajouter le « *brainstorming sur les contenus du module* » comme troisième pas dans l'action 1 et d'introduire un nouveau pas dans l'action 2 qui correspondrait à l'organisation de ces données (table 3.2).

L'exécution du plan général s'arrête au niveau de l'action 2 avec, comme résultat, une pré-première version des contenus (annexe 2.1.1), objectifs concrets des unités (annexe 3.1.1) et spécifiques du module analysé (annexe 4.1.1).

Le processus est ensuite repris dans le cadre d'un nouveau cycle et en mettant en marche le plan rectifié 1.

3.2.2.2 Plan rectifié 1

3.2.2.2.1 Schéma général

De même que le plan général, le plan rectifié 1 comporte cinq actions principales. Mais il se distingue par l'introduction d'un 4^{ème} pas dans l'action 1* « *recueil des données* » et du pas 1* dans l'action 2* « *organisation des données* » (voir table 3.2).

Les deux premières actions du plan rectifié 1 y figureront comme *action 1** et *action 2**. La définition des autres actions de 3 à 5 reste inchangée quoique d'un point de vue pratique, il sera tenu compte des résultats obtenus à partir du 4^{ème} pas de l'action 1* et du pas 1* de l'action 2*. C'est à dire que pour la formulation des contenus de chaque unité du module, il sera tenu compte de l'information recueillie par le brainstorming sur les contenus attitudinaux. Ce qui aura un impact sur les objectifs concrets des unités ainsi que sur les objectifs spécifiques du module. Il va sans dire que cette information supplémentaire sera transférée aux autres modules de l'échantillon par l'action 3 que nous désignerons dans le plan rectifié 1 par action 3* puisque le 2^{ème} pas de cette action sera modifié. Il s'agira d'appliquer aux autres modules de l'échantillon et de leur transférer les résultats des actions 1* et 2*.

3.2.2.2.2 Mise en marche et évaluation

Le plan rectifié 1 est mis en marche à partir du 4^{ème} pas « *brainstorming sur les contenus du module* » de l'action 1* « *recueil des données* ». L'exécution de ce pas consiste à organiser une session où des membres de l'équipe du projet participerait à

Plan Rectifié 1	
Action 1* : Recueil de données	
1 ^{er} pas :	idem plan général
2 ^{ème} pas :	idem plan général
3 ^{ème} pas :	idem plan général
4 ^{ème} pas :	<i>Brainstorming sur les contenus du module</i>
Action 2* : Organisation des données	
1 ^{er} pas* :	<i>regroupement et définition d'indicateurs pour les contenus attitudeux</i>
2 ^{ème} pas* :	formulation des contenus de chaque unité du module choisi
3 ^{ème} pas* :	induction et formulation des objectifs concrets des unités du module
4 ^{ème} pas* :	identification des objectifs concrets communs à toutes les unités
5 ^{ème} pas* :	induction et formulation des objectifs spécifiques du module
Action 3* : Application et transfert	
1 ^{er} pas* :	<i>application des actions 1* et 2* et transfert de leurs résultats à d'autres modules</i>
Action 4: Généralisation	
Idem plan général	
Action 5 : Modération	
Idem plan général	

Table 3.2: Les actions modifiées dans le plan rectifié 1 et leurs pas.

l'élaboration d'une liste de contenus de type attitudeux. Il leur est demandé de lister les contenus de ce type qui, à leur avis, sont abordés dans le module DC analysé.

L'évaluation de l'action 1 du plan rectifié 1* consiste à prendre des décisions sur la manière dont serait organisée et utilisée l'information recueillie. Ce qui est mis en œuvre par le 1^{er} pas de l'action 2* du plan rectifié 1.

*Le 1^{er} pas de l'action 2** du plan rectifié 1 consiste à organiser l'information recueillie, à définir des indicateurs pour les contenus attitudeux listés par les membres de l'équipe du projet et à réorganiser à nouveau ces contenus en fonction de leurs indicateurs (figure 3.2).

En effet, les contenus attitudeux listés par les membres de l'équipe devraient être organisés pour éviter toute répétition et pour faire la distinction entre ceux qui seraient considérés comme des contenus attitudeux et ceux qui seraient des indicateurs de ces contenus. Par exemple, sur la liste élaborée, on trouve :

- *Responsabilité : respect de l'ordre et de la propreté du matériel expérimental*
- *Responsabilité : respect des rôles assumés au sein du groupe et en classe*
- *Responsabilité vis à vis des décisions sociales*
- *Prise de décisions responsables*

A partir de ces quatre énoncés, et sachant que les deux derniers indicateurs peuvent être regroupés en un seul (« *Prise de décisions responsables* », par exemple) afin d'éviter la répétition, il est possible de formuler un seul contenu qui serait dit « *Responsabilité* », et dont les indicateurs seraient :

- *Respect de l'ordre et de la propreté du matériel expérimental*
- *Respect des rôles assumés au sein du groupe et en classe*
- *Prise de décisions responsables*

Or, il est toujours possible d'ajouter d'autres indicateurs afin de bien définir les contenus cités par les participants au brainstorming et de pouvoir vérifier lesquels sont effectivement abordés dans les unités du module. Pour cela, il faudrait déterminer un nombre de comportements et de procédures qui permettent d'identifier ces contenus dans les activités d'apprentissage déjà obtenues par le 2^{ème} pas de l'action 1 du plan général. Par exemple, pour identifier le « *respect des opinions d'autrui* », nous avons défini les indicateurs suivants :

- *attention aux opinions des camarades de groupe et de classe*
- *manifestation de ses propres opinions*
- *reconnaissance de l'existence de différents points de vue*
- *reconnaissance du fait qu'il n'existe pas une solution unique à un problème*

Mais, nous avons constaté que les mêmes comportements ou procédures peuvent servir comme indicateurs pour plus d'un contenu attitudinal. Par exemple, l'indicateur « *prise en charge de rôles assumés au sein d'un groupe* » du contenu « *responsabilité* » est aussi indicateur du contenu « *travail de groupe* ».

Nous avons observé aussi que les indicateurs de certains contenus peuvent être entièrement inclus dans l'ensemble des indicateurs d'un autre contenu. Par exemple, tous les indicateurs du contenu « *prise de conscience de l'impact environnemental des activités humaines* » sont aussi indicateurs du contenu « *pensée critique* », à savoir :

- *réflexion et discussion sur les causes de pollution de l'environnement*
- *réflexion et discussion sur les conséquences de la pollution de l'environnement*
- *réflexion et discussion sur des solutions pour remédier aux problèmes de pollution de l'environnement*

Afin de tenir compte de ces deux observations, on propose que l'information recueillie sur les contenus d'attitudes, valeurs et normes soit réorganisée à nouveau sous forme de diagrammes comme c'est indiqué sur la figure 3.2.

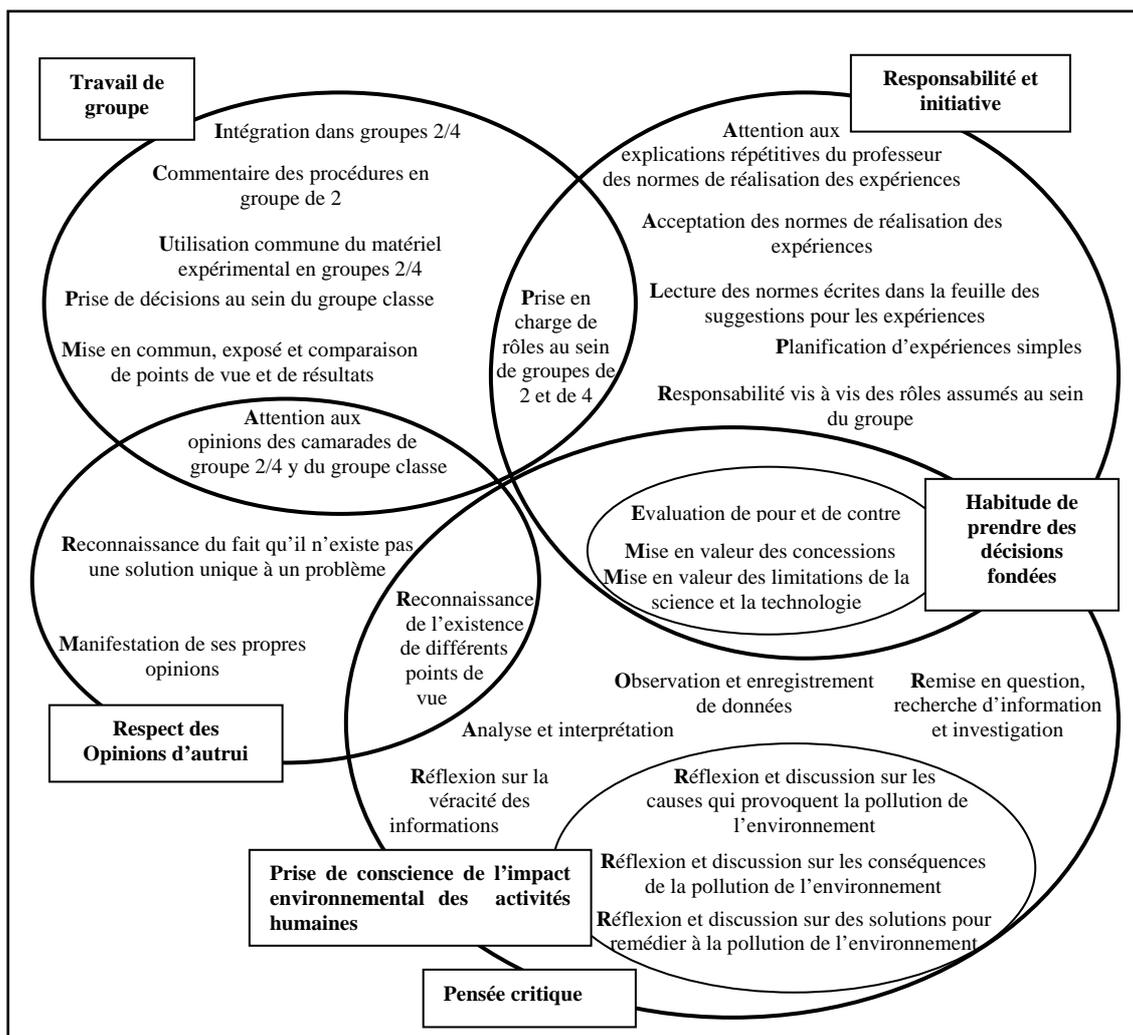


Figure 3.2. Les indicateurs qui définissent les contenus d'attitudes, valeurs et normes dans le module « Solutions et pollution ».

Une fois obtenus et organisés tous les contenus attitudinaux avec leurs indicateurs respectifs, il ne reste qu'à formuler ceux qui sont effectivement abordés dans chacune des unités du module DC et de les ajouter aux contenus conceptuels et procéduraux déjà obtenus par l'action 2 du plan général. C'est le pas 2* de l'action 2* du plan rectifié 1. Ensuite, il faudrait réviser les objectifs concrets des unités, les objectifs concrets communs à toutes les unités et les objectifs spécifiques du module en exécutant les pas 3*, 4* et 5* de l'action 2* du plan rectifié 1. On obtient ainsi la première version des contenus du module par unité (annexe 2.1.2), des objectifs communs et concrets des unités (annexe 3.1.2) et des objectifs spécifiques du module (annexe 4.1.2)

L'évaluation de l'action 2 du plan rectifié 1* consiste à obtenir l'avis des juges sur les contenus du module DC, les objectifs concrets de ses unités et les objectifs spécifiques du module. En observant que les objectifs spécifiques pouvaient être regroupés en diverses catégories, la solution est d'introduire une nouvelle action juste après l'action 2* qui serait dite « **catégorisation** ». Celle-ci constituera, l'action 3** du

plan rectifié 2. Par suite, les actions 3*, 4 et 5 du plan rectifié 1 deviendraient action 4*, 5* et 6* respectivement dans le plan rectifié 2.

L'exécution du plan rectifié 1 s'arrête au niveau de l'action 2* avec, pour résultat la première version des contenus, objectifs concrets et objectifs spécifiques du module analysé.

Nous passons à la mise en marche de l'action 3** dans le cadre du plan rectifié 2 du cycle 3 de notre démarche.

3.2.2.3 Plan rectifié 2

3.2.2.3.1 Schéma général

Le plan rectifié 2 se distingue par rapport au plan rectifié 1 par l'introduction d'une nouvelle action qui consiste à regrouper les objectifs spécifiques formulés pour le module choisi, en différentes catégories. Cette action sera dite « *catégorisation* ». Le plan rectifié 2 comportera, donc, 6 actions principales (voir table 3.3).

Les deux premières actions de ce plan sont les mêmes que les actions 1* et 2* du plan rectifié 1. Elles sont suivies de la nouvelle action introduite « catégorisation ». Celle-ci est, donc, désignée par l'action 3** dans le plan rectifié 2. Comme conséquence, la numérotation des actions suivantes doit être décalée. Ainsi, les actions 3*, 4 et 5 du plan rectifié 1 deviennent actions 4*, 5* et 6*, respectivement, dans le plan rectifié 2. Il faut signaler aussi qu'à l'action 4* du plan rectifié 2 s'ajoutent deux pas supplémentaires, faisant référence, l'un, au transfert des résultats de l'action 3** et l'autre, à l'application de cette action aux autres modules de l'échantillon.

3.2.2.3.2 Mise en marche et évaluation

Le plan rectifié 2 est mis en marche à partir de *l'action 3***. Cette action comporte un seul pas qui est la catégorisation des objectifs spécifiques du module choisi. Il s'agit de définir des catégories pour y classer les objectifs spécifiques formulés et approuvés par les juges.

Voici le résultat obtenu dans le cas du module DC du programme APQUA scolaire 12-16 :

- I. Concepts.
- II. Méthodologie scientifique, extrapolation et application à des problèmes réels et quotidiens.
- III. Prise de conscience et responsabilité.

Encadré 3.1. Les catégories d'objectifs spécifiques pour le module « Solutions et pollution ».

La catégorie I des concepts comprendra les objectifs spécifiques relatifs aux concepts étudiés dans tout le module. Dans notre cas, cette catégorie comporte un seul objectif spécifique qui synthétise tous les concepts abordés par le module. Par exemple, cet objectif spécifique formulé pour le module DC est le suivant :

« Définir opérationnellement les concepts de base relatifs aux solutions et à la neutralisation ».

Plan Rectifié 2
Action 1* : Recueil de données
Action 2* : Organisation des données
Action 3** : Catégorisation
<i>1^{er} pas : catégorisation des objectifs spécifiques du module</i>
Action 4* : Application et transfert
<i>1^{er} pas* : application des actions 1*, 2* et transfert de leurs résultats à d'autres modules</i>
<i>2^{ème} pas : transfert des catégories définies pour le module analysé aux autres modules de l'échantillon</i>
<i>3^{ème} pas : application de l'action 3** aux autres modules de l'échantillon</i>
Action 5* : Généralisation
Idem plan général
Action 6* : Modération
Idem plan général

Table 3.3. Les actions modifiées dans le plan rectifié 2 et leurs pas.

La catégorie II est constituée par les objectifs spécifiques du module qui sont en relation avec les méthodes scientifiques, avec l'extrapolation et/ou avec l'application de ces méthodes à des problèmes réels et quotidiens. Cette catégorie peut comporter des objectifs de caractère procédural ou attitudinal. Par exemple, dans la catégorie II des objectifs spécifiques formulés pour le module DC, on trouve les deux objectifs suivants :

« Interpréter des feuilles de travail et suivre des procédures expérimentales en relation avec la préparation des dissolutions, la réalisation des dilutions successives et avec la neutralisation acide-base » (objectif procédural).

« Avoir de l'initiative propre pour planifier des expériences simples relatives à la détermination de la concentration relative d'une dissolution acide ou basique » (objectif attitudinal).

Quant à la catégorie III, elle est constituée essentiellement d'objectifs de caractère attitudinal et qui font référence, à la prise de conscience envers les problématiques environnementales- dans la plupart des cas- et à l'adoption d'attitudes responsables aussi bien envers ces problématiques qu'envers l'environnement direct de l'élève (ses camarades de groupe ou de classe, le matériel qu'il utilise, etc.). Comme exemple d'objectifs appartenant à cette catégorie, on peut citer parmi ceux formulés pour le module DC :

« Prendre conscience de l'impact environnemental des activités humaines à partir des effets d'une eau acide provenant d'un processus de galvanisation et qui est déchargée à la rivière » et,

« Avoir une attitude responsable envers les rôles assumés au sein d'un groupe »

*L'évaluation de l'action 3** du plan rectifié 2* consiste à se mettre d'accord sur les catégories définitives pour la classification des objectifs du module choisi sachant que ces mêmes catégories seraient transférées aux autres modules de l'échantillon du programme analysé. Il s'agit aussi d'arriver à un consensus, entre tous les juges participant aux séances d'évaluation des actions, surtout à propos des objectifs qui présentent une certaine ambiguïté quant à leur classification. L'étanchéité des catégories peut toujours être mise en question, comme on peut le voir à travers l'exemple suivant :

« *Mettre en valeur l'utilisation correcte du matériel expérimental et le respect des normes de son usage et la maintenance pour réaliser les expériences* » est un objectif spécifique formulé pour le module DC.

Cet objectif spécifique est classé dans la catégorie III puisqu'il fait référence à la responsabilité vis à vis du matériel expérimental, mais il peut aussi faire partie des objectifs relatifs à la méthodologie scientifique, soit de la catégorie II.

Finalement, on obtient une deuxième version des objectifs spécifiques du module analysé (annexe 4.1.3). Cette version contient les mêmes objectifs que ceux de la première version, mais, ils sont classés en différentes catégories. Après la consultation des juges sur ces résultats, la question reste toujours posée : ces objectifs formulés sont-ils vraiment les objectifs du module ? pour répondre à cette question, il faudrait introduire une nouvelle action dite « **cohérence** » dans le plan rectifié 3. Il est important de souligner ici que les actions « application et transfert » et « généralisation » dépendent largement des résultats des actions qui les précèdent, mais non pas en termes de formulation des objectifs en tant que tels, sinon en termes de processus suivi. L'application de l'action « cohérence » aux autres modules et son extrapolation au cas général du programme fera que ces deux actions présentent l'avantage de comprendre une évaluation intégrée de leurs résultats. C'est pourquoi, elle doit être mise en marche après l'action 3* « catégorisation ». Elle figurera, donc, comme action 4** et les actions 4*, 5* et 6* du plan rectifié 2 se convertiront en actions 5**, 6** et 7 dans le plan rectifié 3.

L'exécution du plan rectifié 2 s'arrête au niveau de l'action 3** avec, pour résultat la même version (1^{ère} version) des contenus et objectifs concrets des unités (annexes 2.1.2 et 3.1.2) et la deuxième version des objectifs spécifiques du module analysé (annexe 4.1.3).

Nous passons à la mise en marche de l'action 4** dans le cadre du plan rectifié 3 du cycle 4 de notre démarche.

3.2.2.4 Plan rectifié 3

3.2.2.4.1 Schéma général

Le plan rectifié 3 se distingue du plan rectifié 2 par l'introduction d'une nouvelle action qui consiste à mettre en évidence les activités d'apprentissage qui correspondent à chacun des objectifs spécifiques formulés pour le module étudié. Cette action sera dite « **cohérence** ». Par suite, le plan rectifié 3 contiendra 7 actions principales (voir table 3.4).

Les trois premières actions de ce plan sont les mêmes que les action 1*, 2* et 3** du plan rectifié 2. La quatrième, qui sera désignée par l'action 4**, est celle qu'on

Plan Rectifié 3	
Action 1* : Recueil de données	
Action 2* : Organisation des données	
Action 3** : Catégorisation	
Action 4** : Cohérence	
<i>1^{er} pas :</i>	<i>codification des activités d'apprentissage, des contenus, des objectifs concrets et communs et des objectifs spécifiques</i>
<i>2^{ème} pas :</i>	<i>construction de la table de spécification</i>
<i>3^{ème} pas :</i>	<i>analyse quantitative et qualitative de la table de spécification</i>
Action 5** : Application et transfert	
<i>1^{er} pas* :</i>	<i>application des actions 1*, 2* et transfert de leurs résultats à d'autres modules</i>
<i>2^{ème} pas :</i>	<i>transfert des catégories et du système de codification définis pour le module analysé aux autres modules de l'échantillon</i>
<i>3^{ème} pas :</i>	<i>application des actions 3** et 4** aux autres modules de l'échantillon</i>
Action 6** : Généralisation	
<i>1^{er} pas :</i>	<i>identification des objectifs spécifiques communs à tous les modules</i>
<i>2^{ème} pas :</i>	<i>induction des objectifs généraux du programme à partir des objectifs spécifiques des modules d'un échantillon représentatif</i>
<i>3^{ème} pas :</i>	<i>extrapolation de l'action 4** au cas des objectifs généraux</i>
Action 7 : Modération	
Idem plan général	

Table 3.4. Les actions modifiées dans le plan rectifié 3 et leurs pas.

vient d'introduire, soit l'action « cohérence ». Comme conséquence, la numérotation des trois dernières actions va être modifiée. Les actions désignées par 4*, 5* et 6* dans le plan rectifié 2 apparaîtront dans le plan rectifié 3, comme actions 5**, 6** et 7 successivement. En plus, les actions « application et transfert » et « généralisation » tiendront compte de l'action « cohérence » dans le cadre du 2^{ème} et 3^{ème} pas de l'action 5** et par son extrapolation au cas des objectifs généraux, dans le cadre du 3^{ème} pas de l'action 6**.

3.2.2.4.2 Mise en marche et évaluation

La mise en marche du plan rectifié 3 commence au niveau de l'action 4**. Comme nous l'avons déjà signalé, le but de cette action est de répondre à la question suivante : parmi les activités d'apprentissage listées à partir de l'analyse des documents écrits, y a-t-il vraiment un nombre suffisant d'activités qui correspondent à chacun des objectifs spécifiques formulés pour le module ?

Sachant que le processus de formulation des objectifs spécifiques à partir des activités d'apprentissage n'est pas direct (voir actions 1* et 2*) puisqu'on a dû passer par les contenus et les objectifs concrets des unités du module, il est nécessaire de remonter **le chemin inverse** pour garantir la cohérence de la démarche suivie jusqu'à maintenant. La figure 3.3 représente d'une manière schématique cet enchaînement depuis l'objectif spécifique jusqu'aux activités d'apprentissage qui ont conduit à sa formulation.

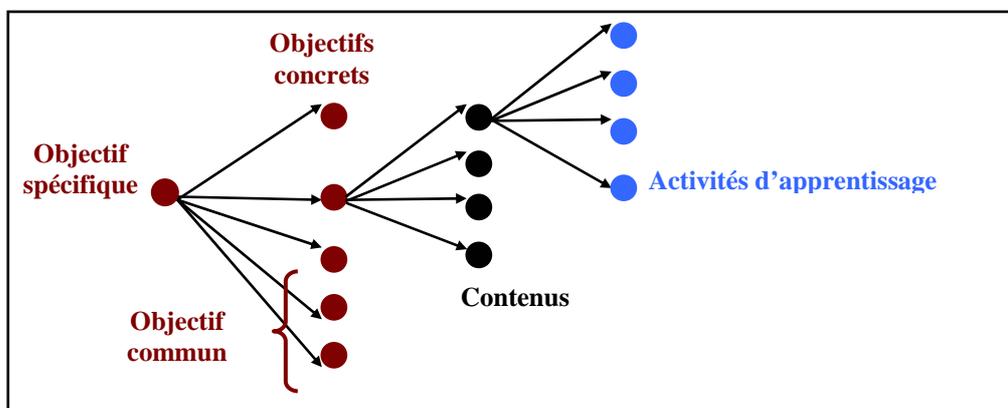


Figure 3.3. Reconstruction du chemin inverse à la formulation d'un objectif spécifique à partir des activités d'apprentissage.

On sait que la formulation de chaque objectif spécifique est obtenue par synthèse à partir d'objectifs concrets travaillés dans différentes unités du module, il s'agit de préciser, quels sont ces objectifs concrets ? et puisque chaque objectif concret est formulé à base des contenus conceptuels, procéduraux et attitudeux abordés explicitement ou implicitement dans les activités d'apprentissage, il faudra répondre à ces deux questions : quels sont ces contenus ? et quelles sont les activités d'apprentissage qui ont permis de formuler de tels contenus ? Les outils qui facilitent de suivre cet enchaînement sont dits *tables de spécification* (Bloom, 1971 cité par Roegiers, 2000).

La mise en marche de *l'action 4** du plan rectifié 2* requiert, donc, la construction d'une telle table de spécification (voir modèle sur table 3.5).

Nous constatons que pour la construction de la table de spécification, il est nécessaire de codifier les éléments qui y apparaissent. La codification utilisée dans le modèle de construction (table 3.5) est à titre indicatif. Dans la pratique, elle ne serait pas utile vu sa complexité et aussi parce qu'on ne connaît pas à priori les correspondances entre les éléments de la table. Il est plus simple de codifier, d'abord, ces éléments sur les listes correspondantes et recopier, ensuite, les codes attribués sur les tables de spécification. La réalisation de cette tâche nous amène à définir le 1^{er} pas de l'action 4**.

Le 1^{er} pas de l'action 4** consiste à codifier les activités d'apprentissage déjà listées par l'action 1 du plan général (annexe 1.1), les contenus formulés pour chaque unité didactique dans le cadre de l'action 2* du plan rectifié 1 (annexe 2.1.2), les objectifs concrets et communs des unités du module résultant de la même action (annexe 3.1.2) et les objectifs spécifiques formulés pour le module et résultant des actions 2* et 3** (annexe 4.1.3). Cette codification doit permettre d'identifier les éléments de la table de spécification dans les différentes listes d'information élaborées à partir des actions 1*, 2* et 3** indépendamment de leur position sur la table.

Objectifs			Contenus/unité	Activités d'apprentissage/ unité	
Spécifiques	Communs	Concrets/unité			
Obj. Spéc. 1	Obj. commun 1 (*)	Oc.1.1.x Tous les obj. conc. Oc.x de l'unité 1 correspondant à l'obj. spéc. 1	C1.1.1.y Tous les Contenus C.y de l'unité 1 correspondant à l'obj. Conc. Oc. 1.1.1	Toutes les activités de l'unité 1 correspondant au contenu C1.1.1.1	
				Toutes les activités de l'unité 1 correspondant au contenu C1.1.1.2	
				Etc.	
				C1.1.2.y Tous les contenus C.y de l'unité 1 correspondant à l'obj. Conc. Oc. 1.1.2	Toutes les activités de l'unité 1 correspondant au contenu C1.1.2.1
					Toutes les activités de l'unité 1 correspondant au contenu C1.1.2.2
				Etc.	Etc.
			Oc.1.2.x Tous les obj. conc. Oc.x de l'unité 2 correspondant à l'obj. spéc. 1.	C1.2.1.y Tous les contenus C.y de l'unité 2 correspondant à l'obj. Conc. Oc.1.2.1	Toutes les activités de l'unité 2 correspondant au contenu C1.2.1.1
					Toutes les activités de l'unité 2 correspondant au contenu C1.2.1.2
					Etc.
				C1.2.2.y Tous les contenus C.y de l'unité 2 correspondant à l'obj. Conc. 1.2.2	Toutes les activités de l'unité 2 correspondant au contenu C1.2.2.1
			Toutes les activités de l'unité 1 correspondant au contenu C1.2.2.2		
		Etc.	Etc.		
	Etc.	Etc.	Etc.		
Etc.	Etc.	Etc.	Etc.	Etc.	

Table 3.5. Table de spécification¹⁵.

(*) Il se peut que des objectifs spécifiques correspondent à plus d'un objectif commun ou qu'ils ne correspondent à aucun.

La codification utilisée tient compte de la nature de l'élément (activité, contenu ou objectif), de l'unité à laquelle il appartient, dans le cas des activités, contenus et objectifs concrets des unités, et de sa catégorie, dans le cas des objectifs spécifiques formulés pour le module (voir annexe 5.1.1).

Ainsi, les activités d'apprentissage peuvent être désignées par l'abréviation du module (DC, par exemple) suivie de la lettre « a », du numéro de l'unité et d'un numéro d'ordre¹⁶ séparés par un point. Par exemple : DCa4.1 est l'activité numéro 1 de l'unité numéro 4 du module « Solutions et pollution » (voir annexe 1.1).

Les contenus conceptuels peuvent être désignés par l'abréviation du module suivie de la lettre « C », du numéro de l'unité et d'un numéro d'ordre séparés par un point (Ex : DCC1.1). De même, on peut choisir la lettre « P » pour les contenus de

¹⁵ La table de spécification représenté ici reconstitue le chemin inverse du processus d'induction des objectifs spécifiques à partir des activités d'apprentissage.

¹⁶ tous les numéros d'ordre attribués aux activités, contenus, objectifs concrets, communs et spécifiques dans le cas du module DC sont aléatoires.

procédures (Ex : DCP2.1) et la lettre « V » pour les attitudes, valeurs et normes (Ex : DCV2.1) (voir annexe 2.1.2).

Pour les objectifs concrets, nous avons choisi de les désigner par l'abréviation du module suivi du numéro de l'objectif dans le cas des objectifs communs à toutes les unités (DC1, par exemple) et par l'abréviation du module suivi du numéro de l'unité et d'un numéro d'ordre séparés par un point dans le cas des objectifs concrets des unités (DC1.1, par exemple) (voir annexe 3.1.2).

Quant aux objectifs spécifiques, ils sont repérés par le numéro de la catégorie à laquelle ils appartiennent et un numéro d'ordre séparés par un point et placés à côté de l'abréviation du module. Ainsi, par exemple, l'objectif spécifique numéro 1 formulé pour le module DC et classifié dans la catégorie II, sera désignée par DCII.1 (voir annexe 4.1.2).

Le **2^{ème} pas de l'action 4**** est la construction de la table de spécification dans laquelle vont figurer les activités, les contenus et les objectifs -concrets et spécifiques-représentés par leurs codes (voir annexe 5.1.1). Pour illustrer la construction de cette table, nous proposons de contempler l'exemple suivant : nous cherchons les activités d'apprentissage qui ont conduit à la formulation du premier objectif spécifique de la catégorie II, dans le cas du module « Solutions et pollution », soit DCII.1 : « *Interpréter des feuilles de travail et suivre des procédures expérimentales en relation avec la préparation des dissolutions, la réalisation des dilutions successives et avec la neutralisation acide-base* ». Pour cela, nous repérons, tout d'abord, les objectifs communs (s'il y en a) et concrets d'où il a été induit (5^{ème} pas de l'action 2*). Comme l'objectif spécifique DCII.1 a été induit à partir de l'objectif commun à toutes les unités DC2 et des objectifs concrets DC1.5, DC2.5, DC3.2, DC4.2, DC4.3, DC5.4, DC5.5 et DC5.11, nous plaçons chacun de ces objectifs dans les colonnes correspondantes dans la table de spécification (voir table 3.6).

Or, chaque objectif concret d'une unité donnée est induit, selon le 4^{ème} pas de l'action 2*, à partir de contenus qui sont travaillés dans la même unité didactique. Par exemple, l'objectif concret DC1.5 : « *Effectuer la dissolution de diverses substances dans l'eau* », a été induit à partir des contenus suivants :

DCP1.2 : « *Lecture et interprétation d'une feuille de travail et description d'une procédure expérimentale* »

DCP1.3 : « *Préparation de dissolutions à partir de diverses substances* »

DCP1.4 : « *Préparation d'une dissolution diluée à partir de une dissolution concentrée et vice versa* »

DCP1.5 : « *Préparation d'une dissolution saturée à partir de une dissolution concentrée* »

Et ces contenus ont été induits, selon le 2^{ème} pas de l'action 2*, à partir des activités d'apprentissage suivantes :

Dca1.5 : « *Les élèves lisent la feuille de travail DC 1.01 du guide de l'élève* »

Dca1.6 : « *Un élève décrit la procédure expérimentale de dissolution d'une substance dans l'eau* »

Dca1.10 : « *Les élèves effectuent, en groupes de deux, les expériences décrites dans la feuille de travail DC1.01 et enregistrent leurs observations dans une table de données* »

Objectif spécifique	Objectif communs et concrets	
	communs	concrets
DCII.1 : « Interpréter des feuilles de travail et suivre des procédures expérimentales en relation avec la préparation des dissolutions, la réalisation des dilutions successives et avec la neutralisation acide-base »	DC2 : « Interpréter une feuille de travail et suivre des procédures expérimentales »	DC1.5. Effectuer la dissolution de diverses substances dans l'eau.
		DC2.5. Faire des dilutions successives à partir d'une solution de colorant alimentaire dissous dans l'eau.
		DC3.2. Faire des expériences systématiques dans le but de déterminer le comportement d'indicateurs acide-base avec différentes dissolutions et avec des mélanges de celles-ci.
		DC4.2. Identifier une dissolution acide ou basique par l'observation de la couleur du papier indicateur et de la réaction avec le bicarbonate de soude.
		DC4.3. Faire des dilutions successives à partir d'une dissolution acide ou basique.
		DC5.4. Réaliser la procédure de neutralisation quantitative et qualitative d'un acide ou d'une base.
		DC5.5. Déterminer expérimentalement la quantité de dissolution basique (ou acide) nécessaire pour neutraliser une dissolution acide (ou basique) de concentration moléculaire inconnue
		DC5.11. Déterminer la concentration moléculaire relative de deux dissolutions à l'aide de la neutralisation.
		DC6.1. Effectuer l'expérience planifiée en unité '5' dans le but de déterminer la concentration relative de l'ammoniac commercial.

Table 3.6. objectifs communs et concrets correspondant à un objectif spécifique. Exemple.

De cette manière, nous aboutissons aux activités d'apprentissage de l'unité 1 qui correspondent à l'objectif concret DC1.5 et qui ont contribué à la formulation de l'objectif spécifique DCII.1 (voir table 3.7) .

On peut suivre le même processus pour chacun des autres objectifs concrets qui figurent sur la table 3.7, et de cette manière on aurait déterminé toutes les activités d'apprentissage qui correspondent à l'objectif spécifique DCII.1 dans toutes les unités du module.

Dans les tables de spécification qui figurent sur l'annexe 5, nous avons décidé de représenter tous les éléments par leur code pour éviter l'encombrement de la table.

Objectif spécifique	Objectif communs et concrets		Contenus	Activités d'apprentissage
	communs	concrets		
DCII.1. « Interpréter des feuilles de travail et suivre des procédures expérimentales en relation avec la préparation des dissolutions, la réalisation des dilutions successives et avec la neutralisation acide-base »	DC2. « Interpréter une feuille de travail et suivre des procédures expérimentales »	DC1.5. « Effectuer la dissolution de diverses substances dans l'eau »	DCP1.3. « Préparation de dissolutions à partir de diverses substances » DCP1.4. « Préparation d'une dissolution diluée à partir d'une dissolution concentrée et vice versa » DCP1.5. « Préparation d'une dissolution saturée à partir d'une dissolution concentrée »	DCa1.5. « Les élèves lisent la feuille de travail DC 1.01 du guide de l'élève » DCa1.6. « Un élève décrit la procédure expérimentale de dissolution d'une substance dans l'eau » DCa1.10. « Les élèves effectuent, en groupes de deux, les expériences décrites dans la feuille de travail DC1.01 et enregistrent leurs observations dans une table de données »
		DC2.5		
		DC3.2		
		DC4.2 DC4.3		
		DC5.4. DC5.5 DC5.11		
		DC6.1		

Table 3.7. Objectifs communs et concrets, contenus et activités d'apprentissage correspondant à un objectif spécifique. Exemple.

Enfin, le *3^{ème} pas de l'action 4*** consiste à analyser qualitativement et quantitativement la table de spécification.

L'analyse qualitative permet de savoir, si pour chaque objectif spécifique formulé pour le module, il existe effectivement des activités d'apprentissage qui correspondent à cet objectif. Si c'est le cas, l'analyse quantitative permettra de déterminer le nombre exact de ces activités et de décider si ce nombre est suffisant pour retenir l'objectif en question ou le désapprouver.

On peut envisager d'autres types d'analyses qualitatives et quantitatives, comme, par exemple, la détermination de la contribution de chaque unité du module aux objectifs spécifiques. Ceci permettra de localiser les unités qui contiennent le plus grand nombre d'activités d'apprentissage correspondant à un objectif donné et celles qui le travaillent moins.

*L'évaluation de l'action 4** du plan rectifié 3* consiste à réviser les objectifs spécifiques de la deuxième version en tenant compte des résultats obtenus à partir de la table de spécification. On décide d'introduire cette tâche comme quatrième pas de l'action « cohérence » qui sera désignée comme action 4*** dans le plan rectifié 4.

L'exécution du plan rectifié 3 s'arrête au niveau du troisième pas de l'action 4** avec comme résultat des suggestions pour ce qui sera la troisième version des objectifs spécifiques du module analysé.

Nous passons au plan rectifié 4 dans le cadre du cinquième cycle de notre démarche.

3.2.2.5 Plan rectifié 4

3.2.2.5.1 Schéma général

De même que le plan rectifié 3, le plan rectifié 4 comporte 7 actions principales. Mais il se distingue par l'introduction d'un pas supplémentaire dans l'action « cohérence » (voir table 3.8).

Les trois premières et la dernière action du plan rectifié 4 restent inchangées par rapport au plan rectifié 3. Quant aux actions 4**, 5** et 6**, elles sont devenues actions 4***, 5*** et 6***. En effet, l'introduction du 4^{ème} pas dans l'action 4*** implique que les 3^{ème} pas des actions « application et transfert » et « généralisation », doivent se référer, respectivement, à l'application et à l'extrapolation de l'action 4*** au lieu de l'action 4**.

3.2.2.5.2 Mise en marche et évaluation

La mise en marche du plan rectifié 4 commence au niveau du 4^{ème} pas de l'action 4*** « cohérence ». L'exécution de ce pas consiste à remettre en question les objectifs spécifiques formulés pour le module analysé en tenant compte des analyses qualitatives et quantitatives de la table de spécification (table 3.8). En d'autres termes, il s'agit d'éliminer les objectifs spécifiques qui correspondent à un nombre assez faible d'activités d'apprentissage. La probabilité d'en formuler de nouveaux objectifs est très faible puisque toutes les activités disponibles ont servi dès le départ à la formulation des contenus qui sont à l'origine des objectifs concrets et par conséquent des objectifs spécifiques obtenus. Toutefois, il est possible de formuler de nouveaux contenus et/ou objectifs concrets qui auraient été omis lors de l'élaboration des versions antérieures sans arriver à en induire un nouveau objectif spécifique (voir annexe 5.1.2).

Donc, il faut, d'abord, définir un critère de désapprobation des objectifs spécifiques dont le nombre d'activités d'apprentissage correspondant dans la table de spécification est assez faible. Ce critère est très subjectif et peut varier d'une personne à l'autre. C'est pourquoi, nous avons tenu à ce qu'il soit le résultat d'un consensus entre tous les juges qui participent aux séances d'évaluation des actions.

Ainsi, dans notre cas, le nombre minimal d'activités d'apprentissage correspondant à un objectif spécifique sur la table de spécification est fixé à 3. C.à.d que tous les objectifs spécifiques dont le nombre d'activités d'apprentissage est inférieur à 3 sont soit éliminés ou fusionnés avec d'autres objectifs de la liste d'objectifs formulés pour le module étudié. On obtient ainsi, la troisième version des objectifs spécifiques du premier module de l'échantillon (annexe 4.1.4) et on modifie la table de spécification en tenant compte de la nouvelle formulation d'objectifs.

Plan Rectifié 4

Action 1* : Recueil de données

Action 2* : Organisation des données

Action 3 : Catégorisation**

Action 4* : Cohérence**

1^{er} pas : codification des activités d'apprentissage, des contenus, des objectifs concrets et communs et des objectifs spécifiques

2^{ème} pas : construction de la table de spécification

3^{ème} pas : analyse quantitative et qualitative de la table de spécification

4^{ème} pas : *remise en question des contenus, des objectifs concrets et communs et des objectifs spécifiques du module*

Action 5* : Application et transfert**

1^{er} pas* : application des actions 1* et 2* et transfert de leurs résultats à d'autres modules

2^{ème} pas : transfert des catégories et du système de codification définies pour le module analysé aux autres modules de l'échantillon

3^{ème} pas : application des actions 3** et 4*** aux autres modules de l'échantillon

Action 6* : Généralisation**

1^{er} pas : identification des objectifs spécifiques communs à tous les modules

2^{ème} pas : induction des objectifs généraux du programme à partir des objectifs spécifiques des modules d'un échantillon représentatif

3^{ème} pas : *extrapolation de l'action 4*** au cas des objectifs généraux*

Action 7 : Modération

Idem plan général

Table 3.8. Actions modifiés dans le plan rectifié 4 et leurs pas.

*L'évaluation de l'action 4*** « cohérence »* suggère de retenir le résultat obtenu et de passer à l'action 5*** « application et transfert ».

La mise en marche de *l'action 5*** du plan rectifié 3* exige l'exécution de trois pas (table 3.8).

Le *1^{er} pas de l'action 5**** consiste à appliquer tous les pas des actions 1* et 2* aux trois autres modules de notre échantillon. Ce qui se traduit par l'analyse des documents écrits de ces modules afin d'en lister les activités d'apprentissage, d'en formuler les contenus et d'en induire les objectifs concrets et communs des unités ainsi que les objectifs spécifiques de chaque module. Il est important de procéder par analogie pour la rédaction de ces différents éléments surtout dans le cas des objectifs concrets, communs et spécifiques. En ce qui concerne le 1^{er} pas de l'action 1*, on peut envisager la possibilité de changer ou de maintenir le même échantillon de modules que celui qui a été défini dans le plan général.

Le *2^{ème} pas de l'action 5**** correspond au transfert, aux autres modules, des catégories et des codes définis pour le premier module analysé. Ce qui signifie qu'il

n'est pas nécessaire de définir de nouvelles catégories pour classer les objectifs des trois autres modules de l'échantillon. Mais, il faudra faire attention au cas où il y aurait des objectifs qui ne correspondent à aucune de ces catégories. Quant au transfert du système de codification, il consiste à appliquer les mêmes codes définis précédemment (1^{er} pas de l'action 4** dans § 3.2.2.4.2) et à respecter les mêmes numéros d'ordre pour les objectifs spécifiques analogues qui ne se différencient que par le contexte spécifique du module auquel ils appartiennent. Par exemple, l'objectif spécifique suivant formulé pour le module DC est codifié comme DCII.2 :

DCII.2. « *Observer et enregistrer, d'une manière organisée et systématique, des données quantitatives et qualitatives relatives à la couleur et à la concentration de dissolutions préparées ou obtenues à partir des dilutions successives ou de la neutralisation acide-base* »

Par conséquent, les objectifs qui lui sont analogues dans les trois autres modules porteront le même numéro d'ordre « 2 » et seront classés dans la catégorie II. C.à.d que les trois objectifs suivants formulés pour les modules CV, GR et PL seront désignés, respectivement, par CVII.2, GRII.2 et PLII.2 :

CVII.2. « *Observer et enregistrer, d'une manière organisée et systématique, des données quantitatives et qualitatives relatives à la vitesse de l'eau à travers différents types de matériaux, à la couleur et à la concentration de différentes solutions* »

GRII.2. « *Observer et enregistrer, d'une manière organisée et systématique, des données quantitatives et qualitatives relatives à la couleur et à la concentration de différentes solutions, aux produits d'une incinération, aux propriétés des plastiques et à la qualité de différents types d'encre d'impression* »

PLII.2. « *Observer et enregistrer, d'une manière organisée et systématique, des données quantitatives et qualitatives relatives aux propriétés physiques des polymères et des plastiques* »

Les numéros d'ordre dans le cas des activités, contenus, objectifs concrets et objectifs communs restent aléatoires.

Le 3^{ème} pas de l'action 5*** consiste à appliquer tous les pas des actions 3** et 4** aux autres modules de l'échantillon. Ce qui revient à classer tous les objectifs spécifiques de chacun des trois modules dans le cadre des catégories I, II et III (voir encadré 3.1) -ainsi que dans d'autres catégories s'il y a lieu-, à construire les tables de spécification relatives à chaque module (annexes 5.2.1, 5.3.1, 5.4.1), à les analyser qualitativement et quantitativement et à réviser les objectifs spécifiques formulés pour les trois modules (annexes 4.2.2, 4.3.2, 4.4.2) ainsi que les tables de spécification (annexes 5.2.2, 5.3.2, 5.4.2).

L'évaluation de l'action 5* du plan rectifié 4** n'apporte pas de modifications au plan rectifié 4. On suggère, donc, de retenir les résultats obtenus et de passer à la mise en marche de l'action 6*** « généralisation ».

L'exécution de **l'action 6*** du plan rectifié 4** se fait en deux pas :

1^{er} pas : identification des objectifs spécifiques communs à tous les modules. Ce qui se traduit par le repérage des objectifs analogues qui se trouvent dans tous les modules de l'échantillon (table 3.10).

2^{ème} pas : induction des objectifs généraux du programme à partir des objectifs spécifiques des modules de l'échantillon. Pour cela, nous avons procédé de manière progressive.

La réalisation du **2^{ème} pas de l'action 6***** « généralisation » exige la planification de pas supplémentaires afin de pouvoir arriver à la formulation des objectifs généraux du programme à partir des objectifs spécifiques d'un échantillon de modules. Dans un premier temps, les objectifs spécifiques analogues sont « généralisés », c.à.d que tous les objectifs analogues présents dans deux modules ou plus de notre échantillon sont reformulés de manière plus générale, sans faire référence au contexte spécifique du module auquel ils appartiennent. Ensuite, les objectifs obtenus, qu'on désignera par « objectifs induits » sont rassemblés en petits groupes. Chaque groupe est représenté par un objectif dit « objectif-synthèse » exprimé par une phrase courte. Finalement, grâce aux objectif-synthèse, on arrive à formuler une première version des objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16 et qui peut être améliorée par l'évaluation des résultats. Pour réaliser ces trois phases, il est nécessaire de les introduire comme pas dans l'action 6*** « généralisation ».

L'exécution du plan 4 s'arrête, donc, au niveau du 2^{ème} pas de l'action 6*** et on passe à la mise en marche du plan rectifié 5 dans le cadre d'un 6^{ème} cycle de notre démarche.

3.2.2.6 Plan rectifié 5

3.2.2.6.1 Schéma général

De même que le plan rectifié 4, le plan rectifié 5 comporte 7 actions principales. Mais, il se distingue par l'introduction de deux pas supplémentaires dans l'action de « généralisation » (voir table 3.9).

Plan Rectifié 5	
Action 1* : Recueil de données	
Action 2* : Organisation des données	
Action 3** : Catégorisation	
Action 4*** : Cohérence	
Action 5**** : Application et transfert	
Action 6***** : Généralisation	
1 ^{er} pas :	identification des objectifs spécifiques communs à tous les modules
2 ^{ème} pas :	induction des objectifs généraux du programme à partir des objectifs spécifiques des modules d'un échantillon représentatif
3 ^{ème} pas :	<i>regroupement des objectifs induits en objectif-synthèse</i>
4 ^{ème} pas :	<i>formulation des objectifs généraux du programme à partir des objectif-synthèse</i>
5 ^{ème} pas :	extrapolation de l'action 4*** au cas des objectifs généraux
Action 7 : Modération	
Idem plan général	

Table 3.9. Actions modifiés dans le plan rectifié 5 et leurs pas.

Les 5 premières et la dernière action du plan rectifié 5 restent inchangées par rapport aux actions du plan rectifié 4. Quant à l'action 6*** de ce dernier, elle devient action 6**** par la subdivision du 2^{ème} pas en 3 pas successifs qui constitueront le 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} pas de l'action 6**** successivement. Le 3^{ème} pas de l'action 6*** se convertit en 5^{ème} pas pour l'action 6****.

3.2.2.6.2 Mise en marche et évaluation

La mise en marche du plan rectifié 5 est initiée au niveau du 2^{ème} pas de l'action 6****.

Le **2^{ème} pas de l'action 6****** consiste à formuler une liste d'objectifs généraux qui ne diffère pas beaucoup des listes d'objectifs spécifiques formulés pour les quatre modules de l'échantillon (voir table 3.10). C.à.d. en conservant les mêmes catégories I, II et III et en formulant les objectifs spécifiques analogues sous forme d'un objectif général induit. Par exemple, à partir des objectifs spécifiques DCII.2, CVII.2, GRII.2 et PLII.2 cités ci-dessus, on induit l'objectif général suivant qui est également classé dans la catégorie II et qui se désignera, à l'égard des objectifs spécifiques, par OGII.2⁺ :

OGII.2⁺. « *Observer et enregistrer des données quantitatives et qualitatives, de manière organisée et systématique* »

La table 3.10 contient tous les objectifs analogues présents dans deux modules ou plus de notre échantillon et qui sont reformulés de manière plus générale, c.à.d sans faire référence à aucun contenu des modules.

Le **3^{ème} pas de l'action 6****** consiste à regrouper les objectifs généraux induits dans le 2^{ème} pas de façon à avoir des objectifs encore plus généraux et synthétiques. Nous nous référerons à ces objectifs par objectif-synthèse (voir figure 3.4).

Une manière de regrouper les objectifs généraux induits en objectif-synthèse, tout en tenant compte des regroupements de contenus réalisés en figure 3.2, est la suivante :

Les objectifs généraux induits OGII.1, OGII.8 et OGIII.5 peuvent être regroupés en un seul objectif-synthèse qui serait « *suivre des procédures expérimentales* ». Pour respecter le même système de codification accordé auparavant, cet objectif sera désigné par OGII.1⁺.

Les objectifs généraux induits OGII.6 et OGIII.6 peuvent être regroupés en un seul objectif-synthèse aussi « *travailler en groupe* » et qui sera désigné par OGII.6⁺.

De même, OGII.4 et OGIII.4 sont regroupés en un objectif-synthèse qui est « *développer des capacités de communication* » codé OGII.4⁺.

Quant aux objectifs généraux induits OGIII.1 et OGIII.3, ils peuvent être remplacés par l'objectif-synthèse OGIII.3⁺ « *Prendre conscience de l'impact environnemental des activités humaines* ».

Enfin, les objectifs généraux induits OGII.2, OGII.3, OGII.7, OGII.10, OGII.11, OGIII.1, OGIII.3 et OGIII.7 peuvent être représentés par l'objectif-synthèse OGII.7⁺ « *développer une pensée critique* ».

Objectifs généraux du programme scolaire 12-16 –Induction-

I. Concepts:

OG.I.1 Définir opérationnellement les concepts de base en relation avec les produits chimiques, leurs propriétés et applications ainsi que leurs interactions avec et le risque qu'ils comportent pour les personnes et l'environnement

II. Méthodologie scientifique, extrapolation et application à des problèmes réels et quotidiens

OG.II.1 Interpréter un guide de travail et suivre une procédure expérimentale

OG.II.2 Observer et enregistrer des données quantitatives et qualitatives, de manière organisée et systématique

OG.II.3 Analyser et interpréter des données expérimentales et des graphiques

OG.II.4 Communiquer et débattre en employant le lexique propre des sciences expérimentales

OG.II.6 Travailler en groupe

OG.II.7 Acquérir une pensée critique

OG.II.8 Avoir de l'initiative propre

OG.II.10 Prendre des décisions fondées (évaluer les pour et les contre, les concessions et les limites de la science et la technologie et le fait qu'il n'existe pas une solution unique à un problème)

OG.II.11 Intégrer l'information concernant les différentes options dans un processus de prise de décisions argumentées

III. Prise de conscience et responsabilité

OG.III.1 Prendre conscience des problèmes engendrés par les détritiques et de la difficulté d'assainissement des ressources naturelles ainsi que de la nécessité d'obtenir de l'information pour pouvoir prendre des décisions argumentées

OG.III.3 Prendre conscience de l'impact environnementale des activités humaines en relation avec les produits chimiques

OG.III.4 Respecter les opinions d'autrui en ce qui concerne des sujets environnementaux et socio-scientifiques en relation avec les produits chimiques

OG.III.5 Mettre en Valeur l'utilisation correcte du matériel expérimental et le respect des normes de son usage et maintenance pour réaliser les expériences

OG.III.6 Avoir une attitude responsable envers les rôles assumés au sein d'un groupe

OG.III.7 Mettre en valeur les avantages et les inconvénients, l'importance du facteur économique et les concessions dans un processus de prise de décisions

Table 3.10. Induction des objectifs généraux du programme APQUA scolaire à partir des objectifs spécifiques des modules d'un échantillon représentatif.

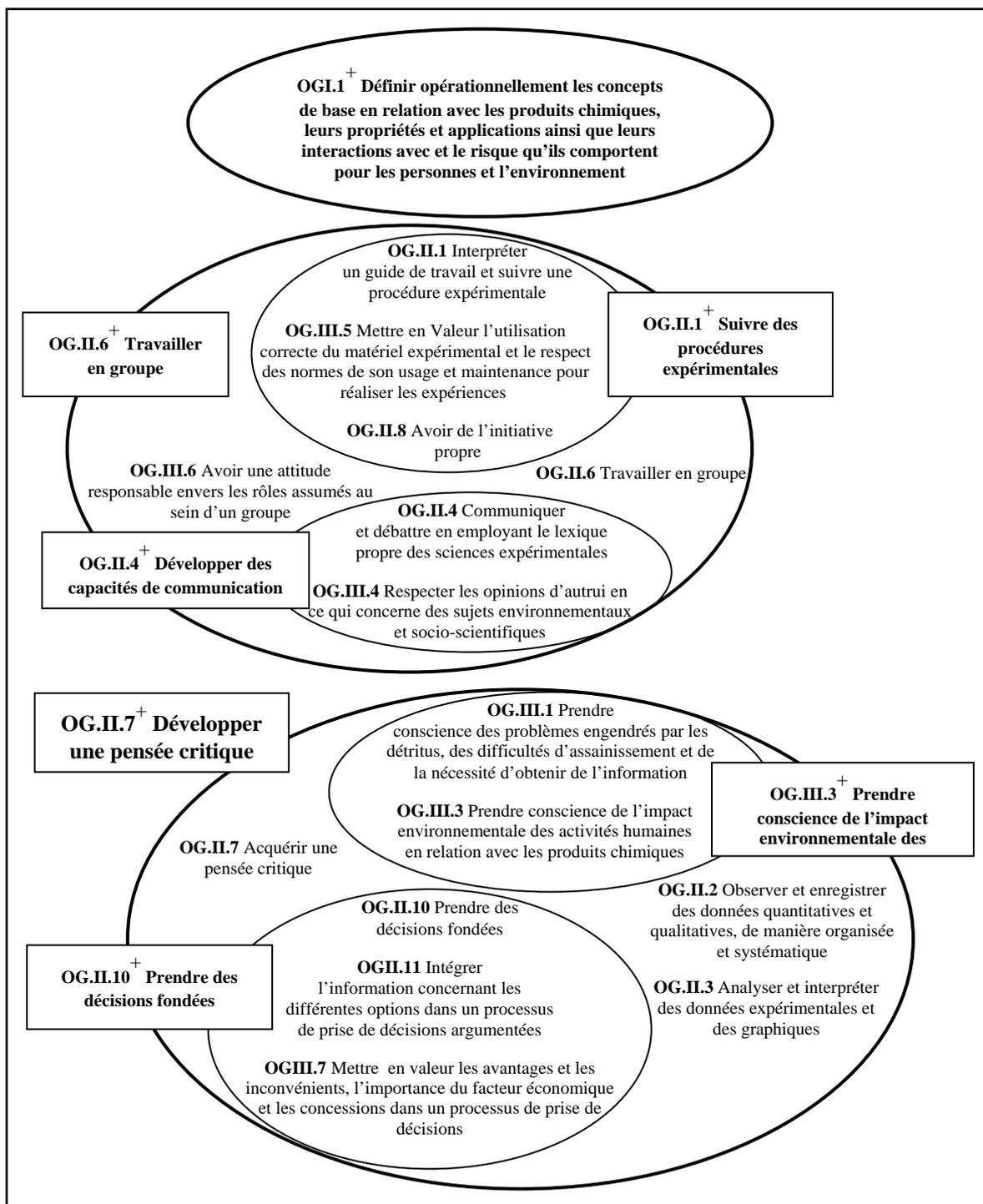


Figure 3.4. Regroupement des objectifs généraux induits en objectif-synthèse.

Objectifs généraux du programme scolaire 12-16 -Regroupement-
<p>OG.I.1⁺ Définir opérationnellement les concepts de base en relation avec les produits chimiques, leurs propriétés et applications ainsi que leurs interactions avec et le risque qu'ils comportent pour les personnes et l'environnement</p>
<p>OGII.1⁺ Suivre des procédures expérimentales</p> <p>OG.II.1 Interpréter un guide de travail et suivre une procédure expérimentale</p> <p>OG.II.8 Avoir de l'initiative propre</p> <p>OG.III.5 Mettre en Valeur l'utilisation correcte du matériel expérimental et le respect des normes de son usage et maintenance pour réaliser les expériences.</p>
<p>OG.II.4⁺ Développer des capacités de communication</p> <p>OG.II.4 Communiquer et débattre en employant le lexique propre des sciences expérimentales</p> <p>OG.III.4 Respecter les opinions d'autrui en ce qui concerne des sujets environnementaux et socio-scientifiques en relation avec les produits chimiques.</p>
<p>OG.II.6⁺ Travailler en groupe</p> <p>OG.II.6 Travailler en groupe</p> <p>OG.III.6 Avoir une attitude responsable envers les rôles assumés au sein d'un groupe</p>
<p>OG.II.7⁺ Développer une pensée critique</p> <p>OG.II.7 Acquérir une pensée critique</p> <p>OG.II.2 Observer et enregistrer des données quantitatives et qualitatives, de manière organisée et systématique</p> <p>OG.II.3 Analyser et interpréter des données expérimentales et des graphiques</p>
<p>OG.II.10⁺ Prendre des décisions fondées</p> <p>OG.II.10 Prendre des décisions fondées (évaluer les pour et les contre, les concessions et les limites de la science et la technologie et le fait qu'il n'existe pas une solution unique à un problème).</p> <p>OG.II.11 Intégrer l'information concernant les différentes options dans un processus de prise de décisions argumentées</p> <p>OG.III.7 Mettre en valeur les avantages et les inconvénients, l'importance du facteur économique et les concessions dans un processus de prise de décisions.</p>
<p>OG.III.3⁺ Prendre conscience de l'impact environnementale des activités humaines</p> <p>OG.III.1 Prendre conscience des problèmes engendrés par les détritits, de la difficulté d'assainissement de ressources naturelles et de la nécessité de prendre des décisions argumentées</p> <p>OG.III.3 Prendre conscience de l'impact environnementale des activités humaines en relation avec les produits chimiques.</p>

Table 3.11. Regroupement des objectifs généraux induits en objectif-synthèse.

Or, les objectifs généraux induits OGII.10, OGII.11 et OGIII.7 peuvent également être regroupés en un objectif-synthèse, OGII.10⁺ « *prendre des décisions fondées* » et les objectifs généraux induits OGIII.1 et OGIII.3 sont déjà représentés par l'objectif-synthèse OGIII.3⁺.

Etant donné que l'objectif-synthèse OGII.7⁺ est assez global, il vaut mieux ne pas perdre de vue les objectifs généraux induits qui le constituent.

Après l'élimination des titres des catégories I, II et III, on obtient sept objectifs généraux induits qui sont représentés sur la table 3.11.

*L'évaluation du 3^{ème} pas de l'action 6***** fait ressortir deux remarques essentielles concernant la rédaction des objectifs de la table 3.11 :

- objectif général induit OGIII.1 : le mot « détritux » peut être remplacé par « produits chimiques » puisqu'il s'agit, en fait, des problèmes engendrés par les produits chimiques qui constituent les détritux.
- objectif-synthèse OGIII.3⁺ : il convient de préciser que les activités humaines -dont il est question dans les modules du programme- sont en relation avec les produits chimiques.

Le 4^{ème} pas de l'action 6**** consiste à formuler les objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16 à partir des objectif-synthèse de la table 3.11. On obtient quatre objectifs généraux.

Le premier objectif général est formulé à partir de l'objectif synthèse OGI.1⁺ qui est le même que l'objectif général induit OGI.1. Il est désigné par OG.1.

OG.1. « *Définir opérationnellement les concepts de base en relation avec les produits chimiques, leurs propriétés et applications ainsi que leurs interactions avec et le risque qu'ils comportent pour les personnes et l'environnement* »

Le deuxième objectif général est formulé à partir des objectif-synthèse OGII.6⁺ et OGII.7⁺ tout en tenant compte des regroupements d'objectifs qui les constituent. Il est désigné par OG.2.

OG.2. « *Développer une pensée critique à travers un rapprochement à la méthodologie scientifique, au travail de groupe, aux processus de prise de décisions argumentées* »

Le troisième objectif général est formulé à partir de l'objectif-synthèse OGII.4⁺ en tenant compte des objectifs généraux induits qui le constituent. Il est désigné par OG.3.

OG.3. « *Développer des capacités de communication fondées sur le respect des opinions d'autrui par la discussion et le débat de questions environnementales et socio-scientifiques en relation avec les produits chimiques et les effets de leur utilisation* »

Objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16. Formulation. -Version 1-
<p>OG.1. Définir opérationnellement les concepts de base en relation avec les produits chimiques, leurs propriétés et applications ainsi que leurs interactions avec les personnes et l'environnement</p> <p>OG.2. Développer une pensée critique à travers un rapprochement à la méthodologie scientifique, au travail de groupe, aux processus de prise de décisions argumentées</p> <p>OG.3. Développer des capacités de communication fondées sur le respect des opinions d'autrui par la discussion et le débat de questions environnementales et socio-scientifiques en relation avec les produits chimiques et les effets de leur utilisation</p> <p>OG.4. Prendre conscience de l'impact environnemental des activités humaines en relation avec les produits chimiques et de la nécessité d'obtenir des données pour prendre des décisions argumentées</p>

Table 3.12. Formulation des objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16. Version 1.

Le quatrième objectif général est formulé à partir de l'objectif-synthèse OGIII.3⁺ en tenant compte des deux remarques soulevées précédemment par les juges à propos de l'objectif général induit OGIII.1 et de l'objectif-synthèse OGIII.3⁺. Ces derniers deviennent :

OGIII.1 « Prendre conscience des problèmes engendrés par les produits chimiques, de la difficulté d'assainissement de ressources naturelles et de la nécessité de prendre des décisions argumentées » et,

OGIII.3⁺ « Prendre conscience de l'impact environnementale des activités humaines en relation avec les produits chimiques »

Ainsi, le quatrième objectif général, désigné par OG.4 est formulé comme suit :

OG.4. « *Prendre conscience de l'impact environnementale des activités humaines en relation avec les produits chimiques et de la nécessité d'obtenir des données pour prendre des décisions argumentées* »

En résumé, les 4 objectifs généraux obtenus par le 4^{ème} pas de l'action 6**** du plan rectifié 5, sont présentés sur la table 3.12. Ils constituent la version 1 des objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16.

*L'évaluation du 4^{ème} pas de l'action 6***** consiste à évaluer le résultat de la formulation des objectifs généraux proposée dans la version 1. La révision de ces derniers permettra de formuler la version 2 des objectifs généraux du programme (table 3.13).

Objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16. version 2.

OG.1⁺.

Définir opérationnellement les concepts de base en relation avec les produits chimiques, leurs propriétés et applications, et **réfléchir** à leurs interactions avec les personnes et l'environnement.

OG.2⁺.

Connaître les principes de la méthodologie scientifique : interpréter un guide de travail et suivre une procédure expérimentale, **prédire les résultats d'une expérience, formuler des hypothèses**, observer, prendre des notes, analyser, comparer et interpréter des données quantitatives et qualitatives, **mettre en question la fiabilité des résultats et argumenter les hypothèses**.

OG.3⁺.

Communiquer et débattre à propos de sujets environnementaux et socio-scientifiques en relation avec les produits chimiques en employant un langage approprié et rigoureux et en respectant les opinions d'autrui.

OG.4⁺.

Prendre conscience des répercussions environnementales des activités humaines en relation avec les produits chimiques et des problématiques sociales qui en découlent.

OG.5.

Prendre des décisions fondées : **identifier et chercher l'information nécessaire, y réfléchir** et l'intégrer afin de pouvoir évaluer les pour et les contre, les concessions et les limites de la science et de la technologie pour **ainsi prendre une décision argumentée et réfléchir aux facteurs qui l'influencent**.

OG.6.

Avoir une attitude responsable envers le travail de groupe (respecter les rôles assumés au sein d'un groupe) et envers la réalisation des activités (respecter les normes d'usage du matériel expérimental et mettre en valeur l'utilisation correcte de celui-ci).

Table 3.13. version 2 des objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16.

En premier lieu, la phrase « *et du risque qu'ils comportent* » dans l'objectif général, OG.1, formulé dans la version 1 (table 3.12) peut être supprimée puisque les « *interactions* » incluent les « *risques* » aussi. Cet objectif sera désigné par OG.1⁺ et formulé comme suit¹⁷ :

OG.1⁺. « *Définir opérationnellement les concepts de base en relation avec les produits chimiques, leurs propriétés et applications ainsi que leurs interactions avec les personnes et l'environnement* »

¹⁷ Le signe "+" est utilisé, ici, pour distinguer entre les objectifs généraux formulés pour la version 1 et ceux de la version 2.

En second lieu, tel qu'il est rédigé dans la version 1, l'objectif général OG.2 englobe, en réalité, trois 'grands' objectifs relatifs, l'un à la méthodologie scientifique et l'autre à la « *prise de décisions argumentées* » en plus du « *travail de groupe* » (voir table 3.12).

On peut, donc, reformuler cet objectif sous forme de trois objectifs distincts, tout en tenant compte des différents objectifs qui ont été à l'origine de sa formulation de départ (table 3.11). Les objectifs généraux formulés pour la version 2 seront désignés par OG.2⁺, OG.5 et OG.6 :

OG.2⁺. « *Connaître les principes de la méthodologie scientifique; interpréter un guide de travail et suivre une procédure expérimentale, observer, prendre des notes, analyser, comparer et interpréter des données quantitatives et qualitatives* »

OG.5. « *Prendre des décisions fondées; intégrer toute l'information disponible afin de pouvoir évaluer les pour et les contre, les concessions et les limites de la science et la technologie* »

OG.6. « *Avoir une attitude responsable envers le travail de groupe (respecter les rôles assumés au sein d'un groupe) et envers la réalisation des activités (respecter les normes d'usage du matériel expérimental et mettre en valeur utilisation correcte de celui-ci)* »

En troisième lieu, bien que l'objectif général OG.3, formulé dans la version 2, soit différent de OG.4 (table 3.12), il semble, à première vue, que ces deux objectifs se ressemblent. Pour éviter toute confusion, on peut reformuler l'objectif OG.3 en combinant tout simplement les deux objectifs généraux induits OGII.4 et OGIII.4 (table 3.11) qui ont été à l'origine de sa formulation de départ. Quant à l'expression « *les effets de leur utilisation* » se référant aux produits chimiques, elle peut être prise en compte, d'une manière ou d'une autre pour la reformulation de l'objectif OG.4. On obtient, ainsi, l'objectif général formulé pour la version 2, OG.3⁺ :

OG.3⁺. « *Communiquer et débattre à propos de sujets environnementaux et socio-scientifiques en relation avec les produits chimiques en employant un langage approprié et rigoureux et en respectant les opinions d'autrui* »

En dernier lieu, et étant donné que la « *prise de décisions fondées* » est maintenant considérée par l'objectif général formulé dans la version 2, OG.5, la phrase « *et la nécessité de prendre des décisions argumentées* » sera supprimée de l'objectif OG.4 (table 3.12) afin d'éviter des répétitions. D'un autre côté, les « *questions environnementales et socio-scientifiques en relation avec les produits chimiques et les effets de leur utilisation* », considérées, dans la version 1, par l'objectif général OG.3, peuvent être reformulées comme « *problématiques sociales qui découlent de l'impact environnemental des activités humaines en relation avec les produits chimiques* », dans le cadre de l'objectif général formulé pour la version 2, OG.4⁺. Celui-ci est exprimé comme suit :

OG.4⁺. « *Prendre conscience de l'impact environnemental des activités humaines en relation avec les produits chimiques et des problématiques sociales qui en découlent* ».

Enfin, pour ne pas omettre la capacité de développer une pensée critique pris en considération, dans la version 1, par l'objectif général OG.2, on pourrait se référer aux différents aspects qui définissent cette capacité dans les différents modules. Ensuite, on en tiendra compte dans la formulation des objectifs généraux de la version 2 sous forme des expressions ajoutées en caractère « **gras** » (voir table 3.13).

Les 6 objectifs généraux obtenus constituent la version 2 des objectifs généraux¹⁸ formulés pour le programme APQUA scolaire 12-16 et qui sont présentés sur la table 3.13.

*L'évaluation du 4^{ème} pas de l'action 6***** suggère de retenir ce résultat et de passer au 5^{ème} pas de l'action 6****.

Le 5^{ème} pas de l'action 6**** est, en fait, l'extrapolation de l'action « *cohérence* » au cas des objectifs généraux. Il s'agit, dans ce cas, de construire une table génératrice des objectifs généraux du programme à partir des objectifs spécifiques des modules. Cette table mettra en évidence les correspondances entre les objectifs généraux formulés pour le programme et les objectifs spécifiques des 4 modules qui constituent notre échantillon. Ce qui permettra d'en déduire les correspondances entre ces objectifs généraux et les activités d'apprentissage prévues dans les guides du professeur pour les atteindre.

Il est possible de prévoir la construction d'une table de spécification des objectifs généraux comme celle qui est présentée sur la table 3.14.

Or, d'un point de vue pratique, ce type de table de spécification risque de ne pas être utile vu les dimensions énormes qu'on pourrait atteindre. Cette limitation rend très difficile aussi bien l'introduction des données que leur utilisation par la suite. En plus, il n'existe pas de lien direct entre les objectifs généraux du programme et les objectifs spécifiques des modules car, on a dû passer par deux versions qui sont, à leur tour, obtenues à partir d'objectif-synthèse et d'objectifs induits.

Autrement dit, si on veut avoir sous les yeux tous les éléments qui constituent une correspondance depuis l'objectif général jusqu'aux activités d'apprentissage, en passant par les objectifs spécifiques des modules et les objectifs concrets des unités, on serait obligé de procéder par tranches. Or la tranche de droite, c.à.d celle qui commence par la colonne des objectifs spécifiques et se termine par la colonne des activités d'apprentissage est déjà disponible : Ce sont les tables de spécification des quatre modules de l'échantillon mises l'une au dessous de l'autre. Il reste, donc, à construire la tranche de gauche qui n'est autre que la table génératrice des objectifs généraux à partir des objectifs spécifiques -si elle est lue de droite vers la gauche- et pour laquelle nous proposons, le modèle représenté sur la table 3.15.

¹⁸ Les listes des objectifs généraux représentant les différentes phases de leur élaboration se trouvent en langue espagnole à l'annexe 6.

Objectifs généraux	Objectifs spécifiques	Objectifs concrets	Activités d'apprentissage
OG.1	Obj. Spéc. 1 du module 1	Obj. Conc. 1.1 unité 1	Activités de l'unité 1 module 1 correspondant à obj.conc. 1.1 unité 1
		Obj. Conc.1.1 unité 2	Activités de l'unité 2 module 1 correspondant à obj.conc. 1.1 unité 2
		Etc.	Etc.
	Obj. Spéc. 1 du module 2	Obj. Conc.2.1 unité 1	Activités de l'unité 1 module 2 correspondant à obj.conc. 2.1 unité 1
		Obj. Conc. 2.1 unité 2	Activités de l'unité 2 module 2 correspondant à obj.conc. 2.1 unité 2
		Etc.	Etc.
	Obj. Spéc. 1 du module 3	Obj. Conc. 3.1 unité 1	Activités de l'unité 1 module 3 correspondant à obj.conc. 3.1 unité 1
		Obj. Conc. 3.1 unité 2	Activités de l'unité 2 module 3 correspondant à obj.conc. 3.1 unité 2
		Etc.	Etc.
	Obj. Spéc. 1 du module 4	Obj. Conc. 4.1 unité 1	Activités de l'unité 1 module 4 correspondant à obj.conc. 4.1 unité 1
		Obj. Conc. 4.1 unité 2	Activités de l'unité 2 module 4 correspondant à obj.conc. 4.1 unité 2
		Etc.	Etc.
Etc.	Etc.	Etc.	Etc.

Table 3.14. Modèle de construction de la table de spécification des objectifs généraux.

Objectif généraux formulés -version 2-	Objectif généraux formulés -version 1-	Objectifs -synthèse regroupés	Objectifs généraux induits	Objectifs spécifiques			
				Module A	Module B	Module C	Module D
OG.x	OG.x	OG.I.x	OGI.x1	A I.x1	B I.x1	C I.x1	D I.x1
			OGI.x2	A I.x2	B I.x2	C I.x2	D I.x2
			Etc.	Etc.	Etc.	Etc.	Etc.
		OGI.y	OGI.y1	A I.y1	B I.y1	C I.y1	D I.y1
			OGI.y2	A I.y2	B I.y2	C I.y2	D I.y2
			Etc.	Etc.	Etc.	Etc.	Etc.
Etc.

Table 3.15. Table génératrice "inverse" des objectifs généraux du programme à partir des objectifs spécifiques des modules.

En principe, l'analyse de la table de génératrice des objectifs généraux (annexe 5.5), compte tenu des analyses quantitative et qualitative des tables de spécification des modules, n'affecte pas la version 2 des objectifs généraux déjà formulés pour le programme. Mais, elle permettra de savoir, par le nombre d'activités d'apprentissage, dans quelle mesure chaque objectif général est mis en œuvre par chaque module, et de déterminer aussi l'emphase mis par le programme en général sur chacun des objectifs formulés.

Néanmoins, il est difficile de juger si un objectif général est suffisamment mis en œuvre par le programme, en se basant, uniquement sur l'analyse des tables de spécification et de la table génératrice des objectifs généraux. Il ne suffit pas de mettre en œuvre ou de maîtriser tous les objectifs spécifiques correspondant à un objectif général pour dire qu'il est travaillé ou qu'il est acquis par les élèves. L'acquisition d'un objectif général requiert, le plus souvent, une capacité de transfert et d'intégration des savoirs, sous forme d'une tâche globale et complexe qui ne peut être morcelée en plusieurs tâches élémentaires. Ce qui est l'une des principales critiques à l'approche dite par objectifs (§ 1.1.2.1.1).

*L'évaluation de l'action 6**** du plan rectifié 5* suggère de retenir les résultats obtenus et de passer à l'action 7 « *modération par des experts* » constituée de quatre pas (voir table 3.9).

La modération est définie comme étant un exemple de critère que des chercheurs et observateurs considèrent nécessaire pour un développement professionnel efficace et à long terme (Thier & Daviss, 2001). Elle est mise au point à base d'une recherche conçue par des spécialistes et guidée par des professeurs et consiste à impliquer les professeurs dans la recherche (formulation de critères communs d'évaluation, par exemple) en leur permettant d'avoir une vision plus critique sur l'efficacité des activités et des matériels didactiques ainsi que sur le système d'évaluation du projet (Thier & Daviss, 2001).

Dans le cas de notre étude, la modération consiste à impliquer des experts sélectionnés parmi les professeurs et les membres de l'équipe du projet, dans la formulation des objectifs du programme –lesquels serviront par la suite à établir les critères d'évaluation de l'apprentissage des élèves–.

Pour cela, il a été question de définir un échantillon d'experts pour la modération (1^{er} pas de l'action 7). Ensuite il a fallu construire les outils de la modération, notamment les questionnaires qui sont soumis aux experts de l'échantillon selon des critères bien établis et prévoir un entretien avec l'expert au moment de recueillir le questionnaire (2^{ème} pas de l'action 7). L'entretien a pour objectif d'apporter des explications et d'argumenter les réponses des experts au questionnaire. Les résultats obtenus sont analysés (3^{ème} pas de l'action 7) dans le but de reformuler les objectifs spécifiques des modules de l'échantillon et les objectifs généraux du programme en tenant compte des remarques, suggestions et critiques des experts de modération (4^{ème} pas de l'action 7).

Le *1^{er} pas de l'action 7 du plan rectifié 5* consiste à définir la population d'experts pour la modération et d'en sélectionner un échantillon pour la modération des objectifs spécifiques formulés pour les 4 modules étudiés et des objectifs généraux formulés pour tout le programme APQUA scolaire 12-16. Pour cela, il est nécessaire de répondre à trois questions principales qui déterminent les trois phases du processus de définition et de sélection de l'échantillon.

1^{ère} phase : Qui va modérer ?

Il s'agit de déterminer la population totale des personnes parmi lesquelles on va sélectionner celles qui seraient capables de modérer les objectifs -spécifiques et généraux- formulés. Cette population est divisée en deux groupes :

- experts en **développement et formation**. Ce groupe est constitué par les membres de l'équipe du projet. qui sont impliqués dans le développement des modules et la réalisation des sessions pilotes et/ou dans la formation des professeurs à l'application en classe. On se référera au groupe des « experts en développement et formation » par **EXPDF**.
- experts en **application en classe**. Ce groupe est constitué par les professeurs de l'enseignement secondaire qui ont utilisé et/ou continuent à utiliser les modules du programme avec leurs élèves en classe. On se référera au groupe des « experts en application en classe » par **EXPAA**.

Une fois définie la population totale disponible dans le cas des deux groupes EXPDF et EXPAA, il est question d'établir des critères de sélection pour déterminer l'échantillon d'experts qui vont participer effectivement à la modération des objectifs -spécifiques et généraux- formulés.

Les membres du groupe EXPDF ont, généralement, une connaissance plus profonde soit de la totalité ou bien d'une partie des modules étudiés. En plus, puisque le projet dispose d'une équipe assez réduite, tous les membres de cette équipe feraient partie de l'échantillon d'experts EXPDF sans nécessité de définir des critères de sélection.

Par contre, dans le cas des experts EXPAA, il est nécessaire, d'établir des critères de sélection qui permettent de garantir que les experts connaissent assez bien les modules du programme et qu'ils s'en rappellent encore dans le cas où ils auraient cessé de les utiliser. Les critères relatifs à cette phase devraient fixer un nombre minimal de fois que les professeurs sélectionnés auraient appliqué des modules du programme ainsi que la dernière année à partir de laquelle ces professeurs n'auraient plus utilisé aucun des modules. L'échantillon comportera :

- des professeurs qui auraient appliqué les modules du programme APQUA scolaire 12-16 un maximum de fois dans leurs classes
- des professeurs qui auraient cessé d'utiliser les modules du programme depuis une année relativement récente.

N.B : les critères de sélection appliqués dans la 2^{ème} et 3^{ème} phase concernent uniquement les experts du groupe EXPAA.

2^{ème} phase : Qui va modérer les modules de l'échantillon ?

Le but de cette phase est de sélectionner parmi les experts choisis en 1^{ère} phase, ceux qui connaissent le mieux les modules qui nous intéressent. Pour ce faire, les critères de sélection devraient indiquer :

- le nombre minimal de fois qu'un expert aurait utilisé un module donné pour qu'il participe à la modération de ses objectifs spécifiques.
- le nombre minimal de modules, parmi ceux qui constituent l'échantillon de notre étude, qui devraient être utilisés par un expert pour qu'il puisse modérer les objectifs généraux du programme.

3^{ème} phase : Qui va modérer quoi ?

Le but de la 3^{ème} phase de sélection est de décider quels sont les experts qui vont modérer chacun des modules tout en optimisant ce choix de manière à ce que le même expert puisse modérer le maximum de modules possible. Ce qui consiste à appliquer les critères suivants :

- donner priorité aux experts qui pourraient modérer le plus grand nombre de modules à la fois.
- fixer un nombre minimal d'experts par module.

Le 2^{ème} *pas de l'action 7* du plan rectifié 5 porte sur la construction et application d'outils pour la modération. Il s'agit principalement de concevoir un questionnaire qui sera remis aux experts sélectionnés dans le 1^{er} pas et de prévoir un **interview individuel et non structuré** avec ceux qui y auraient répondu.

Le but du questionnaire est de recueillir des données sur l'avis des experts à propos des objectifs formulés à l'aide des items suivants (voir annexe 7) :

- un item qui permet d'obtenir une évaluation quantitative, sur une échelle de 1 à 10, de chaque objectif –spécifique ou général- formulé
- un item pour recueillir des suggestions relatives à la façon de rédiger les objectifs
- un item qui permet aux experts de proposer des objectifs supplémentaires
- un item qui permet de vérifier si effectivement les objectifs généraux formulés pour le programme synthétisent les objectifs spécifiques des modules à partir desquels ils sont induits.

Quant à l'interview, il a pour objectif de recueillir plus d'informations concernant les réponses des experts aux différents items du questionnaire, notamment la justification des évaluations quantitatives et d'autres commentaires utiles (voir annexe 8).

L'application des outils de la modération se fait en trois étapes :

- prise de contact avec les experts EXPDF et EXPAA de l'échantillon afin d'avoir leur accord sur la participation à la modération des objectifs formulés et de fixer un rendez-vous pour la remise du questionnaire
- remise du questionnaire (items + listes d'objectifs + table génératrice des objectifs généraux) aux participants, explication des différents items et proposition d'une date et d'une heure pour la reprise du questionnaire et la réalisation de l'entretien
- recueil du questionnaire et réalisation de l'entretien

Le 3^{ème} *pas de l'action 7* du plan rectifié 5 consiste à organiser l'information recueillie par le 2^{ème} pas et à effectuer l'analyse quantitative et qualitative des résultats obtenus. Ainsi, l'information recueillie par le questionnaire est organisée par items en séparant entre les items de caractère quantitatif de ceux de caractère qualitatif. Quant aux entretiens, ils sont enregistrés et transcrits. Ensuite, l'information recueillie est organisée en différentes catégories et utilisée pour interpréter les items quantitatifs du questionnaire.

Le 4^{ème} *pas de l'action 7* du plan rectifié 5 consiste à reformuler les objectifs spécifiques des modules de l'échantillon et les objectifs généraux du programme en tenant compte des résultats obtenus par le 3^{ème} pas de l'action 7. Grâce à la triangulation

de l'information recueillie par l'analyse de documents écrits du programme, le questionnaire et par l'entretien, on obtient la version définitive des objectifs spécifiques d'un échantillon représentatif de modules et des objectifs généraux du programme.

L'évaluation de l'action 7 du plan rectifié 5 n'introduit pas d'actions supplémentaires et suggère de retenir le résultat obtenu et de proposer le plan rectifié 5 comme modèle de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16.

3.3 Formulation et analyse de cohérence d'objectifs spécifiques et généraux : Le modèle

Le processus de construction du modèle de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs spécifiques et généraux du programme APQUA scolaire 12-16 est basé sur un plan constitué de 7 actions principales et chacune de ces actions comporte plusieurs pas tels qu'on peut le voir sur la table 3.16.

La mise en marche de ces actions est toujours suivie d'une évaluation et révision des résultats obtenus au bout de chaque action. Le modèle de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs spécifiques et généraux tient compte aussi bien des actions planifiées que de leur évaluation. Cette dernière fait que le modèle comporte plusieurs cycles et que les résultats obtenus se présentent en plusieurs versions (figure 3.5).

En conclusion, la méthodologie suivie pour la formulation et l'analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16 est représentée par le modèle de la figure 3.5. Comme nous l'avons signalé dans l'introduction de ce chapitre, cette méthodologie est constituée de trois phases principales (formulation, analyse de cohérence interne et analyse de cohérence externe par modération) qui se décomposent, chacune en plusieurs étapes. Mais, ces étapes ne pouvaient pas être déterminées à l'avance. Donc, il a fallu construire, pas à pas, le modèle de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs du programme. Une fois terminé le processus de construction, le modèle obtenu comporte sept étapes principales.

La première étape du modèle de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16 consiste à recueillir des données à partir de l'analyse de documents écrits du programme. Pour cela, il a fallu sélectionner, d'abord, un échantillon représentatif de modules. Ensuite, on a listé les activités d'apprentissage du premier module de l'échantillon et on a recueilli, par un brainstorming, des données supplémentaires concernant les contenus de type attitudinal qui se travaillent dans ce module.

La deuxième étape est le cœur de notre modèle puisqu'elle permet de formuler la première version des objectifs spécifiques d'un module de l'échantillon. Pour y arriver, il a fallu organiser l'information recueillie dans l'étape précédente sous forme de contenus d'apprentissage et d'en induire les objectifs communs et concrets des unités du module. Et c'est à partir de ces derniers qu'on a induit les objectifs spécifiques de tout le module.

Quant à la troisième étape, elle consiste à classer les objectifs spécifiques obtenus dans la deuxième étape selon des catégories bien définies en donnant lieu à leur deuxième version.

Plan de formulation et analyse de cohérence d'objectifs spécifiques et généraux	
Action 1 : Recueil de données	
1 ^{er} pas :	Choix d'un échantillon représentatif des modules du programme
2 ^{ème} pas :	Etude et analyse de documents écrits
3 ^{ème} pas :	Listage des activités d'apprentissage de l'un des modules de l'échantillon
4 ^{ème} pas :	Brainstorming sur les contenus du module
Action 2 : Organisation des données	
1 ^{er} pas :	Regroupement et définition d'indicateurs pour les contenus attitudinaux
2 ^{ème} pas :	Formulation des contenus de chaque unité du module choisi
3 ^{ème} pas :	Induction et formulation des objectifs concrets des unités du module
4 ^{ème} pas :	Identification des objectifs concrets communs à toutes les unités
5 ^{ème} pas :	Induction et formulation des objectifs spécifiques du module choisi
Action 3 : Catégorisation	
1 ^{er} pas :	Catégorisation des objectifs spécifiques du module
Action 4 : Cohérence	
1 ^{er} pas :	Codification des activités d'apprentissage, des contenus, des objectifs concrets et communs et des objectifs spécifiques
2 ^{ème} pas :	Construction de la table de spécification
3 ^{ème} pas :	Analyse quantitative et qualitative de la table de spécification
4 ^{ème} pas :	Remise en question des contenus, objectifs concrets et communs et des objectifs spécifiques du module

Action 5 : Application et transfert	
1 ^{er} pas :	Application des actions 1 et 2 et transfert de leurs résultats à d'autres modules
2 ^{ème} pas :	Transfert des catégories et du système de codification définis pour le module analysé aux autres modules de l'échantillon
3 ^{ème} pas :	Application des actions 3 et 4 aux autres modules de l'échantillon

Action 6 : Généralisation	
1 ^{er} pas :	Identification des objectifs spécifiques communs à tous les modules
2 ^{ème} pas :	Induction des objectifs généraux du programme à partir des objectifs spécifiques des modules d'un échantillon représentatif du programme
3 ^{ème} pas :	Regroupement des objectifs induits en objectif-synthèse
4 ^{ème} pas :	Formulation des objectifs généraux du programme à partir des objectif-synthèse
5 ^{ème} pas :	Extrapolation de l'action 4 au cas des objectifs généraux

Action 7 : Modération	
1 ^{er} pas :	Définition de l'échantillon des experts de la modération
2 ^{ème} pas :	Construction et application des outils de la modération
3 ^{ème} pas :	Analyse des résultats obtenus par la modération
4 ^{ème} pas :	Reformulation des objectifs spécifiques des modules de l'échantillon et des objectifs généraux du programme

Table 3.16. Les actions et les pas mis en œuvre dans le processus de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs spécifiques et généraux du programme APQUA scolaire 12-16.

La quatrième étape a pour but d'analyser la cohérence entre les objectifs spécifiques formulés et les activités d'apprentissage. Ceci est réalisé au moyen d'une table de spécification dont la construction permet de refaire le chemin inverse depuis les objectifs spécifiques jusqu'aux activités d'apprentissage en passant par les objectifs communs et concrets des différentes unités du module et de leurs contenus. Le résultat de cette quatrième étape du modèle est la deuxième version des contenus et des objectifs communs et concrets des unités ainsi que la troisième version des objectifs spécifiques des modules (voir figure 3.5).

Ensuite, la cinquième étape est consacrée à appliquer les mêmes étapes précédentes aux autres modules de l'échantillon en transférant l'information déjà disponible, comme les contenus attitudeux, la forme de rédiger les objectifs spécifiques et leurs catégories déjà définies.

La sixième étape du modèle est aussi centrale que la deuxième. Elle permet, d'abord, d'induire les objectifs généraux de tout le programme à partir des objectifs spécifiques d'un échantillon de modules. Ensuite, ces objectifs induits sont regroupés en objectif-synthèse à partir desquels on formule, la première version d'objectifs généraux. Finalement, une reconsidération de la rédaction de ces objectifs conduit à une deuxième version améliorée. L'analyse de cohérence interne entre les objectifs généraux du programme et les objectifs spécifiques des modules est réalisée au moyen d'une table génératrice des premiers objectifs à partir des seconds.

Enfin, la dernière étape de notre modèle est une modération par des experts des objectifs spécifiques et généraux obtenus. Il s'agit, de définir l'échantillon d'experts, de construire et d'appliquer des outils pour la modération (questionnaire et entretien) et d'analyser les résultats afin d'en tirer des conclusions sur les objectifs spécifiques et généraux formulés. De cette manière on obtient les versions définitives de ces objectifs (voir figure 3.5).

3.4 Modèle de formulation et analyse de cohérence d'objectifs spécifiques et généraux : Intérêt et limitations

Le modèle élaboré pour la formulation et analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16 présente un intérêt sur le plan méthodologique, mais il est aussi contraint par un nombre de difficultés et de limitations.

L'un des apports importants de ce modèle, en plus de l'obtention des objectifs spécifiques des modules et généraux du programme, ce sont les indicateurs établis pour repérer les contenus attitudeux travaillés dans les différents modules. La définition de tels indicateurs présente un intérêt particulier pour l'évaluation éventuelle (des acquis ou de l'exécution) du programme APQUA scolaire 12-16. En plus, ils montrent aussi que les contenus attitudeux, et par conséquent, les objectifs qui en découlent, ne sont pas indépendants les uns des autres.

Cependant, ces indicateurs devraient être actualisés, à chaque fois, suivant le module analysé. Ce qui constitue une limitation quant au transfert des données obtenus pour le premier module analysé aux autres modules. Il en est de même aussi pour les contenus attitudeux dans le sens où un module donné puisse travailler d'autres contenus attitudeux qui n'auraient pas été considérés dans le premier module analysé.

Le modèle permet aussi à travers les tables de spécification de remonter le chemin inverse depuis les objectifs spécifiques jusqu'aux activités d'apprentissage qui

ont conduit à leur formulation. Ce qui permet d'analyser la cohérence interne entre les objectifs spécifiques formulés et les activités proposées pour leur mise en œuvre.

En effet, l'analyse qualitative des tables de spécification permet de savoir, si pour chaque objectif spécifique formulé pour le module, il existe effectivement des activités d'apprentissage qui correspondent à cet objectif. Quant à l'analyse quantitative, elle permet de déterminer le nombre exact de ces activités et de décider si ce nombre est suffisant pour retenir l'objectif en question ou le désapprouver. D'autres types d'analyses qualitatives et quantitatives peuvent être envisagées aussi, comme, par exemple, la détermination de la contribution de chaque unité du module aux objectifs spécifiques. Ainsi, il serait possible de localiser les unités qui contiennent le plus grand nombre d'activités d'apprentissage correspondant à un objectif donné et celles qui le travaillent moins. Or, ceci présente certaines limitations.

Des fois, il est difficile de discerner entre deux ou plusieurs activités d'apprentissage et on se voit obligé de les lister en une seule. D'un autre côté, le degré de complexité des activités correspondant à un objectif spécifique donné et le degré d'explicitation de l'objectif font que la comparaison quantitative soit insuffisante pour juger s'il est raisonnablement travaillé par le module. L'importance d'un objectif et le degré de sa mise en œuvre sont non seulement déterminés par la quantité des activités réalisées, mais, aussi par la qualité de ces activités.

Ce raisonnement est également valable pour les objectifs généraux du programme aussi bien en termes de leur mise en œuvre qu'en termes d'évaluation des acquis des élèves. Il ne suffit pas de mettre en œuvre ou de maîtriser tous les objectifs spécifiques correspondant à un objectif général pour dire qu'il est travaillé ou qu'il est acquis par les élèves. L'acquisition d'un objectif général requiert le plus souvent une capacité de transfert et d'intégration des savoirs, sous forme d'une tâche globale et complexe qui ne peut être morcelée en plusieurs tâches élémentaires. Ces deux dernières limitations sont, d'ailleurs, parmi les principales critiques à l'approche par objectifs, tel qu'il a été déjà signalé dans la section § 1.1.2.1.1 du premier chapitre.

C'est pourquoi, une modération par des experts, des objectifs formulés, s'avère nécessaire pour juger s'ils sont suffisamment mis en œuvre, que ce soit du point de vue des développeurs du programme ou de ses utilisateurs. Cette modération a, pourtant, ses limitations aussi, comme, par exemple, la subjectivité des développeurs du programme ou l'habitude de confondre, chez les professeurs, entre l'importance qu'ils accordent eux-même à un objectif donné et le degré de sa mise en œuvre par les matériels qu'ils utilisent.

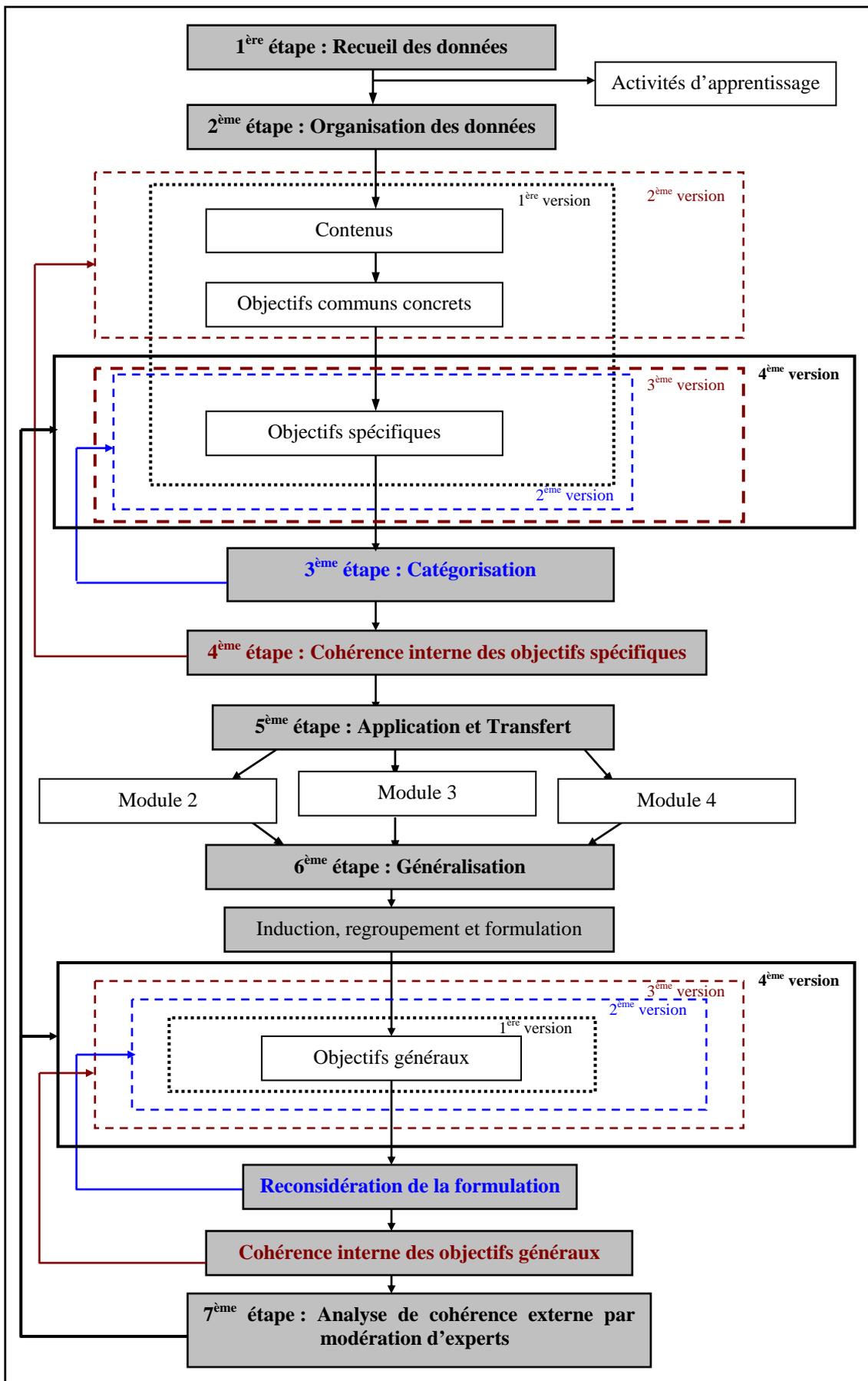


Figure 3.5. Modèle de formulation et d'analyse de cohérence d'objectifs spécifiques et généraux.

4. Résultats et discussion

4.1 Introduction

4.2 Formulation des objectifs spécifiques des modules

4.2.1 Les objectifs concrets et communs des unités

4.2.2 Les objectifs spécifiques des modules

4.3 Analyse de cohérence interne des objectifs spécifiques des modules

4.3.1 Introduction

4.3.2 Les tables de spécification des modules

4.4 Formulation des objectifs généraux du programme

4.5 Analyse de cohérence interne des objectifs généraux du programme

4.6 Analyse de cohérence externe par modération d'experts

4.6.1 Introduction

4.6.2 Définition de l'échantillon d'experts de modération

4.6.3 Résultats de l'application des outils de modération

4.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons les résultats de la recherche en distinguant entre les trois grandes phases de celle-ci :

- 1) formulation des objectifs spécifiques des modules et généraux du programme APQUA scolaire 12-16
- 2) analyse de cohérence interne entre les objectifs spécifiques formulés et les activités d'apprentissage, et entre les objectifs généraux du programme et les objectifs spécifiques des modules
- 3) analyse de cohérence externe par modération d'experts et reformulation des objectifs spécifiques des modules et généraux du programme APQUA scolaire 12-16.

Comme nous l'avons déjà vu dans le chapitre précédent (§ 3.2.1), la formulation des objectifs concerne non seulement les objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16, mais, aussi les objectifs spécifiques des différents modules analysés dans cette étude ainsi que les objectifs concrets et communs des unités qui constituent ces modules.

Ainsi, dans le cadre de la formulation, nous présenterons, tout d'abord, les résultats relatifs aux objectifs concrets des unités, suivis des objectifs spécifiques des modules, puis des objectifs généraux du programme.

Or, pour la formulation des objectifs concrets et communs des unités, nous avons, tout d'abord, listé les activités d'apprentissage et les contenus de ces unités. Tous les deux seront analysés dans le cadre de la sous-section consacrée à la présentation et discussion des résultats de la formulation des objectifs concrets et communs des unités (§ 4.2.1.1 et § 4.2.1.2).

Dans le cadre de l'analyse de cohérence interne, nous présenterons les résultats de l'analyse quantitative et qualitative des tables de spécification des quatre modules et de l'analyse qualitative de la table génératrice des objectifs généraux du programme.

Finalement, les résultats de l'analyse de cohérence externe font référence à ceux de l'application des outils de la modération par des experts, à savoir le questionnaire et l'entretien. Après l'analyse et discussion de ces résultats, nous présenterons, comme conclusion, les versions définitives correspondant à la reformulation des objectifs spécifiques des modules et généraux du programme.

4.2 Formulation des objectifs spécifiques des modules

4.2.1 Les objectifs concrets et communs des unités

Les objectifs concrets des unités didactiques qui constituent les différents modules de l'échantillon (voir § 3.2.2.1.2) sont obtenus à partir de la deuxième étape du modèle de formulation et d'analyse de cohérence d'objectifs spécifiques et généraux décrit dans le chapitre précédent (voir figure 3.5). Or, le modèle précise que l'obtention des objectifs concrets d'une unité donnée est passé, d'abord, par la formulation des différents types de contenus (concepts, procédures, ou attitudes, valeurs et normes) qu'on travaille dans cette unité. Ces contenus sont, à leur tour, obtenus à partir d'un listage des activités d'apprentissage et d'une session de brainstorming sur les contenus de type attitudinal à laquelle ont participé des membres de l'équipe du projet APQUA (voir figure 3.5). Cette session a été organisée une seule fois au moment de la formulation des contenus du module DC (premier module analysé). Ensuite, les résultats obtenus ont été transférés aux autres modules de l'échantillon.

Dans cette section, nous commenterons, d'abord, les résultats relatifs aux activités d'apprentissage listées pour chacune des unités des quatre modules du programme APQUA scolaire 12-16 analysés. Ensuite, nous analyserons les contenus de ces unités et, enfin, les objectifs concrets formulés pour chacune ainsi que les objectifs communs aux unités de chaque module.

4.2.1.1 Les activités d'apprentissage

Les activités d'apprentissage listées dans l'annexe 1, sont formulées à partir de la lecture des guides du professeur de quatre modules du programme APQUA scolaire 12-16 : le module « Solutions et pollution » (DC), le module « Pollution de l'eau souterraine de Vallfrondosa » (CV), le module « Gestion des détritits » (GR) et le module « Les plastiques dans notre société » (PL).

La première étape du modèle de formulation et analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16 (figure 3.5), a permis de formuler 865 activités d'apprentissage au total, dont 159 pour le module DC, 218 pour le module CV, 296 pour le module GR et 192 correspondent au module PL. Ces activités sont présentées dans les annexes 1.1, 1.2, 1.3 et 1.4, respectivement.

Bien que ces activités ont été à la base du processus de formulation des objectifs spécifiques des modules, l'analyse détaillée que nous présentons dans la suite de cette sous-section ne fait pas partie de ce processus. Néanmoins, elle permet d'avoir une idée sur de possibles caractéristiques du programme et de mieux connaître ses aspects méthodologiques. C'est une forme aussi d'analyse de cohérence du programme, du point de vue méthodes de travail.

Pour cela, nous avons choisi des critères de sélection qui ont été utilisés, dans une étude antérieure, pour construire des grilles d'observation de classe (El Boudamoussi, 2000 ; 2001). Ces critères permettent de classer les activités d'apprentissage listées pour les quatre modules de l'échantillon, en quatre catégories :

- 1) Le professeur en action
- 2) L'élève en action, seul
- 3) L'interaction professeur-élèves
- 4) L'interaction élève-élève

La première catégorie correspond aux activités réalisées par le professeur, soit sous forme d'explications, de démonstrations ou de supervision des élèves lors de la réalisation des expériences. Par exemple :

CVa1.21 « *Le professeur montre aux élèves comment ils doivent enregistrer leurs prédictions dans le tableau de données de la feuille de travail C.V. 1.3* »

GRa2.45 « *Le professeur apporte de l'aide aux élèves qui en ont besoin et vérifie qu'ils ont monté correctement le modèle simulé de décharge non contrôlée* »

Les activités réalisées par l'élève, dans le cadre de la deuxième catégorie consistent, généralement, à lire des procédures expérimentales, à observer et enregistrer des données expérimentales et à répondre par écrit aux questions qui figurent sur sa feuille de travail, de façon individuelle. Par exemple :

DCa5.16 « *Les élèves répondent aux questions de la feuille de travail DC 5.01 qui portent sur le nombre de gouttes nécessaires d'une base pour neutraliser un nombre donné de gouttes d'un acide* »

PLa2.8 « *Les élèves lisent la feuille de travail PL 2.1* »

Dans la troisième catégorie, l'interaction entre le professeur et l'élève a lieu lorsque le professeur pose des questions aux élèves et lorsqu'il leur demande de rapporter les observations qu'ils auraient notées dans le guide de l'élève, ou leurs réponses aux questions qui figurent sur leurs feuilles de travail. Par exemple :

DC5.27 « *Le professeur demande aux élèves si l'ammoniac commercial était un acide ou une base et les élèves répondent* »

GRa1.16 « *Le professeur commente avec les élèves les types de détritrus engendrés par les différents services de leur localité* »

Enfin, la quatrième catégorie correspond à l'interaction entre les élèves durant la réalisation des expériences en groupes de deux, la mise en commun des résultats obtenus par tous les groupes de la classe, ou pendant la simulation de débats publiques (à l'exception du module DC). Par exemple :

CVa4.11 « Les élèves, en groupes de 4 discutent brièvement les réponses que chacun d'eux a enregistré dans la feuille de travail C.V. 3.3 et ils consultent la feuille de travail C.V. 4.1 pour décider quels sont les trois puits qu'ils voudraient analyser en premier »

GRa6.20 « Les élèves qui représentent les exposants dans la réunion simulée font leurs présentations et le professeur donne le tour aux questions et commentaires »

Les figures 4.1, 4.2, 4.3 et 4.4 représentent les pourcentages des activités d'apprentissage dans chacune de ces quatre catégories, pour les modules DC, CV, GR et PL, respectivement.

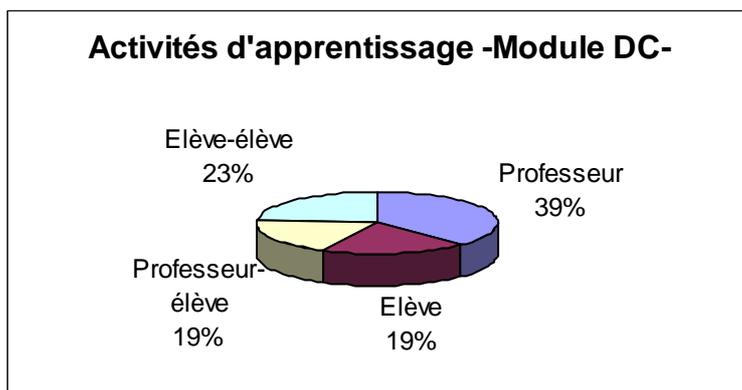


Figure 4.1. Les différents types d'activités d'apprentissage dans le module DC.

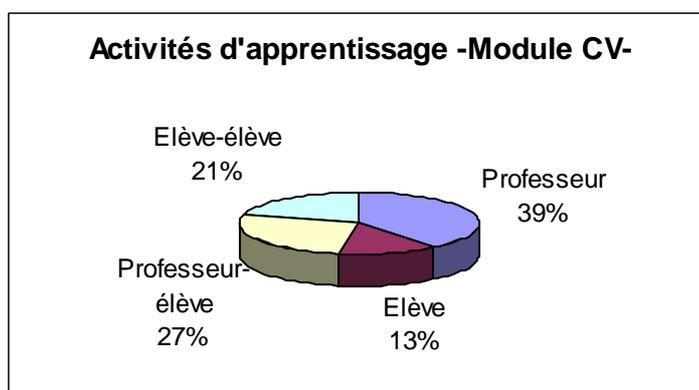


Figure 4.2. Les différents types d'activités d'apprentissage dans le module CV.

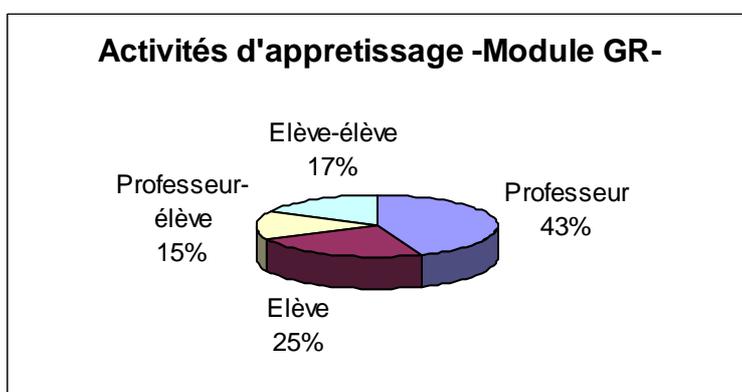


Figure 4.3. Les différents types d'activités d'apprentissage dans le module GR.

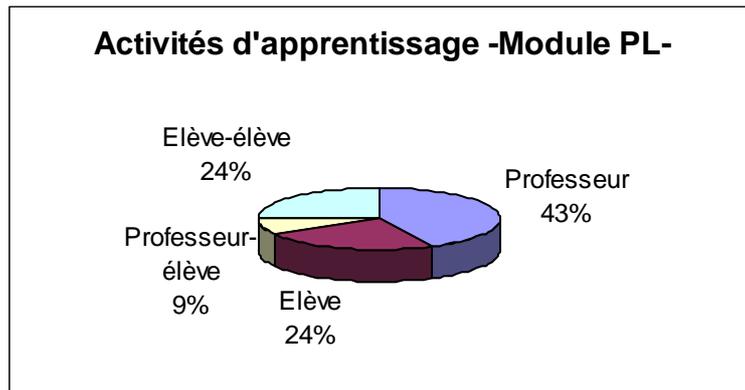


Figure 4.4. Les différents types d'activités d'apprentissage dans le module PL.

On constate, d'après ces figures, que l'élève est impliqué dans plus de 50% des activités d'apprentissage listées pour chacun des quatre modules analysés. Ainsi, sur un total de 159 activités listées pour le module DC, 39% sont réalisées par le professeur et 61% sont effectuées par l'élève, soit individuellement (19%), soit en interaction avec le professeur (19%) ou avec ses pairs (23%).

Dans le cas du module CV, on retrouve le même pourcentage d'activités réalisées par le professeur (39%) d'un total de 218 activités listées pour ce module. Le reste des activités correspondent à l'activité individuelle de l'élève avec un pourcentage de 13%, à son interaction avec le professeur (27%) et avec ses pairs (21%).

Quant au module GR, 43% d'un total de 297 activités d'apprentissage, sont réalisées par le professeur et 57% par l'élève. Ces dernières se répartissent en 25% effectuées par l'élève de manière individuelle, 15% en interagissant avec le professeur et 17% en le faisant avec les autres élèves.

Enfin, les activités du professeur dans le module PL forment un 43% d'un total de 193 activités listées pour ce module. Tandis que celles de l'élève constituent 57% du total des activités dont 24% sont réalisées de manière individuelle, 9% en interaction avec le professeur et 24% en interaction avec les autres élèves.

La figure 4.5 suivante nous permet de faire une comparaison entre les modules de l'échantillon.

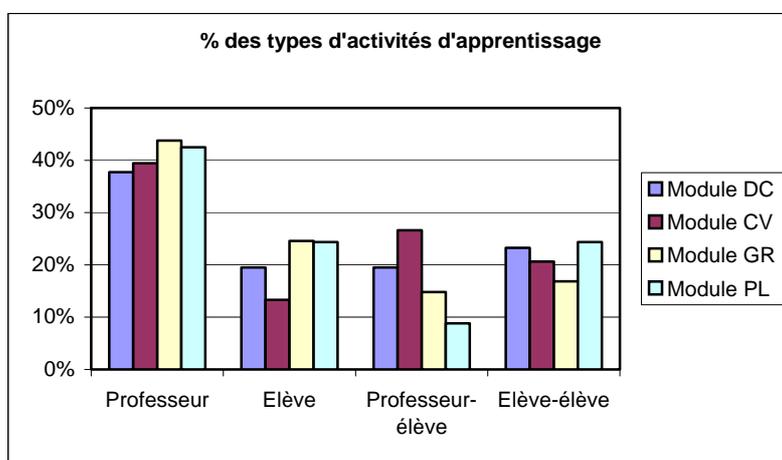


Figure 4.5. Pourcentage de chaque type d'activités par module.

La figure 4.5 montre que le pourcentage des activités réalisées par le professeur est presque le même dans les quatre modules de l'échantillon (40% en moyenne avec un écart type de $\pm 3\%$). Ce qui indique que les activités où s'implique l'élève représentent approximativement 60% du total des activités d'apprentissage proposées par les modules. En effet, le pourcentage des activités effectuées par l'élève individuellement est de 22% en moyenne avec un écart type de $\pm 2\%$. On constate, cependant, que l'élève travaille plus en interaction avec le professeur et avec ses pairs que seul, dans le cas du module CV. L'interaction entre l'élève et le professeur est de 17% approximativement, en moyenne avec un écart type de $\pm 7\%$. Ce qui s'explique par le fait que ce type d'activités varie beaucoup d'un module à l'autre. On remarque qu'il est moins mis en œuvre dans le module PL (moins de 10%) et plus important dans le module CV (plus de 20%). Enfin, le pourcentage des activités où l'élève interagit avec ses camarades de classe est de 22% en moyenne, avec un écart type de $\pm 5\%$. Celui-ci, est dû à ce que le module GR présente le pourcentage le plus faible de ce type d'activités (17%) en comparaison avec les modules DC, CV et PL qui présentent des pourcentages de 23%, 21% et 24 % respectivement.

Pour conclure, on peut dire que le programme APQUA scolaire 12-16 propose des activités d'apprentissage qui insistent sur l'activité de l'élève, en général, soit réalisée de façon individuelle, en interaction avec le professeur ou avec ses camarades. Sauf que certains modules promeuvent plus le travail de groupe, le débat et la discussion en classe (module CV, par exemple), et d'autres mettent plutôt l'accent sur l'interaction avec le professeur (module PL, par exemple) ou sur le travail individuel de l'élève (module GR, par exemple).

Les activités réalisées par l'élève de façon individuelle, dans les modules du programme APQUA scolaire 12-16, consistent généralement à lire des textes, à observer et à enregistrer des données expérimentales. Mais, l'élève réfléchit aussi et répond individuellement à des questions qui portent sur les résultats des expériences réalisées en groupe. Le travail individuel de l'élève est essentiel pour tout processus d'apprentissage et lui permet de formuler ses propres idées avant de s'engager dans une discussion ou un débat. Ce qui est considéré comme essentiel pour arriver à un consensus entre les élèves par la suite (Beeth et Hewson, 1999). C'est aussi une manière d'éviter la tendance vers une attitude passive chez certains élèves lorsqu'ils travaillent en groupe, surtout lorsque la répartition des tâches à assumer au sein du groupe est plutôt implicite.

L'interaction de l'élève avec le professeur se fait surtout à travers les questions posées par celui-ci, soit pour aider les élèves à interpréter leurs résultats ou bien pour introduire des concepts scientifiques. Le professeur pose des questions aussi qui incitent les élèves à réfléchir et à prendre des décisions (EL Boudamoussi, 2000 ; 2001). Ces questions sont fondamentales dans l'approche Issue-Oriented-Science qui caractérise le programme (Thier & Nagle, 1994 ; Medir, 1995) et leur présence parmi les activités d'apprentissage est en accord avec la vision de la science comme « processus continu de se poser des questions plutôt qu'un ensemble de réponses à mémoriser » qui est adoptée par le programme (Abelló, 1998). Cette vision, à base de laquelle on a développé les matériels didactiques dont APQUA fait partie est connue sous le nom de « Guided-Inquiry » (Thier & Daviss, 2001).

Quant à l'interaction de l'élève avec ses pairs, elle se manifeste, dans les modules du programme, à travers le travail en groupes de deux lors de la réalisation des expériences, le partage du matériel avec un autre groupe de deux élèves, la mise en

commun des résultats obtenus par les expériences réalisées et la prise de décisions communes au sein de la classe.

La réalisation des expériences en groupe réduit de deux ou de quatre permet aux élèves de discuter, d'abord, leurs interprétations de la manière dont ils réaliseront la procédure indiquée par la feuille de travail (voir annexe 10) et, ensuite, les résultats obtenus. Ces discussions les conduisent à prendre des décisions au niveau du groupe. La mise en commun des résultats facilite la comparaison entre les différents groupes. Ainsi, les élèves se rendent compte que les résultats expérimentaux diffèrent d'un groupe à l'autre bien qu'ils aient utilisé les mêmes produits chimiques, par exemple, ou les mêmes concentrations. Le professeur saisit, alors, ces occasions pour introduire la notion de « variables » qui peuvent affecter les résultats d'une expérience ou bien pour montrer aux élèves que le résultat expérimental c'est ce qu'ils observent et non pas ce qu'ils devraient observer. L'existence de déviations par rapport aux résultats d'un autre groupe doit être vu comme un phénomène tout à fait normal des démarches scientifiques. La question est de chercher les raisons de ces déviations et de trouver des explications surtout dans le cas où les résultats d'un groupe donné diffèrent complètement de la tendance générale de toute la classe.

Enfin, pour prendre des décisions communes au sein de la classe, les modules analysés (à l'exception du module DC) proposent des activités où les élèves représentent des personnages qui simulent une assemblée publique ou commission environnementale. Ces personnages sont amenés à exposer leurs points de vue et à débattre une question où on tient compte d'aspects scientifiques et technologiques, environnementaux et économiques pour prendre une décision « sociale ».

Si on s'intéresse aux activités réalisées par le professeur dans le cadre des modules du programme APQUA scolaire 12-16, on constate qu'elles consistent à introduire une problématique en relation avec les produits chimiques au début du module (DCa1.3 ; CVa1.1, CVa1.3 ; PLa1.1 ; GRa1.1), expliquer des concepts nouveaux (ex : DCa1.4 ; CVa1.18), faire des démonstrations (ex : CV2.14 ; GRa3.5), distribuer le matériel pour la réalisation des expériences (ex : DCa1.9), conseiller aux élèves de lire les normes d'usage de ce matériel (ex : DCa1.8 ; DCa2.16), guider les élèves dans leur travail (ex : DCa4.18), leur faciliter la récupération des détritres engendrés et le nettoyage du matériel (ex : GRa2.47) et les encourager à expliquer les résultats obtenus par leurs expériences, à exposer et à défendre leurs points de vue (ex : CVa5.9) quoique ces dernières sont plutôt des activités d'interaction avec les élèves (ex : DCa7.5 ; PLa6.7 ; PLa6.11).

Vu les activités obtenues pour l'échantillon représentatif des modules du programme APQUA scolaire 12-16, nous nous demandons si ce résultat est satisfaisant pour les développeurs du programme : est-ce qu'ils considèrent la part consacrée à l'activité de l'élève comme satisfaisante par rapport à leurs attentes ? ou est-ce qu'ils s'attendaient à une activité de l'élève beaucoup plus accentuée et encore moins dirigée par le professeur ? quelles sont les implications de ce résultat pour la formation des professeurs ? pour la formation des formateurs ? et pour le développement des prochaines versions des modules du programme APQUA scolaire 12-16 ?

4.2.1.2 Les contenus

Les contenus des modules DC, CV, GR et PL analysés dans cette étude sont formulés à partir des activités d'apprentissage déjà listées pour chacune des unités

didactiques (annexes 1) et aussi à partir d'un brainstorming auquel ont participé des membres de l'équipe du projet APQUA, concernant les contenus de type attitudinal.

Les contenus des unités sont classés selon trois types qui correspondent à ceux qui figurent dans le curriculum officiel du *Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya* (1993). Ces trois types de contenus sont :

- Les faits, concepts, et systèmes conceptuels
- Les procédures
- Les attitudes, valeurs et normes.

La difficulté de formuler les contenus de type attitudinal dans le cas du premier module analysé « Solutions et pollution », a fait que la deuxième étape du modèle de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16 (figure 3.5) aboutisse à l'élaboration d'une pré-première version de contenus pour le module DC (annexe 2.1.1) avant d'obtenir la version 1 des contenus de ce module, listés dans l'annexe 2.1.2 (voir figure 4.6).

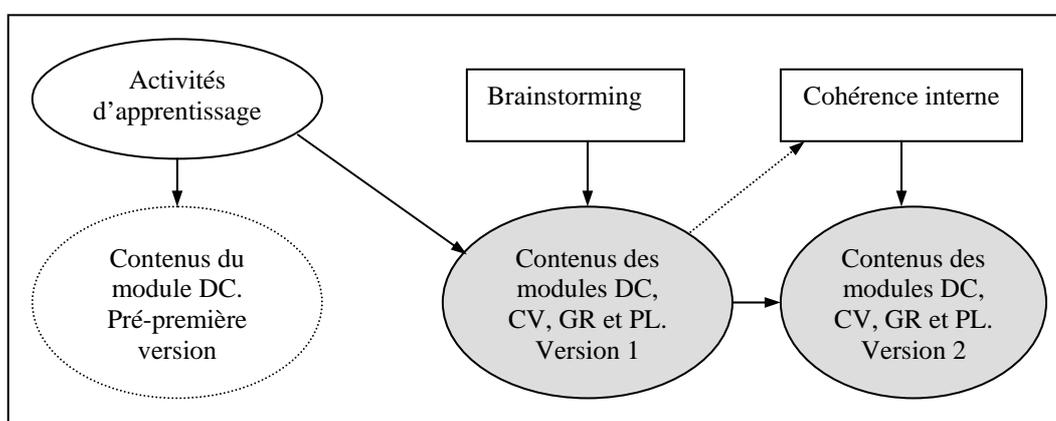


Figure 4.6. Versions des contenus formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.

Les contenus attitudinaux obtenus dans le cas du module DC sont directement transférés aux autres modules de l'échantillon lors de l'élaboration de la version 1 des contenus de ces modules (voir annexes 2.2.1, 2.3.1 et 2.4.1).

La troisième étape du modèle de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16 (figure 3.5), n'ayant pas d'effets sur la version 1 des contenus des modules, celle-ci est utilisée dans le cadre de la quatrième étape du modèle et a donné lieu à la version 2 de ces contenus.

Les versions 2 de contenus formulés pour les modules DC, CV, GR et PL sont présentés aux **annexes 2.1.3, 2.2.2, 2.3.2 et 2.4.2.**

Afin de formuler les contenus de type attitudinal pour le module DC, on a été amené à consulter les membres de l'équipe du projet APQUA lors d'une séance de brainstorming organisée à ce propos. Les données recueillies dans cette séance sont présentées dans l'encadré 4.1 :

Contenus attitudinaux. Recueil d'information par brainstorming.
1- Travail de groupe
2- Habitude de prendre des décisions fondées
3- Respect des opinions d'autrui -Attention aux opinions d'autrui
4- Responsabilité –Respect de la propreté et l'ordre du matériel expérimental
5- Responsabilité -respect des rôles assumés dans le groupe et en classe
6- Acceptation de normes pour la réalisation des expériences
7- Prise de conscience envers l'impact environnemental des activités humaines
8- Responsabilité envers les décisions sociales
9- Prise de décisions responsables
10-Esprit critique
11-Initiative propre

Encadré 4.1. Résultats du Brainstorming sur les contenus attitudinaux du module DC.

L'application de la deuxième étape du modèle de formulation et analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA 12-16 a permis d'organiser ces données de manière à pouvoir les utiliser pour identifier les contenus attitudinaux qui se travaillent dans le module DC. Pour ce faire, il a fallu, tout d'abord, faire des regroupements de l'information recueillie. Ces regroupements ont permis de réduire la liste des 11 contenus présentés dans l'encadré 4.1, à une liste de 6 contenus (encadré 4.2). Ensuite, pour chacun des contenus obtenus, on a défini des indicateurs afin d'identifier –s'il y'en a- les activités d'apprentissage à travers lesquelles, il est abordé. Finalement, nous avons opté pour l'emploi de l'expression « *pensée critique* » au lieu de « *esprit critique* », en considérant que c'est la traduction la plus appropriée au terme « *critical thinking* » utilisé dans la littérature anglophone et, par conséquent, dans le programme CEPUP dont APQUA est l'adaptation.

Pour définir les indicateurs représentés sur l'encadré 4.2, nous nous sommes référés au guide du professeur du module DC. Ainsi, pour le contenu 1 : « *Travail en groupe* », par exemple, nous avons repéré dans l'introduction du guide du professeur, que le programme adopte le modèle 4-2-1 du travail en groupe qu'il définit comme suit :

« *Dans les activités, le matériel du genre, flacons, réactifs, etc. est partagé par un groupe de quatre élèves, tandis que chaque deux élèves partagent un plateau [voir § 2.2.3 : le matériel expérimental]. Chaque élève possède un guide avec les feuilles de travail* » (APQUA, 1991 ; 1996).

Nous avons, donc, utilisé ces caractéristiques du modèle 4-2-1 pour définir les trois premiers indicateurs (désignés par 1.1, 1.2 et 1.3) du contenu « *travail en groupe* ». Ensuite, nous avons utilisé trois autres indicateurs parmi ceux qui sont cités par les participants au brainstorming, soit 1.4, 1.5 et 1.6 qui correspondent aux contenus 9, 3 et 5 respectivement sur l'encadré 4.1.

Nous avons suivi la même procédure pour obtenir les indicateurs des contenus 2, 3, 4, 5 et 6. C'est à dire en repérant certains indicateurs dans le guide du professeur et en utilisant d'autres qui figurent déjà sur l'encadré 4.1.

Contenus attitudeux. Regroupement et définition d'indicateurs.

1. Travail de groupe

- 1.1 Intégration dans des groupes de 2 et de 4 élèves
- 1.2 Commentaire de procédures expérimentales dans un groupe de 2 élèves
- 1.3 Utilisation commune du matériel expérimental dans un groupe de 2 et de 4 élèves
- 1.4 Prise de décisions au sein du groupe-classe
- 1.5 Attention aux opinions des camarades de groupe 2/4 et du groupe-classe
- 1.6 Prise en charge des rôles assumés au sein de groupes de 2 et de 4

2- Habitude de prendre des décisions fondées

- 2.1 Evaluation des pour et des contres
- 2.2 Mise en valeur des concessions
- 2.3 Mise en valeur des limitations de la science et de la technologie
- 2.4 Attention aux opinions des camarades de groupe 2/4 et du groupe-classe

3- Respect des opinions d'autrui

- 3.1 Manifestation de ses propres opinions
- 3.2 Attention aux opinions des camarades de groupe 2/4 et du groupe classe
- 3.3 Reconnaissance de l'existence de différents points de vue
- 3.4 Reconnaissance du fait qu'il n'existe pas une solution unique à un problème

4. Responsabilité et initiative

- 4.1 Lecture des normes écrites dans la feuille « Suggestions pour les expériences »¹⁹
- 4.2 Acceptation de normes pour la réalisation des expériences
- 4.3 Respect de la propreté et l'ordre du matériel expérimental
- 4.4 Prise en charge des rôles assumés au sein de groupes de 2 et de 4
- 4.5 Habitude de prendre des décisions fondées

5. Prise de conscience de l'impact environnemental des activités humaines

- 5.1 Réflexion et discussion sur les causes qui provoquent la pollution de l'environnement
- 5.2 Réflexion et discussion sur les conséquences de la pollution de l'environnement
- 5.3 Réflexion et discussion sur des solutions pour remédier à la pollution de l'environnement

6. Pensée critique

- 6.1 Observation et enregistrement de données dans le guide de l'élève
- 6.2 Analyse et interprétation de ces données
- 6.3 Réflexion sur la véracité des informations
- 6.4 Remise en question, recherche d'information et investigation
- 6.5 Reconnaissance de l'existence de différents points de vue
- 6.6 Prise de conscience de l'impact environnemental des activités humaines
- 6.7 Habitude de prendre des décisions fondées

Encadré 4.2. Regroupement et définition d'indicateurs pour l'identification des contenus attitudeux.

¹⁹ La feuille « suggestions pour les expériences » est disponible aussi bien dans le guide du professeur que dans le guide de l'élève. Mais, dans les séances de formation des professeurs, j'ai remarqué que les formateurs en font deux ou trois copies amplifiées qu'ils maintiennent dans un coin visible de la classe.

L'encadré 4.2 met en évidence que des mêmes indicateurs peuvent être présents dans plus d'un contenu attitudinal et que certains contenus peuvent servir comme indicateurs pour d'autres contenus plus globaux. Ce qui a déjà été illustré par des exemples dans le chapitre précédent (§ 3.2.2.2) et le résultat des regroupements effectués, en conséquence, a été représenté sur la figure 3.2. Il faut noter que ce résultat est celui qui a été accordé avec les juges (§ 3.1) après la présentation et la discussion de plusieurs autres versions différentes. La présentation de ces versions antérieures n'est pas jugé utile pour ce travail, mais nous tenons à préciser qu'on peut toujours opter pour d'autres regroupements possibles.

L'information recueillie et organisée selon la figure 3.2 a été transférée aux autres modules de l'échantillon. Ainsi, pour formuler les contenus attitudeux d'un module donné, nous avons cherché quels sont les indicateurs -parmi ceux de la figure 3.2- qui se trouvent dans le texte du guide du professeur correspondant à chaque unité du module. Il suffit de repérer l'un des indicateurs correspondant à un contenu donné pour le formuler comme contenu attitudeux de l'unité en question.

Cependant, ce type de contenus dépend beaucoup de l'enseignant et il se peut que celui-ci ne les prenne pas toujours -ou pas tous- en considération. Ce qui nous intéresse dans ce travail, est de faire affleurer tous les contenus attitudeux suggérés par le guide du professeur indépendamment du degré de leur explicitation ni de leur mise en œuvre par le professeur.

Ainsi, nous avons considéré, par exemple, qu'en apprenant à travailler en groupe, les élèves apprennent aussi à respecter les rôles assumés au sein du groupe même si ce n'est pas dit explicitement dans le guide du professeur. Quand ils ont l'occasion de manifester leurs opinions (en tant qu'activité d'apprentissage), ceci implique qu'ils apprennent aussi à respecter les opinions des autres, et ainsi de suite. Dans ce dernier cas, le guide indique, parfois, au professeur d'accepter toutes les réponses des élèves et de les inciter à exposer leurs points de vue lorsqu'il y a une division d'opinions dans la classe sans s'incliner pour aucune opinion en particulier (APQUA, 1991 ; 1996).

Les versions 1 des contenus obtenus à partir des activités d'apprentissage et des indicateurs de contenus attitudeux, sont utilisées pour l'élaboration des tables de spécification dans le cadre de la quatrième étape du modèle de formulation et analyse de cohérence (figure 3.5).

L'analyse quantitative et qualitative des tables de spécification des modules DC, CV, GR et PL a donné lieu, aux versions 2 de leurs contenus. Ces versions présentent un total de 560 contenus dont 124 ont été formulés pour le module DC, 151 pour le module CV, 139 pour le module GR et 146 pour le module PL.

Comme nous pouvons le constater, le nombre de contenus ne varie pas beaucoup d'un module à l'autre bien que les nombres d'activités d'apprentissage qui y contribuent soient différents (§ 4.2.1.1). Ceci est dû au fait que les contenus ne soient pas toujours formulés à partir du même nombre d'activités et que parfois, il est difficile de séparer les activités qui ont permis de formuler des contenus donnés.

Par exemple, les contenus PLC2.1 « *flexibilité, dureté et densité* », PLC2.2 « *Matériaux transparents, translucides et opaques* », PL2.3 « *Utilisations et noms commerciaux des plastiques* » et PLC 2.4 « *effet de la chaleur* » (Annexe 2.4.2) sont tous des contenus conceptuels en relation avec les propriétés physiques des plastiques. Malgré l'intérêt d'exprimer ces contenus séparément pour préciser de quelles propriétés

il s'agit, il a été difficile de séparer les activités d'apprentissage qui permettent de les travailler et qui sont les suivantes (Annexe 1.4) :

PLa 2.2. « *Le professeur attire l'attention des élèves à propos de la grande quantité d'objets fabriqués en plastiques* ».

PLa 2.3. « *Le professeur pose des questions aux élèves sur les raisons de cette grande utilisation des plastiques* »

PLa 2.4. « *Les élèves citent certaines propriétés des plastiques qui font que ces matériaux soient amplement utilisés et le professeur reporte leurs idées sur le tableau* »

PLa 2.6. « *Le professeur fait constater l'importance de connaître les propriétés physiques des plastiques afin de posséder des critères pour choisir celui qui est le plus adéquat pour un usage déterminé* »

PLa2.18. « *Un membre de chaque groupe de 4 élèves est responsable d'examiner l'un des 4 échantillons de plastiques fournis par le professeur* »

PLa 2.25. « *Les élèves font l'expérience de flottabilité de 'grains' de plastique dans l'eau, l'alcool et dans l'eau salée* »

PLa 2.27. « *Les élèves répondent aux questions 1 et 2 de la feuille de travail PL 2.1 sur le type de plastique qui serait plus adéquat pour une application donnée et sur la suggestion d'une méthode qui permet de distinguer des petites bandes de plastique en fonction de leur densité* »

PLa 2.28. « *Le professeur et les élèves discutent les résultats obtenus à partir des épreuves réalisées avec les différents types de plastique et les réponses aux questions 1 et 2 (voir PLa2.27)* ».

La figure 4.7 représente la part de chacun des trois types de contenus, conceptuels, procéduraux et attitudeux, dans les modules du programme scolaire 12-16.

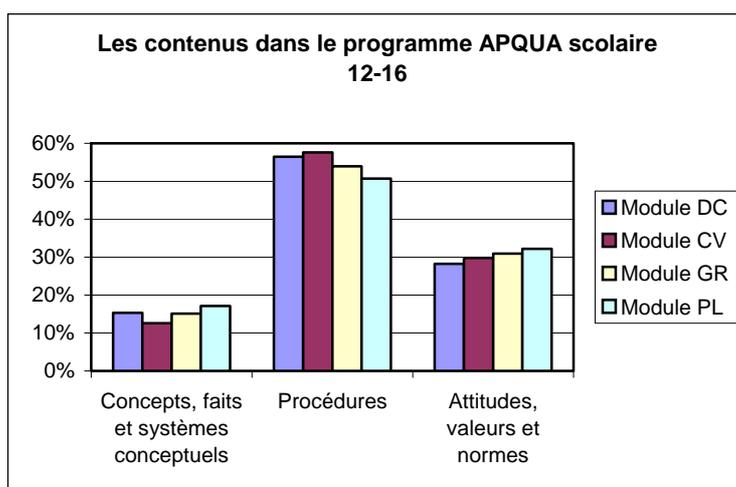


Figure 4.7. Pourcentage de chaque type de contenus travaillés par module.

Sur la figure 4.7, on peut observer que les proportions de chaque type de contenus sont presque les mêmes dans les 4 modules du programme. Les contenus de

type procédural occupent la part la plus importante avec des pourcentages supérieurs à 50% (57% dans le cas du module CV) du total des contenus travaillés dans chaque module. Ils sont suivis des contenus attitudeux dans une proportion d'environ 30% du total des contenus formulés par module. Quant aux contenus conceptuels, ils occupent la part la plus faible avec un pourcentage d'environ 15% (13% dans le cas du module CV) du total des contenus de chaque module.

De telles proportions montrent qu'effectivement, le programme APQUA scolaire 12-16 insiste plus sur les procédures et les attitudes que sur les concepts scientifiques (Abelló, 1998). Mais, il faut dire aussi que les contenus procéduraux, dans les modules étudiés, servent à travailler les contenus conceptuels et attitudeux. Or, pour aborder un contenu conceptuel, par exemple, il est nécessaire de passer par plusieurs contenus procéduraux. C'est pour cela que le nombre de contenus conceptuels formulés pour une unité donnée est toujours inférieur au nombre des contenus procéduraux de cette unité.

Par exemple, dans l'unité 4 du module PL, le concept PLC 4.2 « *entrecroisement de polymères* » est travaillé à travers tous les contenus procéduraux suivants (voir annexe 2.4.2) :

PLP 4.1. « *Lecture et interprétation d'une feuille de travail et suivi d'une procédure expérimentale de simulation d'une polymérisation à l'aide de trombones représentant des monomères* »

PLP4.3. « *Simulation d'un entrecroisement de polymères à l'aide de trombones en couleur intercalées entre les chaînes de monomères* »

PLP4.4. « *Comparaison des propriétés des polymères et des polymères entrecroisés* »

PLP4.5. « *Représentation de la polymérisation du polyéthylène en formant de longues chaînes d'élèves pris des deux mains* »

PLP4.7. « *Travail de groupe* »

PLP4.8. « *Communication et commentaire des résultats expérimentaux obtenus à partir de la simulation de l'entrecroisement des polymères à l'aide de trombones en couleur intercalées entre les chaînes de monomères* »

C'est à dire que pour aborder le concept « *entrecroisement des polymères* », le module PL propose de simuler, tout d'abord, des monomères, ensuite une polymérisation de ces monomères et enfin de simuler l'entrecroisement des chaînes du polymère obtenu. Tout cela est réalisé en travaillant en groupe, et les élèves sont appelés à exprimer ce qu'ils observent et à formuler des commentaires concernant les résultats de leurs expériences. Ces deux dernières procédures constituent aussi des contenus importants dans les modules du programme, à savoir le « *travail de groupe* » et la « *communication* ». Mais elles impliquent une certaine interaction entre le professeur et les élèves et entre les élèves eux-même. Nous avons vu, dans la section précédente (§ 4.1.1.1) que ces interactions avaient plus ou moins la même importance, dans les modules du programme, que l'activité de l'élève. En effet, c'est grâce à ces interactions et aux contenus procéduraux qu'on peut aborder des contenus attitudeux.

Ainsi, en reprenant le même exemple que précédemment, il est possible d'envisager le travail des contenus attitudeux suivants (annexe 2.4.2) :

PLV4.1. « *Pensée critique* »

PLV 4.2. « *Responsabilité envers les rôles assumés dans un groupe* »

PLV4.3. « Respect des opinions d'autrui »

Et ceci à travers les contenus PLP4.1, PLP4.3, PLP4.4, PLP4.5, PLP4.7 et PLP4.8, en plus des contenus PLP4.2 et PLP4.6, qui concernent l'observation des différences entre un monomère, un polymère et un polymère entrecroisé (voir annexe 2.4.2).

Le fait de travailler les contenus conceptuels et attitudeux à travers les contenus procéduraux est le résultat de la vision constructiviste de l'enseignement et apprentissage des sciences adoptée par le programme (§ 2.3.3). Dans cette vision, l'élève construit ses connaissances à travers sa propre activité (Jonanert et Vander Borgh, 1999) et aussi -dans notre cas- à travers son interaction avec son environnement direct constitué par le professeur et les autres élèves de la classe (§ 4.1.1.1).

Pour conclure, on peut dire que l'analyse quantitative et qualitative des contenus du programme APQUA scolaire 12-16, montre que celui-ci insiste beaucoup sur les procédures comme moyen de travailler les contenus conceptuels et attitudeux. Sauf que ces procédures ne se réduisent pas uniquement à l'activité de l'élève seul, sinon qu'elles incluent aussi l'interaction de celui-ci avec ses camarades et avec le professeur. Ce qui est essentiel surtout pour travailler des contenus de type attitudeux.

Encore, une fois, nous nous demandons si ce résultat est satisfaisant pour les développeurs du programme : est-ce qu'ils considèrent la part consacrée aux procédures par rapport aux concepts et aux attitudes comme satisfaisante? ou est-ce qu'ils s'attendaient à travailler plus de concepts ou plus d'attitudes dans les modules du programme? quelles sont les implications de ce résultat pour la formation des professeurs? pour la formation des formateurs? et pour le développement des prochaines versions des modules du programme APQUA scolaire 12-16?

4.2.1.3 Les objectifs concrets et communs des unités

4.2.1.3.1 Les objectifs concrets

Les objectifs concrets des unités sont formulés à partir des contenus obtenus dans la section précédente en utilisant des verbes à l'infinitif. La classification des contenus en concepts, procédures et attitudes a beaucoup facilité cette tâche.

Ainsi, en ce qui concerne la formulation d'objectifs concrets à partir de **contenus conceptuels**, on a constaté que la plupart des concepts abordés par les modules de l'échantillon sont définis opérationnellement. C'est à dire que les termes techniques sont introduits à travers des procédures et en faisant référence à des « opérations » (Thier et Daviss, 2001). C'est pourquoi, ces objectifs concrets sont formulés en utilisant l'expression « Définir opérationnellement » suivie des concepts en question.

Pour les objectifs concrets formulés à partir de **contenus procéduraux**, on a utilisé des verbes qui se réfèrent à des « opérations » à être réalisées par l'élève comme, par exemple : lire, interpréter, observer, enregistrer, analyser, comparer, communiquer, discuter/débattre, calculer, décrire, identifier, réaliser des expériences et d'autres.

Quant aux objectifs concrets formulés à partir des **contenus d'attitudes, valeurs et normes**, on a utilisé des verbes comme, respecter, accepter, prendre conscience, etc.

4.2.1.3.2 Les objectifs communs

Les objectifs communs sont formulés à partir des objectifs concrets des unités et ils représentent les objectifs concrets qui figurent dans plusieurs unités d'un même module. Nous avons choisi comme critère pour décider qu'un objectif concret puisse être considéré comme un objectif commun ou pas, sa présence dans plus de cinq unités sur sept. Le module GR était le seul qui comportait six unités seulement. C'est pourquoi, nous avons décidé que tous les objectifs concrets qui figurent dans plus de quatre unités parmi les six seraient considérés comme objectifs communs de ce module.

Les objectifs communs sont exprimés de manière plus générale, c.à.d sans concrétiser. Par exemple, l'objectif PL6 « *observer et enregistrer des données expérimentales* » est un objectif commun qui figure comme objectif concret dans les unités 2, 3, 4, 5 et 6 du module PL exprimé dans chacune comme suit (voir annexe 3.4.2) :

- PL2.7. « *Observer et enregistrer des données expérimentales relatives aux effets de l'acétone et de la chaleur sur différents échantillons de plastiques* »
- PL3.7. « *Observer et enregistrer des données expérimentales relatives aux propriétés des réactifs utilisés et du produit de réaction obtenu en fabricant un polymère synthétique et un autre naturel* »
- PL4.4. « *Observer et enregistrer des données expérimentales relatives à la capacité d'agiter un monomère, un polymère et un polymère entrecroisé* »
- PL5.5. « *Observer et enregistrer des données expérimentales relatives aux propriétés de films de polymères* »
- PL6.6. « *Observer et enregistrer des données expérimentales relatives à l'aspect de deux types de matériaux, secs et mouillés et de la quantité d'eau absorbée par chacun* ».

Les objectifs concrets et communs des unités sont obtenus à partir des contenus de ces unités (annexes 2) dans le cadre de la deuxième étape du modèle de formulation et analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA 12-16 (figure 3.5).

Ainsi, nous avons obtenu, dans le cas du module DC, une pré-première version d'objectifs communs et concrets des unités (annexe 3.1.1) formulés à partir de la pré-première version des contenus de ce module (figure 4.8). Ensuite, cette version a été complétée à l'aide des contenus attitudeux ajoutés à la version 1 des contenus de ce module en donnant lieu à la version 1 des objectifs concrets et communs du module DC (annexe 3.1.2).

Dans le cas des modules CV, GR et PL, nous avons obtenu directement la première version des objectifs communs et concrets de leurs unités à partir de la version 1 des contenus de celles-ci sans passer par une pré-première version (figure 4.8).

La troisième étape du modèle de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16, n'ayant pas d'effets sur les objectifs concrets et communs des unités, la version 1 est utilisée pour élaborer les tables de spécification des quatre modules DC, CV, GR et PL. L'analyse quantitative et qualitative de ces tables de spécification, dans le cadre de la quatrième étape du modèle présenté sur la figure 3.5, a donné lieu aux versions 2 des objectifs concrets et communs des unités (**annexes 3.1.3, 3.2.2, 3.3.2 et 3.4.2**).

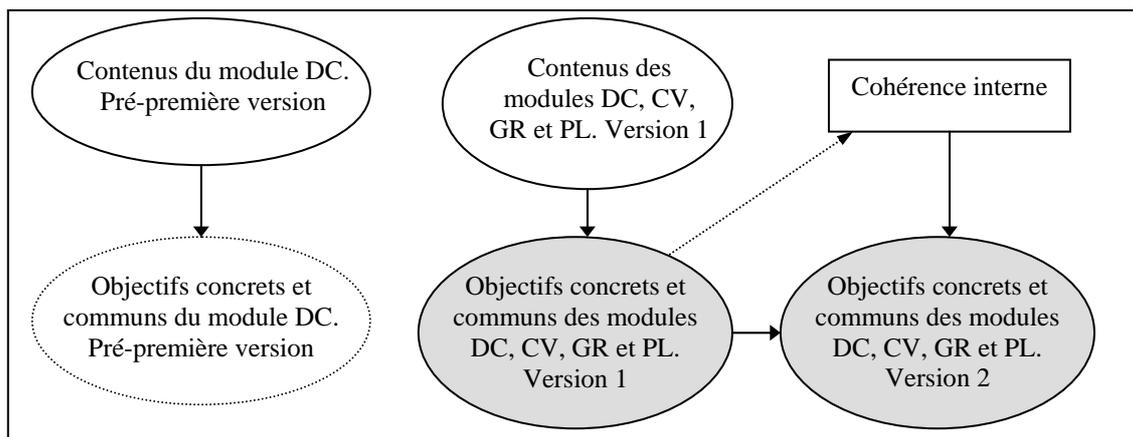


Figure 4.8. Versions des objectifs concrets et communs des unités formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.

Les versions 2 des objectifs concrets et communs des unités présentent un total de 429 objectifs concrets pour un total de 27 unités didactiques appartenant aux quatre modules de l'échantillon étudié.

Le total des objectifs communs est de 9 pour le module DC, 7 pour le module CV, 10 pour le module GR et 9 pour le module PL (voir annexes 3.1.3, 3.2.2, 3.3.2 et 3.4.2).

Dans le cas du module DC, le premier à être analysé, tous les objectifs concrets qui figuraient dans plus de cinq unités sont passés à figurer comme objectifs communs et sont supprimés de la liste des objectifs concrets de ce module. Cette façon de faire rendait difficile la tâche de formuler les objectifs spécifiques des modules sans recourir à chaque fois aux contenus des différentes unités. C'est pourquoi, nous avons décidé qu'il vaut mieux que les objectifs communs figurent aussi comme objectifs concrets des unités dans les modules CV, GR et PL analysés par la suite. Ainsi, nous avons obtenu un total de 54 objectifs concrets pour le module DC (ce total serait de 117 si on comptabilise les objectifs communs supprimés de chaque unité), 123 pour le module CV, et 124 objectifs concrets pour chacun des module GR et PL.

4.2.2 Les objectifs spécifiques des modules

Les objectifs spécifiques des modules DC, CV, GR et PL qui constituent l'échantillon de notre étude sont formulés à partir des objectifs concrets et communs de ces modules.

En effet, un objectif commun d'un module donné est tout de suite considéré comme un objectif spécifique de ce module sauf qu'il est rédigé à nouveau en tenant compte des objectifs concrets auxquels il se réfère. Ainsi, en reprenant le même exemple que précédemment (§ 4.2.1.3.2), l'un des objectifs spécifiques du module PL, obtenu à partir d'un objectif commun aux unités de ce module est :

PLII.2 « *Observer et enregistrer, d'une manière organisée et systématique, des données quantitatives et qualitatives relatives aux propriétés physiques des polymères et des plastiques* ».

Les autres objectifs spécifiques sont obtenus par synthèse à partir d'objectifs concrets qui, même s'ils ne sont pas présents dans plusieurs unités du module étudié, ils sont considérés assez importants et suffisamment travaillés pour qu'ils soient des objectifs spécifiques de ce module. Cette démarche, comme nous l'avons déjà souligné dans le chapitre 3, est appuyée par l'analyse de cohérence interne à travers les tables de spécification et aussi grâce au consensus avec les juges (§ 3.1).

Un exemple d'objectif spécifique obtenu de cette façon est le suivant :

CVII.12 « *Représenter graphiquement des données expérimentales relatives aux puits d'eau analysés, aux profils de concentration et à la forme de la zone contaminée* »

Cet objectif spécifique est formulé pour le module CV à partir des objectifs concrets des unités 3, 4 et 5 suivants :

CV 3.13. « *Représenter graphiquement la forme de l'aire contaminée dans le cas d'un d'une source ponctuelle et d'une source dispersée* »

CV 3.14. « *Exposer de façon raisonnée la représentation graphique de la forme de la zone contaminée* »

CV 4.16. « *Représenter graphiquement, sur une carte, les résultats obtenus à partir des puits analysés* »

CV 5.5. « *Représenter graphiquement les profils de concentration* »

Ainsi, nous avons obtenu, dans le cas du module DC, une pré-première version d'objectifs spécifiques (annexe 4.1.1) formulés à partir de la pré-première version des objectifs concrets et communs des unités de ce module (figure 4.9). Ensuite, cette version a été complétée à l'aide des objectifs concrets et communs ajoutés à la version 1 de ces derniers en donnant lieu à la version 1 des objectifs spécifiques du module DC (annexe 4.1.2).

Dans le cas des modules CV, GR et PL, nous avons obtenu directement la première version des objectifs spécifiques à partir de la version 1 des objectifs concrets et communs de celle-ci sans passer par une pré-première version (figure 4.9).

La troisième étape du modèle de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16 (figure 3.5) a permis de regrouper les objectifs spécifiques des modules en trois catégories désignées par les chiffres romains I, II et III (voir encadré 3.1) :

- **catégorie I** regroupe les objectifs spécifiques relatifs aux **concepts**.
- **catégorie II** regroupe des objectifs spécifiques relatifs à la **méthodologie scientifique, l'extrapolation et l'application à des problèmes réels et quotidiens**,
- **catégorie III** comporte des objectifs spécifiques qui font référence à la **prise de conscience et la responsabilité**.

Cette catégorisation des objectifs spécifiques du module DC a donné lieu à la version 2 représentée sur l'annexe 4.1.3. Les objectifs spécifiques de la version 1 des modules CV, GR et PL sont placés directement dans les catégories correspondantes (annexes 4.2.1, 4.3.1 et 4.4.1).

L'analyse de cohérence interne comme quatrième étape du modèle représenté sur la figure 3.5 a permis de réviser la version 2 et les versions 1 des objectifs

spécifiques du module DC et des modules CV, GR et PL, respectivement. Nous avons obtenu, alors, la version 3 et les versions 2 des objectifs spécifiques du module DC (annexe 4.1.4) et des modules CV, GR et PL, respectivement (annexes 4.2.2, 4.3.2 et 4.4.2).

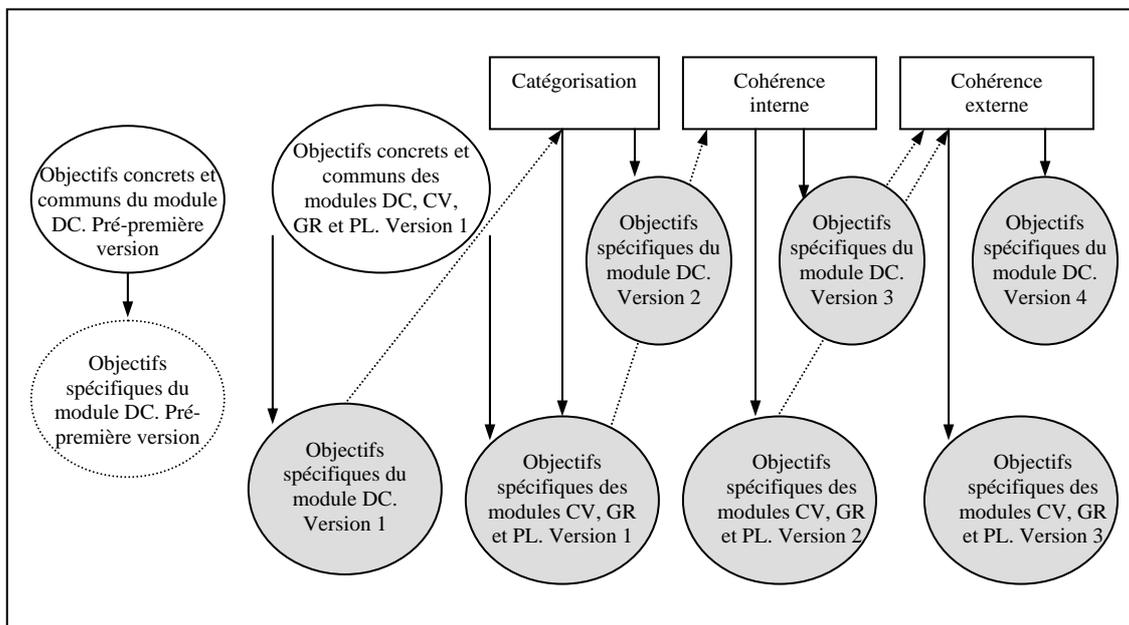


Figure 4.9. Versions des objectifs spécifiques formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.

Enfin, l'analyse de cohérence externe par modération d'experts (7^{ème} étape du modèle présenté sur la figure 3.5) a permis de reformuler les objectifs spécifiques des modules en donnant lieu à la version 4 dans le cas du module DC (annexe 4.1.5) et aux versions 3 dans le cas des modules CV, GR et PL (annexes 4.2.3, 4.3.3 et 4.4.3). **Ces versions, définitives, des objectifs spécifiques des modules seront présentées dans la section consacrée aux résultats de cette étape (§ 4.6.3.3)**

Dans ce qui suit, nous présenterons la discussion des résultats relatifs aux objectifs spécifiques correspondant à la version 3 pour le module DC, et aux versions 2 pour les modules CV, GR et PL. Nous distinguerons entre les trois catégories I, II et III.

4.2.2.1 Objectifs spécifiques relatifs aux concepts

Pour chacun des quatre modules de l'échantillon représentatif du programme scolaire 12-16, on a formulé un objectif spécifique relatif aux concepts abordés dans ce module. Cet objectif spécifique est obtenu en examinant tous les objectifs concrets des unités du module qui font référence à des contenus conceptuels. Par exemple, dans les unités du module DC, de tels objectifs concrets sont :

Dans l'unité 1 :

DC1.1 « Définir opérationnellement une dissolution, un dissolvant et un soluté »

DC1.2 « Distinguer entre une dissolution diluée et une dissolution concentrée »

DC1.3 « Définir opérationnellement une dissolution saturée »

DC1.4 « Définir opérationnellement la solubilité »

Dans l'unité 2 :

DC2.1 « Définir opérationnellement la notion de concentration »

DC2.2 « Expliquer la signification d'une concentration de tant pour cent »

DC2.3 « Expliquer la signification d'une concentration exprimée en parties par million (ppm) »

Dans l'unité 3 :

DC3.1 « définir opérationnellement la fonction des indicateurs »

Dans l'unité 4 :

DC4.1 « Définir opérationnellement une dissolution acide, basique et neutre »

Dans l'unité 5 :

DC5.1 « Définir opérationnellement les concepts de molécule et de concentration moléculaire »

DC5.2 « Représenter schématiquement le concept de concentration moléculaire »

Dans l'unité 6 :

DC6.7 « Prendre conscience de la variété des produits chimiques fournis par un supermarché »²⁰

Dans l'unité 7 :

DC7.7 « Observer expérimentalement la formation d'un sel suite à la neutralisation d'un acide (ou base) avec une base (ou acide) »

A partir de ces objectifs concrets, nous avons formulé un objectif spécifique relatif aux concepts pour le module DC :

DCI.1 « Définir opérationnellement des concepts de base en relation avec la dissolution et la neutralisation ».

De la même manière, nous avons formulé **l'objectif spécifique I.1** relatif aux concepts pour les modules CV, GR et PL. Tous les objectifs spécifiques I.1 formulés pour les 4 modules de l'échantillon sont représentés sur la table 4.1.

Comme nous l'avons remarqué dans les sections précédentes (§ 4.2.1.1 et § 4.2.1.2) en examinant les activités d'apprentissage et les contenus des modules, le programme insiste plus sur les procédures et les attitudes que sur les concepts. En plus, les concepts traités sont très proches de ceux qui sont introduits par d'autres programmes ou manuels scolaires (ex : acide, base, réaction chimique, aquifère, perméabilité et porosité d'un matériau, concentration, conservation de matière, cycle de vie d'un matériau, polymère, propriétés physiques d'un matériau, etc.).

C'est pour ces deux raisons que nous n'avons pas beaucoup mis l'accent sur les objectifs spécifiques appartenant à cette catégorie et nous nous sommes limités à un seul objectif par module qui décrit d'une manière synthétique l'ensemble des concepts traités.

²⁰ Cet objectif requiert une clarification de la notion de « produit chimique ».

Objectifs spécifiques I.1	
DC I.1	Définir opérationnellement des concepts de base en relation avec la dissolution et la neutralisation
CV I.1	Définir opérationnellement des concepts de base en relation avec le mouvement de l'eau dans les aquifères et la contamination de l'eau souterraine, et connaître différentes procédures de prise de décisions.
GR I.1	Définir opérationnellement des concepts de base en relation avec les méthodes de gestion des détritux municipaux (décharges, recyclage, incinération...) .
PL I.1	Définir opérationnellement des concepts de base en relation avec les polymères, leurs propriétés et applications.

Table 4.1. Les objectifs spécifiques I.1 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.

Néanmoins, le programme introduit aussi des concepts qui ne sont pas très communs ou qui, du moins, ne figurent pas sur le curriculum officiel du *Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya* (1993). Parmi ces concepts, on trouve, par exemple, la prise de décisions, la notion de limite légale, risque et gestion des détritux. Or, ceci pourrait faire l'objet d'une étude plus approfondie afin de caractériser le programme par les concepts qu'il aborde et aussi par la manière de les introduire aux élèves. Dans le présent travail, nous nous sommes limités à la formulation et analyse de cohérence des objectifs de ce type sans établir de comparaisons avec d'autres programmes ou manuels scolaires ; ce qui pourrait être intéressant.

4.2.2.2 Objectifs spécifiques relatifs à la méthodologie scientifique, à l'extrapolation et application à des problèmes réels et quotidiens

Les objectifs spécifiques regroupés dans la catégorie II sont des objectifs de caractère procédural ou attitudinal qui font référence à des aspects de la méthodologie scientifique ainsi qu'aux capacités d'extrapoler et d'appliquer ces savoir-faire et savoir-être à des situations réelles.

La catégorie II d'objectifs spécifiques contient 10 objectifs formulés pour le module DC, 13 objectifs formulés pour le module CV et 9 objectifs formulés dans le cas des modules GR et PL. Parmi tous ces objectifs spécifiques, 7 sont présents dans les quatre modules de l'échantillon, 4 se trouvent uniquement dans le module CV, 2 sont formulés pour le module DC seulement et 1 objectif spécifique se trouve dans les modules CV, GR et PL, mais pas dans le module DC.

L'objectif spécifique II.1 est présent dans les quatre modules analysés. C'est un objectif de caractère procédural qui fait référence à la capacité d'interpréter des feuilles de travail et de suivre des procédures expérimentales. Mais, il est rédigé de manière spécifique suivant les contenus de chaque module (table 4.2).

La présence d'un tel objectif dans tous les modules étudiés montre l'importance accordée par le programme APQUA scolaire 12-16 aux démarches expérimentales. Les expériences réalisées par l'apprenant constitue l'une des sources principales

d'information qui lui permet de s'engager dans des discussions et de prendre des décisions à propos de sujets d'actualité en relation avec les produits chimiques (Medir, 1995).

Objectifs spécifiques II.1	
DC II.1	Interpréter des feuilles de travail et suivre des procédures expérimentales en relation avec la préparation de dissolutions, la réalisation de dilutions successives et avec la neutralisation acide-base.
CV II.1	Interpréter des feuilles de travail et suivre des procédures expérimentales en relation avec la réalisation de dilutions successives et l'analyse d'échantillons d'eau.
GR II.1	Interpréter des feuilles de travail et suivre des procédures expérimentales en relation avec la réalisation d'épreuves analytiques et la simulation de quelques méthodes de traitement des détritrus.
PL II.1	Interpréter des feuilles de travail et suivre des procédures expérimentales en relation avec la fabrication de polymères et l'examen de leurs propriétés physiques.

Table 4.2. Les objectifs spécifiques II.1 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.

Mais, pour que cette information soit utile, l'élève doit être capable de l'extraire par l'observation et l'enregistrement de données expérimentales d'une manière organisée et systématique. Ce qui constitue *l'objectif spécifique II.2* aussi présent dans tous les modules analysés (table 4.3).

Objectifs spécifiques II.2	
DC II.2	Observer et enregistrer, d'une manière organisée et systématique, des données quantitatives et qualitatives relatives à la couleur et la concentration de dissolutions préparées ou bien obtenues à partir de dilutions successives ou d'une neutralisation acide-base.
CV II.2	Observer et enregistrer, d'une manière organisée et systématique, des données quantitatives et qualitatives relatives à la vitesse de l'eau à travers différents types de matériaux, à la couleur et à la concentration de différentes solutions.
GR II.2	Observer et enregistrer, d'une manière organisée et systématique, des données quantitatives et qualitatives relatives à la couleur et la concentration de différentes solutions, aux produits d'une incinération, aux propriétés des plastiques et à la qualité de différents types d'encres d'impression.
PL II.2	Observer et enregistrer, d'une manière organisée et systématique, des données quantitatives et qualitatives relatives aux propriétés physiques des polymères et des plastiques.

Table 4.3. Les objectifs spécifiques II.2 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.

La capacité d'analyser, et d'interpréter ces données dans le but d'en extraire des conclusions est *l'objectif spécifique II.3* obtenu également dans le cas des 4 modules de l'échantillon (table 4.4).

Objectifs spécifiques II.3	
DC II.3	Analyser et interpréter des données expérimentales relatives à la couleur et à la concentration de dissolutions préparées ou bien obtenues à partir de dilutions successives ou d'une neutralisation acide-base.
CV II.3	Analyser et interpréter des données expérimentales relatives à la vitesse de l'eau à travers différents types de matériaux et aux résultats obtenus à partir de dilutions successives et d'analyse d'échantillons d'eau polluée.
GR II.3	Analyser et interpréter des données expérimentales relatives à la couleur et la concentration de différentes solutions, aux produits d'une incinération, aux propriétés des plastiques et à la qualité de différents types d'encres d'impression.
PL II.3	Analyser et interpréter des données expérimentales relatives aux propriétés physiques des polymères et des plastiques.

Table 4.4. Les objectifs spécifiques II.3 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.

L'observation et l'enregistrement des données ainsi que leur analyse et interprétation se font, tout d'abord, par les élèves individuellement en utilisant les tables de données et les questions qui leur sont proposées dans les feuilles de travail. Ensuite, ils sont invités par le professeur à mettre en commun leurs résultats.

Chaque groupe désigne un porte-parole qui se charge de communiquer à toute la classe les résultats expérimentaux de son groupe. Le professeur doit animer les élèves à discuter ces résultats surtout lorsqu'ils présentent des différences entre les groupes. Il peut aussi utiliser des questions supplémentaires à celles qui sont dans les feuilles de travail pour aider les élèves à interpréter leurs résultats. Certaines de ces questions sont également proposées par le guide du professeur (annexe 10).

En plus, il faut signaler que les modules du programme APQUA scolaire 12-16 commencent toujours par soulever une question ou problématique socio-scientifique à laquelle les élèves doivent apporter une solution commune. La question reste ouverte le long du déroulement des différentes unités du module et elle est rediscutée à la fin du module.

La communication et discussion des résultats expérimentaux ainsi que le débat de ces questions socio-scientifiques sont représentés par *l'objectif spécifique II.4* qu'on trouve dans tous les modules de l'échantillon et qui est rédigé de manière plus spécifique suivant les contenus de chaque module (table 4.5).

A l'exception du module DC, la « grande » question posée par les modules CV, GR et PL est clairement exprimée au début du module.

Ainsi, dans le module CV, il s'agit de déterminer la cause de la pollution de l'eau souterraine à Vallfrondosa, un petit village imaginaire ; de déterminer l'envergure de cette pollution et de se mettre d'accord sur le moyen le plus efficace de dépolluer la

Objectifs spécifiques II.4	
DC II.4	Communiquer et débattre, en employant le lexique approprié des sciences expérimentales, les résultats obtenus à partir de la réalisation de dilutions successives, de la neutralisation acide-base et de la détermination de la concentration relative.
CV II.4	Communiquer et débattre, en employant le lexique approprié des sciences expérimentales, la conclusion d'un débat, les résultats ou prédictions d'une expérience, les avantages et les inconvénients de différents plans de travail et de différentes méthodes de prise de décision.
GR II.4	Communiquer et débattre, en employant le lexique approprié des sciences expérimentales, les résultats d'épreuves analytiques ainsi que les avantages et les inconvénients de différentes méthodes de gestion des détritrus.
PL II.4	Communiquer et débattre, en utilisant le lexique approprié des sciences expérimentales, les résultats obtenus à partir de l'examen des propriétés physiques des polymères ainsi que les avantages et les inconvénients des matériaux jetables et des matériaux réutilisables.

Table 4.5. Les objectifs spécifiques II.4 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.

zone contaminée. Le module se termine par un débat final où les élèves sont invités à un jeu de rôle qui consiste à la simulation d'une assemblée municipale. Dans cette assemblée, sont représentés aussi bien les sociétés qui proposent une solution au problème que les habitants des villages voisins concernés. Tous les personnages, représentés par les élèves, doivent discuter les avantages et les inconvénients des différentes propositions afin d'en choisir une (APQUA, 1993).

Le module GR soulève la question des détritrus municipaux pour laquelle il propose aux élèves d'étudier différentes méthodes de leur gestion comme le recyclage, l'incinération et le compostage ainsi que d'autres moyens qui permettent de réduire leur quantité et d'éviter la production de substances nocives s'ils sont incinérés (on utilise l'exemple de fabriquer un emballage et de choisir le type d'encre la plus adéquate pour imprimer son étiquette). A la fin du module, les élèves simulent la réunion d'un conseil municipal où ils doivent proposer une méthode ou un plan intégré pour la gestion des détritrus de leur municipalité. Ils débattent aussi les différentes propositions, leurs avantages et inconvénients afin d'en choisir une (APQUA, 2000)

Enfin, le module PL propose dès le début aux élèves de faire part d'une commission environnementale fictive qui est chargée de décider si le nouveau centre commercial construit dans la localité devrait utiliser des sachets en plastique ou en papier. Pour cela, ils étudient différentes propriétés physiques des plastiques, ils fabriquent un type de polymère, font le recyclage d'un échantillon de plastique et discutent les avantages et les inconvénients des produits jetables comparés avec ceux qui sont réutilisables. A la fin, les élèves doivent apporter des arguments pour ou contre l'utilisation des sachets en plastique (APQUA, 1995).

Quant au module DC, la question débattue à la fin porte sur la neutralisation ou la dilution comme solution au problème de la pollution de ressources d'eau avec un acide. Sauf que dans ce module, cette question n'est pas introduite dès le début et le débat se fait sans avoir recours à un jeu de rôle comme ceux qui sont proposés dans les modules CV, GR et PL. Nous verrons, par la suite, que ceci a un certain impact sur la perception des experts de la modération à propos des objectifs spécifiques de ce module (§ 4.6.3.1.1).

En conclusion, nous constatons qu'en plus de la discussion des résultats expérimentaux, les élèves débattent aussi des thèmes socio-scientifiques en relation avec les produits chimiques. Mais ils sont toujours guidés par le professeur et par le guide de l'élève. Néanmoins, on ne peut pas dire que l'objectif spécifique II.4 se réfère à des opérations ou procédures au même titre que les objectifs spécifiques II.1, II.2 et II.3. C'est un objectif qui fait référence à des habilités de communication qui requièrent avoir des capacités linguistiques, d'expression orale et d'argumentation. C'est à dire, en revoyant la notion de compétence abordée au premier chapitre (§ 1.1.2.1.2), on peut dire que l'objectif spécifique II.4 peut être classé au même niveau qu'une compétence.

L'objectif spécifique II.5 a été formulé uniquement pour le module DC (table 4.6)

Objectifs spécifiques II.5	
DC II.5	Planifier des expériences simples pour la détermination de la concentration relative d'une dissolution acide ou basique

Table 4.6. L'objectif spécifique II.5 formulé pour le module DC.

En effet, parmi les 4 modules de l'échantillon, seul le module DC propose aux élèves de planifier une expérience en précisant, eux même, le matériel à utiliser et la procédure à suivre et de concevoir une table de données où ils pourraient enregistrer leurs observations. La réalisation d'une telle tâche exige un niveau d'implication et de compréhension assez élevés de la part de l'élève. C'est une démarche qui requiert aussi un effort de réflexion, contrairement aux procédures expérimentales déjà conçues au préalable et dont l'élève n'a qu'à suivre les étapes sans réellement en comprendre les liens (Wolfs et al., 2001). Nous nous demandons pourquoi cet objectif n'est-il pas présent dans les autres modules du programme. Aussi pensons-nous qu'il serait intéressant d'étudier la possibilité d'en tenir compte dans les prochaines éditions de ces modules.

L'objectif spécifique II.6 concerne le travail de groupe et il a été formulé dans le cas des quatre modules analysés. Seulement, dans le cas du module CV, il s'agit plutôt d'un travail d'équipe (table 4.7).

Objectifs spécifiques II.6	
DC II.6	Travailler en groupe pour réaliser des expériences de préparation de dissolutions, de dilutions successives, de neutralisation acide-base et de détermination de la concentration relative.
CV II.6	Travailler en équipe pour élaborer et exécuter un plan d'action qui permet de déterminer l'origine et la portée de la pollution
GR II.6	Travailler en groupe pour réaliser des tests d'analyse d'eau, dessiner et construire un emballage et simuler des méthodes de traitement de détritux.
PL II.6	Travailler en groupe pour réaliser des expériences de fabrication de polymères et des tests de leurs propriétés physiques.

Table 4.7. Les objectifs spécifiques II.6 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.

En effet, une équipe ce n'est pas simplement un groupe de personnes qui travaillent ensemble, sinon, il s'agit de « deux ou plusieurs personnes qui ont un objectif commun et qui travaillent de manière interdépendante » (Tracom, 1995). Dans ce sens,

le module CV insiste, d'abord, sur la répartition des tâches entre les membres de l'équipe, sur la rotation de ces tâches et la planification du travail. Ceci, afin de réaliser un objectif commun qui consiste à trouver la cause de la pollution de l'eau souterraine à Vallfrondosa, le village imaginaire, et à délimiter la zone contaminée (APQUA, 1993). Le fait que le module CV ait comme objectif spécifique que l'élève soit capable de travailler en équipe explique aussi le résultat obtenu précédemment en analysant les activités d'apprentissage (§ 4.2.1.1). Un résultat appuyé par la figure 4.5 qui montre une faible activité de l'élève seul, dans ce module, et une forte interaction élève-élève.

L'objectif spécifique II.7 a été formulé différemment des objectifs spécifiques précédents. En effet, il a fallu ajouter à l'expression « *acquérir une pensée critique* », qui est très vaste, des explications, entre parenthèses, pour indiquer comment on développe cette pensée critique chez l'élève dans le cas de chaque module (table 4.8).

Ces explications ont été ajoutées a posteriori, c.à.d après avoir formulé tous les objectifs spécifiques des quatre modules. Elles proviennent d'objectifs concrets des unités qui font référence à la pensée critique, mais qui ne contribuent pas à la formulation des autres objectifs spécifiques du module en question. Ces objectifs concrets sont plus nombreux dans les modules DC, CV et PL que dans le module GR. C'est pourquoi, la rédaction de l'objectif spécifique GR.II.7 paraît plus courte. Ce qui ne signifie pas que le module GR ne met pas l'accent sur cet objectif spécifique, mais, que les objectifs concrets qui y font référence sont déjà pris en considération par les autres objectifs spécifiques de ce module.

Objectifs spécifiques II.7	
DC II.7	Acquérir une pensée critique (faire des hypothèses relatives à une substance inconnue, prédire les résultats d'une expérience, réfléchir au concept de produit chimique, aux raisons qui font la différence entre les résultats obtenus par les différents groupes et à l'importance de l'échantillon de contrôle dans une expérience).
CV II.7	Acquérir une pensée critique (mettre en question la fiabilité du résultat d'une expérience ; formuler et argumenter une hypothèse sur la forme de l'aire polluée suivant le type de la source de contamination, ponctuelle ou dispersée ; prendre conscience de l'importance de consacrer le temps nécessaire à la réflexion à un problème et de la difficulté d'obtenir toute l'information nécessaire pour le résoudre ; réfléchir à la notion de limite légale de la concentration d'une substance nocive et à l'intervalle de risque de cette limite ; prendre conscience des facteurs qui déterminent si une décision est bonne ou pas ; prendre conscience de l'existence de diverses méthodes de prise de décisions, du fait qu'elles ont toutes des avantages et des inconvénients, de la nécessité d'en choisir une pour pouvoir prendre une décision dans la vie réelle et du fait que la décision finale dépend de la méthode choisie).
GR II.7	Acquérir une pensée critique (prendre conscience de la difficulté de réduire ou d'éliminer un produit largement utilisé, prendre conscience de la nécessité d'identifier et chercher de l'information utile pour pouvoir prendre une décision argumentée).
PL II.7	Acquérir une pensée critique (réfléchir à l'importance des décisions au sein d'une communauté et des facteurs -personnels, information disponible, etc.- qui influencent ces décisions, prendre conscience de l'importance des propriétés physiques des plastiques par rapport à la détermination de leurs utilisations et applications, tenir compte de l'aspect à la fois utile et nocif des plastiques, prendre conscience de la relation entre le coût d'un produit et la quantité d'énergie utilisée pour sa fabrication, prendre conscience de la problématique des débris urbains et des méthodes utilisées pour leur gestion).

Table 4.8. Les objectifs spécifiques II.7 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.

La table 4.8 montre que l'objectif spécifique II.7 est le résultat de la création d'attitudes de perplexité chez les élèves, soit en les incitant à réfléchir sur les résultats de leurs expériences et à mettre en question la fiabilité de ces résultats, soit en faisant de sorte qu'ils prennent conscience de questions en relation avec les sujets abordés dans les modules comme, par exemple, la problématique des détritrus, le coût énergétique d'un produit, la notion de limite légale de concentration d'une substance nocive et les risques assumés par l'établissement de telles limites, ou encore en les responsabilisant vis à vis de leurs décisions individuelles ou communes.

En d'autres termes, les élèves sont appelés à adopter une attitude critique tout au long du module, depuis la réalisation des expériences jusqu'à la communication des résultats en passant par l'observation, l'enregistrement des données, l'analyse et l'interprétation des résultats. Mais, il ne faut pas confondre la notion de pensée critique avec ces procédures car même s'il s'agit de tâches qui requièrent une réflexion, elles ne se réfèrent, probablement, pas à des opérations mentales (Bailin, 2002). Par ailleurs, elles peuvent être réalisées de façon non critique. La notion de pensée critique représente un concept normatif qui correspond à une qualité de la pensée qui distingue celle-ci de la pensée non critique (Bailin, 2002). Par conséquent, l'objectif spécifique II.7 fait référence à des opérations mentales complexes qui requièrent des capacités comme l'observation « critique », l'analyse et l'interprétation « critiques » de données, la prise de décisions d'une manière « critique », etc. Donc, de même que l'objectif II.4, II.7 peut être classé au même niveau qu'une compétence (§ 1.1.2.1.2).

L'objectif spécifique II.8 a été formulé pour tous les modules de l'échantillon et en utilisant la même expression générale « *avoir de l'initiative propre* » suivie des contenus spécifiques du module auquel on fait référence (table 4.9).

Objectifs spécifiques II.8	
DC II.8	Avoir de l'initiative propre pour planifier des expériences simples relatives à la détermination de la concentration relative d'une dissolution acide ou basique
CV II.8	Avoir de l'initiative propre pour établir et exécuter un plan d'actions qui permet de déterminer l'origine et la portée de la contamination.
GR II.8	Avoir de l'initiative propre pour concevoir et construire un emballage, débattre et classer par ordre de priorité différents plans de gestion des détritrus, et aussi pour voter l'un de ces plans.
PL II.8	Avoir de l'initiative propre pour réaliser des épreuves de propriétés physiques des polymères, dessiner et fabriquer un objet en plastique recyclé et, aussi pour débattre les avantages et les inconvénients des matériaux jetables et des matériaux réutilisables.

Table 4.9. Les objectifs spécifiques II.8 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.

Nous constatons que l'objectif II.8 fait référence à des activités très concrètes qui sont réalisées par les élèves et qui leur permettent de recourir à leur propre initiative. La formulation de cet objectif découle de la démarche suivie qui consiste à formuler les objectifs à partir des activités d'apprentissage en passant par les contenus et aussi, à partir des contenus attitudinaux résultant du brainstorming (encadré 4.1). C'est un

objectif de caractère attitudinal qui, à première vue, n'apparaît pas explicitement dans les modules du programme APQUA scolaire 12-16 surtout que les procédures expérimentales à suivre, comme nous l'avons déjà vu, sont bien définies, les tables des données sont également incluses dans les feuilles de travail, l'analyse et l'interprétation des résultats ainsi que les débats et discussions sont aussi très guidés par le professeur et par le guide de l'élève.

L'objectif spécifique II.9 a été formulé uniquement dans le cas du module DC (table 4.10)

Objectifs spécifiques II.9	
DC II.9	Appliquer les connaissances acquises pour résoudre un problème réel simulé de pollution d'une ressource d'eau par un acide, et extrapoler à échelle réelle les résultats obtenus au laboratoire concernant les quantités d'eau ou de base nécessaires pour la dépollution

Table 4.10. Les objectifs spécifiques II.9 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.

Dans le module DC, les élèves étudient deux méthodes qui sont, généralement, utilisées pour dépolluer une eau acide, la dilution et la neutralisation. Dans la dernière unité de ce module, ils sont mis dans une situation où ils devraient trouver une solution à la pollution d'une ressource d'eau (lac ou rivière) par un acide. Pour cela, ils appliquent ce qu'ils ont acquis dans les unités précédentes et déterminent expérimentalement les quantités nécessaires pour dépolluer une quantité donnée d'eau polluée jusqu'à un niveau qu'ils jugent eux mêmes comme acceptable. Ensuite, pour déterminer les quantités réelles d'eau (pour la dilution) ou de base (pour la neutralisation) qu'il faut, ils doivent faire une extrapolation des calculs réalisés au laboratoire avec des nombres de gouttes, et passer à l'ordre des litres ou des mètre-cube. L'obtention de ces quantités sera l'un des critères qu'ils peuvent utiliser, par la suite, afin de prendre une décision fondée concernant la solution la plus adéquate, à leur avis, pour ce problème.

L'objectif spécifique II.10 concernant la capacité de prendre des décisions fondées a été formulé dans le cas des quatre modules analysés (table 4.11). C'est un objectif de caractère procédural, mais, il sous entend aussi la mise en œuvre de certaines attitudes.

Parmi ces dernières, on trouve dans les modules du programme APQUA scolaire 12-16, la prise de conscience des concessions, c.à.d. savoir à quoi s'engage-t-on au moment d'opter pour une décision donnée (en anglais, on utilise le terme « trade-offs »). Par exemple, si on vote pour le recyclage comme méthode de gestion des détritrus dans notre municipalité, on doit assumer les exigences de la collecte sélective de ces détritrus, si, par contre, on vote pour l'incinération des détritrus, on doit assumer les conséquences de la pollution atmosphérique et ainsi de suite (APQUA, 2000).

La prise de décisions dans les modules du programme est également accompagnée d'une prise de conscience des limites de la science et de la technologie. Par exemple, les deux solutions, la dilution et la neutralisation, proposées dans le module DC pour résoudre le problème de la pollution d'une ressource d'eau par un acide, présentent des limitations. La dilution, parce qu'on aura besoin de quantités énormes d'eau et la neutralisation, parce qu'on génère un sel qu'on devrait éliminer par la suite.

Objectifs spécifiques II.10	
DC II.10	Prendre des décisions fondées en relation avec la sélection d'une méthode de traitement d'une eau polluée par un acide (mettre en valeur les pour et les contres, le facteur économique, prendre conscience des concessions, des limites de la science et de la technologie et du fait qu'il n'existe pas une solution unique à un problème).
CV II.10	Prendre des décisions fondées en relation avec l'établissement d'un plan d'actions qui permet de déterminer l'origine et la portée de la contamination et avec le moyen de résoudre ce problème (mettre en valeur les pour et les contres, le facteur économique, prendre conscience des concessions, des limites de la science et de la technologie et du fait qu'il n'existe pas une solution unique à un problème).
GR II.10	Prendre des décisions fondées en relation avec le choix d'une encre pour l'impression de l'étiquette d'un produit commercial et avec la sélection d'une méthode pour la gestion des détritux municipaux (mettre en valeur les pour et les contres, le facteur économique, prendre conscience des concessions, des limites de la science et de la technologie et du fait qu'il n'existe pas une solution unique à un problème).
PL II.10	Prendre des décisions fondées en relation avec l'utilisation de sachets en plastique ou en papier et aussi avec l'utilisation de produits jetables ou réutilisables (mettre en valeur les pour et les contres, le facteur économique, prendre conscience des concessions, des limites de la science et de la technologie et du fait qu'il n'existe pas une solution unique à un problème).

Table 4.11. Les objectifs spécifiques II.10 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.

Les problématiques traitées dans les modules du programme sont généralement des questions ouvertes. Ce qui permet aux professeurs et aux élèves de se rendre compte, à chaque fois, qu'il n'y a pas de solution unique à un problème. Ceci peut avoir deux effets importants qui reflètent la conception constructiviste de l'enseignement des sciences adoptée par le programme : éviter la croyance prépondérante chez les élèves que le professeur détient la solution du problème et qu'il faut arriver à cette solution, d'une part, et, d'autre part, permettre aux élèves d'être plus critiques envers leurs décisions puisque toutes les réponses sont acceptées à condition qu'elles soient argumentées.

L'objectif spécifique II.11 est un objectif qui est présent dans les modules CV, GR et PL, mais pas dans le module DC (table 4.12).

On constate que l'objectif spécifique II.11 est très relié à l'objectif spécifique II.10. Il est même indispensable que les élèves développent cette capacité d'intégration de l'information pour qu'ils puissent prendre des décisions fondées. En plus, ils doivent aussi apprendre à tenir compte de plusieurs facteurs à la fois et de toutes les idées qui surgissent lors d'un débat afin de formuler leurs propres opinions et d'argumenter leurs décisions.

La capacité d'intégration est mise en oeuvre aussi bien dans les objectifs spécifiques II.9 et II.10 que dans l'objectif spécifique II.11. Tous les trois peuvent, donc, être classés au même niveau que des compétences.

Objectifs spécifiques II.11	
CV II.11	Intégrer l'information nécessaire pour résoudre un problème réel simulé de pollution d'eau souterraine.
GR II.11	Intégrer l'information liée aux différentes opinions dans un processus de prise de décisions argumentées en relation avec la sélection d'un plan de gestion des débris municipaux.
PL II.11	Intégrer l'information liée aux différentes opinions à propos des propriétés des plastiques afin de prendre des décisions argumentées concernant le choix du matériel, plastique ou papier, à être utilisé pour les sacs d'un centre commercial.

Table 4.12. Les objectifs spécifiques II.11 formulés pour les modules CV, GR et PL.

Les objectifs spécifiques II.12, II.13, II.14 et II.15 ont été formulés uniquement pour le module CV (table 4.13)

Objectifs spécifiques II.12 - II.13 - II.14 et II.15	
CV II.12	Représenter graphiquement des données expérimentales relatives à la qualité de l'eau des puits analysés, aux profils de concentration et à la forme de la zone contaminée.
CV II.13	Prédire le temps que mettrait l'eau pour traverser différents matériaux et celui que mettrait les puits d'approvisionnement en eau pour avoir un niveau de pollution supérieur à la limite légale permise et vérifier expérimentalement ces prédictions.
CV II.14	Elaborer des stratégies de travail pour résoudre un problème réel simulé de pollution de l'eau souterraine.
CV II.15	Identifier les facteurs desquels dépend le résultat expérimental de détermination de la vitesse d'eau à travers différents types de matériaux ainsi que celui de la décision concernant la méthode la plus adéquate pour la dépollution de la zone contaminée.

Table 4.13. Les objectifs spécifiques II.12, II.13, II.14 et II.15 formulés pour le module CV.

Nous avons déjà vu que le module CV présentait, en plus d'une forte activité de l'élève en interaction avec ses pairs (figure 4.2), la particularité de promouvoir le travail d'équipe plutôt que le travail de groupe (table 4.7). Par ailleurs, ce module présente la particularité de travailler quatre objectifs spécifiques qui ne sont pas considérés dans les autres modules de l'échantillon.

En premier lieu, *l'objectif spécifique CVII.12* correspond à la capacité de faire des représentations graphiques en projetant les résultats expérimentaux relatifs à la qualité de l'eau des puits analysés sur une carte topographique qui indique la position de ces puits. Il consiste aussi à dessiner des profils de concentration et le contour de l'aire contaminée. Cependant, il est important de signaler que la représentation graphique de points sur une carte et le fait de relier ces points entre eux pour déterminer les profils de concentration du polluant sont des procédures simples. Tandis que la délimitation de la zone contaminée est une tâche qui requiert un effort de réflexion et une prise de décision concernant la marge de risque à prévoir. Pour cette raison, on dira que l'objectif spécifique CVII.12 mérite d'être considéré au même niveau qu'une compétence.

En second lieu, *l'objectif CVII.13* consiste à développer chez les élèves la capacité de faire des prédictions avant de procéder à les vérifier expérimentalement. En plus, il est intéressant de se rendre compte que cette vérification n'est pas toujours possible, comme c'est le cas de la prédiction du temps mis par le polluant pour atteindre les puits d'approvisionnement en eau. Nous allons voir, plus loin, que l'une des reproches des experts de la modération à la formulation de l'objectif spécifique CVII.13 (§ 4.6.3.1.2) est qu'elle ne tient pas compte, justement, de cet aspect là. Au contraire, tel qu'il est rédigé dans la version 2 des objectifs spécifiques du module CV, CVII.13 prétend que l'élève soit capable de vérifier ces prédictions, ce qui n'est pas possible.

En troisième lieu, *l'objectif spécifique CVII.14* insiste sur la capacité d'élaborer des stratégies de travail qui permettent aux membres d'une équipe de définir les actions à suivre afin de résoudre un problème réel simulé. Comme nous l'avons déjà signalé, les élèves sont mis dans la situation du problème dès le début du module. Le module utilise des expressions pour faire du problème une sorte d'énigme pour les élèves comme, par exemple :

« (...) A ton arrivée, tu t'es rendu compte qu'on buvait l'eau des bouteilles au lieu de l'eau des puits » « (...) ils n'ont rien observé d'anormal, mais (...) le chien était malade. Tu te demandes si le chien a bu de l'eau contaminée »

En plus, pour faire de sorte que les élèves s'impliquent plus à la résolution de "l'énigme", on leur propose, par exemple, de « travailler en tant que détectives » et de « mener une investigation » (APQUA, 1993). On retrouve, ici, certains aspects de la pédagogie des situations-problèmes telle qu'elle est caractérisée par Astolfi et al. (1997). En effet, il ne s'agit pas d'un exemple ni d'un exercice d'application, sinon d'un problème qui constitue « une énigme à résoudre » et qui implique les élèves en se convertissant en « leur affaire » (Astolfi et al., 1997).

Enfin, en quatrième et dernier lieu, *l'objectif spécifique CVII.15* fait référence aux différents facteurs qui peuvent influencer le résultat d'une expérience ainsi que ceux qui affectent le processus de prise de décisions.

Dans le premier cas, le module CV attire l'attention des élèves aux erreurs qui pourraient avoir lieu dans une démarche expérimentale. Ainsi, les élèves peuvent voir, par exemple, que leurs résultats indiquent que l'un des puits analysés n'est pas pollué alors qu'il se trouve en plein milieu de la zone contaminée.

Dans le deuxième cas, le choix d'une méthode d'assainissement s'avère assez compliquée puisque toutes les méthodes proposées présentent des avantages et des inconvénients. Mais, finalement, les élèves sont obligés d'en choisir une et de cette manière, ils se rendent compte de l'influence de certains facteurs comme l'éloquence des uns et le manque d'arguments chez les autres, par exemple, ou encore le coût élevé

de la méthode d'assainissement qui rend impossible son application bien qu'elle ne présente aucun autre type d'inconvénients.

Bien que la capacité d'identifier de tels facteurs soit, en réalité, prise en considération par les objectifs spécifiques II.7 et II.10, nous avons voulu la mettre plus en évidence dans le cas du module CV où elle est travaillée de manière plus claire et plus explicite que dans les autres modules de l'échantillon. Ce qui est appuyé par la table de spécification du module (figure 4.8) ainsi que par les experts de la modération (§ 4.6.3.1.2).

En conclusion, les objectifs spécifiques relatifs à la méthodologie scientifique, à l'extrapolation et application à des problèmes réels et quotidiens regroupent des objectifs qui font référence à des capacités procédurales (II.1, II.2, II.3, II.6, et CVII.12) ou attitudinales (II.7 et II.8).

On trouve aussi dans cette catégorie des objectifs spécifiques qui font appel à des capacités de transfert et d'intégration de différents types de savoirs de façon qu'on pourrait, éventuellement, les considérer comme des compétences qui sont travaillées dans les modules du programme APQUA scolaire 12-16 (voir objectifs II.4, DCII.9, II.10, II.11, CVII.13, CVII.14 et CVII.15).

4.2.2.3 Les objectifs spécifiques relatifs à la prise de conscience et la responsabilité

Les objectifs spécifiques regroupés dans le cadre de la catégorie III font référence à des capacités attitudinales en rapport avec la prise de conscience et la responsabilité. La catégorie III d'objectifs spécifiques contient six objectifs formulés pour chacun des modules DC et CV et sept objectifs formulés dans le cas des modules GR et PL.

Pour commencer, *l'objectif spécifique III.1* a été formulé pour les modules DC, CV et GR. Il fait référence à la prise de conscience des difficultés de dépolluer une ressource d'eau, dans le cas des modules DC et CV et des difficultés de gestion des débris urbains dans le cas du module GR (table 4.14).

Objectifs spécifiques III.1	
DC III.1	Prendre conscience de la difficulté de dépolluer une ressource naturelle d'eau.
CV III.1	Prendre conscience de la difficulté de dépolluer des puits d'eau souterraine et des terrains contaminés.
GR III.1	Prendre conscience des difficultés engendrées par les débris municipaux et de la nécessité de leur gestion.

Table 4.14. Les objectifs spécifiques III.1 formulés pour les modules DC, CV et GR.

On constate que l'objectif spécifique III.1 est formulé de la même façon pour les modules DC et CV et qu'il se diffère légèrement dans le cas du module GR. Cependant, dans les trois modules, on aborde la même problématique : la pollution. La discussion et la prise de décisions à propos de cette problématique invitent souvent à la réflexion.

Bien que les solutions proposées soient faisables et s'utilisent dans la pratique, on se rend bien compte des difficultés qui les entourent. Pour diluer l'eau polluée d'un lac, on a besoin de quantités énormes d'eau et, en plus, il est difficile d'établir la limite de concentration à partir de laquelle cette eau ne serait plus nocive. Les méthodes d'assainissement proposées pour dépolluer les puits de Vallfrondosa présentent des difficultés assez claires : imaginer l'excavation de tout un village, que la terre contaminée doit être transportée et incinérée avec tous les problèmes de contamination atmosphérique que cela suppose. L'utilisation de nouvelles technologies qui n'ont jamais été testées auparavant n'assure guère les habitants du village, sans oublier l'aspect économique et que les budgets limités du conseil municipal risquent de ne pas suffire pour couvrir le coût total des opérations.

De même pour la gestion des déchets municipaux, la production d'une quantité de 1.5 kg de déchets par personne, dans une région de 6 millions d'habitants signifie qu'on pourrait remplir de déchets un terrain de football jusqu'à une hauteur de 15 mètres (équivalente à la hauteur d'une maison de quatre étages) et penser que cette quantité peut s'élever jusqu'à 2.17 kg par personne dans certains pays ! (APQUA, 2000).

En résumé, toutes ces réflexions incitent les élèves à prendre conscience du fait que même s'il y a des solutions à la pollution, elles sont difficiles à réaliser et que la meilleure solution c'est de ne pas polluer.

L'objectif spécifique III.2 a été formulé de la même manière pour les deux modules DC et CV (table 4.15)

Objectif spécifique III.2	
DC III.2	Réfléchir à l'importance de l'eau comme une ressource limitée et essentielle pour la vie.

Table 4.15. Les objectifs spécifiques III.2 formulés pour les modules DC et CV.

En effet, dans ces deux modules, on aborde le sujet de la pollution de ressources d'eau. Dans le cas du module DC, il s'agit de ressources superficielles d'eau comme les lacs et les rivières, et dans le cas du module CV, il s'agit de ressources souterraines, les aquifères. La première unité du module DC commence par une réflexion sur l'importance de l'eau pour les êtres vivants et le fait que ce soit une ressource limitée est la raison principale qui pousse à mettre en question la dilution comme solution au problème de la pollution de grandes quantités d'eau par un acide (APQUA, 1991 ; 1996).

Bien que ces réflexions ne soient pas abordées de manière explicite dans le module CV, nous avons considéré cet objectif spécifique. A notre avis, toute la problématique de ce module n'aurait pas de sens si on ne part pas de l'idée que l'eau soit considérée comme une ressource limitée et essentielle pour la vie. Reste à voir, plus loin, ce qu'en pensent les experts de la modération (§ 4.6.3.1.2)

L'objectif spécifique III.3 a été formulé pour les quatre modules DC, CV, GR et PL (table 4.16).

Objectifs spécifiques III.3	
DC III.3	Prendre conscience de l'impact environnemental des activités humaines en se basant sur les effets d'une eau acide provenant d'un processus de galvanisation et qui est déchargée à la rivière.
CV III.3	Prendre conscience de l'impact environnemental des activités humaines en se basant sur les effets d'une « décharge non contrôlée »
GR III.3	Prendre conscience de l'impact environnemental des méthodes de gestion des détritux.
PL III.3	Prendre conscience de l'impact environnemental de l'utilisation des plastiques dans notre société.

Table 4.16. Les objectifs spécifiques III.3 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.

On constate que l'objectif spécifique III.3, de même que III.1 fait référence à une prise de conscience. Or, dans ce cas, il s'agit de prendre conscience des répercussions des activités humaines sur l'environnement. C'est à cause de ces répercussions qu'il est utile de prendre le temps de réfléchir aux problèmes de pollution. Et c'est à cause des effets de cette pollution qu'il faut prendre des décisions fondées et argumentées concernant ces problèmes. Mais, on peut aller encore plus loin dans l'exploitation de cet objectif spécifique. La prise de conscience de l'impact environnemental des activités humaines peut nous amener à mettre en question nos propres comportements personnels. Ainsi, réfléchir, par exemple, à la manière de réduire les détritux urbains nous amène à nous poser la question : Comment pourrait-on produire moins de détritux ? consommer moins ? éviter les produits jetables et opter pour tout ce qui est réutilisable ? Changer nos habitudes ?

Cette forme de comprendre le monde et d'agir en conséquence est généralement promue par le mouvement STS de l'éducation aux sciences, notamment si on considère la relation étroite de celui-ci avec la notion de développement durable. C'est à dire lorsque la composante S (société) du mouvement est interprété comme étant les répercussions environnementales et économiques d'un point de vue social, éthique et global, dans le but d'agir à un niveau local (Saéz & Riquarts, 2001).

L'objectif spécifique III.4 a été formulé pour les quatre modules de l'échantillon (table 4.17).

La table 4.17 montre que l'objectif spécifique III.4 fait toujours référence à des sujets environnementaux et socio-scientifiques. Ces derniers, constituent les thèmes autour desquelles s'articulent les modules du programme APQUA scolaire 12-16, mais la manière dont ils sont abordés, à notre avis, est très importante pour aider les élèves à développer cette attitude de respect envers les opinions de leurs camarades. Par exemple, les deux solutions proposées au problème de la pollution d'une ressource d'eau par un acide sont valables, sauf que la décision dépendra du type d'arguments exposés. Et c'est le même cas pour les différentes options discutées dans les modules CV, GR et PL. C.à.d que l'élève apprend à argumenter son opinion, mais aussi à prêter attention et à respecter les argumentations des autres. Or, pour promouvoir un tel objectif spécifique, il est indispensable de créer des conditions d'apprentissage comme celles que propose la vision constructiviste de l'enseignement (Sprod, 1997).

Objectifs spécifiques III.4	
DC III.4	Respecter les opinions d'autrui à propos de sujets environnementaux et socio-scientifiques en relation avec les effets de décharger de l'eau acide aux rivières et avec la dilution et la neutralisation comme méthodes de dépollution.
CV III.4	Respecter les opinions d'autrui à propos de sujets environnementaux et socio-scientifiques en relation avec la pollution de l'eau souterraine et avec les méthodes de dépollution d'une zone contaminée.
GR III.4	Respecter les opinions d'autrui à propos des sujets environnementaux et socio-scientifiques en relation avec la gestion des détritux.
PL III.4	Respecter les opinions d'autrui à propos de sujets environnementaux et socio-scientifiques en relation avec l'utilisation des plastiques.

Table 4.17. Les objectifs spécifiques III.4 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.

L'objectif spécifique III.5 a été formulé de la même manière et pour tous les modules de l'échantillon (table 4.18)

Objectifs spécifiques III.5	
III.5	Mettre en valeur l'utilisation correcte du matériel expérimental et le respect des normes de son usage et maintenance pour réaliser les expériences

Table 4.18. Les objectifs spécifiques III.5 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.

L'objectif spécifique III.5 fait référence aux normes d'utilisation du matériel expérimental dont le respect pour la réalisation des expériences est considéré comme essentiel pour l'obtention de résultats fiables. Les modules du programme APQUA scolaire incluent une feuille dite « *Suggestions pour la réalisation des expériences* » (APQUA, 1996). Le guide du professeur recommande de s'y référer très souvent et de rappeler aux élèves quelques normes selon le type d'expérience qu'ils se proposent de réaliser. L'utilisation correcte du matériel expérimental et le respect des normes de son usage et maintenance sont également considérés parmi les facteurs qui influencent les résultats expérimentaux tels que nous l'avons déjà signalé en commentant les objectifs spécifiques II.7 et CVII.15.

Bien que l'objectif spécifique III.5 soit très relié à la méthodologie scientifique, il implique une certaine prise de conscience et une responsabilité de la part de l'élève. Et ce sont ces aspects là que nous avons voulu mettre en relief. C'est pourquoi, nous avons opté pour qu'il soit dans la catégorie III au lieu de la catégorie II. Nous considérons aussi que l'aspect procédural est déjà mis en valeur par l'objectif II.1 de la catégorie II.

L'objectif spécifique III.6 a été également formulé pour tous les modules de l'échantillon et en utilisant le même énoncé pour les quatre modules (table 4.19).

Objectifs spécifiques III.6	
III.6	Avoir une attitude responsable envers les rôles assumés au sein d'un groupe

Table 4.19. Les objectifs spécifiques III.6 formulés pour les modules DC, CV, GR et PL.

L'objectif spécifique III.6, comme nous l'avons déjà signalé en analysant les contenus de type attitudinal (§ 4.2.1.2), est une conséquence directe du travail de groupe (ou d'équipe dans le cas du module CV) qui est présent dans tous les modules de l'échantillon. Or, à l'exception du module CV, on ne trouve pas d'indications claires, dans les guides du professeur, sur les rôles que doivent assumer les membres du groupe ni sur la manière de responsabiliser les élèves vis à vis de ces rôles. Cependant, on peut dire qu'ils sont implicites dans les modules puisque chaque groupe doit désigner un porte parole afin de communiquer les résultats expérimentaux au reste de la classe (objectif spécifique II.4) et un membre qui se chargera de la propreté et la maintenance du matériel expérimental (III.5).

L'objectif spécifique III.7 concerne la mise en valeur d'avantages et d'inconvénients et a été formulé pour les modules GR et PL (table 4.20).

Objectifs spécifiques III.7	
GR III.7	Mettre en valeur les avantages et les inconvénients de différentes méthodes de gestion des détritrus.
PLIII.7	Mettre en valeur les avantages et les inconvénients des types de sachets utilisés dans les centres commerciaux et de l'utilisation des produits jetables et réutilisables

Table 4.20. Les objectifs spécifiques III.7 formulés pour les modules GR et PL.

L'objectif spécifique III.7 est, en réalité, pris en considération par l'objectif II.10 présent dans tous les modules de l'échantillon. En effet, la mise en valeur d'avantages et d'inconvénients est l'un des éléments essentiels dans une prise de décisions fondée. Mais, les modules GR et PL présentent la particularité de le travailler d'une manière plus explicite. Ainsi, les élèves sont invités, dans le module GR, à lister et à discuter les avantages et les inconvénients des différentes méthodes de gestion des détritrus de manière systématique et au moyen de tables destinées à ce propos dans leurs feuilles de travail. De même, le module PL prévoit une table pour la comparaison de deux produits qui ont le même usage sauf que l'un est jetable et l'autre réutilisable.

Cet objectif spécifique peut être considéré comme une simple procédure qui fait référence à la capacité de lister des avantages et des inconvénients. Mais, à notre avis, le plus important est que l'élève prenne conscience de l'existence de ces avantages et inconvénients et de la manière dont ils affectent ses décisions. C'est pourquoi nous avons opté pour que cet objectif soit dans la catégorie III au lieu de la catégorie II.

L'objectif spécifique III.8 a été également formulé dans le cas des modules GR et PL et pas pour les modules DC et CV de l'échantillon (table 4.21).

Objectifs spécifiques III.8	
GR III 8	Mettre en valeur l'importance du facteur économique dans un processus de prise de décision en relation avec les méthodes de gestion des détritrus.
PL III.8	Mettre en valeur l'importance du facteur économique dans un processus de prise de décision en relation avec le choix du type de sachet, en plastique ou en papier, à être utilisé dans un centre commercial.

Table 4.21. Les objectifs spécifiques III.8 formulés pour les modules GR et PL.

L'objectif spécifique III.8 fait référence à la capacité de mettre en valeur le facteur économique dans un processus de prise de décisions. Comme nous l'avons déjà vu dans le cas de l'objectif II.10, la prise d'une décision argumentée requiert la considération de plusieurs aspects parmi lesquels le facteur économique occupe une place importante et il est peut même être le plus décisif. Or, ce facteur est beaucoup plus explicite dans les modules GR et PL que dans les modules DC et CV. Dans le module GR, par exemple, on trouve une référence claire au coût énergétique de production d'un matériau comparé avec le coût de son recyclage en tenant compte des étapes de collecte, transport et sélection des détritrus recyclables. De même, le module PL, fait référence au coût énergétique de la fabrication des différents matériaux comme le verre, le plastique, le papier et l'aluminium. Il attire l'attention des élèves aussi à l'utilisation du pétrole comme matière première pour la fabrication des plastiques sachant qu'il est, en même temps, la source d'énergie la plus utilisée par la société.

L'objectif spécifique III.9 a été formulé uniquement pour le module PL (table 4.22)

Objectif spécifique III.9	
GR III 9	Prendre conscience des difficultés de prendre une décision sans disposer de toute l'information

Table 4.22. L'objectif spécifique III.9 formulé pour le module PL.

La formulation de l'objectif spécifique III.9 est très semblable à celle de l'objectif spécifique III.1. Mais, nous avons opté pour faire la distinction entre ces deux objectifs puisque le premier fait référence à un type de difficultés tout à fait différent. La prise de conscience des difficultés de prendre une décision sans disposer de l'information nécessaire signifie une prise de conscience des conséquences de ce manque d'information. Ces conséquences peuvent être représentées par des préconceptions, des préjugés et des décisions non fondées. Cet objectif spécifique, est, en réalité, pris en considération dans les autres modules aussi, mais de manière plutôt implicite.

4.3 Analyse de cohérence interne des objectifs spécifiques des modules

4.3.1 Introduction

L'analyse de cohérence interne des objectifs spécifiques concerne, d'abord, la représentation, au moyen de tables de spécification, des objectifs concrets des unités, des contenus et des activités qui ont contribué à la formulation de chacun des objectifs spécifiques d'un module donné.

Ensuite, grâce à une analyse quantitative et qualitative de ces tables, on procède à l'élimination des objectifs spécifiques dont le nombre d'activités d'apprentissage est très faible (inférieur à 3 activités) et à la formulation de nouveaux objectifs spécifiques correspondant aux activités d'apprentissage qui peuvent être regroupées pour donner de nouveaux contenus et objectifs concrets des unités.

Pour la construction de *la version 1 des tables de spécification* pour chacun des modules DC, CV, GR et PL de l'échantillon, on a utilisé :

- les listes des activités d'apprentissage des modules DC, CV, GR et PL présentées aux annexes 1.1, 1.2, 1.3 et 1.4
- les versions 1 des contenus des modules DC, CV, GR et PL présentées aux annexes 2.1.2, 2.2.1, 2.3.1 et 2.4.1
- les versions 1 des objectifs concrets et communs des unités des modules DC, CV, GR et PL et qui sont présentées aux annexes 3.1.2, 3.2.1, 3.3.1 et 3.4.1
- la version 2 des objectifs spécifiques du module DC présentée à l'annexe 4.1.3, et les versions 1 des objectifs spécifiques des modules CV, GR et PL présentées aux annexes 4.2.1, 4.3.1 et 4.4.1.

Les versions 1 des tables de spécification des modules DC, CV, GR et PL sont présentées aux **annexes 5.1.1, 5.2.1, 5.3.1 et 5.4.1**, respectivement.

Les modifications introduites suite à l'analyse quantitative et qualitative des tables de spécifications sont prises en considération dans leurs *versions 2* présentées dans les **annexes 5.1.2, 5.2.2, 5.3.2 et 5.4.2**, pour les modules DC, CV, GR et PL, respectivement. Les nouveaux contenus, objectifs communs et concrets des unités et objectifs spécifiques des modules figurent en « **caractère gras** » sur ces annexes.

De même les contenus modifiés ou ajoutés suite à l'analyse quantitative et qualitative des versions 1 des tables de spécification, apparaissent en « **caractère gras** » sur les annexes 2.1.3, 2.2.2, 2.3.2 et 2.4.2 correspondant aux versions 2 des contenus des modules (voir figure 4.6).

Les objectifs concrets et communs des unités, modifiés ou ajoutés suite à l'analyse quantitative et qualitative des versions 1 des tables de spécification, apparaissent en « **caractère gras** » sur les annexes 3.1.3, 3.2.2, 3.3.2 et 3.4.2 correspondant aux versions 2 des objectifs concrets et communs des unités (voir figure 4.8).

Les objectifs spécifiques modifiés ou ajoutés suite à l'analyse quantitative et qualitative des versions 1 des tables de spécification, apparaissent en « **caractère gras** » sur les annexes 4.1.4, 4.2.2, 4.3.2 et 4.4.2 correspondant aux versions 3 des objectifs spécifiques du module DC et aux versions 2 des objectifs spécifiques des modules CV, GR et PL (voir figure 4.9).

A titre d'exemple, la version 1 de la table de spécification du module DC, montre qu'il y a des activités d'apprentissage correspondant à l'objectif spécifique II.4 dans toutes les unités du module. Alors qu'il n'y a pas de contenus, ni d'objectifs concrets correspondant à cet objectif spécifique dans toutes les unités du module. Pour cette raison, nous avons formulé des contenus et des objectifs concrets qui correspondent à ces activités, pour chaque unité du module et qu'on a introduit dans les versions 2 des contenus et des objectifs concrets et communs des unités (voir annexes 2.1.2 et 3.1.2).

En considérant toujours le même exemple du module DC, le seul objectif spécifique auquel correspondent moins de 3 d'activités d'apprentissage, dans la version 1 de la table de spécification, est l'objectif spécifique II.10 (voir annexe 5.1.1). Nous avons, donc, décidé d'éliminer cet objectif spécifique et comme, il a été possible d'en tenir compte en reformulant l'objectif spécifique II.9, nous avons regroupé les activités d'apprentissage, les contenus et les objectifs concrets correspondants. Comme conséquence, l'objectif spécifique désigné comme II.11 dans la version 1 est passé à être codifié comme l'objectif spécifique II.10 dans la version 2 (voir annexe 5.1.2).

Remarque

A l'exception du module DC, tous les contenus et objectifs concrets des unités formulés suite à l'analyse de la table de spécification d'un module donné, sont ajoutés à la fin de la liste. Ceci afin de conserver la même numérotation des contenus et objectifs concrets des unités qui n'ont pas été modifiés et éviter, ainsi, de reconstruire à nouveau la table de spécification avec les nouvelles numérotations.

Dans ce qui suit, nous analyserons **les versions 2 des tables de spécification des modules DC, CV, GR et PL.**

4.3.2 Tables de spécification des modules

Les versions 2 des tables de spécification des modules DC, CV, GR et PL sont présentées sur les annexes 5.1.2, 5.2.2, 5.3.2 et 5.4.2, respectivement. Sur ces tables de spécification des modules, sont présentées la version 3 des objectifs spécifiques du module DC et les versions 2 des objectifs spécifiques des modules CV, GR et PL.

On peut repérer sur les tables de spécification deux cas extrêmes d'objectifs spécifiques des modules : ceux qui correspondent au plus grand nombre²¹ d'activités d'apprentissage et ceux qui correspondent au plus faible nombre d'activités d'apprentissage.

Le premier cas peut être interprété de deux façons. La première est que ce type d'objectifs spécifiques fasse référence à des capacités qui présentent un degré de complexité relativement élevé. Et la seconde est que ce soient des objectifs spécifiques plus prioritaires pour le module en question ou pour le programme en général.

Quant au deuxième cas, c'est l'opinion des experts de la modération à propos de ce type d'objectifs spécifiques qui nous permettra de décider de les maintenir ou de les

²¹ Il n'y a pas de critères communs à tous les modules qui déterminent le plus grand ou le plus faible nombre d'activités d'apprentissage correspondant à un objectif spécifique donné. Ces nombres sont relatifs et dépendent de chaque module.

éliminer de la liste d'objectifs spécifiques formulés pour chacun des modules analysés (voir figure 4.9).

L'analyse quantitative et qualitative des tables de spécification ne suffit pas pour juger si un objectif spécifique est suffisamment mis en œuvre, ou de décider s'il sera maintenu ou éliminé des listes des objectifs spécifiques des modules (annexes 4.1.3, 4.2.2, 4.3.2 et 4.4.2). Mais, elle constitue une partie de l'information nécessaire pour prendre de telles décisions et pour en dégager des conclusions concernant l'amélioration des modules. Une autre partie de cette information est recueillie auprès des experts de la modération (§ 4.6.3).

Afin de mieux percevoir, pour chaque module de l'échantillon, le nombre d'activités d'apprentissage correspondant à chacun de ses objectifs spécifiques, on a opté pour les représenter graphiquement sur les figures 4.10, 4.11, 4.12 et 4.13.

4.3.2.1 Module DC

En analysant la version 2 de la table de spécification du module DC (annexe 5.1.2), on constate que les objectifs spécifiques qui présentent les plus faibles nombres d'activités d'apprentissage correspondantes sont : DCII.5, DCII.8, DCII.10, DCIII.1, DCIII.2 et DCIII.3. La figure 4.10 permet de mieux illustrer ces résultats.

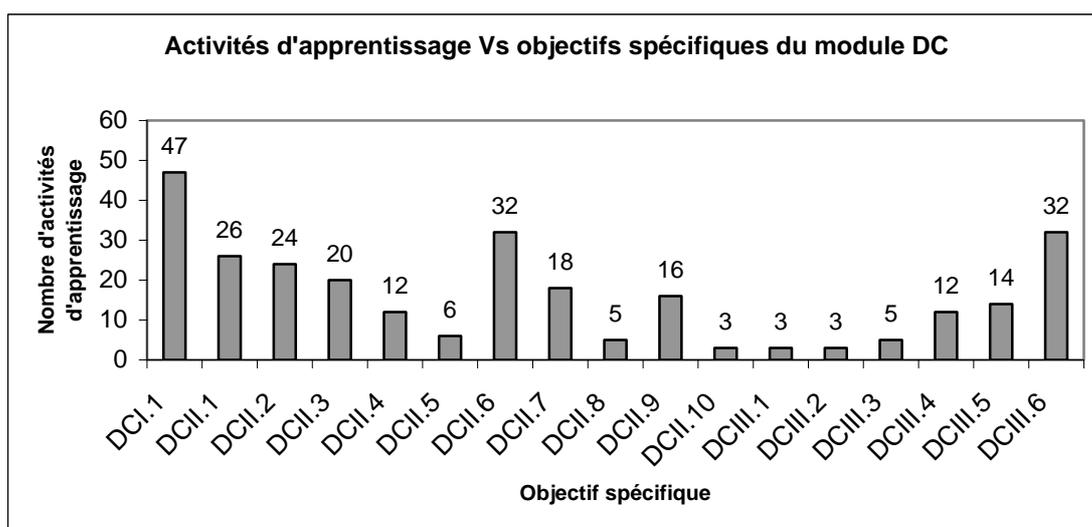


Figure 4.10. Nombre d'activités d'apprentissage correspondant à chaque objectif spécifique du module DC.

En effet, à l'objectif spécifique II.5 correspondent un total de 6 activités d'apprentissage qui sont réparties sur les unités 2, 3, 5 et 6 à raison d'une ou 2 activités seulement par unité. A l'objectif spécifique DCII.8, correspondent 5 activités au total réparties avec la même fréquence sur les unités 3, 5, 6 et 7. Dans le cas des objectifs spécifiques DCII.10, DCIII.1 et DCIII.2, on ne trouve que 3 activités d'apprentissage correspondantes à chacun et qui se répartissent sur 2 ou 3 unités seulement. Enfin, à l'objectif DCIII.3 correspondent 4 activités d'apprentissage qui sont réparties sur 3 unités.

Les objectifs spécifiques qui présentent les nombres d'activités d'apprentissage les plus élevés sont DCI.1, DCII.6 et DCIII.6. Le cas de l'objectif DCI.1 s'explique,

d'une part, par le fait que cet objectif regroupe en réalité plusieurs objectifs faisant référence aux concepts étudiés dans tout le module. Et d'autre part, c'est un résultat tout à fait espéré en enseignement des sciences que l'acquisition des concepts requière la réalisation d'un grand nombre d'activités d'apprentissage. Quant au résultat obtenu pour les objectifs spécifiques DCII.6 et DCIII.6, il montre l'importance accordée par les développeurs du programme au travail de groupe à travers le module DC.

4.3.2.2 Module CV

Dans le cas du module CV, l'analyse de la version 2 de la table de spécification (annexe 5.2.2) montre que les objectifs spécifiques CVII.12 et CVIII.2 sont ceux qui ont été formulés à partir du plus faible nombre d'activités d'apprentissage. La figure 4.11 permet de mieux illustrer ces résultats.

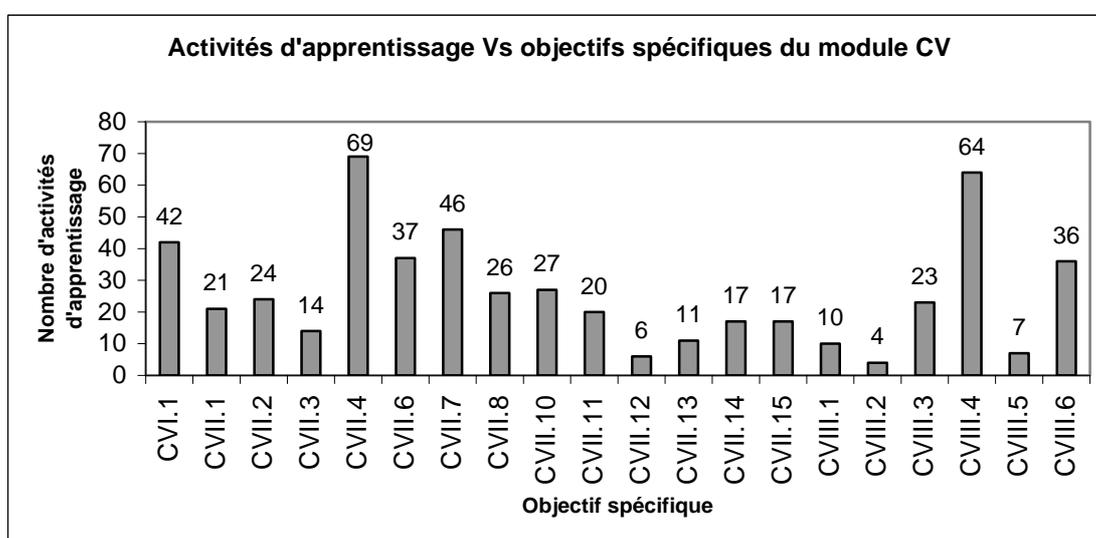


Figure 4.11. Nombre d'activités d'apprentissage correspondant à chaque objectif spécifique du module CV.

A l'objectif spécifique CVII.12 ne correspondent que 6 activités au total réparties sur les unités 3, 4 et 5. Et à l'objectif spécifique CVIII.2 correspondent 4 activités d'apprentissage dont 3 se trouvent dans l'unité 2 et une seule dans l'unité 4. En plus, à cette dernière ne correspond aucun contenu ni objectif concret de l'unité en question, ce qui signifie que tous les contenus et objectifs concrets des unités qui correspondent à l'objectif spécifique CVIII.2 sont concentrés dans une seule unité. Or, comme nous l'avons déjà signalé auparavant, toute la problématique du module CV trouve son sens dans l'idée de l'eau comme ressource limitée et essentielle pour la vie considérée par cet objectif spécifique.

Les objectifs spécifiques du module CV qui correspondent au plus grand nombre d'activités d'apprentissage sont CVII.4 et CVIII.4. Ce qui n'est pas étonnant surtout, vue la nature de la problématique abordée dans ce module et le fait que les élève soient souvent amenés à exposer leurs résultats et à argumenter leurs décisions, soit lors de l'élaboration de leurs plans de travail, ou bien à la fin du module où ils doivent défendre différentes méthodes d'assainissement d'eau souterraine, dans le cadre d'une assemblée municipale simulée (APQUA, 1993).

4.3.2.3 Module GR

La version 2 de la table de spécification du module GR (annexe 5.3.2) montre que l'objectif spécifique GRIII.8 est celui qui présente le plus faible nombre d'activités d'apprentissage correspondantes. La figure 4.12 permet de mieux illustrer ce résultat.

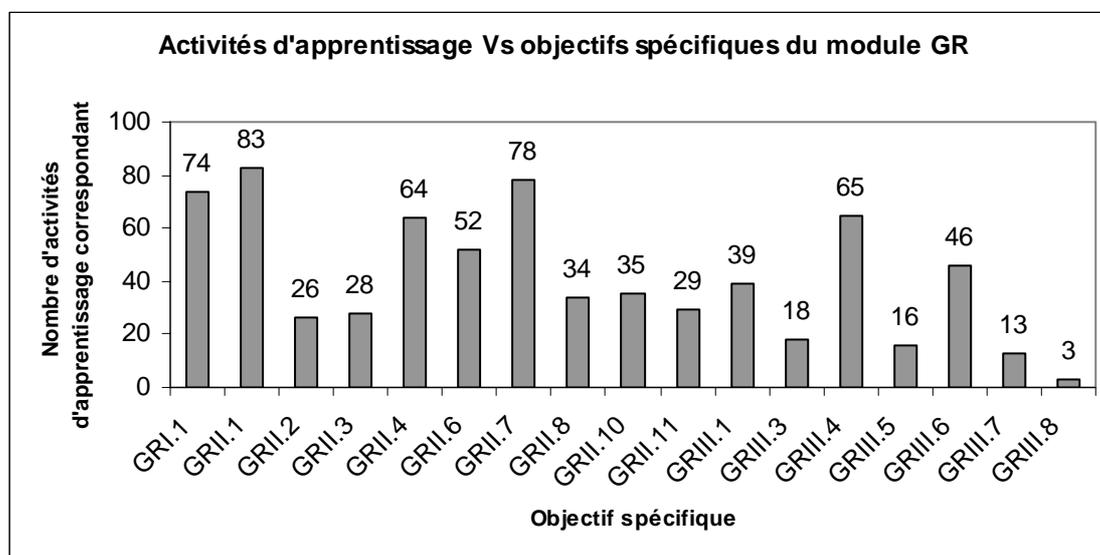


Figure 4.12. Nombre d'activités d'apprentissage correspondant à chaque objectif spécifique du module GR.

A l'objectif spécifique GRIII.8 correspondent trois activités d'apprentissage seulement, réparties sur les unités 3, 4 et 5, à raison d'une activité par unité. Mais, il faut signaler qu'ici, on n'a considéré que les activités d'apprentissage qui font référence à la prise de conscience du facteur économique d'une manière explicite. Cet aspect est aussi pris en considération, d'une manière implicite, par les activités correspondant à l'objectif GRII.10 qui fait référence à la prise de décisions argumentées. En plus, il peut également constituer l'un des avantages ou inconvénients dont il est question dans les activités d'apprentissage correspondant à l'objectif GRIII.7. Nous avons, donc, opté pour maintenir cet objectif spécifique dans l'attente de voir ce qu'en pensent les experts de la modération.

La figure 4.12 montre aussi que les objectifs spécifiques GRI.1, GRII.1, GRII.7 sont ceux qui présentent des nombres d'activités d'apprentissage correspondantes relativement élevés. Le cas de l'objectif spécifique GRI.1 peut être expliqué de la même manière que pour l'objectif spécifique DCI.1 (§ 4.3.2.1), c.à.d qu'une partie importante des activités d'apprentissage dans le module GR est orientée vers l'acquisition de concepts. Quant à l'objectif GRII.1, le nombre élevé d'activités d'apprentissage correspondant peut s'expliquer par l'importance accordée par le module GR à l'expérimentation. Tandis que dans le cas de l'objectif spécifique GRII.7, le nombre d'activités d'apprentissage élevé est dû certainement à son degré de complexité et à l'importance accordée par le module GR à cet objectif spécifique.

4.3.2.4 Module PL

Dans la version 2 de la table de spécification du module PL (annexe 5.4.2), les objectifs spécifiques qui présentent les plus faibles nombres d'activités d'apprentissage

correspondant sont PLIII.7 et PLIII.8. Ceux qui présentent, les nombres les plus élevés sont PLI.1 et PLII.7. La figure 4.13 permet de mieux illustrer ces résultats.

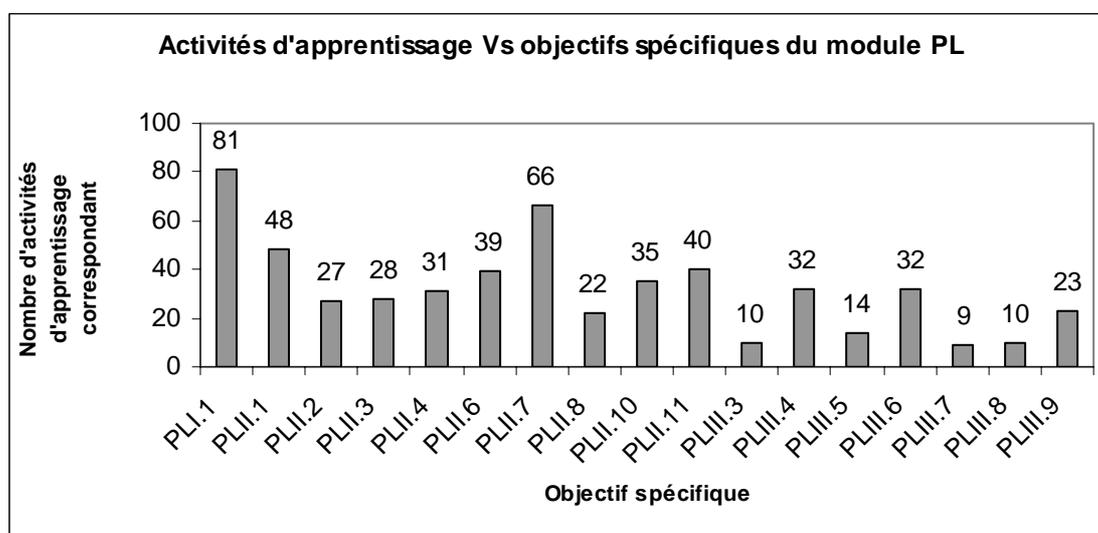


Figure 4.13. Nombre d'activités d'apprentissage correspondant à chaque objectif spécifique du module PL.

D'après la figure 4.13, on constate que le nombre d'activités d'apprentissage correspondant à PLIII.7 est de 8 et celui qui correspond à PLIII.8 est de 10. Ce qui est plutôt élevé par rapport à la limite établie de 3 activités par objectif spécifique et aussi par rapport aux nombres d'activités considérés comme assez faibles dans le cas des modules précédents. Néanmoins, le même raisonnement utilisé dans le cas de l'objectif spécifique GRIII.8 est aussi applicable aux objectifs spécifiques PLIII.7 et PLIII.8.

De la même manière, les raisonnements utilisés dans le cas des objectifs GRI.1 et GRII.7 sont valables pour justifier le nombre élevé d'activités d'apprentissage correspondant aux objectifs spécifiques PLI.1 et PLII.7. Ainsi, on peut dire qu'une partie importante des activités d'apprentissage dans le module PL est orientée vers l'acquisition de concepts. On observe aussi que le module PL met, particulièrement, l'accent sur l'objectif spécifique PLII.7 et que celui-ci présente un degré de complexité assez élevé.

4.4 Formulation des objectifs généraux du programme

Les objectifs généraux du programme scolaire 12-16 ont été formulés à partir de la version 3 des objectifs spécifiques du module DC et des versions 2 des objectifs spécifiques des modules CV, GR et PL (figure 4.14).

Le processus de formulation des objectifs généraux constitue la 6^{ème} étape du modèle présenté sur la figure 3.5 et comporte trois phases essentielles (voir § 3.2.2.6.2) :

- l'induction qui a permis de formuler des objectifs généraux induits pour le programme. Ces derniers, sont exprimés de la même manière que les objectifs spécifiques des modules mais sans faire référence aux contenus spécifiques d'aucun de ces modules. Ils sont présentés sur la table 3.10 et, en langue espagnole, à l'annexe 6.1
- le regroupement qui a permis de regrouper les objectifs induits en petits groupes de manière à former des objectifs dits objectif-synthèse. Ceux-ci sont présentés sur la table 3.11 et, en langue espagnole, à l'annexe 6.2 (voir aussi figure 3.4)
- la formulation qui a permis d'obtenir **la version 1 d'objectifs généraux** présentée sur la table 3.12 et, en langue espagnole à l'annexe 6.3, et dont l'amélioration de la rédaction a conduit à la formulation de **la version 2 d'objectifs généraux** pour le programme APQUA scolaire 12-16. Cette dernière version est présentée sur la table 3.13 et, en langue espagnole, sur l'annexe 6.4.

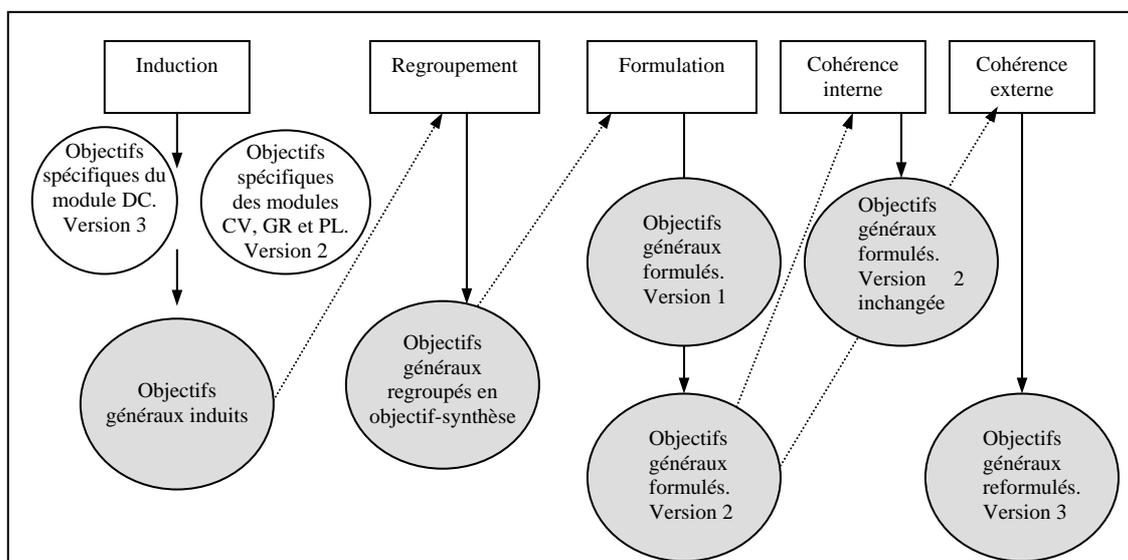


Figure 4.14.. Versions des objectifs généraux formulés pour le programme APQUA scolaire 12-16.

La version 2 des objectifs généraux formulés pour le programme APQUA scolaire 12-16 (figure 4.14) et qui est présentée sur la table 3.13 et à l'annexe 6.4 est constituée de 6 objectifs généraux.

L'objectif général, OG 1²², est le premier objectif général qui a été formulé pour le programme. A son origine se trouvent tous les objectifs spécifiques I.1 relatifs aux

²² Certains objectifs généraux de la version 2 présentée sur la table 3.13 sont désignés par un signe « + », pour faire la distinction avec ceux de la version 1 (table 3.12). Ici, nous nous intéressons uniquement aux objectifs spécifiques de la version 2 et, par suite, nous ne faisons pas cette distinction.

concepts qui ont été formulés pour les quatre modules de l'échantillon. C'est un objectif qui fait référence d'une manière synthétique aux différents concepts, mais sans citer en détail ces concepts (encadré 4.3).

Objectif général OG 1.

Définir opérationnellement les concepts de base en relation avec les produits chimiques, leurs propriétés et applications, et réfléchir à leurs interactions avec les personnes et l'environnement.

Encadré 4.3. L'objectif général OG 1 formulé pour le programme APQUA scolaire 12-16.

L'objectif général OG 2 est le deuxième objectif général qui a été formulé pour le programme. A son origine se trouvent les objectifs spécifiques II.1, II.2, II.3, II.7 et II.8 relatifs à la méthodologie scientifique, à l'extrapolation et application à des problèmes réels et quotidiens. C'est un objectif qui fait référence à ce que l'élève connaisse les principes de la méthodologie scientifique qui sont travaillés dans les modules du programme (encadré 4.4).

Objectif général OG 2.

Connaître les principes de la méthodologie scientifique : interpréter un guide de travail et suivre une procédure expérimentale, prédire les résultats d'une expérience, formuler des hypothèses, observer, prendre des notes, analyser, comparer et interpréter des données quantitatives et qualitatives, mettre en question la fiabilité des résultats et argumenter les hypothèses.

Encadré 4.4. L'objectif général OG 2 formulé pour le programme APQUA scolaire 12-16.

L'objectif général OG 3 est le troisième objectif général formulé pour le programme. A son origine se trouvent l'objectif spécifique II.4 relatif à la méthodologie scientifique, à l'extrapolation et application à des problèmes réels et quotidiens, et l'objectif spécifique III.4 relatif à la prise de conscience et la responsabilité (encadré 4.5).

Objectif général OG 3.

Communiquer et débattre à propos de sujets environnementaux et socio-scientifiques en relation avec les produits chimiques en employant un langage approprié et rigoureux et en respectant les opinions d'autrui.

Encadré 4.5. L'objectif général OG 3 formulé pour le programme APQUA scolaire 12-16.

On constate que l'objectif général OG 3 intègre différents types de capacités procédurales et attitudeles et, en plus, il provient d'un objectif spécifique (II.4) classé au même niveau qu'une compétence. Par suite, on peut dire que l'objectif général OG 3 possède les qualités d'une compétence générale.

L'objectif général OG 4 est le quatrième objectif formulé pour le programme. Il est le résultat des objectifs spécifiques III.1 et III.3 relatifs à la prise de conscience et la responsabilité. Par conséquent, et en tenant compte de ce qui a été dit précédemment à propos de ces deux objectifs spécifiques, on peut dire que l'objectif général OG 4 reflète l'orientation STS du programme APQUA scolaire 12-16 dans sa relation étroite avec la notion de développement durable (encadré 4.6).

Objectif général OG 4.

Prendre conscience des répercussions environnementales des activités humaines en relation avec les produits chimiques et des problématiques sociales qui en découlent.

Encadré 4.6. L'objectif général OG 4 formulé pour le programme APQUA scolaire 12-16.

L'objectif général OG 5 est le cinquième objectif général formulé pour le programme. Il est le résultat des objectifs spécifiques II.10 et II.11 relatifs à la méthodologie scientifique, à l'extrapolation et application à des problèmes réels et quotidiens, et des objectifs spécifiques III.7 et III.8 relatifs à la prise de conscience et à la responsabilité (encadré 4.7).

Objectif général OG 5.

Prendre des décisions fondées : identifier et chercher l'information nécessaire, y réfléchir et l'intégrer afin de pouvoir évaluer les pour et les contre, les concessions et les limites de la science et de la technologie pour ainsi prendre une décision argumentée et réfléchir aux facteurs qui l'influencent.

Encadré 4.7. L'objectif général OG 5 formulé pour le programme APQUA scolaire 12-16.

Etant donné que les objectifs spécifiques II.10 et II.11 ont été classés au même niveau que des compétences et vu la particularité des objectifs spécifiques III.7 et III.8 en tant que capacités procédurales et attitudinales à la fois, et qui sont orientées vers la prise de décisions fondées, on peut dire que l'objectif général OG 5 possède les qualités d'une compétence générale.

L'objectif général OG 6 est le sixième objectif général formulé pour le programme. A son origine, on trouve l'objectif spécifique II.6 -relatif à la méthodologie scientifique, à l'extrapolation et application à des problèmes réels et quotidiens- et les objectifs spécifiques III.5 et III.6 relatifs à la prise de conscience et à la responsabilité (encadré 4.8).

Objectif général OG 6.

Avoir une attitude responsable envers le travail de groupe (respecter les rôles assumés au sein d'un groupe) et envers la réalisation des activités (respecter les normes d'usage du matériel expérimental et mettre en valeur utilisation correcte de celui-ci).

Encadré 4.8. L'objectif général OG 6 formulé pour le programme APQUA scolaire 12-16.

Comme nous l'avons déjà signalé auparavant, les indications concernant les rôles que doivent assumer les membres du groupe ainsi que la manière de responsabiliser les élèves vis à vis de ces rôles sont souvent implicites dans les guides du professeur. En réalité, ces aspects sont indispensables aussi bien pour le bon fonctionnement du travail en groupe que pour la réalisation des expériences. C'est pourquoi, le professeur se voit obligé de les promouvoir en appliquant les modules du programme. Cependant, il serait préférable d'introduire plus d'indications, dans le guide du professeur, sous forme de recommandations explicites surtout que la gestion de la classe est considéré comme l'un des problèmes actuels auxquels sont confrontés la plupart des professeurs de l'enseignement secondaire obligatoire.

4.5 Analyse de cohérence interne des objectifs généraux

L'analyse de cohérence interne des objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16 fait partie de la sixième étape du modèle présenté sur la figure 3.5. Elle consiste à construire une table génératrice des objectifs généraux du programme, à partir des objectifs spécifiques des modules (voir annexe 5.5). Cette table résume les étapes de la démarche suivie pour la formulation des objectifs généraux à partir des objectifs spécifiques et établit les correspondances entre les premiers et les seconds. Ainsi, et grâce aux tables de spécification des modules, on pourrait remonter jusqu'aux activités d'apprentissage qui permettent de travailler ces objectifs généraux.

Or, comme il a été déjà signalé en chapitre 3 (§ 3.4), il est difficile de juger si un objectif général est suffisamment mis en œuvre par le programme en se basant, uniquement, sur l'analyse des tables de spécification et de la table génératrice des objectifs généraux. C'est pourquoi, cette analyse ne permet pas de décider si un objectif général sera maintenu ou supprimé de la liste des objectifs généraux du programme. Mais, elle constitue une partie de l'information nécessaire pour prendre de telles décisions et pour en dégager des conclusions concernant l'amélioration du programme. Une autre partie de cette information est recueillie auprès des experts de la modération (§ 4.6.3.1.5).

La table génératrice des objectifs généraux du programme est un instrument qui pourrait, éventuellement, être utile pour la planification des observations de classe de la mise en œuvre de chacun des objectifs généraux formulés pour le programme.

Dans le cas de notre étude, cette table a été utilisée dans le cadre de l'analyse de cohérence externe par modération d'experts. En effet, elle a été jointe en annexe avec le questionnaire soumis aux experts de la modération afin qu'ils puissent prendre connaissance de la démarche suivie et, éventuellement, comparer les versions antérieures des objectifs généraux du programme.

La table génératrice des objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16 présentée à l'annexe 5.5 est une table détaillée où figurent les objectifs spécifiques des modules et les objectifs généraux du programme (différentes étapes de formulation et différentes versions) avec leurs codes et leurs énoncés respectifs.

La table 4.23 reprend, d'une manière plus schématique, les données de la table génératrice de l'annexe 5.5 en représentant par leurs codes, d'une part, les objectifs spécifiques des modules DC, CV, GR et PL et d'autre part, les objectifs généraux induits (§ 3.2.2.6.2), les objectifs-synthèse et les objectifs généraux formulés (versions 1 et 2).

Objectifs spécifiques des modules				Objectifs généraux induits	Objectifs généraux regroupés ou objectif-synthèse	Objectifs généraux formulés. Version 1	Objectifs généraux formulés. Version 2
DC	CV	GR	PL				
DCI.1	CVI.1	GRI.1	PLI.1	OG.I.1	OGI.1 ⁺	OG.1	OG.1 ²³
DCII.1	CVII.1	GRII.1	PLII.1	OG.II.1	OGII.1 ⁺	OG.2	OG.2
DCII.8	CVII.8	GRII.8	PLII.8	OGII.8			
DCIII.5	CVIII.5	GRIII.5	PLIII.5	OG.III.5			
DCII.4	CVII.4	GRII.4	PLII.4	OGII.4	OG.II.4 ⁺	OG.3	OG.3
DCIII.4	CVIII.4	GRIII.4	PLIII.4	OG.III.4			
DCII.2	CVII.2	GRII.2	PLII.2	OG.II.2	OG.II.7 ⁺	OG.2	OG.2
DCII.3	CVII.3	GRII.3	PLII.3	OG.II.3			
DCII.7	CVII.7	GRII.7	PLII.7	OG.II.7			
DCIII.1	CVIII.1	GRIII.1	PLIII.1	OG.III.1	OG.III.3 ⁺	OG.4	OG.4
DCIII.3	CVIII.3	GRIII.3	PLIII.3	OG.III.3			
DCII.10	CVII.10	GRII.10	PLII.10	OG.II.10	OG.II.10 ⁺	OG.2	OG.5
DCII.9	CVII.11	GRII.11	PLII.11	OG.II.11			
		GRIII.7	PLIII.7	OG.III.7			
DCII.6	CVII.6	GRII.6	PLII.6	OG.II.6	OG.II.6 ⁺	OG.2	OG.6
DCIII.6	CVIII.6	GRIII.6	PLIII.6	OG.III.6			

Table 4.23. Représentation codifiée de la table génératrice des objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16 à partir des objectifs spécifiques des modules DC, CV, GR et PL .

La table 4.23 montre que tous les objectifs spécifiques qui ont été formulés pour les quatre modules ont contribué à la formulation des objectifs généraux du programme. Exceptionnellement, les objectifs spécifiques III.7 ont contribué à la formulation de l'objectif général OG.5 de la version 2, même s'ils ont été formulés dans le cas de deux modules seulement, parmi les quatre qui constituent l'échantillon.

D'un autre côté, les objectifs spécifiques II.7 formulés pour les quatre modules, ont contribué, initialement à la formulation de l'objectif général OG.2 de la version 1 (table 3.12). Mais, dans la version 2, ils sont pris en considération aussi bien par l'objectif général formulé OG.2 que par OG.1, OG.4 et OG.5 (table 3.13).

²³ Bien que les objectifs généraux de la version 2 sont désignés par les mêmes codes que ceux de la version 1, leur formulation est différente.

4.6 Analyse de cohérence externe par modération d'experts

4.6.1 Introduction

L'analyse de cohérence externe par modération d'experts a pour but d'obtenir l'avis des développeurs des modules et des professeurs de l'enseignement secondaire qui les utilisent en classe, à propos des objectifs spécifiques et généraux formulés. Ils sont invités à donner leur opinion sur les versions d'objectifs spécifiques et généraux résultant de l'analyse de cohérence interne, soient la version 3 des objectifs spécifiques du module DC, les versions 2 des objectifs spécifiques des modules CV, GR et PL (figure 4.9) et la version 2 des objectifs généraux du programme (voir figure 4.14).

Cette forme d'analyse de cohérence externe, constitue la septième et dernière étape du modèle de formulation et analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16 représenté sur la figure 3.5. Elle a permis de reformuler les objectifs spécifiques des modules et généraux du programme. Les nouvelles versions obtenues correspondent à la version 5 des objectifs spécifiques du module DC, les versions 3 des objectifs spécifiques des modules CV, GR et PL (figure 4.9) et la version 3 des objectifs généraux du programme.

Ces versions, définitives, sont présentées aux annexes 4.1.5, 4.2.3, 4.3.3 et 4.4.3 pour les modules DC, CV, GR et PL, respectivement et à l'annexe 6.5 pour les objectifs généraux du programme.

Dans un premier temps, on a défini un échantillon d'experts pour la modération. Ensuite, un questionnaire a été conçu pour recueillir l'opinion de ces experts à propos des objectifs spécifiques et généraux formulés. Finalement, un interview a eu lieu avec les experts qui ont répondu au questionnaire afin d'obtenir des explications argumentées et plus de détails concernant leurs réponses.

Dans ce qui suit, nous présentons les résultats de la définition de l'échantillon d'experts pour la modération, suivis de l'analyse quantitative et qualitative de l'information recueillie via le questionnaire et l'entretien.

4.6.2 Définition de l'échantillon des experts de modération

Pour la modération des objectifs spécifiques formulés pour les 4 modules étudiés ainsi que les objectifs généraux formulés pour tout le programme APQUA scolaire 12-16, nous avons fait appel à deux groupes d'experts :

- **Groupe EXPDF** formé par des membres de l'équipe du projet, experts en développement des modules et en formation des professeurs
- **Groupe EXPAA** formé par des professeurs de l'enseignement secondaire, experts en application des modules en classe

Le groupe EXPDF est formé par les membres de l'équipe du projet APQUA ainsi que par le fondateur du projet américain CEPUP dont APQUA est l'adaptation. L'équipe du projet est constitué de 12 membres au total, dont deux sont plus spécialisés dans le programme APQUA scolaire 10-12, deux sont des nouveaux recrutés en formation, et trois ne pouvaient pas faire partie de l'échantillon. En effet, deux de ces derniers ont participé à la formulation des objectifs en tant que juges (§ 3.1) et l'un d'eux a participé à la réalisation des épreuves pilotes du questionnaire et de l'interview. Ce qui fait que le nombre total des experts du groupe EXPDF qui ont participé à la modération des objectifs spécifiques et généraux du programme n'était que de 6 (5

membres de l'équipe du projet plus le fondateur de CEPUP), dont 4 pouvaient modérer les 4 modules étudiés à la fois et les deux autres n'ont modéré que 2 des 4 modules. Le fondateur du projet CEPUP n'a pas été interviewé.

Le tableau 4.24 présente, pour chaque module, le nombre total d'experts du groupe EXPDF qui ont répondu au questionnaire et de ceux qui ont participé à l'interview.

Module	Nombre d'experts	Nombre de questionnaires	Nombre d'interviews
DC	5	5	4
CV	6	6	5
GR	4	4	3
PL	6	6	5

Tableau 4.24. Nombre d'experts du groupe EXPDF par module.

Parmi les 6 experts du groupe EXPDF, 1 ne connaissait pas très bien le module DC et deux n'ont pas modéré non plus les objectifs spécifiques du module GR. Ces derniers n'ont pas eu l'occasion de connaître plus en profondeur ce module qui est relativement récent ayant été édité en 2000. En plus, le membre fondateur du projet américain CEPUP pouvait bien modérer les objectifs spécifiques des modules et généraux du programme²⁴ puisqu'ils correspondent à ceux des modules de CEPUP, mais sa connaissance limitée des détails des modules et du contexte des professeurs catalans et espagnols étaient les raisons pour lesquelles nous n'avons pas procédé à l'interview.

Tous les experts EXPDF qui ont modéré les objectifs spécifiques des modules, ont modéré également les objectifs généraux du programme.

Le groupe EXPAA est constitué principalement par des professeurs qui appliquent le programme APQUA scolaire 12-16 en classe. Pour la sélection des membres de ce groupe, nous avons effectué un échantillonnage stratifié en trois phases et établi des critères de sélection pour chaque phase (voir fin de la section § 3.2.2.6.2).

Dans *la première phase*, nous avons sélectionné tous les professeurs de l'enseignement secondaire qui ont appliqué une ou plusieurs fois des modules du programme et qui figurent sur la base de données de celui-ci. Nous avons, donc obtenu un total de 633 professeurs que nous avons classé par ordre de priorité en plaçant en haut de la liste ceux qui ont appliqué les modules un maximum de fois et en bas de la liste ceux qui l'ont fait un minimum de fois. D'un autre côté, nous avons éliminé tous les professeurs de la liste qui n'ont plus appliqué aucun module du programme depuis 1995. De cette manière, nous avons obtenu un échantillon de 92 professeurs.

Nous avons également fait appel à l'équipe du projet qui a recommandé d'autres professeurs, éliminés par les critères ci-dessus²⁵, mais qui sont connus par leur

²⁴ Les objectifs spécifiques et généraux formulés pour les quatre modules étudiés et pour le programme ont été également traduits à l'anglais pour cet effet.

²⁵ Les membres de l'équipe du projet chargés de la mise à jour de la base de données signalent que certains professeurs bien qu'ils connaissent très bien le programme depuis longtemps, n'ont commencé à l'appliquer que récemment. Ils assurent aussi que certains professeurs ont appliqué le programme plus de

collaboration avec le projet depuis son lancement, soit en ce qui concerne la formation des professeurs, le développement des modules ou les sessions pilotes. Ainsi, 19 experts ont été recommandés en élevant la taille de l'échantillon à 111 professeurs. Cependant, nous avons veillé à ce que ce sous-groupe de 19 experts ne soit contacté que comme un dernier recours.

Dans *la deuxième phase de sélection*, nous avons choisi parmi les professeurs de l'échantillon obtenu en première phase, ceux qui connaissent le mieux les modules analysés dans cette étude. Pour ce faire, nous avons établi les critères suivants :

- Avoir appliqué plus de 3 fois, en classe, l'un des 3 modules DC, CV ou PL pour pouvoir modérer ses objectifs spécifiques.
- Avoir appliqué au moins une fois, en classe, le module GR afin de modérer ses objectifs spécifiques
- Avoir appliqué plus de 2 modules parmi les 4 étudiés afin de pouvoir modérer les objectifs généraux du programme.

Sur les 111 professeurs sélectionnés en première phase et en appliquant les critères de la deuxième phase, nous avons obtenu un échantillon de 59 experts, dont 6 sont parmi ceux recommandés par l'équipe du projet.

Dans la troisième phase de sélection, il a été question de décider quels sont les experts qui allaient modérer chacun des modules tout en optimisant ce choix de manière à ce que le même expert puisse modérer le maximum de modules possible. Pour cela, nous avons appliqué les critères suivants :

- Donner priorité aux experts qui pourraient modérer le plus grand nombre de modules à la fois en regroupant les 4 modules DC, CV, GR et PL sous toutes les formes de combinaisons possibles (voir tableau 4.25).
- Fixer à 10 le nombre minimale d'experts par module.

Sur les 59 professeurs sélectionnés en deuxième phase et en appliquant les critères de la troisième phase, nous avons obtenu un échantillon de 20 experts, dont 3 seulement sont parmi ceux qui ont été recommandés par l'équipe du projet.

Le tableau 4.25 présente le nombre total d'experts EXPAA par combinaison de modules ainsi que le nombre de questionnaires (remis et recueillis) et d'interviews réalisés par module.

Selon les critères établis, aucun professeur ne pouvait modérer les objectifs spécifiques des quatre modules DC, CV, GR et PL, à la fois. 1 seul modérait les objectifs spécifiques des trois modules DC, CV et GR et 4 professeurs modéraient ceux de DC, CV et PL à la fois. Pour la modération de 2 modules à la fois parmi les 4 étudiés, il y avait 9 experts vérifiant les critères établis pour la modération de la combinaison DC-CV, aucun pour DC-GR, 5 pour DC-PL, 1 pour CV-GR et 5 pour GR-PL. A priori, on n'a pas remis de questionnaire aux experts qui modéraient un seul module à la fois sauf dans un seul cas où l'expert devait modérer les objectifs spécifiques de 2 modules DC et GR, mais il a retourné en blanc la liste correspondant au module GR parce qu'il ne se souvenait pas très bien du contenu de ce module.

fois que celles qui figurent sur la base de données. Ceci est dû au fait que la mise à jour s'arrête une fois que la limite des centres et élèves fixée par les entités de subvention est atteinte.

Combinaisons des modules	Total experts disponibles	Questionnaires remis				Questionnaires retournés				Interviews réalisés			
		DC	CV	GR	PL	DC	CV	GR	PL	DC	CV	GR	PL
DC-CV-GR-PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DC-CV-GR	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
DC-CV-PL	4	4	4	0	4	4	4	0	4	3	3	0	3
DC-GR-PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DC-CV	9	5	5	0	0	5	5	0	0	5	5	0	0
DC-GR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DC-PL	5	2	0	0	2	2	0	0	1	2	0	0	1
DC (seul)	8	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
CV-GR-PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CV-GR	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CV-PL	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
CV (seul)	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GR-PL	5	0	0	5	5	0	0	5	5	0	0	5	5
GR (seul)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PL (seul)	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	59	13	12	7	12	13	11	6	11	10	8	5	9
		20				19				16			

Tableau 4.25. Nombre d'experts du groupe EXPDF par combinaison de modules.

Le tableau 4.25 montre que la modération des objectifs spécifiques du module GR présente une limitation puisque le nombre total des experts disponibles dans ce cas n'est que de 7 et, donc, n'atteint pas le seuil minimal de 10 experts par module. C'est pour cette raison que ces 7 experts devaient absolument faire partie de notre échantillon. Parmi eux, 1 pouvait modérer également les modules DC et CV, 1 modérerait le module CV en plus du module GR, 5 modéreraient le module PL en plus du module GR et 1 ne pouvait modérer que le module GR. De cette façon, nous avons déjà un expert pour modérer le module DC, 2 pour modérer le module CV et 5 pour modérer le module PL. Ce qui signifie que pour atteindre le nombre minimale de 10 experts par module, il faut encore 9 experts pour modérer le module DC, 8 pour le module CV et 5 pour le module PL. Pour cela, nous avons considéré les 4 experts disponibles pour modérer la combinaison de modules DC-CV-PL, que nous avons complété par 5 experts parmi les 9 qui pouvaient modérer la combinaison de modules DC-CV. Ainsi, nous avons obtenu un total de 11 experts pour la modération des objectifs spécifiques du module CV et 9 experts pour la modération des objectifs spécifiques du module PL auxquels il a fallu en ajouter un pour atteindre un total de 10 experts. Pour cela, nous avons pris contact avec les 5 experts disponibles pour la modération de la combinaison DC-PL et les 2 experts

disponibles pour la modération de la combinaison CV-PL. Nous n'avons pu remettre des questionnaires qu'à 3 d'entre eux tous pour deux raisons : 2 n'étaient pas d'accord pour répondre à notre questionnaire et 2 ne pouvaient pas être localisés à cause d'un changement de centre.

Au total, nous avons remis aux experts EXPAA, 20 questionnaires pour la modération des objectifs spécifiques des modules et celle des objectifs généraux du programme. 1 seul expert n'a pas répondu au questionnaire et par conséquent n'a pas eu d'interview. Alors que 2 experts ont modéré un seul des 2 modules qui leur ont été proposés sauf que l'un n'a pas modéré les objectifs généraux du programme et l'autre si. Celui-ci, avait une connaissance plus profonde du programme à travers sa collaboration avec l'équipe du projet aux sessions pilotes et à la formation des professeurs.

Le total d'interviews réalisés est de 16 car 3 experts parmi les 19 qui ont répondu à notre questionnaire argumentaient qu'ils n'avaient pas le temps pour participer à l'interview.

Les effets de ce résultat sur la modération des objectifs spécifiques de chacun des modules de notre étude et celle des objectifs généraux du programme est comme suit : Dans le cas du module DC, nous avons remis 13 questionnaires qui nous ont été tous retournés, mais, nous n'avons pu réaliser que 10 interviews. Pour le module CV, nous avons remis un total de 12 questionnaires dont nous n'avons récupéré que 11 et réalisé 8 interviews. Quant au module PL, nous avons remis 12 questionnaires dont 1 n'a pas été retourné et nous avons réalisé 9 interviews sur les objectifs spécifiques de ce module. Finalement, sur les 7 questionnaires remis pour la modération des objectifs spécifiques du module GR, nous avons obtenu le feedback de 6 experts et réalisé 5 interviews. Quant aux objectifs généraux du programme, ils ont été modérés par un total de 18 experts EXPAA.

4.6.3 Résultats de l'application des outils de modération

La modération par des experts des objectifs spécifiques et généraux formulés pour les modules et le programme APQUA scolaire 12-16, est effectuée à l'aide de deux types de questionnaires :

- le questionnaire A conçu pour la modération des objectifs spécifiques des modules (annexe 8.1)
- le questionnaire B conçu pour la modération des objectifs généraux du programme (Annexe 8.2)

Les deux questionnaires A et B comportent les mêmes items à l'exception d'un seul (item 2 du questionnaire B) qui est conçu uniquement dans le cas du questionnaire B :

- Les items 1 des deux questionnaires A et B invitent l'expert à effectuer une évaluation quantitative, sur une échelle de 1 à 10, de chacun des objectifs spécifiques (questionnaire A) ainsi que des objectifs généraux (questionnaire B).
- L'item 2 du questionnaire B permet à l'expert d'exprimer, sur une échelle de 1 à 10, son accord ou désaccord sur le fait que les 6 objectifs généraux formulés pour le programme représentent effectivement, une synthèse des objectifs spécifiques des quatre modules analysés.

- Les items 2 du questionnaire A et 3 du questionnaire B permettent de recueillir les suggestions des experts à propos de la manière de rédiger les objectifs spécifiques et généraux, respectivement.
- Les items 3 du questionnaire A et 4 du questionnaire B permettent aux experts de proposer des objectifs spécifiques et généraux supplémentaires.

Les résultats obtenus par les questionnaires sont appuyés par l'application d'un second outil de modération, l'interview. Cet outil a permis de recueillir les argumentations des experts à propos de leur évaluation quantitative des objectifs ainsi que d'autres types de commentaires concernant les modules étudiés ou le programme en général. Il faut noter que nous avons utilisé un **interview individuel non structuré** dont les questions ne sont pas prévues à l'avance, mais qui sont orientées vers la justification des réponses aux items 1 des questionnaires (surtout dans le cas où les évaluations ne sont pas hautes ; inférieures ou égales à 8, en général). Pour cela, il est utile de considérer les commentaires des experts surgis lors de l'interview dans le cadre d'une analyse quantitative et qualitative des items 1 des questionnaires A et B (voir figure 4.15).

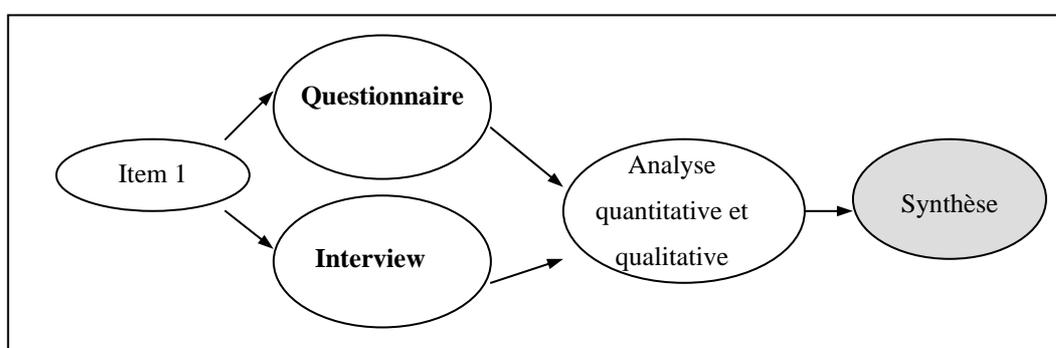


Figure 4.15. Analyse quantitative et qualitative des résultats de l'item 1.

La figure 4.15 montre que l'analyse quantitative et qualitative des résultats des items 1 tient compte des données recueillies aussi bien par le questionnaire que par l'interview afin de formuler des synthèses partielles sur les objectifs spécifiques des modules étudiés et généraux du programme. Cette analyse sera reprise plus en détail dans la section § 4.6.3.1.

L'item 2 du questionnaire B est analysé quantitativement dans le cadre de la section § 4.6.3.1.6.

Quant aux suggestions et additions recueillies via les items 2 et 3 du questionnaire A ainsi que 3 et 4 du questionnaire B, elles sont présentées sous forme d'un tableau sur l'annexe 9. Une confrontation des différentes suggestions des experts a permis de reformuler, après consensus avec les juges (§ 3.1), les versions définitives des objectifs spécifiques des quatre modules étudiés et celles des objectifs généraux du programme (§ 4.6.1). L'analyse des différentes suggestions fait l'objet de la section § 4.6.3.4.

4.6.3.1 Evaluation quantitative et qualitative des objectifs formulés

L'évaluation quantitative des objectifs formulés est effectuée par les experts de la modération à travers les items 1 des questionnaires A et B. Quant à l'évaluation qualitative, elle est déduite de leurs commentaires lors de l'interview.

L'encadré 4.9 reprend les items 1 des questionnaires A et B. Dans les deux cas, l'expert doit lire attentivement la formulation de l'objectif et lui attribuer une valeur allant de 1 à 10. La valeur limite de 10 correspond au cas où l'expert est complètement d'accord que l'objectif formulé est bien mis en œuvre par le module en question (cas des objectifs spécifiques) ou par le programme (cas des objectifs généraux). La valeur limite de 1 correspond au cas contraire.

Items 1	
Questionnaire A	Pour chacun des 4 modules étudiés et ayant pris connaissance des activités et des contenus du module, considérez-vous que la liste des objectifs spécifiques reflète bien ce que l'on prétend mettre en œuvre dans le module ? donner une valeur entre 1 et 10 (10 si vous êtes complètement d'accord et 1 si vous êtes complètement en désaccord)
Questionnaire B	Considérez-vous que la liste des objectifs généraux reflète bien l'idée que vous avez du programme? Donner une valeur entre 1 et 10 (10 si vous êtes complètement d'accord et 1 si vous êtes complètement en désaccord)

Encadré 4.9. Items 1 des questionnaires A et B.

De manière générale, **bien que tous les membres du groupe EXPDF ont bien répondu à la question, ceux du groupe EXPAA ont parfois, évalué les objectifs selon d'autres critères comme, par exemple, la difficulté d'acquisition par les élèves ou la difficulté d'évaluation de l'objectif.**

L'analyse quantitative et qualitative des résultats de l'item 1 montre que les moyennes globales attribuées par module sont toutes supérieures à 7.5 (voir tableaux 4.26 jusqu'à 4.36). Ce qui signifie que l'évaluation, par les experts de modération, des objectifs formulés, est bonne (cas des experts EXPAA) ou très bonne (cas des experts EXPDF).

De manière plus concrète, cette analyse a permis de :

- procéder à une classification des objectifs spécifiques des modules et des objectifs généraux du programme, selon le degré de leur 'acceptation' ou 'rejet' de la part des experts,
- analyser les arguments apportés par les experts lors de l'interview pour justifier leur évaluation de ces objectifs,
- décider quels sont les objectifs à éliminer des listes et ceux à conserver avec ou sans modification.

En premier lieu, nous commencerons par une analyse de fréquences d'experts par intervalle de valeurs et des moyennes et écarts types obtenus par objectif en abordant séparément les objectifs spécifiques des 4 modules étudiés (voir tableaux 4.26 jusqu'à 4.33). Nous appliquerons la même procédure d'analyse aux objectifs généraux du programme (tableaux 4.34 et 4.35) et nous distinguerons toujours entre les deux groupes d'experts EXPDF et EXPAA.

Tous les objectifs spécifiques et généraux sont classés selon les valeurs attribuées par les experts de la modération, en quatre intervalles :

- **Objectifs complètement acceptés** dont la valeur la plus fréquente est dans l'intervalle [9-10]
- **Objectifs acceptés** dont la valeur la plus fréquente est dans l'intervalle [7-8]
- **Objectifs moyennement acceptés** dont la valeur la plus fréquente est dans l'intervalle [5-6]
- **Objectifs rejetés** dont la valeur la plus fréquente est dans l'intervalle [1-4]

En second lieu, nous distinguerons, dans le cas de chaque module -et dans le cas général du programme-, entre deux groupes d'objectifs spécifiques -et généraux-²⁶ :

- a) objectifs spécifiques des modules et généraux du programme qui ne sont pas complètement acceptés par les experts des deux groupes, c.à.d. dont la valeur la plus fréquente n'est pas dans l'intervalle [9-10].
- b) objectifs spécifiques des modules et généraux du programme qui présentent une certaine dispersion d'opinions entre les experts d'un même groupe (i.e : valeur moyenne inférieure ou égale à 8 et/ou écart type supérieur ou égal à 1.5)

Tous les objectifs qui ne sont pas complètement acceptés et/ou qui présentent une dispersion d'opinions entre les experts d'un même groupe seront marqués en couleur rouge sur les tableaux des fréquences ci-dessous et seront commentés à l'aide d'extraits des citations recueillies via l'interview. Ces dernières permettront **d'identifier, dans chaque cas, les raisons pour lesquelles l'objectif n'est pas complètement accepté, a une valeur moyenne faible et/ou un écart type élevé.**

Il sera également tenu compte des commentaires des experts quand ils se réfèrent à la rédaction de l'objectif mais, sans pour autant accorder -pour le moment- une grande importance au contenu de leurs suggestions. Ceci, fera l'objet d'une étude plus détaillée dans la section § 4.6.3.4 consacrée à la présentation des résultats des questions, 2 et 3 du questionnaire A, et 3 et 4 du questionnaire B, relatives aux rectifications et aux additions suggérées par les experts.

Les résultats de la section § 4.6.3.1 permettront de décider, pour chaque objectif spécifique -ou général-, s'il sera maintenu comme objectif du module -ou du programme- tout en tenant compte de l'analyse de cohérence interne des objectifs spécifiques des modules et celle des objectifs généraux. On décidera aussi de modifier les énoncés des objectifs spécifiques et généraux qui figurent sur les questionnaires en fonction des suggestions des experts EXPAA et EXPDF reprises dans l'annexe 9.

4.6.3.1.1 Modération des objectifs spécifiques du module DC

Le module DC a été modéré par 5 experts du groupe EXPDF et 12 du groupe EXPAA. Les tableaux 4.26 et 4.27 présentent les fréquences des experts EXPDF et EXPAA, respectivement, qui apparaissent dans chaque intervalle ainsi que la moyenne et l'écart type des valeurs attribuées aux objectifs spécifiques du module DC.

Globalement, nous constatons que les valeurs moyennes attribuées, par les experts EXPDF, à chacun des objectifs spécifiques de ce module sont supérieures à celles attribuées par les experts EXPAA.

²⁶ Dans le cas où un objectif -spécifique ou général- vérifie à la fois les critères a) et b), il sera plutôt analysé dans le cadre de la catégorie b).

Objectif	Fréquence des experts EXPDF par intervalle				Moyenne des valeurs	Ecart type des valeurs
	[1-4]	[5-6]	[7-8]	[9-10]		
DCI.1	-	-	1	4	9,2	1,3
DCII.1	-	-	1	4	9,4	0,9
DCII.2	-	-	2	3	8,8	1,3
DCII.3	-	-	1	4	9,0	1,2
DCII.4	-	-	1	4	9,2	0,8
DCII.5	-	-	1	4	9,6	0,9
DCII.6	-	-	-	5	10,0	0,0
DCII.7	1	-	1	3	7,6	3,8
DCII.8	1	-	2	2	8,0	2,4
DCII.9	-	-	1	4	9,4	0,9
DCII.10	-	-	1	4	9,4	0,9
DCIII.1	-	-	2	3	9,2	1,1
DCIII.2	1	-	-	4	8,2	3,5
DCIII.3	-	-	1	4	9,4	1,3
DCIII.4	-	-	2	3	8,8	1,3
DCIII.5	-	-	3	2	8,6	1,3
DCIII.6	-	-	1	4	9,4	0,9
Moyenne globale des valeurs par module					9,0	0,6

Tableau 4.26. Nombre d'experts EXPDF par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif spécifique du module DC.

On observe que le seul objectif spécifique qui n'a pas été complètement accepté par les experts de ce groupe est DCIII.5 et les objectifs spécifiques qui présentent une certaine dispersion d'opinions sont DCII.7, DCII.8 et DCIII.2 et qui se manifeste par des écarts types assez élevés de 3,8, 2,4 et 3,5 respectivement. En effet, 1 expert sur 5 a rejeté les objectifs DCII.7 et DCII.8, 3 experts ont complètement accepté DCII.7 et 2 ont complètement accepté DCII.8. Quant à DCIII.2, il y a un expert qui a rejeté cet objectif alors que 4 sur 5 l'ont complètement accepté.

En moyenne, la majorité des experts du groupe EXPDF se situent dans les intervalles [9-10] et ils ont, rarement, rejeté ou moyennement accepté les objectifs spécifiques du module DC. La valeur moyenne attribuée aux objectifs spécifiques du module DC par ces experts est de 9,0 avec un écart type de 0,6.

Le tableau 4.27 montre que les objectifs spécifiques DCII.4, DCII.5, DCIII.2, DCIII.3, DCIII.4 et DCIII.6 ne sont pas complètement acceptés par les experts du groupe EXPAA. Cependant, tous ces objectifs ont été acceptés par les experts de ce groupe.

Les objectifs spécifiques DCII.2, DCII.3, DCII.7, DCII.8, DCII.10, DCIII.1 et DCIII.5 ont des valeurs moyennes inférieures ou égales à 8 avec des écarts type supérieurs ou égaux à 1,5. Et d'une manière particulière, les objectifs DCII.7 et DCII.8 ont obtenu des valeurs moyennes minimales par les experts du groupe EXPAA. En plus, DCII.7 présente l'écart type le plus élevé (2,7) et DCII.8, en plus de l'écart type élevé (2,0), il est aussi moyennement accepté.

Objectif	Fréquence des experts EXPAA par intervalle				Moyenne des valeurs	Ecart type des valeurs
	[1-4]	[5-6]	[7-8]	[9-10]		
DCI.1	-	-	5	7	8,6	1,0
DCII.1	-	2	3	7	8,3	1,4
DCII.2	-	2	4	6	8,3	1,5
DCII.3	1	1	4	6	8,1	1,8
DCII.4	2	1	6	3	7,3	2,1
DCII.5(*)	-	3	5	3	7,4	1,6
DCII.6	-	2	3	7	8,4	1,4
DCII.7	2	3	3	4	6,9	2,7
DCII.8(*)	1	4	3	3	7,0	2,0
DCII.9	-	3	4	5	7,8	1,7
DCII.10	1	2	4	5	7,4	1,9
DCIII.1	1	3	4	4	7,4	2,2
DCIII.2	-	2	6	4	8,1	1,3
DCIII.3	-	1	6	5	8,1	1,3
DCIII.4	-	2	6	4	7,9	1,5
DCIII.5	-	2	4	6	8,0	1,7
DCIII.6	2	1	6	3	7,3	2,6
Moyenne globale des valeurs par module					7,8	0,5

Tableau 4.27. Nombre d'experts EXPAA par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif spécifique du module DC.

(*) L'un des experts EXPAA n'a attribué aucune valeur, sur l'échelle de 1 à 10, aux objectifs DCII.5 et DCII.8 parce qu'ils font référence à des activités optionnelles.

En moyenne, les experts du groupe EXPAA se situent plutôt dans les intervalles [7-8] et [9-10]. La valeur moyenne attribuée par ces experts aux objectifs spécifiques du module DC est de 7,8 avec un écart type de 0,5.

A priori, les objectifs spécifiques du module DC qui seront maintenus sont DCI.1, DCII.1 et DCII.6. Ces trois objectifs spécifiques du module sont complètement acceptés par les experts des deux groupes EXPDF et EXPAA (tableaux 4.26 et 4.27).

a) Objectifs spécifiques du module DC qui ne sont pas complètement acceptés par les experts

Le seul objectif spécifique du module DC qui n'a pas été complètement accepté par les experts du groupe EXPDF est DCIII.5. Quant aux experts EXPAA, ils n'ont pas complètement accepté les objectifs spécifiques suivants : DCII.4, DCII.5, DCIII.2, DCIII.3, DCIII.4 et DCIII.6. Dans la suite, nous présenterons des extraits de citations qui font référence à tous ces objectifs spécifiques :

Objectif spécifique DCII.4 : Communiquer et débattre, en employant le lexique approprié des sciences expérimentales, les résultats obtenus à partir de la réalisation de

dilutions successives, de la neutralisation acide-base et de la détermination de la concentration relative.

« (...) Parce que de la même manière que dans l'autre module de Vallfrondosa, c'est très important la communication etc. ici 'communiquer et débattre en employant le langage propre des sciences expérimentales...' dans ce qu'il y a ici, c'est plutôt faire une série d'expériences, tester les propriétés d'une substance acide, d'une autre basique, comment neutraliser, mais il ne se crée pas de débat » (EXPAA63)

« Je me retrouvais plusieurs fois, que par manque de temps, je n'arrivais pas à cet objectif...on fait le module pam pam pam...on termine la chimie et quand on arrive au moment du débat ou de discussion, 'bon, 5 minutes, nous discutons, nous débattons et c'est fini ! vous êtes d'accord ? vous n'êtes pas d'accord ?' on n'arrive pas à faire les séances recommandées par le module, mais comme objectif, c'en est un » (EXPAA1)

« Afin de communiquer des idées, de transmettre des pensées, pour donner des opinions, peut être il faudrait avoir une base solide de concepts scientifiques (...) parfois, il y a des élèves qui discutent la dilution et la neutralisation sans savoir peut être ce que c'est (...) ou sans faire la différence (...) » (EXPAA23)

« Moi, je fais parfois le langage propre, je veux dire scientifique (...) moi, je travaille avec des gamins que j'initie à la chimie et pour les initier il faut ouvrir la porte grande, ample, agréable et attractive, qui n'est peut être pas rigoureuse, mais la rigueur viendra après »--- « Par exemple, le crédit Dissolutions et Pollution, la définition qu'il donne d'une dissolution, que c'est homogène, que c'est une seule phase, ça c'est une définition de dissolution ? ça c'est une définition d'université dirai-je (...) 'une substance mélangée avec une autre qui disparaît après' pour moi c'est très bien ! » (EXPAA65)

« Bon, celui-là, il est difficile » (EXPAA55)

L'objectif spécifique DCII.4 n'est pas complètement accepté par les experts EXPAA car il n'est pas prioritaire pour eux, il vient en second lieu après la partie notionnelle et expérimentale du module. Aussi l'emploi du 'langage propre des sciences expérimentales' est considéré par l'un des experts EXPAA comme étant non recommandé surtout quand il s'agit du premier contact des élèves avec la chimie et un seul expert a qualifié cet objectif comme étant difficile à atteindre par les élèves.

Nous constatons que l'objectif spécifique DCII.4 a été complètement accepté par les experts EXPDF (tableau 4.26) et accepté par ceux du groupe EXPAA (tableau 4.27). En plus, les raisons pour lesquelles les experts du groupe EXPAA n'ont pas complètement accepté cet objectif ne font pas référence à sa mise en œuvre par les activités du module DC ni à la forme dont il est rédigé.

Par conséquent, et compte tenu des résultats de l'analyse de cohérence interne (figure 4.10), on décide de maintenir DCII.4 comme objectif spécifique du module DC et de modifier son énoncé suivant les suggestions recueillies en annexe 9.

Objectif spécifique DCII.5 : Planifier des expériences simples pour la détermination de la concentration relative d'une dissolution acide ou basique.

« Comme c'est optionnel, je ne sais pas à quel point il serait objectif ou pas » (EXPAA1)

« Si l'objectif c'est d'atteindre que les élèves puissent planifier des expériences, on l'atteint pas, si ce n'est pas guidée, cette partie n'est pas claire, elle pose beaucoup de difficultés, il faut les aider beaucoup » (EXPAA30)

L'objectif spécifique DCII.5, présente la particularité de découler d'activités optionnelles et pour un seul expert EXPAA, il pose des difficultés pour les élèves qui n'arrivent pas à planifier les expériences proposées dans le module sans être guidés par le professeur. Cependant, cet objectif a été complètement accepté par les experts du groupe EXPDF (tableau 4.26) et accepté par ceux du groupe EXPAA (tableau 4.27). Mais, il ne faut pas oublier que c'est l'un des objectifs spécifiques du module DC qui n'est pas suffisamment mis en œuvre (voir figure 4.10).

Comme conséquence, nous décidons de maintenir DCII.5 comme objectif spécifique du module DC et de ne pas modifier son énoncé. Mais, il conviendrait de réviser et de renforcer les activités d'apprentissage qui permettent de l'atteindre.

Objectif spécifique DCIII.2 : Réfléchir à l'importance de l'eau comme une ressource limitée et essentielle pour la vie.

« En tant que ressource limitée, je ne me souviens pas qu'on le travaille, 'en tant que ressource essentielle pour la vie', oui, mais 'en tant que ressource limitée' non...non, ou du moins je n'en suis pas conscient que ceci se travaille, je ne vois pas vraiment qu'ils prennent conscience de cela, non, non, ni qu'ils l'extrapolent après » (EXPAA1)

« Parce qu'on réfléchit très peu » (EXPAA8)

« Bon, ceci est assez clair pour eux parce que depuis qu'ils sont très petits, on leur a toujours parlé de l'importance de l'eau pour la vie, etc. ceci, ils le savent depuis le primaire, ils l'ont beaucoup travaillé » (EXPAA55)

Les experts EXPAA qui n'ont pas complètement accepté l'objectif DCIII.2 considèrent qu'il n'est pas mis totalement en œuvre par le module DC. L'analyse de cohérence interne des objectifs spécifiques montre aussi que les activités d'apprentissage correspondantes à cet objectif sont minimales (figure 4.10).

La décision à propos de cet objectif sera prise dans la sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module DC (§ 4.6.3.1.1).

Objectif spécifique DCIII.3 : Prendre conscience de l'impact environnemental des activités humaines en se basant sur les effets d'une eau acide provenant d'un processus de galvanisation et qui est déchargée à la rivière.

« Moi, prendre conscience de...comment mesures-tu une prise de conscience ? [...] Moi je te rends conscient, mais je ne sais pas si tu prends conscience [...] comment sais-tu que l'élève a pris conscience ou pas ? » --- « Un objectif est très bien si toutefois il tient à un résultat évaluable, si un objectif n'est pas évaluable à quoi ça sert ? Comment saurais-je qu'on l'a atteint ? » (EXPAA65)

N.B : L'expert EXPAA65 se réfère par le même commentaire à l'objectif III.1 également.

« Ceux-ci sont aussi des objectifs attitudeux, eh ? d'attitude, et l'attitude c'est ce qu'il y a de difficile à...c'est difficile à évaluer et en second lieu, encore plus difficile d'atteindre » (EXPAA22)

« Du moins la manière de travailler le module, moi, je me dirigeais là où les activités orientaient la manière de travailler vers l'obtention d'un autre type d'objectifs. Par exemple, je trouvais que ça reflétait mieux le module, ou le résultat, des objectifs comme celui là 'Mettre en valeur l'utilisation correcte du matériel expérimental' [DCIII.5] ou 'Avoir une attitude responsable envers les rôles assumés au sein d'un groupe' [DCIII.6] plutôt que justement ces deux là [il se réfère à DCIII.1 et DCIII.3] (...) c.à.d que si j'obtenais ça comme objectif c'est bon, mais sinon, je m'intéresse plus aux objectifs de type procédural, surtout les objectifs orientés vers les aspects scientifiques » --- « Il n'était pas nécessaire de faire le travail de cette manière pour que les élèves prennent conscience (...) moi je trouve que ces deux objectifs [III.1 et III.3], précisément étaient plus secondaires que d'autres » (EXPAA21)

N.B : L'expert EXPAA21 se réfère par le même commentaire aussi bien à l'objectif DCIII.3 qu'à l'objectif DCIII.1.

Les experts EXPAA qui n'ont pas complètement accepté l'objectif spécifique DCIII.3 font allusion à la difficulté de son évaluation et d'être atteint par les élèves. L'un des experts de ce groupe assure également que, pour lui, ce n'est pas prioritaire comme objectif et qu'il a plus tendance à mettre l'accent sur un autre type d'objectifs comme ceux de type procédural et surtout ceux qui sont orientés vers les aspects scientifiques.

Etant donné que les experts EXPAA ne font pas référence à la mise en œuvre de l'objectif par le module et que les experts EXPDF l'ont complètement accepté (tableau 4.26), nous décidons de le maintenir comme objectif spécifique du module DC et de modifier son énoncé selon les suggestions recueillies en annexe 9.

Néanmoins, les activités d'apprentissage qui permettent d'obtenir l'objectif DCIII.3 devraient être révisées puisqu'elles sont insuffisantes selon l'analyse de cohérence interne des objectifs spécifiques du module DC (figure 4.10). En plus, il conviendrait d'introduire dans le guide du professeur des indications sur l'évaluation de ce type d'objectifs et d'en tenir compte dans la formation des professeurs.

Objectif spécifique DCIII.4 : Respecter les opinions d'autrui à propos de sujets environnementaux et socio-scientifiques en relation avec les effets de décharger de l'eau acide aux rivières et avec la dilution et la neutralisation comme méthodes de dépollution

« Bon, comme ci, comme ça...oui, ils respectent l'opinion d'autrui, mais au moment de leur donner la parole, ils parlent tous à la fois, etc. mais bon, oui ils respectent le fait que l'autre aie une opinion différente » (EXPAA55)

« Je pense que ce qui influence c'est le type d'élèves (...) c.à.d que l'enfant qui étudie, il étudie, celui qui respecte le matériel il le respecte, non ? celui qui est propre, donc continue propre et celui qui est terrible et ne respecte pas les opinions des autres,

donc, il ne les respecte pas même si tu lui fait faire ce module ou un autre, l'enfant est comme ça (...) je pense qu'à 12 ans, même pas les parents, c.à.d que même pas les parents, à mon avis, ne peuvent changer l'enfant, et nous encore moins ! (...) je ne sais pas jusqu'à quel point nous les influençons ou nous ne les influençons pas » (EXPAA23)

« Peut être la valeur que j'ai mise ici, de 5, c'est pour le fait que parfois les personnes manifestent leurs opinions, je ne sais pas si elles le font de manière fondée ou pas, c.à.d avec des idées claires ou pas, parce que les élèves donnent parfois leur avis à base de ce qu'ils ont fait et de ce qu'ils ont vu, mais parfois, je pense que bon, l'enfant avant de donner son avis il doit savoir ça (...) est ce que vraiment l'enfant, quand on crée ce débat à propos de l'acide qu'on jette à la rivière, sait-il vraiment ce qui se passe ? sait-il vraiment quels sont les moyens qu'il y a pour éviter ceci ou pour réduire la pollution ? les moyens qu'il y a pour faire une neutralisation, mais qui soit réelle pas au laboratoire ? » (EXPAA23)

Sur les 12 experts EXPAA qui ont modéré l'objectif spécifique DCIII.4, ils ne sont que deux experts ceux qui ont moyennement accepté cet objectif en argumentant, l'un, que les élèves ne l'atteignent pas et, l'autre, qu'il dépend du type d'élèves et qu'il n'est pas suffisamment mis en œuvre par le module. Or, on constate que sur les 12 experts EXPAA, 6 ont accepté cet objectif et 4 l'ont complètement accepté (tableau 4.27). En plus, les experts EXPDF l'ont complètement accepté (tableau 4.26).

D'autre part, l'analyse de cohérence interne des objectifs spécifiques du module DC montre qu'il est pas suffisamment mis en œuvre par le module.

Nous décidons, donc, de maintenir DCIII.4 comme objectif spécifique du module DC et de modifier son énoncé selon les suggestions recueillies en annexe 9.

Objectif spécifique DCIII.5 : Mettre en valeur l'utilisation correcte du matériel expérimental et le respect des normes de son usage et maintenance pour réaliser les expériences.

« Moi j'ai ajouté 'pour obtenir des résultats fiables et valables', c.à.d, non seulement on utilise correctement [le matériel] parce que le professeur le dit, mais, aussi parce que si on ne l'utilise pas correctement, on n'aura pas les données... » (EXPDF5)

L'objectif spécifique DCIII.5 n'est pas complètement accepté par les experts EXPDF, mais il est accepté (tableau 4.26). Un seul expert propose d'en améliorer la rédaction, ce qui n'est pas significatif.

La décision concernant cet objectif sera prise dans la section b) de la modération des objectifs spécifiques du module DC (§ 4.6.3.1.1).

Objectif spécifique DCIII.6 : Avoir une attitude responsable envers les rôles assumés au sein d'un groupe.

« Ici, ça c'est très ambigu, je ne sais pas...un objectif très dispersé, une attitude responsable, comment pourrait-on avoir ça ? bon, il faut l'enseigner... c.à.d,

‘avoir’...comment pourrait-on ‘avoir’ cette attitude responsable ? (...) comment l’obtient-t-on ? parce que moi je mets plus en valeur, parfois, la manière de travailler plutôt que les résultats après (...) Il doit y avoir des objectifs pour atteindre ceci, ça ne se fait pas avec une baguette magique (...) et avoir une attitude responsable, ceci il faut le travailler (...) je ne t’ai mis aucune alternative parce que, je ne l’ai pas trouvée, moi non plus » --- « C’est l’un des plus difficiles, mais des plus importants » (EXPAA22)

« Le module oui, il prétend que les élèves aient un rôle dans le groupe et qu’ils...mais après, ceci est difficile à atteindre » --- « Dans le groupe, il peut y avoir deux qui mènent la danse, ils font tout et les autres...c’est un peu le fonctionnement qu’il y a » (EXPAA63)

« Oui, ce que je te disais avant, certains oui, d’autres non, le groupe oui ils travaillent en groupe, mais ils doivent toujours...s’il n’y a pas quelqu’un qui le dirige, alors le groupe ne fonctionne pas, s’il y a quelqu’un qui le dirige, le groupe fonctionne bien, sinon, non, c.à.d oui ils travaillent en groupe, mais il doit y avoir un qui...c.à.d que normalement c’est l’un d’eux qui dit on fait ça comme ça, on fait ça comme ça, et alors les autres le suivent » (EXPAA55)

L’objectif spécifique DCIII.6 est considéré par les experts EXPAA qui ne l’ont pas complètement accepté comme étant difficile à mettre au point et atteindre par les élèves. Deux d’entre eux soulignent que le bon fonctionnement du groupe requiert un dirigeant de groupe. Cet aspect est considéré comme fondamental pour la réussite du travail de groupe (Tracom, 1995) et il serait intéressant d’en tenir compte en introduisant dans le guide du professeur, plus d’indications sur les rôles que doivent assumer les membres du groupe et sur la manière de responsabiliser les élèves vis à vis de ces rôles.

Dans cette perspective, et compte tenu des résultats de l’analyse de cohérence interne (figure 4.10), DCIII.6 sera maintenu comme objectif spécifique du module DC et son énoncé ne sera pas modifié.

b) Objectifs spécifiques du module DC qui présentent une dispersion d’opinions entre les experts d’un même groupe

Les objectifs spécifiques du module DC qui présentent une dispersion d’opinions entre les experts du groupe EXPDF sont DCII.8 et DCIII.2. Dans le cas de l’objectif DCII.8, la valeur la plus fréquente est la même dans l’intervalle [7-8] et dans [9-10]. L’objectif DCIII.2 a obtenu une valeur moyenne avec un écart type très élevé parce qu’il a été rejeté par l’un des experts alors que tous les autres l’ont qualifié entre 9 et 10.

Les objectifs spécifiques qui présentent une dispersion d’opinions entre les experts du groupe EXPAA sont DCII.2, DCII.3, DCII.7, DCII.8, DCII.10, DCIII.1 et DCIII.5.

Dans ce qui suit, nous présentons les commentaires recueillies auprès des experts EXPAA et EXPDF à propos de tous ces objectifs :

Objectifs spécifiques DCII.2 et DCII.3 :

DCII.2 : Observer et enregistrer, d'une manière organisée et systématique, des données quantitatives et qualitatives relatives à la couleur et la concentration de dissolutions préparées ou bien obtenues à partir de dilutions successives ou d'une neutralisation acide-base.

« Bon, c'est que tout ça, il se peut qu'ils observent et enregistrent mais pas de manière organisée et systématique, bon, c'est qu'il regroupe trop de choses et donc c'est trop spécifique (...) oui, donc, il y a deux choses 'observer' et 'enregistrer' et puis 'organisée et systématique'... 'données quantitatives et qualitatives', il se peut que les unes...les quantitatives soient plus difficiles parfois, que les qualitatives, par exemple, c.à.d qu'il y a toute une série de choses que toutes ensembles mises dans le même objectif, ça le rend difficile à qualifier, ça ne veut pas dire que ce n'est pas bon, mais que c'est difficile de qualifier, parfois » (EXPAA63)

« Je ne pense pas que c'est correct 2 infinitifs dans le même objectif, oui, 'observer et enregistrer', eh? c.à.d 'observer...' et après 'enregistrer...' (...) 'Analyser et interpréter', moi, j'analyserai d'abord, et après j'interpréterai » (EXPAA65)

N.B : Le commentaire de l'expert EXPAA65 concerne aussi bien l'objectif DCII.2 que DCII.3.

DCII.3 : Analyser et interpréter des données expérimentales relatives à la couleur et à la concentration de dissolutions préparées ou bien obtenues à partir de dilutions successives ou d'une neutralisation acide-base

« Oui, je ne sais pas...parce que 'analyser et interpréter' c'est à cause de... 'analyser et interpréter' c.à.d, comment analyse-t-on ? comment interprète-t-on ? (...) bon, il faut le savoir (...) moi, ici je dirais...je ne sais pas...au lieu de 'analyser et interpréter' je dirais 'essayer' ou travailler la manière d'arriver à...pour arriver à ceci... » (EXPAA22)

« Bon, eux ils sont un peu perdus au moment d'interpréter des données » (EXPAA55)

Les arguments des experts EXPAA qui ont moyennement accepté ou rejeté les objectifs spécifiques DCII.2 et DCII.3 portent principalement sur leur rédaction : elle 'regroupe trop de choses' et utilise '2 infinitifs dans le même objectif'. Bien que l'utilisation de deux infinitifs n'est effectivement pas recommandé dans la formulation de l'énoncé d'un objectif, nous considérons dans ce cas qu'il s'agit de deux actions réalisées presque simultanément : 'observer' et 'prendre des notes' ainsi que 'analyser' et 'interpréter'. Pour cette raison, ces suggestions ne sont pas prises en considération lors de la reformulation des objectifs spécifiques DCII.2 et DCII.3 (annexe 9).

Un seul expert justifie sa position par le fait que les élèves ont des difficultés à interpréter les données, ce qui n'est pas significatif.

Enfin, étant donné que DCII.2 et DCII.3 sont complètement acceptés par les experts du groupe EXPDF (tableau 4.26) et acceptés par ceux du groupe EXPAA

(tableau 4.27), et compte tenu des résultats de l'analyse de cohérence interne (figure 4.10), on décide de maintenir DCII.2 et DCII.3 comme objectifs spécifiques du module DC et de modifier leur rédaction selon les suggestions recueillies en annexe 9.

Objectif spécifique DCII.7 : Acquérir une pensée critique (faire des hypothèses relatives à une substance inconnue, prédire les résultats d'une expérience, réfléchir au concept de produit chimique, aux raisons qui font la différence entre les résultats obtenus par les différents groupes et à l'importance de l'échantillon de contrôle dans une expérience).

« Acquérir une pensée critique, moi je pense que oui on le travaille, ce qui me surprend est ce qu'il y a entre parenthèses... » (EXPDF5).

* * * *

« Bon, oui, ils acquièrent une pensée critique, mais tu dois les diriger beaucoup, eux, ils deviennent critiques quand tu leur aura tracé les lignes, alors là oui, ils acquièrent une pensée critique, mais bon! d'une manière assez dirigée très souvent » (EXPAA55)

« Moi, je reviens sur la même chose, quand ils devaient fonctionner indépendamment de...surtout de moi, ou indépendamment du groupe, moi je trouvais que non, ils ne répondaient pas, il y avait une grande différence entre, par exemple, s'ils travaillaient en groupe ou en classe avec moi, et le moment où je leur donnais l'autonomie absolue, tu vois ? le rendement diminuait beaucoup, on sentait bien que ceci n'y était pas, ou qu'ils n'avaient pas des lignes bien tracées » (EXPAA21)

« Celui-là, il est difficile de faire avec les élèves » (EXPAA65)

« Ça, ce n'est pas une pensée critique, c.à.d que moi je pense que...je ne sais pas si on peut acquérir ou ne pas acquérir une pensée critique, je pense que la pensée critique ça se développe, non ? donc, je dirais quelque chose comme ça : 'développer la pensée critique' » --- « Comment pourrais-je ...moi je me posais la question...comment pourrais-je juger qu'un élève a acquis une pensée critique ? je n'ai pas d'éléments, par contre je pourrais être...euhhh... donc ceci, n'est ce pas ? préparer l'enfant pour qu'il aie une pensée critique » (EXPAA65)

« C'est très vaste, on peut l'articuler en plusieurs objectifs de rédaction plus brève » (EXPAA26)

« En tant que rédaction d'objectif, c'est trop (...) cette rédaction est assez longue, je suppose que, d'une certaine manière, on devrait la systématiser » (EXPAA23)

« Celui-ci, il est trop long » (EXPAA55)

L'objectif spécifique DCII.7 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF quoiqu'il est rejeté par l'un de ces experts. En plus, il n'est complètement accepté que par 4 experts EXPAA sur les 12. Les experts de ce groupe présentent une certaine divergence quant à l'évaluation de cet objectif bien qu'ils coïncident sur le rejet de la manière dont il est rédigé. Ils argumentent que l'énoncé est trop long.

Un seul expert considère que l'objectif spécifique DCII.7 est difficile à mettre au point et à évaluer aussi. Ce qui n'est pas significatif quoique c'est en accord avec la classification de cet objectif au même niveau qu'une compétence.

Compte tenu de ces résultats et de ceux de l'analyse de cohérence interne (figure 4.10), nous décidons de modifier la rédaction de cet objectif (annexe 9) et de le maintenir comme objectif spécifique du module DC.

Objectif spécifique DCII.8 : Avoir de l'initiative propre pour planifier des expériences simples en rapport avec la détermination de la concentration relative d'une dissolution acide ou basique.

« J'ai mis un 4 parce que 'Avoir de l'initiative propre pour planifier des expériences...', moi je ne sais si c'est un objectif, on fait très peu référence à avoir de l'initiative propre, c'est presque toujours guidé, parfois on le laisse au choix, mais ce n'est pas un objectif, pour moi, c'est pour ça que j'ai mis un 4... » (EXPDF5)

« Pourquoi pas 10 ? peut être parce que je ne voyais pas clairement la forme dont il est rédigé (...) peut être parce que la rédaction n'était pas claire ou peut être parce que j'ai conclu que c'était bon, mais vu la difficulté...je ne sais pas si je t'ai mis des commentaires pour certains (...) DCII.8, 9 et 10 n'appartiennent-ils pas au 3^{ème} bloque ? je me demande...ces blocs ont-ils quelque chose à voir avec ceux de l'Enseignement [Département de] ? » (EXPDF2)

* * * *

« Moi, je me souviens que lorsque j'appliquais ceci, précisément, les objectifs qui faisaient référence à tout ce qui est initiative, à tout ce qui est projeter ou planifier des activités parallèles qui viendraient d'eux mêmes, c'était ce qui me posait le plus de difficultés [...] ils ne me répondaient pas à tout, je devais être moi derrière et les guider un peu, les pousser un peu [...] c.à.d que ce qui me posait le plus de difficultés c'est d'obtenir leur autonomie » --- « Soit ils me répétaient simplement ce que nous avions fait, donc ce n'est pas à quoi je m'attendais en principe, ou bien ils ne savaient pas quoi faire au moment où je changeais un peu la situation ou j'introduis des facteurs, la majorité, donc, restait sans savoir quoi faire » (EXPAA21)

« C'est plus ou moins ce que je disais avant, plus ou moins la même chose [il se réfère à ce qu'il faut assez diriger les élèves] ils n'ont pas beaucoup d'initiative propre » (EXPAA55)

« Tout est très dirigé » (EXPAA63)

L'objectif spécifique DCII.8 n'est complètement accepté que par 2 experts sur les 5 du groupe EXPDF qui ont modéré les objectifs spécifiques du module DC (tableau 4.26). En plus, il est moyennement accepté par ceux du groupe EXPAA (tableau 4.27).

Les argumentations des experts, EXPDF et EXPAA, coïncident sur le fait que les activités du module DC sont trop dirigées et ne donnent pas suffisamment d'initiative aux élèves. Un seul expert a fait référence à la rédaction peu claire de l'objectif sans apporter de suggestions et un seul expert aussi considère qu'il est difficile à mettre au point.

Nous décidons, donc, que DCII.8 ne peut pas faire partie des objectifs spécifiques du module DC surtout que l'analyse de cohérence interne indique aussi un nombre minimal d'activités correspondantes à cet objectif (figure 4.10).

Objectif spécifique DCII.10 : Prendre des décisions fondées en relation avec la sélection d'une méthode du traitement d'eau polluée par l'acide (mettre en valeur les pour et les contres, le facteur économique, prendre conscience des concessions, des limites de la science et de la technologie et du fait qu'il n'existe pas une solution unique à un problème).

« *'Choisir une méthode de traitement' n'apparaît pas explicitement dans le module (...) c'était peut être un objectif très important quand on a conçu le module, mais, après dans le dossier (...) moi j'ai bien regardé dans le dossier de l'élève, parce que j'ai travaillé beaucoup avec le dossier de l'élève et ce n'est pas reflété ou bien on n'insiste pas sur point* » (EXPAA63)

« *Avec des élèves de 14 ans, à cet âge, si les modules travaillent cet objectif, celui là il est très difficile (...) il pose beaucoup de difficultés, il faut beaucoup les aider* » (EXPAA30)

« *En ce qui concerne 'les limitations de la science et de la technologie' c'est une phrase très vaste, peut être on devrait indiquer quels sont les domaines ou disciplines de la science et de la technologie, c.à.d qu'on n'arrive pas aux concessions et aux limites de la science, je pense que nous n'y arriverons jamais, ni avec ces modules de APQUA ni avec d'autres* » (EXPAA26)

« *Celui-ci m'a paru mal rédigé* » --- « *pour moi, la manière dont il est rédigé, je ne vois pas très bien (...) donc, moi peut être je dirais : 'Fonder les décisions sur l'expérience relative au problème des méthodes de traitement des eaux ta, ta, ta...' c.à.d que ma décision est fondée sur mon expérience* » (EXPAA65)

D'après les commentaires des experts EXPAA, on peut dire que l'objectif DCII.10 est mal rédigé et pas assez explicité par le guide du professeur de ce module. Il faut signaler que cet objectif est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF (tableau 4.26) et qu'il n'est rejeté et moyennement accepté que par 3 experts EXPAA sur 12 (tableau 4.27).

Pour cela, compte tenu des résultats de l'analyse de cohérence interne (figure 4.10), nous décidons que DCII.10 continue à figurer comme objectif spécifique du module DC à condition de modifier son énoncé (annexe 9). Il est également recommandé que les prochaines éditions du module DC travaillent cet objectif de manière plus explicite. Comme il a été déjà signalé (§ 4.2.2.2), dans ce module, la question sur laquelle les élèves devraient prendre une décision, n'est pas introduite dès le début et le débat se fait sans avoir recours à un jeu de rôle comme celui qui est proposé dans le module CV, GR ou PL.

Quant à la remarque concernant les limites de la science et la technologie, elle n'a été soulevée que par un seul expert parmi les 12 qui ont modéré les objectifs spécifiques du module. Pour cette raison, nous considérons que ce n'est pas significatif comme résultat.

Objectif spécifique DCIII.1 : Prendre conscience de la difficulté de dépolluer une ressource naturelle d'eau.

« Moi, ça ne me plait pas (...) pour le type de 'clients' que nous avons, eh? c.à.d. si on parlait de personnes adultes, bon ils ont plus de capacité ou devraient avoir, en théorie, plus de capacité pour rationaliser le problème, mais avec des enfants, c'est comme si on les avait trompé, non ? (...) peut être moi je parle maintenant comme professeur et du milieu où je suis, non ? (...) nous sommes dans une zone très industrialisée, avec un facteur de risque potentiel assez élevé, nous devrions être réalistes, quand une alarme se déclenche (...) quand il y a une explosion (...) il est clair que la mentalité et la peur inhérente à n'importe quelle situation c'est angoissant, non ? donc, si en plus de ce que nous avons, nous les accablons encore plus, c'est pour ça que ça ne me plait pas » --- « il est bon l'objectif si en échange on donne à l'élève les outils pour résoudre ceci, c.à.d si à moi tu me dis que l'objectif est que tu vois la difficulté de décontaminer, mais qu'il y a une solution (...) mais si tu ne va pas me donner une solution pour avoir au moins une petite satisfaction, parce que nous parlons d'enfants de 12-13-14 ans, c.à.d que nous avons potentiellement la possibilité de leur créer une insécurité à en mourir, c'est pour ça que j'attaque tellement ceci » (EXPAA65)

(Voir aussi citations des experts EXPAA21 et EXPAA65 à propos de l'objectif DCIII.3)

Les experts du groupe EXPAA estiment que l'objectif DCIII.1 est difficile à mettre en œuvre, à évaluer et à atteindre. En plus, il est, parfois, considéré moins prioritaire que d'autres et l'un des experts l'a complètement rejeté parce que 'ce type d'objectifs augmente le sentiment d'insécurité chez des enfants qui vivent déjà dans un milieu industrialisé avec un facteur de risque assez élevé'.

Nous décidons de maintenir cet objectif et modifier sa rédaction selon les suggestions recueillies en annexe 9. Mais, nous proposons, en même temps, à l'équipe du projet de renforcer les activités qui permettent de le travailler, compte tenu des résultats de l'analyse de cohérence interne des objectifs spécifiques du module DC (figure 4.10). Il conviendrait aussi d'introduire dans le guide du professeur plus d'indications sur la manière de travailler et d'évaluer ce type d'objectifs.

Objectif spécifique DCIII.2 : Réfléchir à l'importance de l'eau comme une ressource limitée et essentielle pour la vie

« 'Réfléchir à l'importance de l'eau en tant que ressource limitée et essentielle pour la vie' il se fait très peu, moi je pense qu'ici c'est un 2 » (EXPDF4)

N.B : L'expert EXPDF4 se réfère par le même commentaire aux objectifs DCIII.2 et CVIII.2²⁷.

On constate que le commentaire de l'expert EXPDF concernant l'objectif spécifique DCIII.2 coïncide avec les argumentations des experts EXPAA (sous-section a) de la modération des objectifs spécifiques du module DC, § 4.6.3.1.1).

En tenant compte de ce résultat ainsi que de l'analyse de cohérence interne des objectifs spécifiques du module DC (figure 4.10), on peut dire que DCIII.2 n'est pas

²⁷ Les experts ont souvent utilisé les mêmes arguments dans le cas des objectifs spécifiques qui se répètent dans plus d'un module ou qui sont formulés de la même manière.

suffisamment mis en œuvre par le module DC. Nous décidons, donc, de l'éliminer de la liste des objectifs spécifiques de ce module.

Mais, nous tenons, en même temps, à proposer à l'équipe du projet de renforcer les activités d'apprentissage qui permettraient de mettre en œuvre cet objectif, dans le cas où ils le considéreraient important.

Objectif spécifique DCIII.5 : Mettre en valeur l'utilisation correcte du matériel expérimental et le respect des normes de son usage et maintenance pour réaliser les expériences.

« Je ne sais pas si après, l'enfant (...) s'il applique ceci au moment d'utiliser (...) la pipette quand ils l'introduisent dans une bouteille (...) parce qu'ils n'ont pas utilisé une pipette, eux ils ont utilisé un compte-gouttes (...) » --- "ce n'est pas la même chose de prendre soin du matériel APQUA que, par exemple, prendre soin du matériel typique du laboratoire » (EXPAA23)

« Ils ne respectent pas beaucoup le matériel » --- « Le module non plus, à aucun moment il n'y a de mise en valeur...dans le module (...) c.à.d. il n'y a pas de paragraphe qui soit disant tiendrait compte de cela" --- "Respecter les normes d'usage du matériel, ça dépend beaucoup du niveau personnel, ce n'est pas au niveau du groupe, eh ? ou bien il y a un groupe qui sont tous très bien et fonctionnent très bien comme il peut y avoir des groupes qui se mettent à jeter de l'eau les uns sur les autres, un autre qui vole le colorant et des choses comme ça » (EXPAA63)

Les experts du groupe EXPAA estiment que l'objectif DCIII.5 n'est pas clairement explicité dans le module et ils se demandent si l'élève serait capable de l'extrapoler à d'autres situations.

Compte tenu de ces résultats et de ceux de l'analyse de cohérence interne (figure 4.10), nous proposons de le maintenir comme objectif spécifique du module DC et de modifier son énoncé (annexe 9). Mais, il serait recommandé que la mise en œuvre de l'objectif DCIII.5 soit plus explicite dans le guide du professeur, et d'introduire plus d'indications sur la manière de travailler et d'évaluer ce type d'objectifs.

4.6.3.1.2 Modération des objectifs spécifiques du module CV

Le module CV a été modéré par 5 experts du groupe EXPDF et par 10 du groupe EXPAA. Les tableaux 4.28 et 4.29 présentent les fréquences des experts EXPDF et EXPAA, respectivement, qui apparaissent dans chaque intervalle ainsi que la moyenne et l'écart type des valeurs attribuées aux objectifs spécifiques du module CV.

Globalement, nous constatons que les valeurs moyennes attribuées, par les experts EXPDF, à chacun des objectifs spécifiques de ce module sont supérieures à celles attribuées par les experts EXPAA.

Objectif	Fréquence des experts EXPDF par intervalle				Moyenne des valeurs	Ecart type des valeurs
	[1-4]	[5-6]	[7-8]	[9-10]		
CVI.1	-	-	4	2	8,3	1,4
CVII.1	-	-	1	5	9,5	0,8
CVII.2	-	-	2	4	9,2	1,0
CVII.3	-	-	1	5	9,7	0,8
CVII.4	-	-	3	3	8,8	1,3
CVII.6	-	-	-	6	9,8	0,4
CVII.7	1	-	-	5	8	3,5
CVII.8	-	1	1	4	8,8	1,6
CVII.10	-	-	-	6	9,8	0,4
CVII.11	-	1	1	4	8,8	1,6
CVII.12	-	-	-	6	10,0	0,0
CVII.13	2	2	-	2	5,5	2,9
CVII.14	-	2	-	4	8,3	2,3
CVII.15	-	-	2	4	8,7	1,4
CVIII.1	-	-	1	5	9,7	0,8
CVIII.2	1	-	2	3	7,7	3,5
CVIII.3	-	1	1	4	8,7	2,0
CVIII.4	-	-	1	5	9,5	1,2
CVIII.5	-	-	2	4	9,2	1,3
CVIII.6	-	1	-	5	9,2	2,0
Moyenne globale des valeurs par module					8,9	1,0

Tableau 4.28. Nombre d'experts EXPDF par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif spécifique du module CV.

On constate que l'objectif spécifique CVI.1 n'est pas complètement accepté par les experts EXPDF et que dans le cas de l'objectif spécifique CVII.4, la valeur la plus fréquente est la même dans l'intervalle [9-10] que dans [7-8]. Ce qui ne permet pas de dire qu'il est complètement accepté. D'autre part, les objectifs spécifiques CVII.7, CVII.8, CVII.11, CVII.13, CVII.14, CVIII.2, CVIII.3 et CVIII.4 présentent tous des écarts type supérieurs à 1,5 (figure 4.28).

La figure 4.29 montre que les objectifs spécifiques du module CV, CVII.3, CVII.4, et CVII.15 ne sont pas complètement acceptés par les experts du groupe EXPAA. Bien que la valeur la plus fréquente dans le cas des objectifs spécifiques CVIII.1 et CVIII.6 se trouve dans l'intervalle [9-10], ces deux objectifs présentent une dispersion d'opinions claire (écarts type de 2.8 et 2.9). Mais, d'une manière globale, ils ne sont complètement acceptés que par 4 experts EXPAA sur 10. Les autres objectifs spécifiques qui présentent une divergence d'opinions entre les experts du groupe EXPAA sont CVI.1, CVII.1, CVII.2, CVII.6, CVII.7, CVII.8, CVII.10, CVII.11, CVII.13, CVII.14, CVIII.4 et CVIII.5.

Enfin, seuls les objectifs CVII.12, CVIII.2 et CVIII.3 de ce module sont complètement acceptés par la majorité des experts du groupe EXPAA.

A priori, nous décidons de maintenir CVII.12 comme objectif spécifique du module CV et de ne pas modifier son énoncé.

Objectif	Fréquence des experts EXPAA par intervalle				Moyenne des valeurs	Ecart type des valeurs
	[1-4]	[5-6]	[7-8]	[9-10]		
CVI.1	1	2	2	5	7,6	2,5
CVII.1	-	2	4	4	7,9	1,4
CVII.2	-	2	2	6	8,4	1,6
CVII.3	-	-	7	3	7,9	1,1
CVII.4	-	3	4	3	7,5	1,8
CVII.6	-	2	4	4	8,3	1,6
CVII.7	2	1	2	5	7,5	2,5
CVII.8	1	2	2	5	7,6	2,0
CVII.10	-	2	4	4	7,6	1,4
CVII.11	-	3	3	4	7,7	1,6
CVII.12	-	1	4	5	8,3	1,3
CVII.13	1	4	-	5	7,2	2,2
CVII.14	1	3	1	5	7,5	2,5
CVII.15	1	2	4	3	7,5	1,9
CVIII.1	1	4	1	4	6,9	2,8
CVIII.2	-	1	2	7	8,9	1,4
CVIII.3	-	1	2	7	8,5	1,4
CVIII.4	-	2	4	4	8,0	1,5
CVIII.5	-	2	2	6	8,5	1,6
CVIII.6	2	2	2	4	7,0	2,9
Moyenne globale des valeurs par module					7,8	0,5

Tableau 4.29. Nombre d'experts EXPAA par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif spécifique du module CV.

a) Objectifs spécifiques du module CV qui ne sont pas complètement acceptés par les experts

Les objectifs spécifiques qui ne sont pas complètement acceptés par les experts EXPDF sont CVI.1 et CVII.4. Or l'objectif CVII.4 présente, en réalité, une dispersion d'opinions puisqu'il est accepté par le même nombre d'experts qu'ils l'ont complètement accepté. La décision concernant cet objectif sera, donc, prise dans la sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module CV.

Les experts EXPAA n'ont pas complètement accepté CVII.4 non plus ainsi que CVII.3 et CVII.15. Voici les citations qui font référence aux quatre objectifs CVI.1, CVII.3, CVII.4 et CVII.15 :

Objectif spécifique CVI.1 : Définir opérationnellement les concepts de base relatifs au mouvement de l'eau dans les aquifères et à la pollution de l'eau souterraine et connaître différentes procédures de prise de décisions.

« Moi, du moins, je ne comprends pas assez bien la phrase 'connaître différentes procédures de prise de décision' ce qu'on fait ici est un vote principalement (...) dans l'activité [unité] antérieure à la dernière, (...) peut être oui, on parle de procédures de prise de décisions, maintenant je ne me rappelle pas, enfin, c'est une activité [unité]

que je n'ai jamais faite, elle est là, mais on je ne l'a jamais faite (...) nous la sautons toujours, je pense que personne ne l'a faite de la vie » (EXPDF3)

« Que veut dire 'différentes procédures de prise de décisions' ? (...) je pense qu'il n'y a qu'une seule méthode, on n'étudie qu'une seule méthode dans ce module, à la fin dans la prise de décision, ils se basent sur un tableau...oui, c'est un instrument, ce tableau là qu'ils ont en dernière page, ils n'ont que ça, non ? (...) [je lui explique d'où ça vient] ça doit être l'activité antérieure à celle de...ah, bon, c'est une erreur de notre part, nous ne la lisons jamais parce que nous ne la mettons pas en œuvre (...) donc, c'est possible (...) si c'est ça, d'accord, d'accord » (EXPDF2)

« 'Connaître différentes procédures de prise de décisions' à cela, j'ai mis un point d'interrogation, à quoi fais-tu référence ? je ne me rappelle pas que ce soit...ils ne font qu'une seule procédure de prise de décisions, ils n'apprennent pas d'autres [je lui explique d'où ça vient] peut être, oui, mais je ne sais pas si c'est un objectif, pour moi, je ne sais pas si connaître différentes procédures...ce qu'ils font c'est une seule et non pas diverses procédures. C.à.d que les autres ne se travaillent pas (...) ce n'est qu'une question et quand tu fais des questions de ce type, le professeur peut les faire ou ne pas les faire (...) c.à.d que l'objectif, pour moi, ce n'est pas de connaître différentes procédures » (EXPDF5)

Les experts du groupe EXPDF ne sont pas d'accord que le module CV ait comme objectif que les élèves connaissent différentes procédures de prise de décisions. Bien que le guide du professeur propose des activités qui permettent de travailler ce concept (APQUA, 1993 : p53), les experts estiment que ce n'est pas suffisant pour en tenir compte comme objectif spécifique du module et qu'ils n'abordent jamais ce point en formation des professeurs.

Compte tenu de ces résultats et de ceux de l'analyse de cohérence interne (figure 4.11), nous décidons de maintenir CVI.1 comme objectif spécifique du module CV et d'en supprimer la dernière tranche de phrase qui fait référence aux différentes procédures de prise de décisions. D'autres suggestions concernant la rédaction de cet objectif sont reprises à l'annexe 9.

Objectif spécifique CVII.3 : Analyser et interpréter des données expérimentales relatives à la vitesse de l'eau à travers différents types de matériaux et aux résultats obtenus à partir de dilutions successives et d'analyse d'échantillons d'eau polluée.

« Bon, analyser beaucoup non plus, je ne vois pas que ce soit une grande analyse, par exemple, la vitesse de l'eau, on ne s'approfondit pas non plus, bon, le type de matériau, les particules (...) on ne s'approfondit pas non plus du fait que l'eau se transmet d'une manière ou d'une autre à travers un solide (...) eux ils voient que dans l'un ça plus vite et dans l'autre ça va plus lent, mais ils ne s'approfondissent pas beaucoup dans les formes de transmission... » (EXPAA63)

(Voir aussi citations des experts EXPAA relatives à l'objectif spécifique DCII.3 ; § 4.6.3.1.1, sous-section b)

L'objectif spécifique CVII.3 a été complètement accepté par les experts du groupe EXPDF (tableau 4.28). D'autre part, nous constatons qu'à l'exception du

commentaire de l'expert EXPAA63, tous les autres arguments sont les mêmes que pour l'objectif spécifique DCII.3. De cette manière, un seul expert aurait jugé l'objectif CVII.3 comme n'étant pas mis en œuvre par le module CV, ce qui n'est pas suffisant pour le désapprouver.

Compte tenu de ces résultats et de ceux de l'analyse de cohérence interne (figure 4.11), nous décidons de maintenir CVII.3 comme objectif spécifique du module CV et de modifier sa rédaction selon les suggestions recueillies en annexe 9.

Objectif spécifique CVII.4 : Communiquer et débattre, en employant le lexique approprié des sciences expérimentales, la conclusion d'un débat, les résultats ou prédictions d'une expérience, les avantages et les inconvénients de différents plans de travail et de différentes méthodes de prise de décision

(Voir les citations des experts EXPAA23, EXPAA65 et EXPAA55 se référant à l'objectif spécifique DCII.4 ; § 4.6.3.1.1, sous-section a)).

L'objectif CVII.4 n'est pas complètement accepté par les experts du groupe EXPAA pour les mêmes raisons cités à propos de l'objectif spécifique DCII.4 (voir sous-section a) de la modération des objectifs spécifiques du module DC).

Comme on l'a constaté, et en tenant compte des résultats de l'analyse de cohérence interne (figure 4.11), ces raisons ne sont pas suffisantes pour le désapprouver. En plus, l'objectif spécifique CVII.4 présente une dispersion d'opinions entre les experts du groupe EXPAA. C'est pourquoi, la décision concernant cet objectif sera prise dans le cadre de la sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module CV ; § 4.6.3.1.2.

Objectif spécifique CVII.15 : Identifier les facteurs desquels dépend le résultat expérimental de détermination de la vitesse d'eau à travers différents types de matériaux ainsi que celui de la décision concernant la méthode la plus adéquate pour la dépollution de la zone contaminée.

« C'est la même chose, ceci pose beaucoup de difficultés » (EXPAA30)

« Le modèle que nous avons, ça oui on le travaille, mais après, que se passe-t-il en réalité ? si nous avons 100 m ?, si nous avons 200 m de profondeur ? le type de matériau qu'il peut y avoir là bas ? ça je pense qu'on ne le travaille pas assez » ---
« c'est un peu en relation avec le précédent [il se réfère à CVII.13], de quoi dépend le résultat de l'expérience de détermination de la vitesse de l'eau à travers différents matériaux ? (...) on le travaille, mais je pense qu'il faudrait jouer un peu plus, faire des mélanges, chercher des tubes de longueurs différentes pour voir que dans un tube plus long (...) le temps n'est pas le double mais que c'est peut être beaucoup plus » (EXPAA63)

L'objectif spécifique CVII.15 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF (tableau 4.28), mais, il ne l'est pas par ceux du groupe EXPAA (tableau 4.29). D'après les commentaires cités ci-dessus, on peut dire que cet objectif est difficile à atteindre par les élèves et qu'il n'est pas suffisamment mis en œuvre par le module. Cette dernière remarque est, d'ailleurs, en accord avec les résultats de l'analyse de

cohérence interne qui montrent que le nombre d'activités d'apprentissage correspondant à l'objectif CVII.15 est relativement faible (figure 4.11).

Par conséquent, nous décidons que CVII.15 soit maintenu comme objectif spécifique du module CV et de modifier son énoncé suivant les suggestions recueillies en annexe 9. Mais, il serait intéressant aussi de renforcer les activités qui permettent de le travailler et de s'approfondir un peu plus dans le modèle de l'aquifère étudié.

b) Objectifs spécifiques du module CV qui présentent une dispersion d'opinions entre les experts d'un même groupe

Les objectifs spécifiques du module CV qui présentent une dispersion d'opinions entre les experts du groupe EXPDF sont CVII.4, CVII.7, CVII.8, CVII.11, CVII.13, CVII.14, CVIII.2, CVIII.3 et CVIII.6. Quant aux experts du groupe EXPAA, ils divergent au sujet des objectifs spécifiques CVI.1, CVII.1, CVII.2, CVII.6, CVII.7, CVII.8, CVII.10, CVII.11, CVII.13, CVII.14, CVIII.4 et CVIII.5. Les experts EXPDF et EXPAA qui n'ont pas complètement accepté ces objectifs s'expliquent à travers les extraits de citations suivants :

Objectif spécifique CVI.1 : Définir opérationnellement des concepts de base en relation avec le mouvement de l'eau dans les aquifères et la contamination de l'eau souterraine, et connaître différentes procédures de prise de décisions.

« *Moi, ce que je ne comprends pas c'est le mot 'définir opérationnellement'* » (EXPAA63)

« *'Opérationnellement' qu'est ce que ça veut dire ? à l'aide de calculs ? d'opérations ? (...) ça ne serait pas mieux de dire: 'Définir au moyen d'expériences' ? C'est que ce mot là me désoriente car je l'associe avec des opérations...avec des questions mathématiques* » (EXPAA65)

Les commentaires cités ci-dessus montrent que l'expression 'Définir opérationnellement' utilisée dans la formulation de l'objectif spécifique CVI.1 a créé une certaine ambiguïté chez les experts du groupe EXPAA qui, paraît-il, n'y sont pas habitués.

Étant donné que les modules du programme APQUA scolaire 12-16 utilisent souvent des définitions opérationnelles pour certains concepts, il serait intéressant de donner plus d'explications, dans le cadre de la formation des professeurs, sur l'utilisation des définitions opérationnelles.

Nous décidons de maintenir CVI.1 comme objectif spécifique du module CV et de modifier son énoncé suivant les suggestions recueillies en annexe 9.

Objectif spécifique CVII.1 : Interpréter des feuilles de travail et suivre des procédures expérimentales en relation avec la réalisation de dilutions successives et d'analyse d'échantillons d'eau.

« *Moi, j'essaie toujours de faire le lien entre ceci et ce que les élèves auraient vu auparavant (...) bon, ici c'est un peu la même chose (...) c.à.d, en tant que rédaction de l'objectif et en tant qu'objectif que les élèves acquièrent, c'est bon, non ? oui, c'est un*

peu faire le lien avec ce qu'ils voient, mais en tant qu'objectif c'est bon, peut être la valeur je l'ai mise dans ce sens (...) la valeur allait dans le sens de dire, l'élève, après, sait-il faire l'extrapolation de ceci, sait-il faire la différence entre ce qui se fait expérimentalement avec APQUA et ce qui se fait expérimentalement avec un protocole bien fait des travaux pratiques ? car ce n'est pas la même chose, ces protocoles de APQUA que ceux des pratiques de laboratoires (...) c'est différent et je ne sais pas si l'élève fait la différence ou pas » (EXPAA23)

« Voyons ! pourquoi feuilles de travail ? bon, oui, c'est logique ceci c'est des feuilles de travail, mais ça peut aussi être un livre qu'on donne à l'enfant (...) c.à.d faire de sorte que ceci soit extrapolé à des savoirs plus globaux (...) » (EXPAA65)

Les experts du groupe EXPDF sont complètement d'accord avec l'objectif CVII.1 (tableau 4.28). Tandis que ceux du groupe EXPAA, présentent une certaine dispersion d'opinions (tableau 4.29).

Les commentaires des experts EXPAA qui ont moyennement accepté l'objectif CVII.4 montrent que l'un d'eux est d'accord aussi bien avec la mise en œuvre de l'objectif qu'avec sa rédaction. Les deux experts semblent souhaiter que l'objectif soit rédigé de manière plus globale : la capacité de lire un livre qui représente une finalité très générale de l'éducation, et celle de suivre des 'protocoles' de laboratoire' qui n'est pas considéré comme étant un objectif poursuivi par le module CV ni par les autres modules du programme.

Compte tenu de ces résultats et de ceux de l'analyse de cohérence interne (figure 4.11), nous décidons de maintenir CVII.1 comme objectif spécifique du module CV sans modifier son énoncé (annexe 9).

Objectif spécifique CVII.2 : Observer et enregistrer, d'une manière organisée et systématique, des données quantitatives et qualitatives relatives à la vitesse de l'eau à travers différents types de matériaux, à la couleur et à la concentration de différentes solutions.

(Voir les citations des experts EXPAA se référant à l'objectif spécifique DCII.2 ; § 4.6.3.1.1, sous-section b)).

Les experts du groupe EXPDF ont complètement accepté l'objectif spécifique CVII.2 (tableau 4.28) et les mêmes commentaires des experts EXPAA à propos de DCII.2 sont valables pour CVII.2.

Nous décidons, donc, de même que pour DCII.2, de maintenir CVII.2 comme objectif spécifique du module CV et de modifier son énoncé selon les suggestions recueillies en annexe 9.

Objectif spécifique CVII.4 : Communiquer et débattre, en employant le lexique approprié des sciences expérimentales, la conclusion d'un débat, les résultats ou prédictions d'une expérience, les avantages et les inconvénients de différents plans de travail et de différentes méthodes de prise de décision

« Ici, communiquer et débattre... 'et de méthodes de prise de décisions' oui, c.à.d qu'ils ne communiquent pas ni débattent les méthodes de prise de décisions, on

leur dit la méthode d'avance...ils travaillent ceci , mais ne débattent pas laquelle (...) moi je trouve que c'est très peu, peut être on ne le fait même pas, c'est presque anecdotique, c'est une manière d'introduire à la méthodologie (...) pour moi ceci des méthodes de prise de décisions je l'éliminerai » (EXPDF5)

En tenant compte de l'argumentation de l'expert EXPDF 5 et de ce qui a été dit précédemment à propos de l'objectif CVII.4 (sous-section a) de la modération des objectifs spécifiques du module CV ; § 4.6.3.1.2), nous décidons de le maintenir comme objectif spécifique du module CV et de supprimer, dans son énoncé, la dernière tranche de phrase relative aux différentes procédures de prise de décisions. D'autres suggestions concernant la rédaction de cet objectif sont reprises à l'annexe 9.

Objectif spécifique CVII.6 : Travailler en équipe pour élaborer et exécuter un plan d'action qui permet de déterminer l'origine et la portée de la pollution

« Pour atteindre ceci, il faut faire des techniques de travail de groupe, ce n'est pas simplement en travaillant les modules de APQUA qu'on y arrive (...) Si, moi je prétends que mes élèves sachent travailler en groupe, je ferais tout d'abord une dynamique de groupes » (EXPAA30)

« C'est difficile d'arriver à avoir une certaine harmonie de groupe, non ? parce que les groupes sont de... c'est fait pour des groupes de 4, donc, 4, il se peut que ce soit un nombre élevée, on aurait besoin de plus de matériel, mais je pense qu'en réduisant le nombre d'élèves par groupe ce serait positif [je lui explique que les groupes sont de 4, mais que les élèves travaillent par groupes de 2 selon la technique 4-2-1] (...) (...) c'est plutôt un problème d'organisation, j'ai assez d'élèves dans ces crédits au choix... donc, avoir de l'ordre de 20 élèves, mettre en place 10 groupes c'est un peu délicat parce qu'il faut leur donner le matériel au début, il faut contrôler, donc, moi je les regroupe. Bon, si c'est ainsi...ce qu'il y a c'est que moi je fais ce que je peux dans les limites de mes possibilités, c'est que j'avais en tête qu'il fallait faire des groupes de 4 » (EXPAA63)

L'objectif spécifique CVII.6 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF, il a même obtenu une valeur moyenne de 9,8 (tableau 4.28). Les experts EXPAA présentent cependant une dispersion d'opinions à propos de cet objectif. En effet, 4 sur 10 experts EXPAA ayant modéré le module CV ont complètement accepté l'objectif CVII.6, 4 l'ont accepté et 2 seulement l'ont moyennement accepté. Ces derniers argumentent que c'est un objectif difficile à mettre au point avec les élèves et qu'il faut recourir à des techniques de travail de groupe. Ces deux aspects dépendent, à notre avis, du professeur.

Par conséquent, Compte tenu des résultats de l'analyse de cohérence interne (figure 4.11), nous décidons de maintenir CVII.6 comme objectif du module CV et de modifier son énoncé selon les suggestions recueillies en annexe 9.

Objectif spécifique CVII.7 : Acquérir une pensée critique (Mettre en question la fiabilité du résultat d'une expérience ; formuler et argumenter une hypothèse sur la forme de l'aire polluée suivant le type de la source de contamination, ponctuelle ou

dispersée ; prendre conscience de l'importance de consacrer le temps nécessaire à la réflexion à un problème et de la difficulté d'obtenir toute l'information nécessaire pour le résoudre ; réfléchir à la notion de limite légale de la concentration d'une substance nocive et à l'intervalle de risque de cette limite ; prendre conscience des facteurs qui déterminent si une décision est bonne ou pas ; prendre conscience de l'existence de diverses méthodes de prise de décisions, du fait qu'elles ont toutes des avantages et des inconvénients, de la nécessité d'en choisir une pour pouvoir prendre une décision dans la vie réelle et du fait que la décision finale dépend de la méthode choisie).

« Acquérir une pensée critique... oui, ici, il y a tant de choses ! (...) il y a des choses que oui, et d'autres que non... » (EXPDF5)

« Ici, je reviens sur la même chose, je le considère très long » (EXPAA65)

(Voir aussi les citations des experts EXPAA se référant à l'objectif spécifique DCII.7 ; § 4.6.3.1.1, sous-section b)).

De même que pour l'objectif spécifique DCII.7, nous décidons de modifier la rédaction de CVII.7 et de le maintenir comme objectif spécifique du module CV.

Objectif spécifique CVII.8 : Avoir de l'initiative propre pour établir et exécuter un plan d'actions qui permet de déterminer l'origine et la portée de la contamination.

« Ici, j'ajouterai 'pour le défendre devant une audience' regarde ! 'de l'initiative propre pour développer et mettre au point un plan d'action que permettrait de déterminer l'origine et l'extension de la pollution' et aussi 'pour défendre un plan d'action –de l'autre activité- devant une audience' parce que moi, je pense qu'il faut vraiment avoir de l'initiative pour pouvoir défendre devant les autres (...) un plan d'assainissement (...) oui, on leur donne ça déjà fait...leur personnage, mais ils n'ont pas à le reproduire littéralement (...) ce qu'on prétend ce n'est pas qu'ils le lisent, sinon qu'ils représentent le personnage (...) donc là, oui on met en valeur l'initiative personnelle, je pense que c'est important » (EXPDF3)

« Ceci, d'après mon expérience, cette initiative propre ne s'obtient pas si ce n'est très guidée » (EXPDF7)

* * * *

(Voir aussi les citations des experts EXPAA se référant à l'objectif spécifique DCII.8).

L'objectif spécifique CVII.8 est complètement accepté par 4 experts sur 6 du groupe EXPDF et accepté par un expert. Un seul a moyennement accepté cet objectif (tableau 4.26). D'après lui, l'énoncé de CVII.8 doit faire référence à une activité importante qui suscite l'initiative personnelle des élèves. Cette activité est effectivement proposée par le module et nous décidons de la prendre en considération pour la reformulation de l'énoncé de l'objectif en question (annexe 9).

Les experts du groupe EXPAA se montrent plus divergents à l'égard de l'objectif spécifique CVII.8 (tableau 4.27). Or, un seul expert EXPAA a rejeté l'objectif et deux sur 10 l'ont moyennement accepté. Leurs argumentations sont les mêmes que pour l'objectif DCII.8 (voir sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module DC ; § 4.6.3.1.1). Ces argumentations coïncident sur le fait que l'initiative

dans le module CV est une initiative dirigée. D'ailleurs, l'un des experts EXPDF confirme que l'initiative des élèves 'ne s'obtient pas si ce n'est très guidée'.

Par conséquent, et compte tenu des résultats de l'analyse de cohérence interne (figure 4.11), nous décidons de garder CVII.8 comme objectif spécifique du module CV et de le reformuler de manière à mettre en évidence le fait que les activités du module CV soient conçues pour guider les élèves à développer leur propre initiative (annexe 9).

Objectif spécifique CVII.10 : Prendre des décisions fondées en relation avec l'établissement d'un plan d'actions qui permet de déterminer l'origine et la portée de la contamination et avec le moyen de résoudre ce problème (mettre en valeur les pour et les contres, le facteur économique, prendre conscience des concessions, des limites de la science et de la technologie et du fait qu'il n'existe pas une solution unique à un problème).

« Bon, ça oui, prendre des décisions concernant les puits, ils prennent des décisions au fur et à mesure qu'ils obtiennent les résultats, mais après au moment de prendre la décision concernant la méthode à utiliser [pour dépolluer] ça leur pose des difficultés, non ? oui, on ne leur explique pas très bien, je pense que certaines méthodes comme 'l'électrolyse' du terrain, je ne sais pas... celle de l'eau etc. ils ne les comprennent pas assez bien » (EXPAA55)

« Avec des élèves de 14 ans, à cet âge, si les modules travaillent cet objectif, celui là il est très difficile » (EXPAA30)

« Celui-ci m'a paru mal rédigé » --- « pour moi, la manière dont il est rédigé, je ne vois pas très bien (...) donc, moi peut être je dirais : 'Fonder les décisions sur l'expérience relative au problème des méthodes de traitement des eaux ta, ta, ta...' c.à.d que ma décision est fondée sur mon expérience » (EXPAA65)

« En ce qui concerne 'les limitations de la science et la technologie', c'est une phrase très vaste, peut être on devrait indiquer quelles branches ou disciplines de la science et de la technologie, c.à.d qu'on n'arrive pas aux limitations de la science et la technologie, je crois qu'on n'y arriverait pas ni avec ces modules de APQUA ni avec d'autres » (EXPAA26)

L'objectif spécifique CVII.10 présente une dispersion d'opinions entre les experts du groupe EXPAA. Mais, ils ne sont que deux ceux qui l'ont moyennement accepté et aucun expert ne l'a rejeté (tableau 4.29). Par ailleurs, CVII.10 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF (tableau 4.28).

Les experts EXPAA qui n'ont pas complètement accepté l'objectif spécifique CVII.10 justifient leur position par le fait qu'il est difficile à atteindre et qu'il est mal rédigé.

Compte tenu de ces résultats et de ceux de l'analyse de cohérence interne (figure 4.11), nous décidons de maintenir CVII.10 comme objectif spécifique du module CV et de modifier sa rédaction selon les suggestions recueillies en annexe 9.

Objectif spécifique CVII.11 : Intégrer l'information nécessaire pour résoudre un problème réel simulé de pollution d'eau souterraine.

« Pour moi, ce point d'intégration de l'information pose assez de difficultés » (EXPDF7)

(Voir aussi, plus en avant, citation de EXPDF2 faisant référence à GR11.11 ; sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module GR ; § 4.6.3.1.3).

* * * *

« Moi, j'ai mis ici, recueillir, ça me paraît plus claire, plus que 'intégrer', 'recueillir l'information' (...) la première chose c'est recueillir l'information, ensuite, on l'utilise, on l'intègre, pour moi, c'est mieux de dire 'utiliser' ou quelque chose comme ça » (EXPAA22)

« Celui-ci ne me plaît pas du tout, ne me dis pas pourquoi (...) 'intégrer l'information nécessaire' que veut dire intégrer, ici ? [je lui explique] d'accord, donc, je suis très d'accord, donc, oui...c'est que ça ne me plaît pas...c'est peut être un problème de mots, eh ? peut être...donc, je suis d'accord, oui...c.à.d ça oui...intégrer...donc, je suis très d'accord » (EXPAA65)

« Ça, je ne sais pas exactement ce que ça veut dire 'intégrer l'information... » --
- « Non, pas beaucoup, ils ne tiennent pas vraiment compte...eux ils prennent en considération deux ou trois petites choses...rien...très peu de choses... » (EXPAA55)

(voir aussi commentaire de l'expert EXPAA65 à propos de l'objectif spécifique CV11.14, sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module CV ; § 4.6.3.1.2)

L'objectif spécifique CV11.11 est complètement accepté par 4 experts sur 6 du groupe EXPDF, et il est accepté et moyennement accepté par un seul expert à chaque fois (tableau 4.28). Quant aux experts du groupe EXPAA, 4 sur 10 l'ont complètement accepté, 3 sur 10 l'ont accepté et les 3 autres l'ont moyennement accepté.

Les experts des deux groupes EXPDF et EXPAA qui n'ont pas complètement accepté cet objectif coïncident sur le fait qu'il n'ont pas bien compris le sens du mot 'intégrer' utilisé dans l'énoncé. Deux experts EXPAA ont manifesté leur désaccord avec l'emploi de ce verbe et deux autres, dont l'un du groupe EXPDF et le second du groupe EXPAA estiment que c'est un objectif difficile à atteindre par les élèves.

L'intégration de l'information ou de connaissances, en général, est un terme qui est en rapport avec la notion de compétence définie dans l'introduction de ce chapitre (§ 1.1.2.1.2). Comme nous l'avons déjà signalé, le curriculum des sciences expérimentales en vigueur en Catalogne n'est pas conçu à base de compétences, sinon, d'objectifs généraux de l'étape et terminaux de la branche des sciences (§ 1.1.2.1.1). Mais, il serait intéressant pour les formateurs APQUA d'avoir une formation sur la notion de compétence et de mettre l'accent, dans la formation des professeurs, sur les objectifs spécifiques des modules qui possèdent des caractéristiques de compétences.

Ceci dit, et compte tenu des résultats de l'analyse de cohérence interne (figure 4.11), CV11.11 sera maintenu comme objectif spécifique du module CV. En ce qui concerne la rédaction de l'objectif, nous avons opté pour supprimer le mot « réel » dans l'expression « problème réel simulé » compte tenu de l'argumentation de l'expert EXPAA65 à propos de l'objectif spécifique CV11.14 (annexe 9).

Objectif spécifique CVII.13 : Prédire le temps que mettrait l'eau pour traverser différents matériaux et celui que mettrait les puits d'approvisionnement en eau pour avoir un niveau de pollution supérieur à la limite légale permise et vérifier expérimentalement ces prédictions.

« Ça ne se fait pas, ça non, 'prédire le temps que mettrait l'eau' ça oui, 'et celui que mettrait les puits d'approvisionnement...' on ne peut pas...si, on peut le prédire, mais je dirais que non, donc tout ça, non (...) prédire le temps oui, mais l'autre non, on ne le prédit pas » (EXPDF5)

« 'Prédire le temps que mettrait l'eau pour traverser différents matériaux et celui que mettrait les puits d'approvisionnement en eau pour avoir un niveau de pollution supérieur à la limite légale permise' oui, je ne sais pas, on ne le prédit pas, on leur demande si nous avons vraiment une certitude concernant le temps qui serait mis pour y arriver [il se réfère à la limite légale permise], si je me souviens bien, nous ne faisons pas de prédictions (...) c'était ma remarque (...) 'vérifier expérimentalement ces prédictions' non, on ne le vérifie pas, c'est ce que je voulais dire, il n'y a aucun moyen de le vérifier » (EXPDF3)

« Moi, je pense que cet objectif n'est jamais atteint, c.à.d ni que ce soit un objectif qu'ils arrivent à savoir le temps que mettrait l'eau des puits pour...simplement ce dont je me souviens c'est qu'ils doivent simplement se rendre compte, être conscient du fait que ça peut arriver [il se réfère à la pollution] jusqu'aux puits (...) c'est pour ça que j'ai mis un 5. Il y a deux parties, 'prédire le temps que mettrait l'eau pour traverser différents matériaux' je suis d'accord, ça oui, ils font une prédiction, mais l'autre partie je ne pense pas » (EXPDF2)

* * * *

« Bon, le gravier, par exemple, tout de suite, non ? mais, après quand ça vient l'argile (...) selon le matériau, bon ! il se peut qu'ils ne les connaissent pas tous et donc, selon le matériau...bon ! c'est que normalement ils arrivent à prédire correctement le temps avec le sable, le gravier, mais quand ils arrivent à l'argile... » (EXPAA55)

« Bon, ça je pense que pour le niveau où je le fais qui est d'habitude entre première et deuxième de l'ESO, c.à.d entre 12-13 ans, tout ce qui est prédiction, possibles situations futures ou possibles résultats, leur pose assez de difficultés, c.à.d ils ont tendance à dire assez d'absurdités, imaginer quelque chose d'extrêmement extrême ou rester courts...tout simplement je pense que c'est plus grand qu'eux » (EXPAA21)

« Oui, ça on le fait, la prédiction du temps qu'il faut pour traverser le matériau (...) ça oui, ils le voient et ils font la prédiction, en fait, ils la font très mal parce qu'ils ne pensent pas que dans l'argile ça tarderait autant (...) mais, bon ! ceci rentre dans nos possibilités, après, ceci, qu'ils arrivent à réfléchir combien de temps mettraient les puits d'approvisionnement en eau, non...le temps pour le modèle oui, mais par la suite, dans le cas des puits d'approvisionnement en eau, ils n'ont pas non plus...il n'y a pas assez d'informations » (EXPAA63)

L'objectif spécifique CVII.13 est rejeté par deux experts sur 6 du groupe EXPDF et il est moyennement accepté par deux autres. Il n'est complètement accepté que par deux experts sur 6 et aucun expert de ce groupe ne l'a accepté (tableau 4.28). Quant aux experts du groupe EXPAA, parmi les 10 qui ont modéré les objectifs

spécifiques du module CV, 5 ont complètement accepté cet objectif, 4 l'ont moyennement accepté et un l'a rejeté.

En effet, l'objectif spécifique CVII.13 est constitué de deux parties. La première est relative à la prédiction du temps mis par l'eau pour traverser différents matériaux, elle est, donc, considérée par les experts du groupe EXPDF comme étant bien mise en œuvre par le module CV. Quant à la deuxième partie relative à la prédiction du temps mis par les puits d'approvisionnement en eau pour avoir un niveau de pollution supérieur à la limite légale permise et à la vérification expérimentale de ces prédictions, les experts EXPDF affirment sa non mise en œuvre par le module. L'un des experts EXPAA a également signalé, à l'égard des experts du groupe EXPDF, que cette deuxième partie n'est pas mise en œuvre par le module. Tandis que deux autres experts EXPAA ont justifié leur position par le fait que l'objectif pose des difficultés aux élèves.

Compte tenu de ces résultats et de ceux de l'analyse de cohérence interne (figure 4.11), nous décidons de supprimer la deuxième partie de l'énoncé de CVII.13 et de maintenir la première partie comme objectif spécifique du module CV (annexe 9).

Objectif spécifique CVII.14 : Elaborer des stratégies de travail pour résoudre un problème réel simulé de pollution de l'eau souterraine.

« Ça va, mais je ne comprends pas à quoi...à quelle stratégie fait-on référence ? [je lui explique] les lignes de travail sont bien tracées, ils n'élaborent pas de stratégies (...) on leur donne la stratégie (...) peut être au lieu de 'élaborer des stratégies' je ne sais pas qu'est ce qu'on pourrait dire... 'connaître' ou 'suivre' des stratégies...je ne sais pas, je te le laisse... » (EXPDF3)

« 'Elaborer des stratégies de travail' ? [je lui explique que ça fait référence à l'analyse des 12 puits où les élèves devraient faire la sélection de 3 puits à analyser en premier lieu et ensuite, suivant les résultats qu'ils auraient obtenu, ils choisiraient les 3 puits suivants et ainsi de suite] oui, bon, (...) ça ne serait pas des stratégies de travail, ce serait une stratégie d'analyse ou de choix de l'échantillon (...) moi, je dirais 'élaborer des stratégies de choix de l'échantillon' » (EXPDF5)

* * * *

« Oui, on le travaille, mais eux ils travaillent de cette façon, c.à.d eux ils travaillent ceci...dans la vallée comme il se peut qu'ils auraient jeté des déchets, il peut y avoir de la pollution, c'est la première chose qu'ils regardent, d'habitude, ils choisissent la vallée, les champs cultivés au cas où il y aurait eu une fumigation, ou la station de service au cas où il y aurait eu une fuite » --- « non, celui-là...bon, moi je ne l'ai pas travaillé non plus » (EXPAA55)

« C'est ambitieux, on ne l'atteint pas avec le module. Pour atteindre ceci il faudrait recourir à d'autres travaux, c'est plus compliqué » (EXPAA30)

« Bon, moi, j'ai rayé le mot 'réel' parce que tout est simulé, mais cela ne veut pas dire que tu ne peux pas leur poser un problème réel (...) j'ai rayé 'réel' parce que je me disais, bon ! tout ce qu'on fait ici c'est simulé, si c'était réel, il faudrait l'inventer ou le chercher dans la presse » --- « Celui-là, il est très relié à la pensée critique » (EXPAA65)

L'objectif spécifique CVII.14 est complètement accepté par 4 experts EXPDF sur les 6 qui ont modéré les objectifs spécifiques du module CV et moyennement accepté par les deux autres (tableau 4.28). 5 experts EXPAA sur 10 ont complètement accepté cet objectif, un expert l'a accepté, 3 l'ont moyennement accepté et un l'a rejeté (tableau 4.29)

Les experts du groupe EXPDF estiment que la manière dont CVII.14 est rédigé n'est pas assez claire. Tandis que, ceux du groupe EXPAA font référence chacun à un aspect différent, comme la difficulté d'acquisition par les élèves, la rédaction de l'objectif et sa non mise en oeuvre. Or, un seul expert pense que l'objectif CVII.14 n'est pas mis en oeuvre par le module CV, ce qui n'est pas significatif.

Compte tenu de ces résultats et de ceux de l'analyse de cohérence interne (figure 4.11), nous décidons de maintenir CVII.14 comme objectif spécifique du module CV à condition de modifier sa rédaction de façon à ce qu'elle soit plus claire et à supprimer le mot « réel » dans l'expression « problème réel simulé » compte tenu de l'argumentation de l'expert EXPAA65 (annexe 9).

Objectif spécifique CVIII.1 : Prendre conscience de la difficulté de dépolluer des puits d'eau souterraine et des terrains contaminés.

« Oui, sauf qu'ils voient très difficiles les moyens de dépolluer une superficie polluée souterrainement (...) donc, ils sont peu conscients de comment on pourrait dépolluer » (EXPAA55)

« Ceci, étant donné qu'ils sont dans un milieu urbain, cette évidence leur pose des difficultés (...) Ça pose des difficultés, non pas pour des raisons concernant le programme, sinon, que ça pose des difficultés pour des raisons concernant les élèves et le milieu où ils se trouvent (...) prendre conscience ce n'est pas être à Vallfrondosa, sinon, prendre conscience c'est être là où on est » (EXPAA30)

« Ça dépend de comment ils le prenaient, s'il y avait des élèves qui prenaient au sérieux le rôle qu'ils avaient, et en plus, ils prenaient aussi au sérieux le travail, finalement quand ils analysaient les dissolutions ou quand ils analysaient l'eau (...) c'est comme si réellement ils étaient entrain de se promener dans le village et d'analyser puits par puits, tandis que pour d'autres, ceci n'était qu'une partie complètement secondaire, ils se concentraient donc plus sur les résultats, pas sur les procédures » (EXPAA21)

(Voir aussi citation de EXPAA65 à propos de DCIII.1 ; sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module DC ; § 4.6.3.1.1).

L'objectif spécifique CVIII.1 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF (tableau 4.28). Mais, il présente une divergence d'opinions entre ceux du groupe EXPAA. Au total, ils sont 6 sur 10 ceux qui ne l'ont pas complètement accepté dans ce groupe. Un d'entre eux a, pourtant, accepté cet objectif, 4 l'ont moyennement accepté et un expert l'a rejeté. Les argumentations de ces experts ne font pas référence à la rédaction de l'objectif ni à sa mise en oeuvre par le module CV, sinon, à la difficulté de son acquisition par les élèves et d'autres aspects plus subjectifs (EXPAA30 et EXPAA65).

Compte tenu de ces résultats et de ceux de l'analyse de cohérence interne (figure 4.11), nous décidons que CVIII.1 soit maintenu comme objectif spécifique du module CV et que son énoncé ne soit pas modifié (annexe 9).

Objectif spécifique CVIII.2 : Réfléchir à l'importance de l'eau comme une ressource limitée et essentielle pour la vie.

« *Le CVIII.2 je ne pense pas qu'on le propose dans le module quoique ce serait intéressant, oui, le CVIII.2 'réfléchir à l'importance de l'eau...' non, celui là pour moi on ne le travaille pas, je ne dis pas qu'on ne devrait pas le travailler, je dis qu'on ne le travaille pas (...) dans ce module nous parlons de l'eau en tant que quelque chose d'important, mais pas en tant que ressource limitée et essentielle* » (EXPDF7)

(Voir aussi citation de EXPDF4 se référant à DCIII.2 ; sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module DC, § 4.6.3.1.1).

L'objectif spécifique CVIII.2 est complètement accepté par trois experts EXPDF sur un total de 6. Parmi les trois autres, deux ont accepté cet objectif et un l'a rejeté. Pour eux le module aborde le thème de l'eau comme étant quelque chose 'd'important' mais pas en tant que 'ressource limitée et essentielle'. Les experts EXPAA ont, cependant, complètement accepté l'objectif CVIII.2. Ce qui peut être expliqué par le fait que cet objectif spécifique est travaillé de manière implicite dans le module CV puisque l'analyse de cohérence interne indique aussi un faible nombre d'activités d'apprentissage correspondant (figure 4.11).

En tenant compte de ces résultats, on peut dire que CVIII.2 est un objectif qui est mis en œuvre de manière implicite par le module CV.

Nous décidons, donc, de le maintenir sur la liste des objectifs spécifiques de ce module et de ne pas modifier son énoncé (annexe 9). Mais, nous tenons, en même temps, à proposer à l'équipe du projet, dans le cas où ils le considèreraient important, de renforcer les activités d'apprentissage qui permettraient de le mettre en œuvre de manière plus explicite.

Objectif spécifique CVIII.3 : Prendre conscience de l'impact environnemental des activités humaines en se basant sur les effets d'une « décharge non contrôlée ».

« *'L'impact environnemental d'une décharge non contrôlée' c'est un 'déchargé non contrôlé' (...) légalement, les décharges non contrôlées n'existent pas (...) ce sont des déchargés non contrôlés ce qu'il y a, mais ce n'est pas une décharge parce qu'il n'y a personne qui va mettre...personne n'a mis de pancarte disant : 'décharge non contrôlée' ceci s'applique au module de gestion* » (EXPDF3)

L'objectif spécifique CVIII.3 est complètement accepté par 4 experts EXPDF sur 6, accepté par un de ces experts et moyennement accepté par un autre. Ce dernier n'est pas d'accord avec le terme « décharge non contrôlée » qui n'existe pas en réalité. Par contre, ce qui existe ce sont des « déchargés non contrôlés ».

Les experts du groupe EXPAA ayant complètement accepté CVIII.3 comme objectif spécifique du module CV et compte tenu des résultats de l'analyse de cohérence

interne (figure 4.11), nous décidons de le maintenir et de modifier sa formulation en considérant la suggestion de l'expert EXPDF3 (annexe 9).

Objectif spécifique CVIII.4 : Respecter les opinions d'autrui à propos de sujets environnementaux et socio-scientifiques en relation avec les effets de décharger de l'eau acide aux rivières et avec la dilution et la neutralisation comme méthodes de dépollution.

« Ça c'est un jeu qui se fait, mais après, c'est vraiment ça ce qui se fait en réalité ? moi je pense que l'enfant, peut être, donne son avis en se basant sur le jeu qu'il a fait et non pas sur ce qui se passe en réalité » (EXPAA23)

« Ils sont très enfantins et donc assumer les rôles et avoir des arguments dépendait beaucoup de chaque cas » (EXPAA55)

« Ce débat, je pense qu'il serait plus positif pour un module tel qu'il est proposé ici, qui serait pour des élèves de 15-16 ans (...) eux, ils savent mieux argumenter, ils s'expliquent mieux, tandis que lorsque je le fais à ceux de 12-13 ans, ils n'ont pas... ils lisent le rôle qu'ils doivent faire et c'est tout, ils ne sortent pas de là » (EXPAA63)

(Voir aussi les citations des experts EXPAA faisant référence à l'objectif spécifique DCIII.4 ; sous-section a) de la modération des objectifs spécifiques du module DC, § 4.6.3.1.1).

L'objectif spécifique CVIII.4 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF, il a même obtenu une valeur moyenne de 9,5 sur l'échelle de 1 à 10. Les experts du groupe EXPAA semblent être plus divergents quoiqu'ils ne sont que deux sur 10 ceux qui ont moyennement accepté cet objectif ; les autres l'ont complètement accepté (4 sur 10) ou accepté (4 sur 10). Les commentaires des experts EXPAA concernant l'objectif spécifique CVIII.4 font référence à la difficulté de son acquisition par les élèves (citation de EXPAA55 ; § 4.6.3.1.1, sous-section a)) et à d'autres aspects plus subjectifs (EXPAA23 et EXPAA63).

Compte tenu de ces résultats et de ceux de l'analyse de cohérence interne (figure 4.11), nous décidons de maintenir CVIII.4 comme objectif spécifique du module CV et de modifier son énoncé selon les suggestions recueillies en annexe 9.

Objectif spécifique CVIII.5 : (voir l'objectif spécifique DCIII.5).

L'objectif spécifique CVIII.5 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF. Mais, il présente une dispersion d'opinions entre ceux du groupe EXPAA. Les commentaires de ces derniers sont les mêmes que pour l'objectif spécifique DCIII.5.

Par conséquent, la décision concernant l'objectif spécifique CVIII.5 est la même que pour DCIII.5.

Objectif spécifique CVIII.6 : Avoir une attitude responsable envers les rôles assumés au sein d'un groupe.

« 'Avoir une attitude...' oui, moi j'ajouterais une, ou bien ajoutée, ou bien ici même : 'développer une attitude responsable comme individu membre d'une société libre et démocratique' c.à.d ce qu'on prétend c'est d'aller au delà, qu'il soit responsable en tant qu'individu au sein d'une société » (EXPDF5)

* * * *

« Les rôles assumés au sein d'un groupe...bon, moi je me suis un peu perdu, parce que quand on dit 'rôles' se réfère-t-on au rôle qu'a l'élève quand il est entrain de faire les expériences, ou bien au rôle qu'il a quand il fait ce jugement là... bon, le jugement...cette réunion là avec les représentants de Vallclara, et tout ça ? [je lui explique] donc, moi ici, je changerais le mot 'rôle' par le mot 'tâche' [...] parce que le mot 'rôle' serait celui qu'a une personne dans un groupe, mais assumé, proprement dit, à partir...à partir de...voyons...par exemple, moi je suis quelqu'un de contestataire, non ? je suis toujours contre ce que dit tout le monde, non ? l'autre c'est quelqu'un d'apaisant, c.à.d de tranquillisant, ça oui, ce sont des rôles, par contre ici, et tels que tu les manifestes, je ne pense pas que ce soient des rôles [...] ce sont des tâches » (EXPAA65)

« Moi, je pensais que ceci faisait référence aux rôles qu'ils assument dans le groupe, mais au moment final, c.à.d. de l'assemblée et tout ça [...] bon, je l'interprétais plutôt comme étant dans le groupe qui représentait la communauté » (EXPAA63)

(Voir aussi les citations des experts EXPAA se référant à l'objectif DCIII.6 ; sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module DC, § 4.6.3.1.1).

L'objectif spécifique CVIII.6 est complètement accepté par 5 des 6 experts EXPDF qui ont modéré les objectifs spécifiques du module CV. L'un de ces experts a moyennement accepté cet objectif. Celui-ci estime que le but n'est pas seulement de responsabiliser l'élève vis à vis de son rôle au sein d'un groupe, mais, d'aller au delà pour 'qu'il soit responsable en tant qu'individu au sein d'une société'.

D'autre part, sur les 10 experts du groupe EXPAA qui ont modéré les objectifs spécifiques du module CV, 4 seulement l'ont complètement accepté. En effet, l'utilisation du mot 'rôle' dans la formulation de l'objectif CVIII.6 semble avoir créé une certaine ambiguïté chez les experts du groupe EXPAA ; ce mot fait penser aux rôles assumés par les élèves dans la représentation des personnages de l'assemblée municipale simulée à la fin du module.

Ainsi, et de même que pour DCIII.6, il serait intéressant d'introduire dans le guide du professeur, plus d'indications sur les rôles que doivent assumer les membres du groupe et sur la manière de responsabiliser les élèves vis à vis de ces rôles. Dans cette perspective, et compte tenu des résultats de l'analyse de cohérence interne (figure 4.11), CVIII.6 sera maintenu comme objectif spécifique du module CV et son énoncé ne sera pas modifié (annexe 9).

4.6.3.1.3 Modération des objectifs spécifiques du module GR

Le module GR a été modéré par 4 experts du groupe EXPDF et par 6 du groupe EXPAA. Les tableaux 4.30 et 4.31 présentent les fréquences des experts EXPDF et

EXPAA, respectivement, qui apparaissent dans chaque intervalle ainsi que la moyenne et l'écart type des valeurs attribuées aux objectifs spécifiques du module GR.

Globalement, nous constatons que les valeurs moyennes attribuées, par les experts EXPDF, à chacun des objectifs spécifiques de ce module sont supérieures à celles attribuées par les experts EXPAA.

Objectif	Fréquence des experts EXPDF par intervalle				Moyenne des valeurs	Ecart type des valeurs
	[1-4]	[5-6]	[7-8]	[9-10]		
GRII.1	-	-	-	4	9,5	0,6
GRII.1	-	-	-	4	9,8	0,5
GRII.2	-	-	1	3	9,0	0,8
GRII.3	-	-	1	3	9,3	1,0
GRII.4	-	-	-	4	10,0	0,0
GRII.6	-	-	-	4	9,8	0,5
GRII.7	-	-	2	2	8,5	1,3
GRII.8	-	-	1	3	9,3	1,0
GRII.10	-	-	-	4	9,3	0,5
GRII.11	-	-	2	2	8,5	1,3
GRIII.1	-	-	-	4	9,8	0,5
GRIII.3	-	-	-	4	9,8	0,5
GRIII.4	-	-	-	4	9,8	0,5
GRIII.5	-	-	1	3	9,3	1,5
GRIII.6	-	1	-	3	8,5	2,4
GRIII.7	-	-	-	4	9,5	0,6
GRIII.8	-	-	1	3	8,5	1,0
Moyenne globale des valeurs par module					9,3	0,5

Tableau 4.30. Nombre d'experts EXPDF par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif spécifique du module GR.

Sur le tableau 4.30, on observe que les objectifs du module GR ont obtenu des valeurs moyennes assez élevées (toutes supérieures à 8) avec des écarts types assez faibles. Les objectifs GRIII.5 et GRIII.6 représentent les seuls cas où l'écart type est supérieur ou égal à 1.5. Nous nous intéresserons, donc, à ces deux objectifs ainsi qu'aux objectifs GRII.7 et GRII.11 pour lesquelles la valeur la plus fréquente est la même dans l'intervalle [9-10] que dans l'intervalle [7-8].

Le tableau 4.31 montre qu'aucun objectif spécifique du module GR n'a été rejeté par les experts du groupe EXPAA, que l'objectif GRIII.6 est moyennement accepté par les experts du groupe EXPAA et que les objectifs GRII.1, GRII.3, GRII.8 et GRII.11 sont acceptés.

D'autre part, les objectifs GRIII.4, GRIII.5 et GRIII.8 ont obtenu des valeurs moyennes inférieures ou égales à 8 avec des écarts types supérieures à 1.5. Quant aux objectifs GRII.2, GRII.6, GRII.7, GRII.10, GRIII.3 et GRIII.7 présentent des écarts type supérieurs ou égaux à 1.5.

Objectif	Fréquence des experts EXPAA par intervalle				Moyenne des valeurs	Ecart type des valeurs
	[1-4]	[5-6]	[7-8]	[9-10]		
GRI.1	-	-	2	4	9,0	0,9
GRII.1	-	-	4	2	8,3	1,0
GRII.2	-	1	2	3	8,3	1,6
GRII.3	-	1	3	2	7,8	1,2
GRII.4	-	-	2	4	8,7	1,0
GRII.6	-	-	3	3	8,8	1,0
GRII.7	-	1	2	3	8,2	1,5
GRII.8	-	-	5	1	7,7	0,8
GRII.10	-	-	3	3	8,3	0,8
GRII.11	-	-	4	2	8,0	0,9
GRIII.1	-	-	1	5	8,8	1,0
GRIII.3	-	-	3	3	8,5	1,0
GRIII.4	-	2	2	2	7,3	1,4
GRIII.5	-	2	1	3	7,8	1,5
GRIII.6	-	3	1	2	7,5	1,8
GRIII.7	-	-	3	3	8,3	0,8
GRIII.8	-	2	2	2	7,5	1,4
Moyenne globale des valeurs par module					8,2	0,5

Tableau 4.31. Nombre d'experts EXPAA par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif spécifique du module GR.

a) Objectifs spécifiques du module GR qui ne sont pas complètement acceptés par les experts

A l'exception de deux objectifs spécifiques (GRII.7 et GRII.11) dont la valeur la plus fréquente dans l'intervalle [9-10] est la même que dans l'intervalle [7-8], tous les autres objectifs spécifiques du module GR ont été complètement acceptés par les experts de ce groupe. La justification des experts EXPDF concernant GRII.7 et GRII.8 sera présentée dans la sous-section b) consacrée aux objectifs spécifiques du module GR, qui présentent une dispersion d'opinions entre les experts d'un même groupe.

Les objectifs spécifiques qui n'ont pas été complètement acceptés par les experts du groupe EXPAA sont GRII.1, GRII.3, GRII.8, GRII.11 et GRIII.6.

Objectif spécifique GRIII.6 : Avoir une attitude responsable envers les rôles assumés au sein d'un groupe.

« Ceci aide sauf qu'ils ont beaucoup de difficultés, c.à.d que maintenant, je fais un module avec des élèves de 4^{ème}, mais ce sont des élèves "d'amplification", un groupe qui est assez bien, et là ils le voient beaucoup mieux, c'est que c'est un crédit que nous faisons avec tous les types d'élèves et donc avoir une attitude responsable ça leur pose des difficultés, moi je pense que c'est l'une des difficultés de cet âge que nous affrontons » (EXPAA25)

« Ce que je n'atteint pas c'est qu'ils intègrent vraiment ceci à leur vie réelle (...) c.à.d ces parties là où j'ai mis un 6 » (EXPAA34)

« L'idée c'est que ce sont toujours les autres. Il faut faire de sorte que les élèves comprennent qu'il faudrait commencer par soi-même » (EXPAA6)

N.B :

- Le commentaire de EXPAA34 est valable pour les objectifs GRIII.4, GRIII.5 et GRIII.8 (ainsi que pour PLIII.4, PLIII.5 et PLIII.8)
- Le commentaire de EXPAA6 est valable pour tous les objectifs de la catégorie III des deux modules GR et PL, également modéré par EXPAA6.

L'objectif spécifique GRIII.6 est moyennement accepté par les experts EXPAA parce qu'il est difficile à acquérir par les élèves et aussi parce que ce type d'objectifs sous-entend que les élèves devraient 'les intégrer à leur vie réelle' et 'comprendre qu'il faudrait commencer par changer leurs propres attitudes'. Ces argumentations ne font référence ni à la mise en œuvre de l'objectif par le module, ni à sa rédaction.

D'un autre côté, cet objectif présente une dispersion d'opinions entre les experts du groupe EXPDF. La décision concernant GRIII.6 sera, donc, prise dans la sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module GR, § 4.6.3.1.3.

Objectifs spécifiques GRII.1 et GRII.8 :

GRII.1 : Interpréter des feuilles de travail et suivre des procédures expérimentales en relation avec la réalisation d'épreuves analytiques et la simulation de quelques méthodes de traitement des détritrus.

GRII.8 : Avoir de l'initiative propre pour concevoir et construire un emballage, débattre et classer par ordre de priorité différents plans de gestion des détritrus, et aussi pour voter l'un de ces plans.

Il n'y a pas de commentaires spécifiques qui font référence à ces deux objectifs. Cependant, nous avons recueilli des citations où les experts qui ont modéré le module GR justifient d'une manière plus générale les valeurs attribuées aux différents objectifs :

« Je les ai évalués selon ce que les élèves atteignent » (EXPAA25)

« J'a évalué en pensant à la pratique, c.à.d que j'ai pris en considération si l'objectif est atteint ou pas » (EXPAA6)

« Il est très bien, 8 c'est très bien » (EXPAA34)

« J'ai attribué la valeur de 9 aux objectifs qui sont très clairs et les valeurs 6 et 7 aux objectifs qui ne sont pas très clairs » (EXPAA5)

Les objectifs GRII.1 et GRII.8 sont complètement acceptés par les experts du groupe EXPDF. Ceux du groupe EXPAA qui ne les ont pas complètement acceptés justifient leur position par le fait que les élèves n'atteignent pas ces objectifs ou parce que leur formulation n'est pas assez claire.

Compte tenu de ces résultats et de ceux de l'analyse de cohérence interne (figure 4.12), nous décidons de maintenir GRII.1 et GRII.8 comme objectifs spécifiques du

module GR et de tenir compte des suggestions des experts pour l'amélioration de leur rédaction (annexe 9).

Objectif spécifique GRII.3 : Analyser et interpréter des données expérimentales relatives à la couleur et la concentration de différentes solutions, aux produits d'une incinération, aux propriétés des plastiques et à la qualité de différents types d'encre d'impression.

« *Il y'en a qui n'arrivent pas à interpréter les choses* » (EXPAA34)

« *C'est peut être un point qui reste un peu en l'air* » (EXPAA25)

L'objectif spécifique GRII.3 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF. Ceux du groupe EXPAA qui ne l'ont pas complètement accepté argumentent qu'il n'est pas acquis par les élèves. Ce qui pourrait être vérifié lors de l'évaluation future des acquis des élèves.

Pour le moment, et compte tenu des résultats de l'analyse de cohérence interne (figure 4.12), nous décidons de maintenir GRII.3 comme objectif spécifique du module et de modifier son énoncé selon les suggestions recueillies en annexe 9.

Objectif spécifique GRII.11 : Intégrer l'information liée aux différentes opinions dans un processus de prise de décisions argumentées en relation avec la sélection d'un plan de gestion des déchets municipaux.

« *Les élèves manquent d'un esprit de synthèse, ils ne sont pas habitués (...) c'est difficile de les faire réfléchir à cet âge, ce sont des élèves de deuxième de la ESO, entre 13-14 ans* » (EXPAA5)

« *Ils ont du mal à tout regrouper et à tirer des conclusions (...) du moins avec le type d'élèves que j'ai eu jusqu'à maintenant, ça leur pose beaucoup de difficultés (...) dans une classe tu as plusieurs types d'élèves, certains oui, ils comprennent (...) mais il y a aussi quelques uns qui restent...ça aide (...) mais ça leur pose des difficultés parce que certains ne comprennent pas la procédure de la table* » (EXPAA34)

Les experts du groupe EXPAA n'ont pas complètement accepté l'objectif spécifique GRII.11 parce qu'ils le considèrent 'difficile à atteindre' par les élèves qui 'ont du mal à interpréter des données' et à 'les intégrer pour en tirer des conclusions', ils 'manquent d'esprit de synthèse' et 'ne sont pas habitués à réfléchir'. Il serait intéressant de tenir compte de ce résultat lors de l'évaluation future des acquis des élèves.

D'autre part, les experts du groupe EXPDF se divisent entre ceux qui ont complètement accepté l'objectif GRII.11 et ceux qui l'ont accepté.

La décision concernant cet objectif sera prise dans la sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module GR ; § 4.6.3.1.3.

b) Objectifs spécifiques du module GR qui présentent une dispersion d'opinions entre les experts d'un même groupe

Les objectifs spécifiques du module GR qui présentent une dispersion d'opinions entre les experts du groupe EXPDF sont GRII.7, GRII.11, GRIII.5 et GRIII.6. Quant aux experts du groupe EXPAA, ils divergent au sujet des objectifs spécifiques GRII.2, GRII.6, GRII.7, GRII.10, GRIII.3, GRIII.4, GRIII.5, GRIII.7 et GRIII.8.

Voici les commentaires recueillis auprès des experts EXPDF et EXPAA à propos de tous ces objectifs :

Objectif spécifique GRII.2 : Observer et enregistrer, d'une manière organisée et systématique, des données quantitatives et qualitatives relatives à la couleur et la concentration de différentes solutions, aux produits d'une incinération, aux propriétés des plastique et à la qualité de différents types d'encre d'impression.

(Voir GRII.1 et GRII.8)

De même que pour GRII.1 et GRII.8, nous décidons de maintenir GRII.2 comme objectif spécifique du module GR et de tenir compte des suggestions des experts pour l'amélioration de sa rédaction (annexe 9).

Objectif spécifique GRII.6 : Travailler en équipe pour réaliser des tests d'analyse d'eau, dessiner et construire un emballage et simuler des méthodes de traitement de détrit.

« ceci c'est très bien, sauf que ça pose des difficultés aussi, ça dépend beaucoup du type de groupes, du type d'élèves ... » (EXPAA25)

(Voir GRII.1 et GRII.8)

De même que pour DCII.1 et GRII.8, nous décidons de maintenir GRII.6 comme objectif spécifique du module GR et de modifier sa rédaction selon les suggestions recueillies en annexe 9.

Objectif spécifique GRII.7 : Acquérir une pensée critique (prendre conscience de la difficulté de réduire ou d'éliminer un produit largement utilisé, prendre conscience de la nécessité d'identifier et chercher de l'information utile pour pouvoir prendre une décision argumentée).

« Prendre conscience de la difficulté d'éliminer... 'éliminer' c'est un terme que nous avons essayé d'éviter parce que ça sous entend...comme si les détrit disparaissaient...au lieu de 'éliminer' je pense que c'est plus adéquat de dire 'arrêter d'utiliser', nous dirions, donc, 'réduire' ou 'arrêter d'utiliser' » (EXPDF3)

« 'et chercher de l'information utile' moi, je dirais 'et chercher le maximum d'informations possible' (...) au lieu de 'utile' je dirais 'argumentée' ou 'confrontée' pas 'utile, parce qu'il se peut que ce soit utile pour moi, mais que ce soit complètement... du moment que ça me serves, tu vois ? c.à.d que l'information soit la

maximale possible et argumentée ou confrontée, pas utile moi, je ne mettrais pas le mot 'utile' » (EXPDF5)

* * * *

« Moi, je pense que oui, ils acquièrent une pensée critique, sauf que ce que je disais avant, c'est pour des élèves qui ont un certain intérêt » (EXPAA25)

« Ce serait bien si les élèves pouvaient visiter une usine d'incinération et voir, ou aller à la municipalité et demander des informations...chercher de l'information (...) Je crois qu'il faut réfléchir à un module plus réel » (EXPAA6)

« A partir de là, très bien, il est très bien le projet, il est très bien simulé, on peut le faire en classe, etc. etc. mais on reste toujours attrapé dans le cadre de la théorie" --- « pour faire la connexion avec la réalité, nous sommes allés dans un conseil provincial, nous avons demandé des données sur la collecte sélective des détritux (...) nous avons parlé avec le conseiller municipal de l'environnement (...) » (EXPAA102)

L'objectif spécifique GRII.7 n'est pas complètement accepté par deux experts EXPDF, à cause de l'emploi des expressions suivantes : 'éliminer un produit largement utilisé' et 'information utile'. Le premier expert estime que le module GR ne prétend pas que les élèves soient conscients de la difficulté d'éliminer un produit, sinon de réduire ou d'arrêter son utilisation. Le second souligne que le module prétend que les élèves soient capables de chercher le maximum d'informations possible argumentées et confrontées et non pas seulement des informations utiles.

D'autre part, cet objectif n'a pas été complètement accepté par 3 experts sur 6 du groupe EXPAA. Deux d'entre eux, l'ont cependant accepté et un seul l'a moyennement accepté.

Compte tenu de ces résultats et de ceux de l'analyse de cohérence interne (figure 4.12), nous décidons de maintenir GRII.7 comme objectif spécifique du module GR et de modifier sa rédaction (annexe 9).

Mais, il est intéressant d'observer les deux citations des experts EXPAA6 et EXPAA102. Ces experts font référence à des activités extra-scolaires qui permettent de faire le lien entre le thème du module et la réalité, sauf que, l'un, a pris l'initiative de les mettre au point, alors que le second, s'est limité à l'application stricte du module bien qu'il ait mentionné le même type d'activités que son collègue.

Comme conséquence, nous proposons aux formateurs APQUA d'insister plus sur la flexibilité des modules du programme et de suggérer aux professeurs des exemples d'activités extra-scolaires qu'ils pourraient réaliser simultanément ou à la suite d'un module donné.

Objectif spécifique GRII.10 : Prendre des décisions fondées en relation avec le choix d'une encre pour l'impression de l'étiquette d'un produit commercial et avec la sélection d'une méthode pour la gestion des détritux municipaux (mettre en valeur les pour et les contres, le facteur économique, prendre conscience des concessions, des limites de la science et de la technologie et du fait qu'il n'existe pas une solution unique à un problème).

(Voir GRII.1 et GRII.8)

De même que pour GRII.1 et GRII.8, nous décidons de maintenir GRII.10 comme objectif spécifique du module GR et de tenir compte des suggestions des experts pour l'amélioration de sa rédaction (annexe 9).

Objectif spécifique GRII.11 : Intégrer l'information liée aux différentes opinions dans un processus de prise de décisions argumentées en relation avec la sélection d'un plan de gestion des déchets municipaux.

« *Rédaction peu claire...j'ai dû le lire plusieurs fois (...) bon, finalement j'ai compris quelque chose, j'ai compris, mais j'ai eu du mal...il y a trop de concepts disons entre guillemets 'bizarres' (...) 'intégrer l'information relative aux différentes opinions dans un processus de prise de décisions' (...) oui, non je comprends, c.à.d recueillir de l'information pour décider quel est le meilleur plan, c'est ça ce que veut dire l'objectif ? E : oui, il y a différentes opinions en rapport avec les différents plans de gestion...- : on les intègre...E : et donc, eux ils intègrent toutes ces opinions...- : pour décider la méthode, n'est ce pas ? (...) non, oui j'ai compris et c'est difficile de le rédiger (...) c'est pour ça que j'ai mis un 7, parce que je l'ai compris finalement, mais la rédaction m'a paru un peu 'bizarre' » (EXPDF2)*

(voir aussi les commentaires des experts EXPDF et EXPAA à propos de l'objectif CVII.11, sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module CV ; § 4.6.3.1.2)

Compte tenu de ce qui a été déjà dit à propos de l'objectif CVII.11 ainsi que des résultats de l'analyse de cohérence interne (figure 4.12), nous décidons de maintenir GRII.11 comme objectif spécifique du module GR et de modifier sa rédaction de façon qu'elle soit plus claire (annexe 9). Les mêmes suggestions concernant la formation des professeurs et qui ont été formulées dans le cas de l'objectif spécifique CVII.11 sont aussi valables dans ce cas.

Objectif spécifique GRIII.3 : Prendre conscience de l'impact environnemental des méthodes de gestion des déchets.

« *Moi, je pense que vraiment pour prendre conscience de cela (...) il faut faire le lien avec la réalité (...) c'est pour ça que, par la suite, j'ai mis comme suggestion et du fait je l'ai mis en marche comme une application du module Gestion des déchets, il s'agit de proposer une sorte de projet réel adaptée à la communauté social dans laquelle l'enfant est submergé » (EXPAA102)*

(Voir les commentaires des experts EXPAA relatifs à GRIII.6 dans la sous-section a) de la modération des objectifs spécifiques du module GR ; § 4.6.3.1.3)

L'objectif spécifique GRIII.3 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF (tableau 4.30). Tandis que les experts du groupe EXPAA se divisent entre ceux qui ont complètement accepté cet objectif et ceux qui l'ont accepté (tableau 4.31).

Compte tenu de ces résultats et de ceux de l'analyse de cohérence interne (figure 4.12), nous décidons que GRIII.3 soit maintenu comme objectif spécifique du module GR et que son énoncé soit modifié en fonction des suggestions recueillies en annexe 9.

Mais, il est intéressant de noter qu'il est considéré parmi un type d'objectifs que les élèves devraient 'intégrer à leur vie réelle' et qui impliquent un changement dans 'leurs propres attitudes'.

Objectif spécifique GRIII.4 : Respecter les opinions d'autrui à propos des sujets environnementaux et socio-scientifiques en relation avec la gestion des détritrus.

«Ils ont du mal quand ils doivent donner des opinions, ils ont du mal mais s'ils voient qu'ils ont fait une activité de laboratoire et qu'il y a quelqu'un qui peut arriver à des conclusions différentes, donc, ils peuvent de cette manière, ils peuvent apprendre à respecter les opinions et encore plus en ce qui est en rapport avec des sujets environnementaux car au moins ils en sont conscients » (EXPAA25)

« Pour ce qui est de respecter les opinions des collègues, moi je pense que ceci je ne l'atteint pas, moi, peut être un autre professeur avec d'autres élèves...car peut être que ce ne soit pas le même problème (...) ça me sert oui, mais mon niveau de satisfaction une fois conclu le crédit et ce que je vois qu'ils ont appris ce n'est pas tout ce que je voulais » (EXPAA34)

«Objectif oui, ça l'est, sauf que c'est un objectif général de tout, je pense que ça les aide assez, ça les aide s'il y a quelqu'un derrière qui les dirige » (EXPAA25)

(Voir les commentaires des experts EXPAA relatifs à GRIII.6 dans la sous-section a) de la modération des objectifs spécifiques du module GR ; § 4.6.3.1.3)

L'objectif spécifique GRIII.4 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF (tableau 4.30). Tandis que les experts du groupe EXPAA se divisent entre ceux qui ont complètement accepté cet objectif, ceux qui l'ont accepté et ceux qui l'ont moyennement accepté (tableau 4.31). Ces derniers argumentent que c'est un objectif difficile à acquérir par les élèves et qui doit être guidé par le professeur.

Compte tenu de ces résultats et de ceux de l'analyse de cohérence interne (figure 4.12), nous décidons que GRIII.4 soit maintenu comme objectif spécifique du module GR et que sa rédaction soit modifiée en fonction des suggestions recueillies en annexe 9. Mais, il est intéressant de noter qu'il est considéré parmi un type d'objectifs que les élèves devraient 'intégrer à leur vie réelle' et qui impliquent un changement dans 'leurs propres attitudes'.

Objectifs spécifiques GRIII.5 et GRIII.6 :

GRIII.5 : Mettre en valeur l'utilisation correcte du matériel expérimental et le respect des normes de son usage et maintenance pour réaliser les expériences

(Voir les commentaires des experts EXPDF à propos de l'objectif spécifique DCIII.5, sous-section a) de la modération des objectifs spécifiques du module DC, § 4.6.3.1.1)

GRIII.6 : Avoir une attitude responsable envers les rôles assumés au sein d'un groupe

(Voir les commentaires des experts EXPDF à propos de l'objectif spécifique CVIII.6, sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module CV, § 4.6.3.1.2)

Les décisions concernant les objectifs spécifiques GRIII.5 et GRIII.6 sont les mêmes que celles prises dans le cas des objectifs spécifiques DCIII.5 et CVIII.6.

En plus, Ces deux objectifs spécifiques sont également considérés parmi le type d'objectifs que les élèves devraient 'intégrer à leur vie réelle' et qui impliquent un changement dans 'leurs propres attitudes' (voir sous-section a) de la modération des objectifs spécifiques du module GR, § 4.6.3.1.3).

Objectif spécifique GRIII.7 : Mettre en valeur les avantages et les inconvénients de différentes méthodes de gestion des déchets.

(Voir les commentaires des experts EXPAA relatifs à GRIII.6 dans la sous-section a) de ce paragraphe)

L'objectif spécifique GRIII.7 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF (tableau 4.30). Tandis que les experts du groupe EXPAA se divisent entre ceux qui ont complètement accepté cet objectif et ceux qui l'ont accepté (tableau 4.31).

Compte tenu des commentaires des experts EXPAA à propos de tous les objectifs spécifiques de la catégorie III, ainsi que du résultat de l'analyse de cohérence interne (figure 4.12), nous décidons de maintenir GRIII.7 comme objectif spécifique du module GR et de ne pas modifier sa rédaction (annexe 9). Mais, il est intéressant de noter qu'il est considéré parmi un type d'objectifs que les élèves devraient 'intégrer à leur vie réelle' et qui impliquent un changement dans 'leurs propres attitudes'.

Objectif spécifique GRIII.8 : Mettre en valeur l'importance du facteur économique dans un processus de prise de décisions en relation avec les méthodes de gestion des déchets.

(Voir les commentaires des experts EXPAA relatifs à GRIII.6 dans la sous-section a) de la modération des objectifs spécifiques du module GR, § 4.6.3.1.3).

L'objectif spécifique GRIII.8 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF (tableau 4.30). Tandis que les experts du groupe EXPAA se divisent entre ceux qui ont complètement accepté cet objectif, ceux qui l'ont accepté et ceux qui l'ont moyennement accepté (tableau 4.31).

Compte tenu des commentaires des experts EXPAA à propos de tous les objectifs spécifiques de la catégorie III, ainsi que du résultat de l'analyse de cohérence interne (figure 4.12), nous décidons de maintenir GRIII.8 comme objectif spécifique du module GR et de modifier son énoncé selon les suggestions recueillies en annexe 9. Mais, il est intéressant de noter qu'il est considéré parmi un type d'objectifs que les élèves devraient 'intégrer à leur vie réelle' et qui impliquent un changement dans 'leurs propres attitudes'.

4.6.3.1.4 Modération des objectifs spécifiques du module PL

Le module PL a été modéré par 6 experts du groupe EXPDF et par 10 du groupe EXPAA. Les tableaux 4.32 et 4.33 présentent les fréquences des experts EXPDF et EXPAA, respectivement, qui apparaissent dans chaque intervalle ainsi que la moyenne et l'écart type des valeurs attribuées aux objectifs spécifiques du module PL.

Globalement, nous constatons que les valeurs moyennes attribuées, par les experts EXPDF, à chacun des objectifs spécifiques de ce module sont supérieures à celles attribuées par les experts EXPAA.

Objectif	Fréquence des experts EXPDF par intervalle				Moyenne des valeurs	Ecart type des valeurs
	[1-4]	[5-6]	[7-8]	[9-10]		
PLI.1	-	-	1	5	9,5	1,2
PLII.1	-	-	3	3	8,8	1,0
PLII.2	-	-	1	5	9,5	0,8
PLII.3	-	-	-	6	9,8	0,4
PLII.4	-	-	2	4	9,2	1,0
PLII.6	-	-	1	5	9,7	0,8
PLII.7	-	-	-	6	9,3	0,5
PLII.8	-	-	2	4	8,8	1,2
PLII.10	-	-	1	5	9,5	0,8
PLII.11	-	-	1	5	9,5	0,8
PLIII.3	-	1	-	5	9,0	2,0
PLIII.4	-	-	1	5	9,5	0,8
PLIII.5	-	-	1	5	9,3	1,2
PLIII.6	-	-	1	5	9,7	0,8
PLIII.7	-	-	-	6	9,7	0,5
PLIII.8	-	-	2	4	9,0	0,9
PLIII.9	-	-	3	3	8,7	1,5
Moyenne globale des valeurs par module					9,3	0,3

Tableau 4.32. Nombre d'experts EXPDF par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif spécifique du module PL.

D'après la figure 4.32, on constate que tous les objectifs du module PL sont complètement acceptés par les experts EXPDF à l'exception de PLII.1 et PLIII.9 qui sont qualifiés entre 7 et 8 par le même nombre d'experts que ceux qui les ont qualifié entre 9 et 10. Les valeurs moyennes attribuées sont également toutes supérieures à 8 et avec des écarts types tous inférieurs à 1.5 sauf dans le cas de PLIII.3 (2.2) et PLIII.9 (1.5).

La figure 4.33 montre que les objectifs PLI.1, PLII.3, PLII.4, PLII.10, PLII.11, PLIII.4 et PLIII.6 sont acceptés par le groupe EXPAA et que les objectifs PLII.7, PLII.8 ont des moyennes inférieures ou égales à 8 avec des écarts type supérieurs ou égaux à 1.5. Les objectifs PLII.6 et PLIII.7, quoique complètement acceptés et de valeurs moyennes supérieures à 8, présentent des écarts type supérieurs ou égaux à 1.5. De même, l'objectif PLIII.8 est aussi complètement accepté, mais il a une valeur moyenne de 8 avec un écart type supérieur ou égal à 1.5.

Objectif	Fréquence des experts EXPAA par intervalle				Moyenne des valeurs	Ecart type des valeurs
	[1-4]	[5-6]	[7-8]	[9-10]		
PLI.1	-	1	5	4	8,2	1,1
PLII.1	-	-	5	5	8,6	1,0
PLII.2	-	2	1	7	8,5	1,4
PLII.3	-	2	5	3	7,7	1,3
PLII.4	-	3	4	3	7,5	1,7
PLII.6	-	2	1	7	8,7	1,6
PLII.7	1	1	4	4	7,8	1,9
PLII.8	1	2	3	4	7,4	2,0
PLII.10	-	1	5	4	8,0	1,2
PLII.11	-	1	5	4	7,9	1,1
PLIII.3	-	1	2	7	8,7	1,3
PLIII.4	-	2	5	3	7,8	1,3
PLIII.5	-	2	2	6	8,2	1,4
PLIII.6	-	3	4	3	7,7	1,4
PLIII.7	-	2	3	5	8,2	1,5
PLIII.8	-	2	3	5	8,0	1,6
PLIII.9	-	-	5	5	8,5	1,1
Moyenne globale des valeurs par module					8,1	0,4

Tableau 4.33. Nombre d'experts EXPAA par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif spécifique du module PL.

Tous ces objectifs seront commentés à l'aide d'extraits de citations des experts qui ont modéré le module PL. Mais, nous commenterons également les objectifs PLII.1 et PLIII.9 car on ne peut pas dire qu'ils sont complètement acceptés puisque le nombre des experts EXPAA qui les ont qualifié entre 7 et 8 est le même que ceux qui les ont qualifié entre 9 et 10.

a) Objectifs spécifiques du module PL qui ne sont pas complètement acceptés par les experts

Tous les objectifs spécifiques du module PL ont été complètement acceptés par les experts EXPDF, à l'exception des objectifs spécifiques PLII.1 et PLIII.9 qui présentent une dispersion d'opinions puisqu'ils sont acceptés par le même nombre d'experts que ceux qui les ont complètement acceptés. La décision concernant ces objectifs seront, donc, prises dans la sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module PL, § 4.6.3.1.4.

Quant aux experts du groupe EXPAA, ils n'ont pas complètement accepté les objectifs spécifiques suivants : PLI.1, PLII.1, PLII.3, PLII.4, PLII.10, PLII.11, PLIII.4, PLIII.6.

Dans ce qui suit nous présenterons les commentaires des experts EXPAA faisant référence à ces objectifs.

Objectif spécifique PLI.1 : Définir opérationnellement des concepts de base en relation avec les polymères, leurs propriétés et applications.

« J'ai mis des concepts qui, pour moi, m'ont paru que, bon ! ils acquièrent durant...qu'ils n'avaient pas auparavant et qu'ils acquièrent avec ce crédit » (EXPAA34)

« Moi, je l'amplifie beaucoup, il requiert quelque chose de plus pour expliquer les concepts de chimie organique. Il manque de base théorique » (EXPAA6)

L'objectif spécifique PLI.1 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF (tableau 4.32). Quant à ceux du groupe EXPAA, ils ne sont que 4 sur 10 ceux qui l'ont complètement accepté. Cependant 5 l'ont accepté et un seul 'a moyennement accepté (tableau 4.33).

Nous décidons de maintenir PLI.1 comme objectif spécifique du module PL et de modifier sa rédaction afin de tenir compte du commentaire de l'expert EXPAA34 et d'autres suggestions recueillies en annexe 9.

Quant à l'argumentation de EXPAA6, il conviendrait d'avertir les professeurs sur le fait que les modules du programme APQUA scolaire 12-16 ne correspondent pas à des unités de cours de chimie et qu'ils ne devraient pas être utilisés en tant que tel. Aussi devrait-on insister plus, lors des séances de formation des professeurs, sur la manière la plus adéquate d'intégrer ces modules dans la programmation.

Objectifs spécifiques PLII.3 et PLII.4 :

PLII.3 : Analyser et interpréter des données expérimentales relatives aux propriétés physiques des polymères et des plastiques.

« Les propriétés...les élèves voient ça assez clairement, avec les tiges, comme ça c'est clair...ce qui leur pose des difficultés, peut être, c'est d'arriver à des conclusions (...) ils ont peut être des difficultés à tout relier, interpréter les données expérimentales, pour eux ça pose des difficultés, ils ont toujours du mal à interpréter les données » (EXPAA25)

PLII.4 : Communiquer et débattre, en utilisant le lexique approprié des sciences expérimentales, les résultats obtenus à partir de l'examen des propriétés physiques des polymères ainsi que les avantages et les inconvénients des matériaux jetables et des matériaux réutilisables

« Bon, ici la 'réutilisation' peut être ça leur pose un peu plus de difficultés (...) je ne sais pas si à la fin ça reste clair pour eux...les avantages et les inconvénients, ils les voient, ils voient les plastiques, ils voient les propriétés...sauf que... à la fin lorsqu'ils doivent décider: un sachet en plastique ou un sachet en papier ? alors là, au moment de communiquer les avantages et les inconvénients peut être ils ne voient pas ça assez clairement » (EXPAA25)

(voir aussi les commentaires des experts EXPAA à propos de l'objectif spécifique GRII.4)

Les objectifs spécifiques PLII.3 et PLII.4 sont complètement acceptés par les experts du groupe EXPDF (tableau 4.32). Quant à ceux d groupe EXPAA, ils les ont plutôt acceptés (tableau 4.33). Ces derniers argumentent qu'ils sont difficiles à acquérir par les élèves. Ce qui pourrait être vérifié lors d'une évaluation future des acquis des élèves.

Pour le moment, et compte tenu des résultats de l'analyse de cohérence interne (figure 4.12), nous décidons de maintenir PLII.3 et PLII.4 comme objectifs spécifiques du module PL et de modifier leur rédaction selon les suggestions recueillies en annexe 9.

Objectif spécifique PLII.10 : Prendre des décisions fondées en relation avec l'utilisation de sachets en plastique ou en papier et aussi avec l'utilisation de produits jetables ou réutilisables (mettre en valeur les pour et les contres, le facteur économique, prendre conscience des concessions, des limites de la science et de la technologie et du fait qu'il n'existe pas une solution unique à un problème).

« *Le module est un peu fermé, il est pour les plastiques, le coût économique fait qu'il soit pour aussi* » (EXPAA6)

(Voir aussi les commentaires des experts EXPAA à propos de l'objectif spécifique GRII.10)

L'objectif spécifique PLII.10 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF (tableau 4.32). Par contre, ceux du groupe EXPAA ont plutôt accepté cet objectif (tableau 4.33). Un seul l'a moyennement accepté en argumentant que c'est un module fermé qui est plutôt 'pour' les plastiques. Bien que ce résultat ne soit pas significatif, il mérite une petite réflexion.

Certes, le module PL, dans le cadre de l'orientation IOS du programme, utilise la problématique du choix d'un type de matériel, plastique ou papier, comme contexte pour n'aborder finalement que le thème des plastiques (APQUA, 1995). Ce qui implique une prise de décisions sans disposer de toute l'information nécessaire (relative au papier dans ce cas) avec les difficultés que cela suppose. Cet aspect est considéré dans l'objectif PLIII.9 du module PL : « Prendre conscience des difficultés de prendre une décision sans disposer de toute l'information ».

Vu les commentaires des experts EXPAA à propos de l'objectif spécifique GRII.10 et compte tenu de ces résultats et de ceux de l'analyse de cohérence interne (figure 4.13), nous décidons de maintenir PLII.10 comme objectif spécifique du module PL et d'améliorer sa rédaction selon les suggestions recueillies en annexe 9.

Objectif spécifique PLII.11 : Intégrer l'information liée aux différentes opinions à propos des propriétés des plastiques afin de prendre des décisions argumentés concernant le choix du matériel, plastique ou papier, à être utilisé pour les sachets d'un centre commercial.

(voir CVII.11 et GRII.11).

Compte tenu de ce qui a été déjà dit à propos des objectifs CVII.11 et GRII.11 ainsi que des résultats de l'analyse de cohérence interne (figure 4.13), nous décidons de maintenir PLII.11 comme objectif spécifique du module PL et de modifier sa rédaction

de façon qu'elle soit plus claire (annexe 9). Les mêmes suggestions concernant la formation des professeurs et qui ont été formulées dans le cas de l'objectif spécifique CVII.11 sont aussi valables dans ce cas.

Objectif spécifique PLIII.4 : Respecter les opinions d'autrui à propos de sujets environnementaux et socio-scientifiques en relation avec l'utilisation des plastiques.

La décision concernant l'objectif spécifique PLIII.4 est la même que pour GRIII.4 (sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module GR ; § 4.6.3.1.3)

Objectif spécifique PLIII.6 : Avoir une attitude responsable envers les rôles assumés au sein d'un groupe.

La décision concernant l'objectif spécifique PLIII.6 est la même que pour GRIII.6 (sous-sections a) et b) de la modération des objectifs spécifiques du module GR ; § 4.6.3.1.3)

b) Objectifs spécifiques du module PL qui présentent une dispersion d'opinions entre les experts d'un même groupe

Les objectifs spécifiques du module PL qui présentent une dispersion d'opinions entre les experts du groupe EXPDF sont PLIII.3 et PLIII.9. Quant aux experts EXPAA, ils divergent au sujet des objectifs spécifiques PLII.6, PLII.7, PLII.8, PLIII.7, PLIII.8 et PLIII.9.

Dans ce qui suit, nous présentons les commentaires des experts EXPDF et EXPAA à propos de tous ces objectifs ainsi que de l'objectif spécifique PLII.1 qui présente la même fréquence d'experts dans les deux intervalles [9-10] et [7-8].

Objectif spécifique PLII.1 : Interpréter des feuilles de travail et suivre des procédures expérimentales en relation avec la fabrication de polymères et l'examen de leurs propriétés physiques.

« *Moi, j'ajouterais 'et la modélisation de la structure des polymères' (...) analyser la structure des polymères à partir de modèles, c'est un objectif qui n'y est pas* » (EXPDF2)

« *Concevoir des montages/expériences simples en rapport avec la structure des polymères* » (EXPDF3)

* * * *

(voir les commentaires des experts à propos des objectifs GRII.1 et GRII.8)

De même que pour GRII.1 et GRII.8, nous décidons de maintenir PLII.1 comme objectif spécifique du module PL et de tenir compte des suggestions des experts EXPDF ci-dessus et celles recueillies en annexe 9 pour l'amélioration de sa rédaction.

Objectif spécifique PLII.6 : Travailler en groupe pour réaliser des expériences de fabrication de polymères et des tests de leurs propriétés physiques.

(voir GRII.6)

De même que pour GRII.6 et compte tenu des résultats de l'analyse de cohérence interne (figure 4.13), nous décidons de maintenir PLII.6 comme objectif du module PL et de modifier son énoncé selon les suggestions recueillies en annexe 9.

Objectif spécifique PLII.7 : Acquérir une pensée critique (réfléchir à l'importance des décisions au sein d'une communauté et des facteurs -personnels, information disponible, etc.- qui influencent ces décisions, prendre conscience de l'importance des propriétés physiques des plastiques par rapport à la détermination de leurs utilisations et applications, tenir compte de l'aspect à la fois utile et nocif des plastiques, prendre conscience de la relation entre le coût d'un produit et la quantité d'énergie utilisée pour sa fabrication, prendre conscience de la problématique des déchets urbains et des méthodes utilisées pour leur gestion).

La décision concernant l'objectif spécifique PLII.7 est la même que pour GRII.7 (sou-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module GR ; § 4.6.3.1.3).

Objectif spécifique PLII.8 : Avoir de l'initiative propre pour réaliser des épreuves de propriétés physiques des polymères, dessiner et fabriquer un objet en plastique recyclé et, aussi pour débattre les avantages et les inconvénients des matériaux jetables et des matériaux réutilisables

« Il n'y a que 2 ou 3 qui s'impliquent » (EXPAA5)

« La réalisation des épreuves de détermination des propriétés physiques des polymères, c'est très dirigé, parce que ces épreuves sont déjà données, elles sont assez claires » (EXPAA25)

« Le module est aussi bien fait qu'il ne laisse pas d'initiative aux élèves » (EXPAA6)

L'objectif spécifique PLII.8 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF (tableau 4.32). Tandis que les experts du groupe EXPAA se divisent entre ceux qui l'ont complètement accepté, (4 sur 10), ceux qui l'ont plutôt accepté (3 sur 10), deux experts qui l'ont moyennement accepté et un qui l'a rejeté (tableau 4.33).

Les commentaires des experts EXPAA à propos de l'objectif PLII.8 montrent que les activités du module PL sont trop dirigées et ne promeuvent pas l'initiative des élèves.

Ainsi, et en tenant compte des résultats de l'analyse de cohérence interne des objectifs spécifiques du module PL (figure 4.13), nous décidons de garder PLII.8 comme objectif spécifique du module PL et de le reformuler de manière à mettre en évidence le fait que les activités soient conçues pour guider les élèves à développer leur propre initiative (voir décision concernant l'objectif spécifique CVII.8 dans la sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module CV ; § 4.6.3.1.2)

Objectif spécifique PLIII.3 : Prendre conscience de l'impact environnemental de l'utilisation des plastiques dans notre société.

« *Prendre conscience de l'impact environnemental de la consommation de matériaux dans la société* » (EXPDF3)

(voir aussi les commentaires des experts EXPAA présentés à propos de l'objectif spécifique GRIII.6 dans la sous-section a) de la modération des objectifs spécifiques du module GR ; § 4.6.3.1.3).

L'objectif spécifique PLIII.3 est complètement accepté par les experts du groupe EXPAA (tableau 4.33). Tandis que ceux du groupe EXPDF se divisent entre 5 sur 6 qui ont complètement accepté cet objectif et un seul qui l'a moyennement accepté. Celui-ci n'est pas d'accord avec la formulation de l'énoncé en proposant son alternative.

Compte tenu de ces résultats et de ceux de l'analyse de cohérence interne (figure 4.13), nous décidons de maintenir PLIII.3 comme objectif spécifique du module PL et de modifier sa rédaction de manière à tenir compte de la suggestion de l'expert EXPDF3 et d'autres suggestions recueillies en annexe 9.

D'un autre côté et en considérant les commentaires des experts EXPAA à propos de tous les objectifs spécifiques de la catégorie III des modules GR et PL, il est intéressant de noter que l'objectif spécifique PLIII.3 est considéré parmi un type d'objectifs que les élèves devraient 'intégrer à leur vie réelle' et qui impliquent un changement dans 'leurs propres attitudes'.

Objectif spécifique PLIII.7 : Mettre en valeur les avantages et les inconvénients des types de sachets utilisés dans les centres commerciaux et de l'utilisation des produits jetables et réutilisables

« *Ils sont assez sensibilisés à la question environnemental, vu ce qu'ils ont entendu il y a un refus (...) parce que dans la société il y a déjà un refus, donc, c'est là où ça leur pose des difficultés, ils peuvent avoir du mal à mettre en valeur le fait que les plastiques puissent avoir des avantages (...) ils pensent aux arbres et aux forêts aussi, mais moins, peut être parce qu'il n'y a pas autant de sensibilisation, socialement, ça ne les affecte pas autant (...) pour eux quand tu dis quelque chose des produits chimiques ils l'associent déjà avec la pollution, donc, faire de sorte qu'ils puissent voir les avantages que pourrait avoir ceci, pose des difficultés, ça pose assez de difficultés, le papier, ils l'associent plus à naturel* » (EXPAA25)

(Voir aussi les commentaires des experts EXPAA présentés à propos de l'objectif spécifique GRIII.6 dans la sous-section a) de la modération des objectifs spécifiques du module GR ; § 4.6.3.1.3).

(Voir aussi les commentaires des experts EXPAA présentés à propos des objectifs spécifiques GRII.1 et GRII.8 dans la sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module GR ; § 4.6.3.1.3).

L'objectif PLIII.7 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF (tableau 4.32). Quant à ceux du groupe EXPAA, ils se divisent entre 5 sur 10 qui l'ont complètement accepté, 3 experts qui l'ont plutôt accepté et 2 qui l'ont moyennement accepté (tableau 4.33).

Les arguments utilisés par les experts ne font référence ni à la mise en œuvre de l'objectif par le module, ni à sa rédaction. Par conséquent, et en tenant compte des résultats de l'analyse de cohérence interne des objectifs spécifiques du module PL (figure 4.13), nous décidons de maintenir PLIII.7 comme objectif spécifique du module PL et de ne pas modifier sa rédaction (annexe 9).

D'un autre côté et en considérant les commentaires des experts EXPAA à propos de tous les objectifs spécifiques de la catégorie III des modules GR et PL, il est intéressant de noter que l'objectif spécifique PLIII.7 est considéré parmi un type d'objectifs que les élèves devraient 'intégrer à leur vie réelle' et qui impliquent un changement dans 'leurs propres attitudes'.

Objectif spécifique PLIII.8 : Mettre en valeur l'importance du facteur économique dans un processus de prise de décision en relation avec le choix du type de sachet, en plastique ou en papier, à être utilisé dans un centre commercial.

« Ceci du facteur économique c'est un peu difficile car eux ils ont une conception de l'immédiat, mais au niveau global, c'est difficile, en fait, c'est difficile la question du sachet en papier et du sachet en plastique, je ne sais pas si ça reste clair lequel est meilleur économiquement, je ne sais pas s'ils voient clairement la différence »
--- *« c'est qu'en 3^{ème} de la ESO, ça pose des difficultés, c'est une difficulté due aux élèves, je suppose que pour des élèves un peu plus âgés (...) peut être ça leur poserait moins de difficultés »* (EXPAA25)

(voir aussi les commentaires des experts EXPAA présentés à propos de l'objectif spécifique GRIII.6 dans la sous-section a) de la modération des objectifs spécifiques du module GR ; § 4.6.3.1.3).

L'objectif spécifique PLIII.8 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF. Par contre, ceux du groupe EXPAA se divisent entre 5 sur 10 qui l'ont complètement accepté, 3 sur 10 qui l'ont plutôt accepté et deux seulement qui l'ont moyennement accepté. Les arguments de ces derniers ne font référence ni à la mise en œuvre de l'objectif par le module, ni à sa rédaction.

Par conséquent et en tenant compte des résultats de l'analyse de cohérence interne des objectifs spécifiques du module PL, nous décidons de maintenir PLIII.8 comme objectif spécifique du module et de modifier son énoncé selon les suggestions recueillies en annexe 9.

D'un autre côté et en considérant les commentaires des experts EXPAA à propos de tous les objectifs spécifiques de la catégorie III des modules GR et PL, il est intéressant de noter que l'objectif spécifique PLIII.8 est considéré parmi un type d'objectifs que les élèves devraient 'intégrer à leur vie réelle' et qui impliquent un changement dans 'leurs propres attitudes'

Objectif spécifique PLIII.9 : Prendre conscience des difficultés de prendre une décision sans disposer de toute l'information.

« On le travaille, oui on le travaille, mais, pour moi, il faut encore insister beaucoup plus, parce que je pense, en plus, que c'est des objectifs importants de ce

module (...) en général, c'est un objectif très important de tout le programme APQUA, on ne peut pas prendre une décision sans disposer de toute l'information » (EXPDF7)

« Ici, je t'ai mis 'prendre conscience de la difficulté de prendre une décision, comportant une certaine implication sociale, sans disposer de toute l'information nécessaire' » (EXPDF5)

(voir aussi les commentaires des experts EXPAA présentés à propos de l'objectif spécifique GR.III.6 dans la sous-section a) de la modération des objectifs spécifiques du module GR ; § 4.6.3.1.3).

(Voir aussi les commentaires des experts EXPAA présentés à propos des objectifs spécifiques GR.II.1 et GR.II.8 dans la sous-section b) de la modération des objectifs spécifiques du module GR ; § 4.6.3.1.3).

L'objectif spécifique PL.III.9 présente une dispersion d'opinions aussi entre les experts du groupe EXPDF que ceux du groupe EXPAA (tableaux 4.32 et 4.33).

Parmi les premiers, l'un, justifie sa position par le fait 'c'est un objectif très important du programme APQUA' et qu'il faudrait y 'insister encore beaucoup plus' et, l'autre, apporte des suggestions concernant la rédaction de l'objectif.

Par contre, les argumentations de experts du groupe EXPAA ne font référence ni à la mise en œuvre de l'objectif par le module, ni à sa rédaction.

Compte tenu de ces résultats et de ceux de l'analyse de cohérence interne des objectifs spécifiques du module PL, nous décidons de maintenir PL.III.9 comme objectif spécifique du module PL et d'améliorer sa rédaction selon la proposition de l'expert EXPDF5 (annexe 9).

D'un autre côté et en considérant les commentaires des experts EXPAA à propos de tous les objectifs spécifiques de la catégorie III des modules GR et PL, il est intéressant de noter que l'objectif spécifique PL.III.9 est considéré parmi un type d'objectifs que les élèves devraient 'intégrer à leur vie réelle' et qui impliquent un changement dans 'leurs propres attitudes'

4.6.3.1.5 Modération des objectifs généraux du programme scolaire APQUA 12-16

Les objectifs généraux du programme ont été modéré par 6 experts du groupe EXPDF et par 18 du groupe EXPAA. Les tableaux 4.34. et 4.35 présentent les fréquences des experts EXPDF et EXPAA qui apparaissent dans chaque intervalle ainsi que la moyenne et l'écart type des valeurs attribuées aux objectifs généraux du programme.

Globalement, nous constatons que les valeurs moyennes attribuées, par les experts EXPDF, à chacun des objectifs spécifiques de ce module sont supérieures à celles attribuées par les experts EXPAA. Selon l'évaluation quantitative par les experts EXPDF, tous les objectifs généraux ont des valeurs moyennes au dessus de 8 (au dessus de 9 même) avec des écarts type tous inférieurs à 1.5. Tandis que selon celle des experts EXPAA, il n'y a que trois objectifs généraux (OG.2, OG.3 et OG.4) complètement acceptés qui vérifient ces deux critères.

Objectif général	Fréquence des experts EXPDF par intervalle				Moyenne des valeurs	Ecart type des valeurs
	[1-4]	[5-6]	[7-8]	[9-10]		
OG.1	-	-	-	6	9,8	0,4
OG.2	-	-	1	5	9,7	0,8
OG.3	-	-	1	5	9,3	1,2
OG.4	-	-	-	6	9,7	0,5
OG.5	-	-	-	6	9,8	0,4
OG.6	-	-	1	5	9,3	1,2
Moyenne globale des valeurs					9,6	0,2

Tableau 4.34. Nombre d'experts EXPDF par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif général du programme.

D'après le tableau 4.34, on constate que tous les objectifs généraux formulés pour le programme sont complètement acceptés par les experts du groupe EXPDF. Ils ont tous obtenu des valeurs moyennes supérieures à 8 et avec des écarts type inférieurs à 1.5.

Le tableau 4.35 montre que des 6 objectifs généraux formulés pour le programme, 4 ont été complètement acceptés par les experts du groupe EXPAA et seuls OG.1 et OG.5 ont été plutôt acceptés. D'un autre côté, l'objectif OG.6 présente un écart type de 1.5.

A priori, nous décidons de maintenir OG.2, OG.3 et OG.4 comme objectifs généraux du programme. Mais, leur rédaction sera modifiée en fonction des suggestions recueillies en annexe 9.

Objectif général	Fréquence des experts EXPAA par intervalle				Moyenne des valeurs	Ecart type des valeurs
	[1-4]	[5-6]	[7-8]	[9-10]		
OG.1	-	1	9	8	8,4	1,3
OG.2	-	1	6	11	8,6	1,3
OG.3	-	-	7	11	8,9	1,1
OG.4	-	2	5	11	8,6	1,1
OG.5	-	3	10	5	7,8	1,3
OG.6	-	3	5	10	8,4	1,5
Moyenne globale des valeurs					8,5	0,4

Tableau 4.35. Nombre d'experts EXPAA par intervalle et valeur moyenne attribuée à chaque objectif général du programme.

a) Objectifs généraux du programme qui ne sont pas complètement acceptés par les experts

Les experts du groupe EXPDF ont complètement accepté tous les objectifs généraux formulés pour le programme APQUA scolaire 12-16 (tableau 4.34). Par contre, experts du groupe EXPAA n'ont pas été complètement acceptés les objectifs généraux OG.1 et OG.5 (tableau 4.35).

Objectif général OG.1 : Définir opérationnellement les concepts de base en relation avec les produits chimiques, leurs propriétés et applications, et réfléchir à leurs interactions avec les personnes et l'environnement.

Nous distinguons entre trois types de commentaires faisant référence à l'objectif général OG.1 :

1) Commentaires sur le niveau d'acquisition de l'objectif :

« ce qu'on atteint le moins c'est celui de la chimie » (EXPAA1)

« ils n'acquièrent pas beaucoup de concepts de chimie » (EXPAA63)

2) Commentaires sur l'insuffisance du matériel pour atteindre l'objectif :

"requiert avoir réalisé tous les modules, par exemple, le concept de produit chimique requiert avoir réalisé le module PQ et beaucoup d'élèves ne l'ont pas fait" (EXPAA5).

"peut être dans la partie théorique, on ne définit pas beaucoup de concepts (...) je veux dire que le programme est peut être plus pratique, n'est ce pas ? c.à.d que c'est aussi une méthode qui, je suppose, à base de la pratique, on arrive au concept d'une certaine manière, mais ce n'est pas un objectif que je vois comme étant très important, non ? c.à.d du point de vue de l'ensemble du programme" (EXPAA102)

"je répète que je suis d'accord avec la méthodologie de...bon ! soit disant introduire les concepts à partir de jeux (...) mais peut être qu'on ne fait pas assez de jeux ou peut être qu'il y a trop de poids sur le thème des jeux et peu sur les concepts, je ne sais pas (...) donc, si je n'arrive pas à 10 c'est pour ça (...) je crains toujours que l'enfant n'arrive pas à acquérir ces concepts" (EXPAA23)

3) Commentaires en rapport avec la rédaction de l'objectif :

"il y a deux objectifs, 'Définir' et 'réfléchir'" (EXPAA6)

"moi, je préfère plutôt les versions 3...et 2 aussi, mais l'autre c'est mieux (...) pour moi les objectifs doivent être très claires (...) c.à.d qu'il ne devrait pas y avoir de mots ambigus dans les objectifs" (EXPAA22)

L'objectif général OG.1 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF. Mais il est plutôt accepté par ceux du groupe EXPAA.

D'après les arguments recueillis auprès des experts EXPAA, on peut dire que ces derniers n'ont pas complètement accepté l'objectif général pour trois raisons principales :

- la difficulté d'acquisition de l'objectif par les élèves, ce qui peut être vérifié lors d'une évaluation future des acquis des élèves.
- l'insuffisance du matériel pour l'acquisition de l'objectif
- la rédaction de l'objectif.

Nous décidons, donc, de tenir compte du troisième argument pour la reformulation de l'objectif général OG.1 (voir annexe 9). Quant aux deux premiers arguments, il conviendrait d'insister, lors des séances de formation des professeurs sur le fait que le programme APQUA scolaire 12-16 permet de construire des définitions opérationnelles et qu'il n'est pas suffisant, à lui seul, de travailler tous les concepts de chimie, en particulier, ou ceux du curriculum des sciences expérimentales, en général. Cependant, c'est un moyen qui aide à renforcer ces concepts, à en travailler d'autres qui ne sont pas pris en considération par le curriculum officiel comme, par exemple, les notions de limite légale et de risque. Il s'agit de concepts qui 'aident les élèves à développer les savoirs et les jugements nécessaires pour prendre des décisions fondées concernant leur propre santé ou des questions d'ordre publique en relation avec la science et auxquelles ils pourraient être affrontés en tant que membres d'une société démocratique' (Thier & Nagle, 1994).

En ce qui concerne le concept de « produit chimique », nous avons vu dans le chapitre 2 (§ 2.2.2) que tous les axes thématiques des différents modules du programme s'articulent autour de ce concept ainsi que celui du risque. Il serait utile de recommander aux professeurs de clarifier ces deux concepts avant de réaliser le module de leur choix du programme. Pour cela, ils pourraient se servir des modules « Produits chimiques » (APQUA, 1991 ; 1996) et « Risque: le jeu de la vie » (APQUA, 1996).

Objectif général OG.5 : Prendre des décisions fondées : identifier et chercher l'information nécessaire, y réfléchir et l'intégrer afin de pouvoir évaluer les pour et les contre, les concessions et les limites de la science et de la technologie pour ainsi prendre une décision argumentée et réfléchir aux facteurs qui l'influencent.

Nous distinguons entre deux types de commentaires faisant référence à l'objectif général OG.5 :

1) Commentaires sur la difficulté d'acquisition de l'objectif :

"c'est un objectif trop chargé, j'aurais bien aimé l'atteindre à cent pour cent, mais c'est difficile" (EXPAA30)

"je pense que c'est un peu difficile d'atteindre" (EXPAA25)

"c'est le plus difficile, il requiert plus de réflexion à leur âge et ça dépend des élèves et de l'âge" (EXPAA5)

"on n'arrive pas à l'optimum (...) les élèves ne sortent pas après avoir fait un crédit en disant : 'voilà maintenant j'ai décidé', la plupart du temps ils disent : 'et maintenant qu'est ce que je dois décider ?' (...) ils n'utilisent pas tout ce qu'ils ont appris (...) quand ils doivent décider, ils ne savent pas l'utiliser pour prendre des décisions, ce pas leur pose des difficultés (...) 'prendre une décision argumentée' c'est ce qui pose des difficultés parce que prendre une décision ils la prennent, mais...ceci pose des difficultés (...)" (EXPAA 34)

2) Commentaires sur le degré de mise en œuvre de l'objectif par le programme :

"chercher, eux, ils ne cherchent aucune information, ils l'ont dans leur dossier, ils n'ont pas à chercher ailleurs (...) je pense que oui, ça fait réfléchir à l'information (...)" (EXPAA34)

"Ça se limite aux évidences et aux informations fournies par le module, l'élève ne va pas chercher de l'information et vérifier, il manque de préparation et d'habitude" (EXPAA5)

" 'identifier et chercher l'information nécessaire' je ne sais pas...l'information nécessaire se limite au dossier, c.à.d qu'ils ne cherchent pas ailleurs" (EXPAA63)

"Les élèves ne cherchent pas l'information pour comparer et ça devient facile de les manipuler pour qu'ils soient 'pour'. Le professeur n'a pas le temps non plus pour chercher cette information" (EXPAA6)

"c'est que de la même manière que dans l'autre [il se réfère au module CV] on introduit un contexte et un texte qui dit, ici nous avons ce problème qui se pose, etc. etc. moi je pense que dans l'autre [il se réfère au module DC] il manque, au début, un peu dire quel est le problème parce que le professeur pourrait commencer par introduire mais si les élèves ont quelque chose qui est écrit, s'ils ont la petite histoire, que l'usine telle qui produit tel chose et qui jette à la rivière cette quantité d'acide... celui-ci, en tant que chimie ça va, mais après, pour se rendre un peu compte des problèmes environnementaux, comment les résoudre, ça reste très...je pense que c'est parce que c'est le premier [qui a été fait] par contre dans les autres [modules] il y est beaucoup plus introduit tout le contexte, toute la problématique, etc. donc, c'est ça, moi je suis plus influencé par ces deux là [se réfère à modules] (...) 'réfléchir à l'information, peser les pour et les contre, les concessions et les limitations de la science et la technologie, c'est ça, dans l'autre oui on le fait, on l'aborde plus avec Valfrondosa (...) mais avec l'autre des Dissolutions et Pollution, on ne l'aborde pas assez" (EXPAA63)

"ce dernier point, peut être que pas vraiment, les concessions et les limitations de la science et la technologie (...)" (EXPAA63)

L'objectif général OG.5 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF. Mais il est plutôt accepté par ceux du groupe EXPAA.

D'après les arguments recueillis auprès des experts EXPAA, on peut dire que ces derniers n'ont pas complètement accepté l'objectif général OG.5 pour deux raisons principales :

- la difficulté d'acquisition de l'objectif par les élèves, ce qui peut être vérifié lors d'une évaluation future des acquis des élèves.
- Le degré de mise en œuvre de l'objectif par le programme, notamment en ce qui concerne la recherche d'information en dehors de celle qui est proposée dans les modules ainsi que les limitations de la science et la technologie. Dans le cas particulier du module DC, la problématique sur laquelle les élèves doivent prendre une décision n'est pas explicite dans le guide du professeur.

Nous décidons, donc, de maintenir OG.5 comme objectif général du programme et de modifier son énoncé selon les suggestions recueillies en annexe 9. Mais, il conviendrait d'insister plus, lors des séances de formation des professeurs, sur le fait que l'information utilisée dans les modules du programme pour prendre des décisions argumentées, provient essentiellement de l'expérimentation. Il serait intéressant,

toutefois, que les professeurs invitent leurs élèves à chercher de l'information complémentaire afin de mieux argumenter leurs décisions.

Dans le cas particulier du module DC, et comme nous l'avons déjà signalé dans notre conclusion à propos de l'objectif spécifique DCII.10, il est recommandé que les prochaines éditions du module DC introduisent la problématique sur laquelle les élèves devraient prendre une décision de manière plus explicite.

Quant à la remarque concernant les limites de la science et la technologie, elle n'a été soulevée que par un seul expert parmi les 25 au total qui ont modéré les objectifs généraux du programme. Pour cette raison, nous considérons que ce n'est pas significatif comme résultat.

b) Objectifs généraux qui présentent une dispersion d'opinions entre les experts d'un même groupe

Les objectifs généraux formulés pour le programme APQUA scolaire 12-16 ne présentent pas de dispersion d'opinions entre les experts du groupe EXPDF (tableau 4.34). Par contre, ceux du groupe EXPAA se divisent concernant l'objectif général OG.6 (tableau 4.35).

Objectif général OG.6 : Avoir une attitude responsable envers le travail de groupe (respecter les rôles assumés au sein d'un groupe) et envers la réalisation des activités (respecter les normes d'usage du matériel expérimental et mettre en valeur utilisation correcte de celui-ci).

Nous distinguons entre deux types de commentaires faisant référence à l'objectif général OG.6 :

1) Commentaires sur la difficulté d'acquisition de l'objectif :

« *Oui, on travaille en groupe, oui évidemment tout est préparé pour que ce soit ainsi, mais, inévitablement, je pense qu'à un certain moment tu ne sais plus quoi faire, il y a toujours un groupe où quelques uns travaillent et les autres vont à la traîne (...) mais je ne sais pas non plus ce que je dois faire (...) quand quelqu'un n'a pas envie de travailler c'est très difficile* » (EXPAA34)

« *'les normes d'usage du matériel et mettre en valeur l'utilisation correcte...' ceci pose des difficultés, mais peu à peu... (...) par exemple, quand tu leur fait faire une expérience, donc faire de sorte qu'ils utilisent bien les choses, qu'ils ne jouent pas, qu'ils prennent soin du matériel me pose beaucoup de difficultés, je pense que c'est la partie que j'atteint le moins* » (EXPAA34)

« *les rôles, c'est positif de travailler en groupe, mais c'est difficile d'inter-changer les rôles, il y a toujours quelqu'un dans le groupe qui est plus leader que les autres...les autres sont plus passifs, parfois, les rôles se maintiennent fixes durant tout le module* » (EXPAA5)

« *'Avoir une attitude responsable envers le travail de groupe...' bon, la même chose qu'avant [se réfère à ses commentaires sur DCIII.6 et CVIII.6]* » (EXPAA55)

(Voir citation de EXPAA55 à propos de l'objectif spécifique DCIII.6 dans la sous-section a) de la modération des objectifs spécifiques du module DC ; § 4.6.3.1.1)

2) Commentaires sur le degré de mise en oeuvre de l'objectif par le programme :

« Pour atteindre ceci il faut faire d'abord des techniques de travail de groupe, ce n'est simplement en travaillant les modules de APQUA on y arrive (...) Si, moi je prétends que mes élèves sachent travailler en groupe, je ferais tout d'abord une dynamique de groupes (...) » (EXPAA30)

« Le fonctionnement du groupe ne figurait pas non plus dans le dossier (...) je ne sais pas comment, mais renforcer un peu plus cette responsabilité, cet ordre dans le travail, et le mettre en valeur d'une certaine manière » (EXPAA63)

« Ceci, la partie expérimentale, si je n'arrive pas à un 10, c'est pour le fait de dire, l'enfant, plus tard, quand on passe au matériel, on passe aux tubes d'essai, etc. l'enfant saurait-il utiliser tout ce matériel, ou bien se limiterait-il à ces choses là ? » (EXPAA23)

L'objectif général du programme OG.6 est complètement accepté par les experts du groupe EXPDF (tableau 4.34). Quant à ceux du groupe EXPAA, ils se divisent entre 10 sur 18 qui l'ont complètement accepté, 5 sur 18 qui l'ont plutôt accepté et 3 sur 18 qui l'ont moyennement accepté (la valeur moyenne attribuée à OG.6 est de 8,4 avec un écart type de 1,7).

Les commentaires recueillis auprès des experts du groupe EXPAA à propos de cet objectif général du programme montrent que ces derniers ne l'ont pas complètement accepté pour deux raisons principales :

- la difficulté d'acquisition de l'objectif par les élèves, ce qui peut être vérifié lors d'une évaluation future des acquis des élèves.
- Le degré de mise en œuvre de l'objectif par le programme

Nous décidons, donc, de maintenir OG.6 comme objectif général du programme et de modifier son énoncé selon les suggestions recueillies en annexe 9.

Cependant, et en tenant compte de la conclusion formulée à propos de l'objectif DCIII.6 (aussi valable pour tous les objectifs spécifiques III.6), il serait intéressant d'introduire dans les guides du professeur, plus d'indications sur les rôles que doivent assumer les membres d'un groupe et sur la manière de responsabiliser les élèves vis à vis de ces rôles.

D'autre part, il conviendrait d'insister plus, lors des séances de formation des professeurs sur l'importance de la notion de « leadership » et de la répartition des tâches pour la réussite du travail de groupe (Tracom, 1995).

Il est important de noter aussi que l'objectif général OG.6 –à l'égard des objectifs spécifiques qui ont contribué à sa formulation- est considéré parmi le type d'objectifs que les élèves devraient 'intégrer à leur vie réelle' et qui impliquent un changement dans 'leurs propres attitudes'

4.6.3.1.6. Modération des objectifs spécifiques et généraux par les experts : synthèse

Suite à la modération, par les experts EXPDF et EXPAA, de la version 3 des objectifs spécifiques du module DC (annexe 4.1.4), des versions 2 des modules CV, GR et PL (annexes 4.2.2, 4.3.2 et 4.4.2) et de la version 2 des objectifs généraux (annexe 6.4), on peut classer ces objectifs en sept catégories ou critères de décision :

- objectifs spécifiques et généraux complètement acceptés par les experts des deux groupes EXPDF et EXPAA
- objectifs spécifiques et généraux complètement acceptés par les experts du groupe EXPDF
- objectifs spécifiques et généraux complètement acceptés par les experts du groupe EXPAA
- objectifs spécifiques et généraux qui ne sont pas complètement acceptés par les experts du groupe EXPDF
- objectifs spécifiques et généraux qui ne sont pas complètement acceptés par les experts du groupe EXPAA
- objectifs spécifiques et généraux qui présentent une dispersion d'opinions entre les experts du groupe EXPDF
- objectifs spécifiques et généraux qui présentent une dispersion d'opinions entre les experts du groupe EXPAA.

Le tableau 4.36 représente les objectifs spécifiques des modules et généraux du programme selon les cinq critères de décision ci-dessus et le type de décision prise à leur propos.

En effet, la triangulation (figure 4.16) de l'information obtenue à partir de l'analyse quantitative des items 1 des questionnaires A et B (questionnaire), de l'analyse des commentaires des experts EXPDF et EXPAA à propos des objectifs spécifiques et généraux modérés (interview), et de l'analyse de cohérence interne entre les objectifs formulés et les activités d'apprentissage (analyse de documents), a permis de prendre six²⁸ types de décisions :

Décision 1 : maintenir l'objectif spécifique ou général sans modifier sa rédaction ni apporter de suggestions pour l'amélioration des modules et/ou du programme

Décision 2 : maintenir l'objectif spécifique ou général sans modifier sa rédaction, mais en proposant des suggestions pour l'amélioration des modules et/ou du programme

Décision 3 : maintenir l'objectif spécifique ou général en modifiant sa rédaction mais, sans apporter des suggestions utiles pour l'amélioration des modules et/ou du programme

Décision 4 : maintenir l'objectif spécifique ou général en modifiant sa rédaction et en proposant des suggestions utiles pour l'amélioration des modules et/ou du programme

²⁸ Les types de décisions ne correspondent pas chacun à une catégorie d'analyse donnée, mais, dépendent de la triangulation de l'information.

Décision 5 : supprimer l'objectif spécifique ou général sans apporter de suggestions pour l'amélioration des modules et/ou du programme

Décision 6 : supprimer l'objectif spécifique ou général en formulant des suggestions pour l'amélioration des modules et/ou du programme

La figure 4.16 représente les trois sources d'informations utilisées pour la prise de ces décisions (triangulation) et la formulation de suggestions utiles pour l'amélioration des modules et du programme. Ces suggestions concernent, généralement, la planification des activités d'apprentissage (planification d'activités nouvelles ou renforcement d'activités existantes) et la formation des professeurs et formateurs.

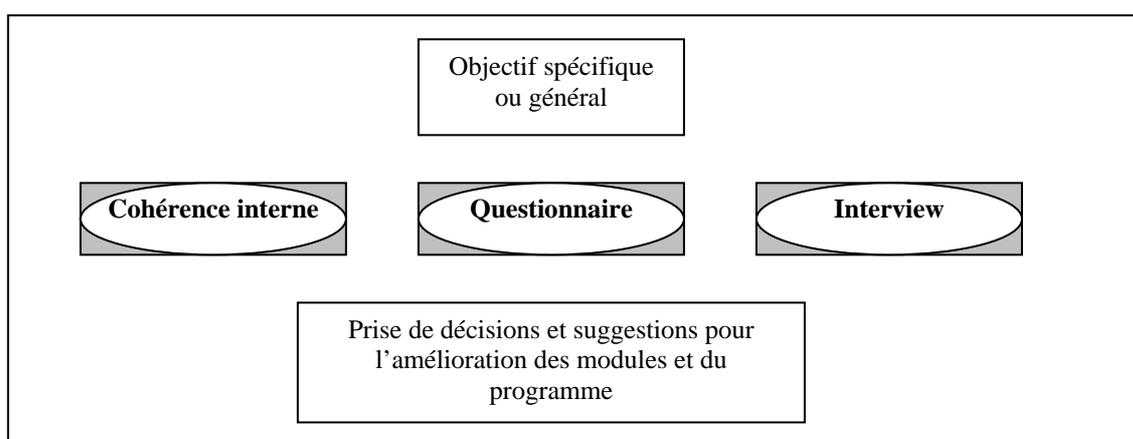


Figure 4.16. Triangulation de l'information pour la prise de décisions concernant les objectifs spécifiques et généraux.

Critères de décision	Types de décision							
	Décision 1		Décision 2	Décision 3		Décision 4		Décision 5
Objectifs complètement acceptés par les experts EXPDF et EXPAA	CVII.12 PLII.2 PLII.6 PLIII.5			GRI.1 DCI.1 DCII.1 GRII.4 DCII.6 GRIII.1	OG.2 OG.3 OG.4			
Objectifs complètement acceptés par les experts EXPDF	CVII.1 DCII.9 CVII.12 CVIII.1 GRIII.7 PLIII.7 GRIII.8	OG.1 OG.2 OG.3 OG.4 OG.5 OG.6	DCII.5 DCIII.6 PLIII.6	DCI.1 GRI.1 DCII.1 GRII.1 DCII.2, CVII.2 GRII.2 PLII.2 DCII.3, CVII.3 GRII.3 PLII.3 DCII.4 GRII.4 PLII.4 DCII.6 CVII.6 GRII.6 PLII.6 GRII.8 PLII.8 CVII.10 GRII.10 PLII.10 GRIII.1 GRIII.3 DCIII.4 CVIII.4 GRIII.4 PLIII.4 CVIII.5 PLIII.5 PLIII.8	OG.2 OG.3 OG.4	PLI.1 PLII.7 DCII.10 PLII.11 CVII.15 DCIII.1 DCIII.3	OG.1 OG.5 OG.6	
Objectifs complètement acceptés par les experts EXPAA	CVII.12	OG.2 OG.3 OG.4	CVIII.2	DCI.1 DCII.1 DCII.6 CVIII.3				

Critères de décision	Types de décision						
	Décision 1		Décision 2	Décision 3	Décision 4	Décision 5	Décision 6
Objectifs complètement acceptés par experts EXPDF pas les				CVII.4 DCIII.5	CVI.1 GRII.7 GRII.11		
Objectifs complètement acceptés par experts EXPAA pas les	DCII.9	OG.1 OG.5	DCII.5 DCIII.6 GRIII.6	GRII.1 CVII.3 GRII.3 PLII.3 DCII.4 CVII.4 PLII.4 GRII.8 PLII.10 DCIII.4 PLIII.4	PLI.1 GRII.11 PLII.11 CVII.15 DCIII.3		DCIII.2
Objectifs objet de divergence entre les experts EXPDF			CVIII.2 CVIII.6 GRIII.6	CVII.7 CVII.8 CVII.13 CVII.14 CVIII.3 GRIII.5	CVII.11	DCII.8	DCIII.2

Critères de décision	Types de décision						
	Décision 1		Décision 2	Décision 3	Décision 4	Décision 5	Décision 6
Objectifs objet de divergence entre les experts EXPAA	CVII.1 CVIII.1 GRIII.7 PLIII.7 GRIII.8	OG.6	PLIII.6	PLII.1 DCII.2 CVII.2 GRII.2 CVII.13 CVII.14 DCII.3 CVII.6 GRII.6 PLII.6 DCII.7 CVII.7 CVII.8 PLII.8 DCII.10 CVII.10 GRII.10 GRIII.3 PLIII.3 CVIII.4 GRIII.4 DCIII.5 CVIII.5 GRIII.5 CVIII.6 PLIII.8	CVI.1 GRII.7 PLII.7 CVII.11 DCIII.1 PLIII.9	DCII.8	

Tableau 4.36. Classification des objectifs spécifiques et généraux formulés selon les critères et les types de décisions prises dans chaque cas.

4.6.3.2 Evaluation quantitative de la cohérence entre les objectifs généraux du programme et les objectifs spécifiques des modules

Item 2 du questionnaire B									
<p>¿A votre avis, les six objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16 résument-ils les objectifs spécifiques des quatre modules étudiés? donner une valeur entre 1 et 10 (10 si vous êtes complètement d'accord et 1 si vous êtes complètement en désaccord)</p>									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<p>(Ici, vous pouvez justifier votre réponse)</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>									

Encadré 4.10. Item 2 du questionnaire B.

L'analyse quantitative de l'item 2 du questionnaire B montre que la majorité des experts sont complètement d'accord avec cet item.

En effet, sur un total de 25 experts, 21 se sont situés au dessus de 8 sur l'échelle de 1 à 10, dont 9 ont attribué la valeur maximale de 10 à cet item, 6 ont opté pour la valeur 9, et 6 pour la valeur 8.

Sur les 25 experts, 3 seulement se sont situés au dessous de 8 quoiqu'en attribuant la valeur 7 à cet item, ils expriment toujours leur accord avec celui-ci.

En conclusion, on peut dire que les objectifs spécifiques des quatre modules analysés, DC, CV, GR et PL, sont bien représentés par les objectifs généraux formulés en version 2 (annexe 6.4).

4.6.3.3 Reformulation des objectifs spécifiques et généraux

L'information recueillie par l'item 2 du questionnaire A (voir § 4.4.2) et par l'item 3 du questionnaire B porte sur les suggestions des experts des deux groupes, EXPDF et EXPAA, concernant la rédaction des objectifs spécifiques et généraux qui formulés dans le cadre de cette étude. Quant aux items 3 du questionnaire A et 4 du questionnaire B, ils apportent des suggestions d'experts sur de nouveaux objectifs spécifiques ou généraux qui n'ont pas été considérés par nos listes d'objectifs (encadré 4.11).

Items 2 et 3 du questionnaire A	
Item 2	Lu les objectifs spécifiques des modules présentés dans ce questionnaire, voudriez-vous faire des rectifications ou suggestions en indiquant le code de l'objectif en question?
Item 3	Lu les objectifs spécifiques des modules présentés dans ce questionnaire, voudriez-vous en proposer d'autres ? Précisez dans laquelle des catégories I, II et III.

Encadré 4.11. Les items 2 et 3 du questionnaire A.

Items 3 et 4 du questionnaire B	
Item 2	Lu les objectifs généraux présentés dans ce questionnaire, voudriez-vous faire des rectifications ou suggestions en indiquant le code de l'objectif en question?
Item 3	Lu les objectifs spécifiques des modules présentés dans ce questionnaire, voudriez-vous en proposer d'autres ?

Encadré 4.12. Les items 3 et 4 du questionnaire B.

L'annexe 9 présente un tableau sur lequel figure, d'une part, la version pré-modération des objectifs spécifiques des quatre modules étudiés ainsi que celle des objectifs généraux du programme. Ces versions correspondent à la version 3 des objectifs spécifiques du module DC (annexe 4.1.4), des versions 2 des modules CV, GR et PL (annexes 4.2.2, 4.3.2 et 4.4.2) et de la version 2 des objectifs généraux (annexe 6.4).

D'autre part, sur ce tableau, on confronte les suggestions des experts EXPDF et EXPAA concernant la rédaction des différents objectifs spécifiques et généraux listés sur ces versions, et concernant la formulation de nouveaux objectifs.

Finalement, sur le même tableau, on présente la version post-modération et définitive des objectifs spécifiques des modules et généraux du programme. Il faut noter que cette version a été évaluée par les juges (voir § 3.1) afin d'arriver à un consensus sur l'acceptation ou le refus des différentes suggestions et additions proposées par les experts.

Les versions définitives des objectifs spécifiques du module DC (version 4) et des modules CV, GR et PL (versions 3) sont présentées dans les annexes 4.1.5, 4.2.3, 4.3.3 et 4.4.3.

La version définitive, correspondant à la version 3 des objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16 est présentée dans l'annexe 6.5.

En conclusion, les suggestions des experts des deux groupes, EXPDF et EXPAA, ont permis de formuler deux finalités générales pour le programme APQUA scolaire 12-16 (voir annexe 9) :

1) Une finalité vis à vis de l'élève :

- Acquérir de l'autonomie pour apprendre de nouveaux concepts, appliquer la méthodologie scientifique, chercher et confronter l'information provenant de

différentes sources, dans le but de développer une attitude responsable, en tant que membre d'une société libre, démocratique et consciente de ses problématiques environnementales et éthiques tout en étant critique lors de la prise de décisions argumentées.

2) Une finalité vis à vis du professeur :

- Développer et appliquer la méthodologie 'guided inquiry' afin de pouvoir agir comme un facilitant de l'apprentissage, promouvoir l'autonomie de l'élève et devenir un leader de la compréhension publique de la science au sein de son propre centre ou commune.

La première finalité à atteindre par l'élève résume, d'une certaine manière, les six objectifs généraux formulés, dans cette étude, pour le programme APQUA scolaire 12-16. Quant à la deuxième finalité, elle montre que le programme poursuit également des objectifs à être atteints par les professeurs. Par conséquent, il serait intéressant d'envisager, comme continuité de ce travail, une étude qui permettrait de formuler les objectifs généraux du programme APQUA scolaire 12-16 vis à vis du professeur.

5. Conclusions

5.1 Modèle de formulation et d'analyse de cohérence d'objectifs spécifiques et généraux

5.2 Intérêt et limitations du modèle

5.3 Caractérisation du programme APQUA scolaire 12-16

5.4 Implications pour le développement des matériels curriculaires APQUA 12-16

5.5 Implications pour la formation des professeurs

5.6 Implications pour la formation des formateurs

5.7 Travail futur

5.1 Modèle de formulation et d'analyse de cohérence

L'étude réalisée a permis d'élaborer un modèle en sept étapes pour la formulation et l'analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16 (voir figure en format A3).

La première étape du modèle de formulation et analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16 a permis de lister les activités d'apprentissage du module « Solutions et pollution », l'un des huit modules du programme déjà édités et utilisés par les professeurs. Cette même étape a permis également de lister les contenus de type attitudinal qui sont travaillés dans ce module.

La deuxième étape du modèle a conduit à la formulation de la première version des objectifs spécifiques du même module. Pour y arriver, il a fallu formuler, d'abord, les contenus d'apprentissage et d'en induire les objectifs concrets et communs des unités du module. Et c'est à partir de ces derniers qu'on a induit les objectifs spécifiques de tout le module.

Quant à la troisième étape, elle a consisté à classer les objectifs spécifiques obtenus dans la deuxième étape selon trois catégories principales tout en donnant lieu à leur deuxième version.

La quatrième étape a pour but d'analyser la cohérence interne entre les objectifs spécifiques formulés et les activités d'apprentissage. Ce qui a été réalisé au moyen d'une table de spécification qui établit les correspondances entre les objectifs spécifiques, d'une part, et les activités d'apprentissage, d'autre part, en passant par les objectifs concrets et communs des différentes unités du module et de leurs contenus. Le résultat de cette étape est la troisième version des objectifs spécifiques du premier module analysé.

Ensuite, la cinquième étape est consacrée à appliquer les mêmes étapes précédentes aux autres modules de l'échantillon (« Pollution de l'eau souterraine de

Vallfrondosa », « Gestion des détritux » et « les plastiques dans notre société ») en transférant l'information déjà disponible, notamment, la forme de rédiger les objectifs spécifiques et les catégories déjà définies pour ces derniers.

La sixième étape du modèle est aussi centrale que la deuxième. Elle permet, d'abord, d'induire les objectifs généraux de tout le programme à partir des objectifs spécifiques d'un échantillon de modules. Ensuite, ces objectifs induits sont regroupés en objectifs-synthèse à partir desquels on a formulé, la première version d'objectifs généraux. Finalement, une reconsidération de la rédaction de ces objectifs a conduit à une deuxième version améliorée. L'analyse de cohérence interne des objectifs généraux a permis au moyen d'une table génératrice de ces objectifs, de faire le lien entre les objectifs généraux du programme et les objectifs spécifiques des différents modules qui ont contribué à leur formulation.

Enfin, la dernière étape du modèle est une analyse de cohérence externe à l'aide d'une modération par des experts de tous les objectifs spécifiques et généraux formulés. Nous avons fait appel à deux groupes d'experts. Le premier, constitué de membres de l'équipe du projet APQUA, représente le groupe des experts en développement des matériels didactiques du programme et en formation des professeurs à leur utilisation. Quant au deuxième, il est constitué par des professeurs de l'enseignement secondaire qui ont une connaissance profonde des modules étudiés. Ils sont désignés par le groupe d'experts en application en classe.

Les outils utilisés pour la modération des objectifs consistent en un questionnaire de trois items pour les objectifs spécifiques des modules, un questionnaire de quatre items pour les objectifs généraux du programme et un interview. Au total, nous avons remis 26 questionnaires dont nous avons recueillis 25 et réalisé 21 entretiens.

Les commentaires des experts des deux groupes ont permis de formuler la version définitive des objectifs spécifiques et généraux.

5.2 Intérêt et limitations du modèle

L'application du modèle de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16 présente un intérêt sur le plan méthodologique, mais il est contraint aussi par un certain nombre de difficultés et de limitations.

L'un des apports importants de ce modèle, en plus de l'obtention des objectifs spécifiques des modules et généraux du programme, ce sont les indicateurs établis pour repérer les contenus attitudinaux travaillés dans les différents modules. La définition de tels indicateurs présente un intérêt particulier pour l'évaluation éventuelle (des acquis ou de l'exécution) du programme APQUA scolaire 12-16. En plus, ils montrent aussi que les contenus attitudinaux, et par conséquent, les objectifs qui en découlent, ne sont pas indépendants les uns des autres.

Cependant, les indicateurs des contenus attitudinaux ont été définis, d'abord, pour le premier module analysé et, ensuite, ils ont été transférés aux autres modules. Ce qui constitue une limitation pour le processus de formulation et d'analyse de cohérence des objectifs dans la mesure où un module donné puisse travailler d'autres contenus attitudinaux qui n'auraient pas été contemplés dans le premier module analysé.

Le modèle permet aussi à travers les tables de spécification de remonter le chemin inverse depuis les objectifs spécifiques jusqu'aux activités d'apprentissage qui ont conduit à leur formulation. Ce qui garantit la cohérence de la démarche suivie.

En effet, l'analyse qualitative des tables de spécification permet de savoir, si pour chaque objectif spécifique formulé pour le module, il existe effectivement des activités d'apprentissage qui correspondent à cet objectif. Quant à l'analyse quantitative, elle permet de déterminer le nombre exact de ces activités et de décider si ce nombre est suffisant pour retenir l'objectif en question ou le désapprouver. On peut également envisager d'autres types d'analyses qualitatives et quantitatives, comme, par exemple, la détermination de la contribution de chaque unité du module aux objectifs spécifiques. Ainsi, il serait possible de localiser les unités qui contiennent le plus grand nombre d'activités d'apprentissage correspondant à un objectif donné et celles qui le travaillent moins. Or, ceci a ses limitations aussi.

Des fois, il est difficile de discerner entre deux ou plusieurs activités d'apprentissage et on se voit obligé de les lister en une seule. D'un autre côté, le degré de complexité des activités correspondant à un objectif spécifique donné et le degré d'explicitation de l'objectif font que la comparaison quantitative soit insuffisante pour juger s'il est raisonnablement travaillé par le module. C'est pourquoi, nous avons procédé à la modération par des experts des objectifs formulés. D'ailleurs, ce n'est pas tous les objectifs peuvent être définis en termes de comportements et s'ils ne le sont pas, cela ne signifie pas qu'il soient moins importants.

Ce raisonnement est également valable pour les objectifs généraux du programme surtout dans le cas où on voudrait évaluer les apprentissages des élèves. En effet, il ne suffit pas de maîtriser tous les objectifs spécifiques correspondant à un objectif général pour dire qu'il est acquis par les élèves. L'acquisition d'un objectif général requiert le plus souvent une capacité de transfert et d'intégration des savoirs, sous forme d'une tâche globale et complexe qui ne peut être morcelée en plusieurs tâches élémentaires.

5.3 Caractérisation du programme APQUA scolaire 12-16

5.3.1 Activités d'apprentissage

Le programme APQUA scolaire 12-16 propose des activités d'apprentissage (annexe 1) qui mettent l'accent sur l'activité de l'élève, soit réalisée de façon individuelle, en interaction avec ses pairs ou avec le professeur. Certains modules, promeuvent plus le travail de groupe, le débat et la discussion en classe que le travail individuel, comme c'est le cas du module « Pollution de l'eau souterraine de Vallfrondosa ». Tandis que d'autres modules mettent plutôt l'accent sur l'interaction avec le professeur, comme c'est le cas du module « Les plastiques dans notre société », ou sur le travail individuel de l'élève, dans le cas du module « Gestion des détritux », par exemple.

Les activités réalisées par l'élève de façon individuelle, dans les modules du programme APQUA scolaire 12-16, consistent généralement à lire des textes, à observer et à enregistrer des données expérimentales. Mais, l'élève réfléchit aussi et répond individuellement à des questions qui portent sur les résultats des expériences réalisées en groupe. Ce travail individuel de l'élève, essentiel pour le processus d'apprentissage, lui permet de formuler ses propres idées avant de s'engager dans une discussion ou un débat et il est nécessaire pour arriver à un consensus entre les élèves par la suite (Beeth et Hewson, 1999). En plus, c'est une manière d'éviter la tendance vers une attitude passive connue chez les élèves lorsqu'ils travaillent en groupe.

L'interaction de l'élève avec le professeur se fait surtout à travers les questions posées par celui-ci. Ce qui est la conséquence directe des approches Issue-Oriented-Science (Thier & Nagle, 1994 ; Medir, 1995) et « Guided-Inquiry » (Thier & Daviss, 2001) adoptées par le programme. Dans ces approches, le rôle du professeur est de faciliter l'apprentissage de l'élève en l'incitant à réfléchir et à se poser des questions. Aussi, l'objectivité et la non prise de parti sont des éléments importants à être pris en considération par le professeur lors de cette interaction avec les élèves. Il ne devrait jamais leur indiquer la décision à prendre. Mais, son rôle consiste, uniquement, à les guider dans leur démarche et à les aider à mettre en valeur les effets négatifs et positifs de leurs décisions (Thier & Nagle, 1994). Le professeur devrait veiller, de même, à donner le modèle de celui qui ne sait pas tout, qui fait des essais et cherche des solutions et de celui qui dirait volontairement 'je ne sais pas' ou 'la science ne peut pas répondre à cette question, c'est une question d'ordre publique.

Quant à l'interaction de l'élève avec ses pairs, elle se manifeste, dans les modules du programme, par la réalisation des expériences en groupes de deux élèves qui partagent le matériel expérimental avec un groupe plus grand de quatre éléments, la mise en commun des résultats obtenus par les expériences réalisées et par la prise de décisions communes en classe. Aussi, les élèves discutent-ils au sujet des procédures à réaliser et leurs différentes interprétations des résultats obtenus surtout lorsque ces derniers varient d'un groupe à l'autre. Ceci leur permet de développer une certaine vision critique et de mettre en question, à chaque fois, la validité de leurs résultats.

L'interaction de l'élève avec ses pairs est également promue par des jeux de rôle où les personnages représentés simulent une commission environnementale, par exemple, ou une assemblée publique chargée de débattre une question socio-scientifique ou environnementale et de prendre une décision commune. Le module « Solutions et pollution » est le seul parmi les quatre modules étudiés qui ne propose pas un tel jeu de rôle.

5.3.2 Contenus d'apprentissage

Les contenus d'apprentissage dans les modules du programme APQUA scolaire 12-16 (annexe 2) sont de trois types :

- Faits, concepts et systèmes conceptuels
- Procédures
- Attitudes, valeurs et normes

L'analyse quantitative et qualitative de ces contenus montre que le programme insiste beaucoup sur les procédures comme moyen de travailler les contenus conceptuels et attitudeux. Ce qui est en accord avec la vision constructiviste de l'enseignement et apprentissage des sciences où l'élève construit ses connaissances à travers sa propre activité (Jonanert et Vander Borgh, 1999). L'interaction de l'élève avec son environnement direct constitué par ses pairs et le professeur contribue surtout à l'acquisition des contenus de type attitudeux.

Le séquençage des contenus dans les modules du programme n'est pas associé à une matière ou discipline donnée. Il est plutôt déterminé par l'approche Issue-Oriented-Science où les élèves tentent de répondre à leurs questionnements pour pouvoir résoudre « la problématique » du module. C'est une succession qui obéit au caractère transdisciplinaire de l'enseignement STS des sciences tout en partageant l'idée

que les cours de sciences soient organisés à base de problématiques sociales au lieu de l'être à base de concepts (Kromout & Good, 1983 cités par Bybee & DeBoer, 1994). L'introduction des concepts a lieu, généralement, à la suite de la réalisation d'expériences ou de la discussion des résultats, mais toujours après avoir mis les élèves dans le contexte d'une problématique socio-scientifique ou environnementale.

D'une manière générale, le programme APQUA scolaire 12-16 enseigne à la fois des savoirs disciplinaires (concepts de chimie et procédures scientifiques) que des savoirs dont les élèves peuvent s'en rappeler et utiliser dans les situations de la vie (prise de décisions, pensée critique, travail de groupe, respect des opinions d'autrui et responsabilité)

5.3.3 Objectifs spécifiques et généraux

Les objectifs spécifiques des modules du programme APQUA scolaire 12-16 sont classés en trois catégories principales :

- I. Concepts
- II. Méthodologie scientifique, extrapolation et application à des problèmes réels et quotidiens
- III. Prise de conscience et responsabilité.

I. Objectifs spécifiques relatifs aux concepts

Les objectifs spécifiques relatifs à la première catégorie font référence, généralement, à la capacité de définir opérationnellement des concepts (I.1). Ils ont conduit à la formulation du premier objectif général du programme (annexe 6.5) qui fait référence à la capacité de définir opérationnellement des concepts reliés aux produits chimiques, leurs propriétés et applications ainsi que leurs interactions avec les personnes et l'environnement (OG.1).

Les objectifs spécifiques relatifs aux concepts correspondent à un nombre raisonnable d'activités d'apprentissage sur les tables de spécification. Les experts de la modération ont été tout à fait d'accord que ce type d'objectifs est mis en œuvre par les modules sauf dans le cas du module « Pollution de l'eau souterraine de Valfrondosa ». En effet, les experts considèrent que le module ne permet pas aux élèves de connaître différentes méthodes de prise de décisions. Ce qui a été pris en considération pour la reformulation de l'objectif spécifique relatif aux concepts du module en question, mais sans avoir d'effets sur la formulation de l'objectif général correspondant OG.1. Cependant, les experts de la modération et plus précisément ceux qui représentent les utilisateurs des modules en classe, n'étaient pas complètement d'accord avec celui-ci. Les arguments de ces experts se réfèrent, à la rédaction de l'objectif surtout que l'expression 'Définir opérationnellement' a créé chez eux une certaine ambiguïté, à la difficulté de son acquisition par les élèves et à l'insuffisance de sa mise en œuvre par le programme.

Du dernier argument, on déduit que le programme APQUA scolaire 12-16 n'est pas suffisant, à lui seul, de travailler tous les concepts de chimie, en particulier, ou du curriculum des sciences expérimentales, en général. Mais, c'est un moyen qui aide à renforcer, en partie, ces concepts à l'aide de définitions opérationnelles et à en travailler d'autres qui ne sont pas pris en considération par le curriculum officiel comme, par

exemple, les notions de limite légale et de risque. Des concepts qui 'aident les élèves à développer les savoirs et les jugements nécessaires pour prendre des décisions fondées concernant leur propre santé ou des questions d'ordre public en relation avec la science et auxquelles ils pourraient être affrontés en tant que membres d'une société démocratique' (Thier & Nagle, 1994).

II. Objectifs spécifiques relatifs à la méthodologie scientifique, l'extrapolation et l'application à des problèmes réels et quotidiens

Les objectifs spécifiques de cette catégorie sont soit de caractère procédural ou attitudinal et ils varient quantitativement d'un module à l'autre. Généralement, ils font référence à des aspects de la méthodologie scientifique ainsi qu'aux capacités d'extrapoler et d'appliquer ces savoir-faire et savoir-être à des situations réelles. On distingue dans cette catégorie, cinq sous-groupes d'objectifs spécifiques dont quatre ont conduit à la formulation de quatre objectifs généraux du programme et un sous-groupe d'objectifs spécifiques qui ne figuraient que dans l'un des quatre modules analysés.

Le premier sous-groupe d'objectifs spécifiques de la catégorie II fait référence à des capacités procédurales comme la lecture et l'interprétation de feuilles de travail et la réalisation de procédures expérimentales (II.1), l'observation et l'enregistrement de données quantitatives et qualitatives (II.2) et l'analyse et l'interprétation de ces données (II.3). On reconnaît ici certains principes de la méthodologie scientifique qui font l'objet du deuxième objectif général du programme (OG.2).

Tous ces objectifs spécifiques correspondent à un nombre raisonnable d'activités d'apprentissage sur les tables de spécification. Mais, les experts de la modération et plus particulièrement, les utilisateurs des modules n'étaient pas toujours d'accord sur la formulation des objectifs spécifiques correspondant à cet objectif général et leurs propositions ont été prises en considération pour la reformulation des objectifs en question. En plus, ils ont considéré ces objectifs spécifiques comme étant difficiles à acquérir par les élèves.

Cependant, ces mêmes experts étaient tout à fait d'accord avec l'objectif général correspondant OG.2 quoiqu'ils ont proposé, parfois, des suggestions pour améliorer sa rédaction qu'on a bien pris en considération. Les suggestions les plus remarquables proposent de tenir compte de deux objectifs spécifiques faisant référence, l'un à l'initiative propre (II.8) et, l'autre, à la pensée critique (II.7) ou plus particulièrement la capacité d'argumenter des hypothèses considérée dans celui-ci. Ces deux objectifs spécifiques étaient, généralement, objet de discordance entre les experts de la modération. Le premier parce qu'il est considéré, par certains experts, non mis en œuvre par les modules. Ce qui correspond aux résultats des tables de spécification uniquement dans le cas du module « Solutions et pollution ». D'autres experts, le considèrent difficile à mettre au point et à évaluer. Leurs argumentations pointent aussi qu'il s'agit plutôt d'une initiative dirigée. Quant au second, il présente le nombre maximale d'activités d'apprentissage dans le cas des modules « Gestion des détritiques » et « les plastiques dans notre société ». Mais, les experts de la modération n'en étaient pas tout à fait d'accord surtout à cause de son énoncé. Celui-ci est reformulé en supprimant les parenthèses qui expliquent les différents aspects de la pensée critique abordés dans chaque module

Le deuxième sous-groupe d'objectifs spécifiques de la catégorie II fait référence aux capacités de communication et d'argumentation en employant le langage

approprié des sciences expérimentales (II.4). Ils correspondent à un nombre raisonnable d'activités d'apprentissage sur les tables de spécification ; ce nombre est maximale dans le cas du module « pollution de l'eau souterraine de Valfrondosa ». Mais, les experts de la modération n'étaient pas d'accord avec l'utilisation du terme « langage » auquel ils préféraient « terminologie ».

Ces objectifs spécifiques ont permis de formuler le troisième objectif général du programme (OG3). Mais, il a été nécessaire, en plus, de tenir compte des objectifs spécifiques de la troisième catégorie, relative à la prise de conscience et la responsabilité, et qui font référence au respect des opinions d'autrui (III.4). Ces objectifs spécifiques correspondent à un nombre raisonnable d'activités d'apprentissage sur les tables de spécification et au nombre est maximale de ces activités dans le cas du module « pollution de l'eau souterraine de Valfrondosa ». Quant aux experts de la modération, et plus précisément les utilisateurs des modules, ils n'étaient pas tout à fait d'accord ou se montraient plutôt divergents à l'égard des objectifs spécifiques III.4. Ils estiment qu'ils ne sont pas suffisamment explicites ou travaillés par les modules et qu'ils sont difficiles à mettre au point et à acquérir par les élèves. Cependant, ils étaient tout à fait d'accord avec l'objectif général correspondant OG.3 en proposant, aussi, de substituer le terme « langage » par « terminologie ».

Le troisième sous-groupe d'objectifs spécifiques de la catégorie II fait référence aux capacités de prise de décisions fondées (II.10), d'intégration de l'information (II.11), d'évaluation des avantages et des inconvénients (III.7) et du facteur économique (III.8). Ces objectifs spécifiques ont conduit à la formulation du cinquième objectif général du programme (OG.5) tout en tenant compte de certains aspects contemplés dans les objectifs spécifiques II.7.

Les objectifs spécifiques II.10 présentent un nombre raisonnable d'activités d'apprentissage sur les tables de spécification sauf dans le cas du module « Solutions et pollution ». Ce qui a été confirmé par les experts de la modération qui, en plus, ont manifesté une discordance quant à la formulation des objectifs spécifiques II.10 tout en les considérant difficiles à atteindre par les élèves. Ces objectifs spécifiques ont été reformulés en tenant compte des suggestions des experts de la modération.

Les objectifs spécifiques II.11 présentent également un nombre raisonnable d'activités d'apprentissage sur les tables de spécification. Sauf que certains experts de la modération, aussi bien parmi les développeurs que parmi les utilisateurs des modules, ont avoué qu'ils n'ont pas bien compris le sens du mot 'intégrer' utilisé dans l'énoncé de ces objectifs spécifiques.

Quant aux objectifs spécifiques III.7 et III.8, ils présentent les plus faibles nombres d'activités d'apprentissage sur les tables de spécification bien que les arguments des experts de la modération qui ont manifesté leur désaccord se référaient à la difficulté de leur acquisition par les élèves.

Les experts de la modération et plus précisément les utilisateurs des modules, n'étaient pas tout à fait d'accord avec l'objectif général du programme OG.5 des quatre objectifs spécifiques précédents pour deux raisons. D'une part, parce qu'il est difficile à être acquis par les élèves et, d'autre part, parce qu'il n'est pas suffisamment mis en œuvre par le programme, notamment, en ce qui concerne la capacité de chercher qui n'est pas promue par les modules. En plus, dans le cas particulier du module DC, la problématique sur laquelle les élèves doivent prendre une décision n'est pas explicite dans le guide du professeur.

Le quatrième sous-groupe d'objectifs spécifiques de la catégorie II est constitué par les objectifs spécifiques faisant référence aux capacités de travailler en groupe (II.6). Ces objectifs spécifiques ont permis de formuler le sixième objectif général du programme (OG.6). Mais, il a été nécessaire, en plus, de tenir compte des objectifs spécifiques de la troisième catégorie, relative à la prise de conscience et la responsabilité, et qui font référence à la responsabilité envers le travail de groupe en respectant les rôles assumés au sein du groupe (III.6) ainsi qu'envers la réalisation des expériences en respectant les normes d'usage du matériel expérimental (III.5).

Contrairement à II.6 et III.6, les objectifs spécifiques III.5 présentent généralement de faibles nombres d'activités sur les tables de spécification. Ces objectifs spécifiques présentent des activités d'apprentissage maximales dans le cas du module « Solutions et pollution ». Or, les experts de la modération et plus précisément les utilisateurs des modules, se montraient divergents vis à vis de ces objectifs spécifiques. Ils considèrent que les objectifs spécifiques II.6 ne sont pas acquis par les élèves et que les modules du programme ne suffisent pas pour les mettre au point. D'après eux, il faudrait recourir à des techniques de travail de groupe. Ils estiment aussi que les objectifs spécifiques III.5 ne sont pas clairement explicités dans les modules et ils se demandent si l'élève serait capable de les extrapoler à d'autres situations. Ces mêmes experts considèrent les objectifs spécifiques III.6 comme étant difficile à mettre au point et atteindre par les élèves. Ils soulignent que le bon fonctionnement du groupe requiert un dirigeant de groupe.

Les experts en développement et formation des professeurs étaient tout à fait d'accord avec l'objectif général du programme OG.6 résultant de ces trois objectifs spécifiques, alors que les utilisateurs des modules manifestaient une certaine discordance à son égard. Leurs arguments se référaient aussi bien à la difficulté d'acquisition de l'objectif par les élèves, qu'au fait qu'il n'est pas suffisamment mis en œuvre par le programme.

Enfin, le cinquième sous-groupe d'objectifs spécifiques de la catégorie II est constitué d'un objectif formulé uniquement pour le module « Solutions et pollution » (DCII.5), de quatre objectifs formulés pour le module « Pollution de l'eau souterraine de Valfrondosa » (CVII.12, CVII.13, CVII.14, CVII.15) et d'un objectif formulé uniquement pour le module « Les plastiques dans notre société » (PLIII.9).

L'objectif spécifique DCII.5 faisant référence à la capacité de planifier des expériences correspond à un nombre très faible d'activités d'apprentissage sur la table de spécification. Cependant, les experts en développement et formation des professeurs étaient tout à fait d'accord avec cet objectif et les utilisateurs des modules en étaient plutôt d'accord. Il faut noter que la mise au point d'un tel objectif par tous les modules du programme ajouterait un aspect important à l'objectif général relatif aux principes de la méthodologie scientifique.

Quant aux objectifs CVII.12, CVII.13, CVII.14 et CVII.15, ils font référence, respectivement, aux capacités de faire des représentations graphiques de données (CVII.12), de faire des prédictions (CVII.13), d'élaborer des stratégies de travail (CVII.14) et d'identifier les facteurs qui influencent un résultat expérimental ou une décision (CVII.15). Les activités d'apprentissage correspondant à ces quatre objectifs spécifiques sont relativement faibles quoique CVII.12 est l'un des objectifs spécifiques du module qui présentent les nombres d'activités les plus faibles sur la table de spécification.

Néanmoins, les experts de la modération des deux groupes étaient tout à fait d'accord avec l'objectif spécifique CVII.12. Alors qu'ils présentaient une certaine discordance concernant les objectifs CVII.13 et CVII.14. Pour le premier, ils argumentent qu'il n'est qu'en partie mis en œuvre par le module, raison pour laquelle nous avons décidé de supprimer la deuxième partie de l'énoncé de CVII.13 et de maintenir la première partie comme objectif spécifique du module.

Dans le cas de CVII.14, les utilisateurs font référence chacun à un aspect différent comme la difficulté d'acquisition par les élèves, la rédaction de l'objectif et sa non mise en œuvre. Or, un seul expert pense que l'objectif CVII.14 n'est pas mis en œuvre par le module CV, ce qui n'est pas significatif.

Les développeurs des modules étaient tout à fait d'accord avec l'objectif spécifique CVII.15. Alors que, les utilisateurs en étaient plutôt d'accord. Ils considèrent cet objectif comme n'étant pas suffisamment mis en œuvre par le module.

Finalement, l'objectif spécifique PLIII.9 fait référence à la prise de conscience de la difficulté de prendre des décisions sans disposer de l'information nécessaire. Le nombre d'activités d'apprentissage correspondant à cet objectif sur la table de spécification est raisonnable et les experts de la modération se divisent entre ceux qui en sont tout à fait d'accord et ceux qui en sont plutôt d'accord. Ainsi, l'un des développeurs des modules trouve que 'c'est un objectif très important du programme APQUA' et qu'il faudrait y 'insister encore beaucoup plus' et, l'autre, apporte des suggestions concernant sa rédaction. Quant aux utilisateurs, ils le considèrent parmi un type d'objectifs que les élèves devraient 'intégrer à leur vie réelle' et qui impliquent un changement dans 'leurs propres attitudes'.

III. Objectifs spécifiques relatifs à la prise de conscience et à la responsabilité

Les objectifs spécifiques de cette catégorie sont tous de caractère attitudinal et ils varient quantitativement d'un module à l'autre. Généralement, ils font référence au développement chez les élèves, d'attitudes de prise de conscience vis à vis de questions environnementales (III.1, III.2 et III.3), de responsabilité envers les rôles assumés au sein d'un groupe (III.6) ainsi qu'au respect des opinions des autres (III.4) et aux normes d'usage du matériel expérimental (III.5). Parmi les quatre modules analysés, deux seulement avaient, explicitement, comme objectifs spécifiques que l'élève soit capable de mettre en valeur des avantages et des inconvénients (III.7), et l'importance du facteur économique dans un processus de prise de décisions fondées (III.8)

Les objectifs spécifiques III.2 ne sont formulés que pour deux des quatre modules étudiés. Par ailleurs, ils présentent les nombres d'activités d'apprentissage les plus faibles sur les tables de spécification. C'est pourquoi, ils n'ont contribué à la formulation d'aucun objectif général du programme. Les experts de la modération – développeurs et utilisateurs des modules- n'étaient pas tout à fait d'accord avec cet objectif spécifique dans le cas du module « Solutions et pollution ». Alors que dans le cas du module « Pollution de l'eau souterraine de Valfrondosa », seuls les experts en développement et formation des professeurs ont manifesté leur désaccord. Ce qui signifie qu'il est travaillé de manière implicite dans le module.

Les objectifs spécifiques III.1 et III.3 ont conduit à la formulation du quatrième objectif général du programme (OG.4) qui fait référence à la prise de conscience de l'impact environnemental des activités humaines en relation avec les produits chimiques et des problématiques sociales qui en découlent. Ces objectifs spécifiques présentent de

faibles nombres d'activités d'apprentissage correspondant à chacun sur les tables de spécification. Cependant, les experts de la modération qui n'en étaient pas tout à fait d'accord, ne se référaient pas au fait qu'ils ne soient pas suffisamment mis en œuvre par les modules, sinon, aux difficultés de leur mise au point, d'être évalués et d'être acquis par les élèves. La plupart des experts étaient, d'ailleurs, tout à fait d'accord avec l'objectif général OG.4 résultant de ces objectifs spécifiques.

Le reste des objectifs spécifiques de cette catégorie ont déjà contribué à la formulation des objectifs généraux OG.3 (cas de III.4), OG.5 (cas de III.7 et III.8) et OG.6 (cas de III.5 et III.6).

5.4 Implications pour le développement des matériels curriculaires APQUA 12-16

La formulation et l'analyse de cohérence des objectifs spécifiques et généraux du programme APQUA scolaire 12-16 a permis de caractériser le programme, mais aussi de dégager des implications pour le développement des matériels curriculaires du programme.

D'une manière plus générale, et vu la nature des activités d'apprentissage listées pour un échantillon représentatif de modules du programme, il convient de noter l'importance accordée à l'activité de l'élève que ce soit individuelle, en interaction avec ses camarades ou avec le professeur. Ce résultat représente une caractéristique essentielle du programme qu'il faudrait prendre en considération lors du développement de nouveaux modules. Aussi pourrait-on penser à promouvoir encore plus cette activité de l'élève dans les prochaines versions des modules déjà édités.

D'autre part, les contenus du programme APQUA scolaire 12-16 sont organisés autour d'une problématique socio-scientifique ou environnementale et non pas à base de concepts disciplinaires. Pour cela, il faut veiller à ce que tous les modules énoncent d'une manière explicite ou donnent des indications sur le type de problématiques que le professeur pourrait utiliser en tant que « grande question » du module.

D'une manière plus concrète, et compte tenu des commentaires des professeurs experts en application des modules du programme en classe, il est possible de faire quelques suggestions pour l'amélioration des prochaines éditions des modules déjà édités et pour le développement de nouveaux modules.

En premier lieu, nous avons constaté que certains objectifs spécifiques ne sont pas mis en œuvre dans tous les modules du programme. Ces objectifs font référence aux capacités de planifier des expériences, de faire des représentations graphiques de données, de faire des prédictions, d'élaborer des stratégies de travail et d'identifier les facteurs qui influencent un résultat expérimental ou une décision. Toutes ces capacités, bien qu'elles représentent des difficultés pour les élèves, elles font partie des principes importants de la méthodologie scientifique. Étant donné que ces derniers constituent l'un des objectifs généraux du programme, il est recommandé que les objectifs spécifiques mentionnés soient pris en considération dans tous les modules du programme.

En second lieu, il serait intéressant d'introduire dans les guides du professeur, plus d'indications sur le travail de groupe. Par exemple, il vaudrait mieux expliciter les rôles que doit assumer chaque membre du groupe, comment se fait la répartition des tâches ? et quels sont les moyens de responsabiliser les élèves vis à vis de leurs rôles ?

En troisième lieu, il conviendrait de renforcer les activités d'apprentissage qui permettent aux élèves de prendre plus conscience du fait que l'eau est une ressource limitée ainsi que de l'impact environnemental des activités humaines. Dans ce sens, il serait intéressant d'exploiter la relation étroite qui existe entre l'orientation STS du projet APQUA avec la notion de développement durable. C'est à dire lorsque la composante S (société) du mouvement est interprété comme étant les répercussions environnementales et économiques d'un point de vue social, éthique et global, dans le but d'agir à un niveau local (Saéz & Riquarts, 2001).

En quatrième lieu, et d'après les commentaires des professeurs experts en application des modules du programme en classe, il semble intéressant d'introduire dans les guides du professeur quelques indications sur la manière de mettre au point et d'évaluer certains objectifs. On se réfère surtout aux objectifs spécifiques de caractère attitudinal et relatifs à la prise de conscience et à la responsabilité.

Enfin, et en dernier lieu, il est important de mettre plus l'accent, dans les modules du programme, sur les différentes méthodes de prise de décisions ainsi que sur les difficultés de prendre une décision argumentée sans disposer de toute l'information.

5.5 Implications pour la formation des professeurs

Comme conséquence de tout ce qui a été dit jusqu'à maintenant, nous dégageons quelques implications pour la formation des professeurs.

Pour commencer, le rôle du professeur consiste à orienter les élèves dans leur travail et à les guider dans le but de les aider à développer les capacités considérées dans les différents objectifs spécifiques et généraux du programme. Aussi devrait-il organiser les contenus à base des problématiques proposées dans les modules plutôt qu'à base des concepts à aborder. L'introduction de concepts a lieu, dans les modules du programme, à la suite de la réalisation d'expériences ou de la discussion des résultats, mais toujours après avoir mis les élèves dans le contexte d'une problématique socio-scientifique ou environnementale.

Les modules du programme APQUA scolaire 12-16 ne correspondent pas à des unités de cours de chimie et ils ne devraient pas être utilisés en tant que tel. Aussi les professeurs devraient-ils être informés sur la manière la plus adéquate d'intégrer ces modules dans leur programmation. Il est également utile de recommander aux professeurs de clarifier les concepts de « produit chimique » et du « risque » avant de réaliser le module de leur choix du programme. Pour cela, ils pourraient se servir des modules « Produits chimiques » (APQUA, 1991 ; 1996) et « Risque: le jeu de la vie » (APQUA, 1996).

En plus, il conviendrait d'insister encore plus, lors des séances de formation des professeurs sur le fait que le programme APQUA scolaire 12-16 n'est pas suffisant, à lui seul, de travailler tous les concepts de chimie, en particulier, ou du curriculum des sciences expérimentales, en général. Mais, c'est un moyen qui aide à renforcer, en partie, ces concepts et à en travailler d'autres qui ne sont pas pris en considération par le curriculum officiel. Il s'agit de concepts qui permettent de développer le savoir et la compréhension nécessaires pour prendre des décisions fondées concernant des thèmes en relation avec la santé et l'environnement ou des questions d'ordre publique impliquant la science (Thier & Nagle, 1994). Le programme permet aussi de construire des définitions opérationnelles ; une terminologie à laquelle les professeurs devraient être initiés ainsi qu'à la manière de la mettre au point.

Aussi les professeurs devraient-ils être initiés à la notion de compétence et de noter aussi bien l'importance que la difficulté de certains objectifs spécifiques qui possèdent les caractéristiques d'une compétence.

Une importance particulière devrait être accordée, par ailleurs, aux objectifs spécifiques qui sont implicitement mis en œuvre dans les modules du programme, ainsi qu'aux objectifs que les élèves devraient 'intégrer à leur vie réelle' et qui impliquent un changement dans 'leurs propres attitudes'.

Finalement, nous proposons aux formateurs APQUA d'insister plus sur la flexibilité des modules du programme et de suggérer aux professeurs des exemples d'activités extra-scolaires qu'ils pourraient réaliser simultanément ou à la suite d'un module donné. Etant donné que l'information utilisée par les élèves, dans les modules du programme, pour prendre des décisions fondées, provient essentiellement de l'expérimentation, il serait intéressant que les professeurs invitent leurs élèves à chercher de l'information complémentaire afin de mieux argumenter leurs décisions.

5.6 Implications pour la formation des formateurs

Pour la formation des formateurs APQUA, nous proposons de tenir compte des résultats de ce travail et de ses implications aussi bien pour le développement des matériels curriculaires du programme APQUA scolaire 12-16 que pour la formation des professeurs.

Les formateurs devraient être informés des résultats de ce travail et plus concrètement des objectifs spécifiques des modules ainsi que des objectifs généraux du programme.

5.7 Travail futur

Comme continuité du travail de recherche réalisé, nous proposons les réflexions suivantes comme pistes pour de futures recherches :

- Dans quelle mesure les objectifs spécifiques et généraux formulés sont-ils mis au point par les professeurs en classe ?
- Quels sont les effets du programme APQUA scolaire 12-16 sur les professeurs qui utilisent ses modules en classe ?
- Quels sont les effets du programme APQUA scolaire 12-16 sur les élèves ?
- Le programme APQUA scolaire 12-16 poursuit-il des objectifs à être atteints par les professeurs ? Quels sont ces objectifs ?

On pourrait éventuellement prévoir d'autres pistes de recherches comme, par exemple :

- ✓ L'évaluation des effets de la formulation des objectifs du programme APQUA scolaire 12-16 sur l'amélioration des matériels curriculaires
- ✓ L'évaluation des effets de l'amélioration de la formation des formateurs, suite à la formulation des objectifs spécifiques du programme, sur la perception des professeurs du programme APQUA scolaire 12-16.

Références bibliographiques

ABD-EL-KHALICK, F., LEDERMAN, N. G. (2000). *The influence of history of science courses on students' views of nature of science*. Journal of Research in Science Teaching, 37(10), 1057-1095.

ABELLÓ, M. (1995). *APQUA públic: un projecte educatiu de ciències dirigit a la població adulta. Estudi preliminar*. Crèdits experimentals Programa de Doctorat. Tarragona: Departament d'Enginyeria Química, Universitat Rovira i Virgili.

ABELLÓ, M. (1998). *Avaluació de l'impacte del programa públic del projecte educatiu APQUA, a la comarca del Tarragonès*, tesis doctoral, Tarragona: Departament d'Enginyeria Química, Universitat Rovira i Virgili.

ABELLÓ, M., MEDIR, M. (1997). *APQUA público : Análisis y fundamentación*. V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Murcia.

ABELLÓ, M., MEDIR, M., JIMÉNEZ, B., GILABERT, R. M. (2001). *Evaluación de la culturización científica de la población : El programa público de APQUA*. Revista de Educación. Nº 325, pp. 253-282. Madrid : Ministerio de Educación Cultura y Deporte.

AIKENHEAD, G. (1994). What is STS Science Teaching? in SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. [ed.]. *STS Education. International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College Press.

ALLCHIN, D. (2002). How not to teach history in science? The Pantaneto Forum. Issue 7. July, 2002. Disponible à : <http://www.pantaneto.co.uk/issue7/allchin.htm>

ANDERSON, G. (1994). *Fundamentals of educational research*. [3^e ed.] Basingstoke : The Falmer Express.

APQUA, (1991). *Productos químicos*. Guía del profesor. Tarragona: Reverté.

APQUA, (1991). *Disoluciones y contaminación*. Guía del profesor. Tarragona: Reverté.

APQUA, (1993). *Contaminación del agua subterránea de Vallfrondoso*. Guía del profesor. Tarragona: Reverté.

APQUA, (1995). *Los plásticos en nuestra sociedad*. Guía del profesor. Tarragona: Reverté.

APQUA, (1996). *Produits chimiques*. Guide du professeur. Version provisoire.

APQUA, (1996). *Solutions et pollution*. Guide du professeur. Version provisoire.

APQUA, (1998). *Proyecto APQUA. Informe 1998*. Tarragona. Departamento de Ingeniería Química. Universitat Rovira i Virgili.

APQUA, (1999). *Proyecto APQUA. Informe 1999*. Tarragona. Departamento de Ingeniería Química. Universitat Rovira i Virgili.

APQUA, (2000). *La gestió dels residus*. Guia Docent. Tarragona: Educational Innovative Services (Edis).

APQUA, (2000a). *Proyecto APQUA. Informe 2000*. Tarragona. Departamento de Ingeniería Química. Universitat Rovira i Virgili.

APQUA, (2001). *Proyecto APQUA. Informe 2001*. Tarragona. Departamento de Ingeniería Química. Universitat Rovira i Virgili.

ASTOLFI, J-P & al. (1997). *Mots clés de la didactique des sciences. Repères, définitions, bibliographies*. Bruxelles : De Boeck & Larcier.

BAILIN, S. (2002). *Critical thinking and science education*. Science and Education. N° 11, pp. 361-375.

BALLONE, L., M., CZERNIACK, C. (2001). *The teachers' beliefs about accomodating students' learning styles in science classrooms*. Electronic Journal of Science Education. (6) 2. Disponible à : <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/ejsev6n2.html>

BEETH, M., E., HEWSON, P., W. (1999). *Learning goals in an exemplary science teacher's practice. Cognitive and social factors in teaching for conceptual change*. Science Education. (83) 6, pp. 738-760.

BLOOM, B., S. [et al.] (1979). *Taxonomía de los objetivos de la educación*. versión española por Isaías Acarreta Arnedo [3^è ed]. Alcoy : Marfil.

BOLÍVAR, A. (1999a). El currículum como un ámbito de estudio, dans ESCUDERO, J., M. (Ed). *Diseño, desarrollo e innovación del currículum*. Madrid : Síntesis Educación, pp. 23-44.

BOLÍVAR, A. (1999b). Diseño, diseminación y desarrollo del currículum : la diseminación del currículum y las reformas, dans ESCUDERO, J., M. (Ed). *Diseño, desarrollo e innovación del currículum*. Madrid : Síntesis Educación, pp165-187.

BOULTON, A., PANIZZON, D. (1998). *The Knowledge Explosion in Science Education: Balancing Practical and Theoretical Knowledge* (35) 5, pp. 475-481.

BYBEE, R. W. (1995). *Achieving Scientific Literacy*. The Science Teacher. October, pp. 28- 33.

BYBEE, R., W., DeBoer, G., E. (1994). Research on goals for the science curriculum, dans GABEL, D., L. [ed.]. *Handbook of research on science teaching and learning a project of the National Science Teachers Association*. New York : MacMillan Publishing Company.

CAAMAÑO, A. (1994) *Estructura y evolución de los proyectos de ciencias experimentales*. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales. N° 1, pp. 8-20. Barcelona : Graó.

CANTOR, G. (2002). *Teaching philosophy and HPS to science students*. The Pantaneto Forum. Issue 5, January, 2002. Disponible à : <http://www.pantaneto.co.uk/issue5/cantor.htm>

CLEMINSON, A. (1990). *Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and of how children learn science*. Journal of Research in Science Teaching. (27) 5, pp. 429-445

CONDORCET, Marquis de. (1743-1794). *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain. Fragment sur l'Atlantide*. Edité en 1988. Paris : Flammarion.

CRAVEN, J., A., PENICK, J. (2001). *Preparing new teachers to teach science : the role of the science teacher educator*. Electronic journal of science education. (6) 1. Disponible à : <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/cravenpenick.html>

CRONBACH, L., J. (2000). Course improvement through evaluation, dans MADAUS, G., F., SCRIVEN, M., S., STUFFLEBEAM, D., L. [ed.]. *Evaluation models viewpoints on educational and human services evaluation* [13^e ed.] Boston : Kluwer-Nijhoff, pp. 101-115.

CROSS, R., T., PRICE, R., F. (1992). *Teaching science for social responsibility*. Sydney : St. Louis Press.

DE KETELE, J., M., ROEGIERS, X. (1995). *Metodología para la recogida de información*. Madrid : La Muralla.

DEL CARMEN, L. (1997a). Introduction, dans DEL CARMEN, L. [coord.]. *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Ice/Horsori. Universitat de Barcelona.

DEL CARMEN, L. (1997b). Recursos para la enseñanza de las ciencias de la naturaleza, dans DEL CARMEN, L. [coord.]. *La enseñanza de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: ICE/Horsori. Universitat de Barcelona.

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT (1993). *Currículum. Educació Secundària Obligatòria*. Àrea de ciències experimentals. Generalitat de Catalunya.

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT (2000). *Identificació de les competències bàsiques en l'ensenyament obligatori*. Generalitat de Catalunya. Disponible à : <http://www.gencat.es/ense/compe.htm>

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT (2002). *Currículum. ESO. Ciències de la Naturalesa*. Document provisoire. Generalitat de Catalunya. Disponible à : http://www.xtec.es/estudis/eso/04_Doc_curriculum/03_Ciències_naturalesa_ESO.PDF

D'HAINAUT, L. (1983). *Des fins aux objectifs. Un cadre conceptuel et une méthode générale pour établir les résultats attendus d'une formation*. Paris: Fernand Nathan.

DICERBO, K. E., DARCY, M. (2001). *Current Issues in Education: Meeting the Challenges of Our Times*. Current Issues in Education [On-line], 4 (1). Disponible à : <http://cie.ed.asu.edu/volume4/number1/>

- DOLL, R., C. (1996). *Curriculum improvement*. (9^e ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- DRIVER, R. (1985). *The pupil as a scientist*. [2^e ed.]. Open university.
- EISNER, E., W. (2000). Educational connoisseurship and criticism : their form and functions in educational evaluation, dans MADAUS, G., F., SCRIVEN, M., S., STUFFLEBEAM, D., L. [ed.]. *Evaluation models viewpoints on educational and human services evaluation* [13^e ed.] Boston : Kluwer-Nijhoff, pp. 335-347.
- EL BOUDAMOSSI, S. (2000). *El Programa Escolar 12-16 del proyecto APQUA: Estructuración y evaluación de los contenidos y objetivos del módulo "Disoluciones y Contaminación"*. Trabajo de investigación para la obtención del D.E.A. Programa de Doctorado. Tarragona: Departamento de Ingeniería Química, Universitat Rovira i Virgili.
- EL BOUDAMOSSI, S. MEDIR, M., JIMÉNEZ, B., GILABERT, R. M. (2001). *Estudio comparativo entre el modelo teórico de un programa educativo de ciencias y su desarrollo en el aula*. VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias: Retos de la Enseñanza de las Ciencias en el Siglo XXI. V 1, pp. 229-230. Barcelona.
- EL MUNDO (2002). Aula de El Mundo, 3 de Junio, 2002. Disponible à : <http://aula.elmundo.es/aula/noticia.php/2002/06/03/aula1022868135.html>
- ELLIOT, J. (1986). *La investigación-acción en educación*. Madrid : Morata.
- ESCUADERO, J., M. (1999). El cambio en educación, las reformas y la renovación pedagógica, dans ESCUDERO, J., M. (Ed). *Diseño, desarrollo e innovación del currículum*. Madrid : Síntesis Educación, pp. 67-96
- ESTEBARANZ, G., A. (1994). Evaluación de programas curriculares y procesos de enseñanza-aprendizaje, dans VILLAR, A., L. M. [coord.]. *Manual de entrenamiento evaluación de procesos y actividades educativas*. Barcelona : PPU, pp. 245-296.
- FILMUS, D. (1994). *El papel de la educación frente a los desafíos de las transformaciones científico-tecnológicas*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Disponible à : <http://www.oei.org.co/oeivirt/fp/cuad1a06.htm>
- FOUREZ, G. (1997). *Scientific and Technological Literacy as a social practice*. Social Studies of Science. (27) 6, pp. 903-936.
- GARRIGA, V., N. (2001). *Anàlisi de la percepció dels professors que han participat en cursos d'APQUA*. Laboratori d'investigació. Tarragona: Departament d'Enginyeria Química, Universitat Rovira i Virgili.
- GIL PÉREZ, D. (1985). *El futuro de la enseñanza de las ciencias. Algunas implicaciones de la investigación educativa*. Revista de Educación. N° 278, pp. 27-39.

GIL PÉREZ, D. (1996). *New trends in science education*. International Journal of Science Education. (18) 8, pp. 889-901.

GIL PÉREZ, D. (1998). *El papel de la educación ante las transformaciones científico-tecnológicas*. Revista de Educación. Revista Iberoamericana de la Educación. Monográfico. Ciencia Tecnología y Sociedad ante la Educación. N° 18, pp. 69-90.

GILBERT, J., A., SHIRLEY, A., J. (1979). *Evaluating a Second Language Program*. Language in Education : Theory and Practice, N° 19. ERIC Clearinghouse on Languages and Linguistics.

GIRALT, F., HERRERO, J., MEDIR, M., GRAU, X., ALABART, J., R. (1999). *How to involve faculty in effective teaching*. Chemical Engineering Education. (33) 3, pp. 244-249.

GUARRO, A. (1999). El currículum como propuesta cultural democrática, dans ESCUDERO, J., M. (Ed). *Diseño, desarrollo e innovación del currículum*. Madrid : Síntesis Educación, pp. 45-66.

HASSARD, J., DIAS, M. (2000). *Experiences in a Constructivist Community of Practice: An Inquiry into TEEMS--A Science Teacher Education Program*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. New Orleans, LA, April 28-May 1, 2000. Disponible à : <http://scied.gsu.edu/Hassard/Papers/narst00.html>.

HERNÁNDEZ, G., M., PRIETO, P., J. et. al. (2000) *Un currículo para el estudio de la Historia de la ciencia en secundaria*. La experiencia del Seminario Orotava de Historia de la Ciencia. Enseñanza de las Ciencias. (18) 1, pp. 105-112.

IZQUIERDO, M. 1999. *Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales*. Enseñanza de las ciencias. 17 (1), pp. 45-49

IZQUIERDO, M. 1995. *Epistemology of school science*. Présenté au 3rd International Conference Science, Philosophy of Science and Science Teaching.

JONNAERT, P., VANDER BORGHT, C. (1999). *Créer des conditions d'apprentissage. Un cadre de référence socioconstructiviste pour une formation didactique des enseignants*. Perspectives en éducation. Bruxelles : DeBoeck.

KEMPA, R. F. & AYOB, A. (1995). *Learning from group work in science*. International Journal of Science Education. (17) 6, pp. 743-754.

KINKADE, G., D., RICHARDS, R., E. (1972). *A Guide to Project Evaluation*. A Report of evaluation seminars sponsored by the Connecticut State Department of Education.

LAROCHELLE, M. & DESAUTELS, J. (1992). *Autour de l'idée de sciences. Des itinéraires cognitifs d'étudiants*. Pédagogies en Développement. Québec : De Boeck Université.

LAVOIE, D. R. (1997). *Delivering University Science Content/Education Courses To High-School Science Teachers Via Telecommunications: An Evaluation*. Electronic Journal of Science Education. (1) 4. Disponible à : <http://unr.edu/homepage/jcannon/ejse/lavoie.html>

LECOURT, D. (2002). *The teaching of the philosophy of science*. The Pantaneto Forum. Issue 5. January, 2002. Disponible à : <http://www.pantaneto.co.uk/issue5/Lecourt.htm>

LEDERMAN, N., G. (1998). *The State of Science Education: Subject Matter Without Context*. Electronic Journal of Science Education (3) 2. Disponible à : <http://unr.edu/homepage/jcannon/ejse/lederman.html>

LEGENDRE, R. (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation*. Montréal: Guérin.

MATEO, J., A. (2000). *La evaluación educativa. Su práctica y otras metáforas*. Barcelona: ICE/Horsori.

MATHY, P. (1997). *Donner du sens aux cours de sciences. Des outils pour la formation éthique et épistémologique des enseignants*. Bruxelles: DeBoeck Université.

MAURI, T. (1998). Curriculum y enseñanza, dans MAURI, T., SOLÉ, I., DEL CARMEN, L. et ZABALA, A. (1998). *El currículum en el centro educativo*. Edición 4. Barcelona : ICE /Horsori, pp. 9-50.

MCKERNAN, J. (1999). *Investigación-acción y currículum. Métodos y recursos para profesionales reflexivos*. Madrid : Morata.

MCDONALD, B. (1989). La evaluación y el control de la educación, dans GIMENO, S., J. et PERÉZ G. *La enseñanza. Su teoría y su practica*. [3^è ed.] Madrid : Akal, pp. 467-478.

MEDIR, M. (1995). *El proyecto APQUA: la enseñanza de las ciencias a partir de temas sociales de actualidad*. Alambique. N° 3, pp.53-60. Barcelona : Graó.

MEMBIELA, P. (1995). *Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales*. Alambique. N° 3, pp. 7-11. Barcelona : Graó.

MEMBIELA, P. (2001). Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias, dans MEMBIELA, P. [ed.]. *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid : Narcea.

MILLAR, R. (1989). *Constructive criticisms*. International Journal of Science Education. (11). Special Issue, pp. 587-596.

MILLER, J. D. (1992). *Toward a scientific understanding of the public understanding of science and technology*. Public Understanding of Science. (1), pp. 23-26.

MICEK, S., S. (1979). *Identifying, Measuring and Evaluating Educational Outcomes*. North Central Association Quarterly. (53) 4, pp. 408-19.

MINISTÈRE DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE DE BELGIQUE (1997). *compétences terminales et savoirs requis en sciences, humanités générales et technologiques*.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1995). *National science education standards*. [National Academy of Sciences](http://bob.nap.edu/readingroom/books/nses/). Disponible à : <http://bob.nap.edu/readingroom/books/nses/>

OSBORNE, F. J. (1996). *Beyond constructivism*. Science·Education. (80) 1, pp. 53-82. John Wiley & Sons, Inc.

OSBORNE & WITTRICK (1983). *Learning science: A generative process*. Science Education. 67 (4), pp. 489-508.

PARLETT, M., HAMILTON, D. (1989). La evaluación como iluminación, dans GIMENO, S., J. et PÉREZ, G., A. *La enseñanza. Su teoría y su practica*. Madrid : Akal, pp. 450-466.

PÉREZ, G., A. (1989). Modelos contemporáneos de evaluación, dans GIMENO, S., J. et PÉREZ, G., A. *La enseñanza. Su teoría y su practica*. [3^è ed.] Madrid : Akal, pp. 426-449.

PAPELL, I. (2002). *Anàlisi de la percepció dels professors que han aplicat mòduls d'APQUA a l'aula*. Laboratori d'investigació. Tarragona: Departament d'Enginyeria Química, Universitat Rovira i Virgili.

PLANNING AND EVALUATION SERVICE. (2000). *U.S. Department of Education Releases Strategic Plan 2001-2005*. U.S. Department of Education. Disponible à : <http://www.ed.gov/pubs/stratplan2001-05>

POSNER, G. J., STRIKE. K. A., HEWSON, P.W. AND GERTZOG. W. A. (1982). *Accommodation of a scientific conception. Toward a theory of conceptual change*. Science Education. 66 (2), pp. 211-227.

ROEGIERS, X. (1997). *Analyser une action d'éducation ou de formation: Analyser les programmes, les plans et les projets d'éducation ou de formation pour mieux les élaborer, les réaliser et les évaluer*. Bruxelles: De Boeck.

ROEGIERS, X. (2000). *Une pédagogie de l'intégration. Compétences et intégration des acquis dans l'enseignement*. Bruxelles : De Boeck Université

SAÉZ, M., J., RIQUARTS, K. (2001). Educación científica para el desarrollo sostenible, dans MEMBIELA, P. [ed.]. *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad*. Formación científica para la ciudadanía. Madrid : Narcea.

SÉRÉ, M., G. (2002). *Teaching philosophy of science in France. Which type of didactical strategy ?* Comment on Prof. Le Court's paper in Issue 5 of the Pantaneto Forum (January, 2002). The Pantaneto Forum. Issue 6. April, 2002. Disponible à : <http://www.pantaneto.co.uk/issue6/sere.htm>

SCHWAB, J. (1989). Un enfoque práctico como lenguaje para el currículum, dans GIMENO, S., J. et PÉREZ, G., A. *La enseñanza. Su teoría y su practica*. [3^e ed.] Madrid : Akal, pp. 197-209.

SCRIVEN, M., S. (2000). Evaluation ideologies, dans MADAUS, G., F., SCRIVEN, M., S., STUFFLEBEAM, D., L. [ed.]. *Evaluation models viewpoints on educational and human services evaluation* [13^e ed.] Boston : Kluwer-Nijhoff, pp. 229-260.

SOLOMON, J. (1994). *The rise and fall of constructivism*. Studies in Science Education. 23, pp. 1-19.

SPROD, T. (1997). 'Nobody really knows'. *The structure and analysis of social constructivist whole class discussions*. International Journal of Science Education. (19) 8, pp. 911-924.

STAKE, R., E. (2000). Program evaluation, particularly responsive evaluation dans MADAUS, G., F., SCRIVEN, M., S., STUFFLEBEAM, D., L. [ed.]. *Evaluation models viewpoints on educational and human services evaluation* [13^e ed.] Boston : Kluwer-Nijhoff, pp. 287-310.

STENHOUSE, L. (1987). *Investigación y desarrollo del currículum*. Versión española por Alfredo Guerra Miralles. [2^e ed.]. Madrid : Morata.

STEWART-J; RUDOLPH-JL (2001). *Considering the nature of scientific problems when designing science curricula*. Science Education. 2001; 85 (3), pp. 207-222

STIEFEL, B., M. (2001). Alfabetización científica y enseñanza de las ciencias. Estado de la cuestión, dans MEMBIELA, P. [ed.]. *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid : Narcea.

STOFFLET, R., T. (1994). *The accommodation of science pedagogical knowledge: the application of conceptual change constructs to teacher education*. National Association for Research in Science Teaching. John Wiley & Sons.

STUFFLEBEAM, D., L., WEBSTER, W., J., (2000). An analysis of alternative approaches to evaluation, dans MADAUS, G., F., SCRIVEN, M., S., STUFFLEBEAM, D., L. [ed.]. *Evaluation models viewpoints on educational and human services evaluation* [13^e ed.] Boston : Kluwer-Nijhoff, pp. 23-43.

THIER, H.D. & NAGLE, B. (1994). Developing a model for issue-oriented-science. dans SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. *STS Education. International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College Press.

THIER, H.D. & DAVISS, B. (2001). *Developing Inquiry-Based Science Materials. Guide for Educators. A project for the Lawrence Hall of Science Center for Curriculum Innovation*. New York: Teachers College Press.

TRACOM (1995). *Enhancing team performance. A process for developing teams*. Resource kit.

TYLER, R., W. (1998). *Principios básicos del currículo*. Buenos Aires : Troquel.

TYLER, R., W. (2000). A rationale for program evaluation, MADAUS, G., F., SCRIVEN, M., S., STUFFLEBEAM, D., L. [ed.]. *Evaluation models viewpoints on educational and human services evaluation* [13^e ed.] Boston : Kluwer-Nijhoff, pp. 67-78.

TYMITZ-WOLF, B. (1982). *Guidelines for Assessing Individualized Education Program Goals and Objectives*. *Teaching Exceptional Children*. (14) 5, pp. 198-201.

UNESCO (1997). *Initiatives in curriculum design and development*. Afghanistan. July, 1997. Disponible à : http://www.un.org.pk/ini_unesco.htm

VELARDE, M. G. (1995). *Educación y ciencia : una cultura*. *Ciencia y Vida*. La vanguardia, 18 de Noviembre, 1995.

WEAVER, G. C. (1998). *Strategies in K-12 science instruction to promote conceptual change*. *Science Education* (82) 4. pp. 455-472.

WIENS, A. E. (2002). *Technology. The God that limps*. *IOSTE Newsletter*, (6) 6.

WITTIG, G., R. (1992). *Making Use of Goals and Objectives for Internal Program Evaluation*. *Journal of Education for Library and Information Science*. (33) 2, pp. 129-140.

WOLFS, J., L. (2000). *Cours de didactique générale*. [3^e Ed.]. Université Libre de Bruxelles.

WOLFS, J., L. (2001). *Méthodes de travail et stratégies d'apprentissage. Du secondaire à l'université. Recherche-Théorie- Application*. [2^e ed.]. Bruxelles : De Boeck Université.

WOLFS, J., L., VERAEGHE, J., C., LANS, J., SIMON, X., EL BOUDAMOSSI, S. (2001). *Etude de l'influence des activités expérimentales kinesthésiques (manipulations effectives) sur l'acquisition des compétences terminales en sciences*. Université Libre de Bruxelles /Université de Mons-Hainaut.

WYNNE, B. (1995). *Public Understanding of Science*, dans JASANOFF, S. [et al.]. *Handbook of Science and Technology Studies*. London : Sage Publications

ZIMAN, J. (1994). *The rationale of STS is in the approach*, dans SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. [ed.]. *STS Education. International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College Press.

Références bibliographiques en langue arabe :

- ماكس بيروتز (1999). *ضرورة العلم . دراسات في العلم و العلماء. عالم المعرفة*. عدد 245. الكويت. المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.
- ميتشيو كاكو (2001). *رؤى مستقبلية. كيف سيغير العلم حياتنا في القرن الواحد العشرين. عالم المعرفة*. عدد 270. الكويت. المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.