



L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe

État des lieux des politiques et de la recherche





L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe

**État des lieux des politiques
et de la recherche**

Ce document est publié par l'unité européenne d'Eurydice avec le financement de la Commission européenne (Direction générale de l'éducation et de la culture).

Disponible en anglais (*Science Teaching at School in Europe. Policies and Research*) et en français (L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe. État des lieux des politiques et de la recherche).

ISBN 92-79-01922-8

Ce document est également disponible sur Internet (www.eurydice.org).

Finalisation de la rédaction: juillet 2006.

© Eurydice, 2006.

Sauf à des fins commerciales, le contenu de cette publication peut être reproduit partiellement avec la mention, en toutes lettres, au début de l'extrait, de «Eurydice, le réseau d'information sur l'éducation en Europe», suivie de la date d'édition du document.

Toute demande de reproduction de l'entièreté du document doit être adressée à l'unité européenne.

Illustration de couverture: © Gabe Palmer/Corbis, Bruxelles, Belgique.

Eurydice
Unité européenne
Avenue Louise 240
B-1050 Bruxelles
Tél. +32 2 600 53 53
Fax +32 2 600 53 63
E-mail: info@eurydice.org
Internet: www.eurydice.org

Printed in Belgium

PRÉFACE



La science donne aux élèves des outils pour mieux comprendre le monde qui les entoure. Elle encourage la curiosité et l'esprit critique. Elle met en lumière la relation entre l'homme et la nature et nous rappelle que les ressources naturelles ne sont pas illimitées.

La science fait aussi partie intégrante du monde actuel: nous sommes entourés par ses produits, des lecteurs MP3 aux instruments médicaux en passant par les ordinateurs cachés dans nos voitures. Nous dépendons de plus en plus de la science. Nous écoutons des «experts» nous conseiller sur des sujets d'intérêt général, tels que le changement climatique ou les OGM dans nos aliments. Ils tirent leur expertise de la science. Si nous devons apprécier ce qu'ils nous disent et comprendre leur raisonnement, nous avons tous besoin d'une «culture scientifique»: nous devons être capables d'évaluer ce que l'on nous dit.

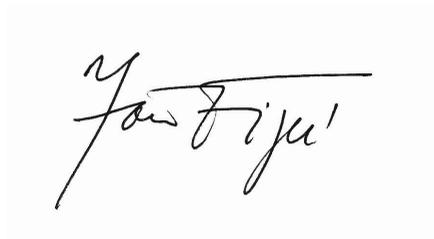
L'Europe a en outre besoin de jeunes scientifiques capables d'innovation dans une société compétitive fondée sur la connaissance. Accroître le recrutement dans les filières scientifiques et techniques constitue l'un des objectifs que se sont fixés les ministres de l'éducation en 2001 dans le cadre de leur contribution au processus de Lisbonne.

L'acquisition, par les jeunes européens, de compétences et de connaissances dans les matières scientifiques constitue donc un enjeu crucial pour l'Europe.

Cette étude d'Eurydice sur l'enseignement des sciences dans les établissements scolaires s'intègre pleinement dans le débat sur le développement de cet enseignement en Europe. Elle propose une analyse comparative des réglementations officielles en vigueur relatives à l'enseignement des sciences en général, dans 30 pays européens. Elle se focalise particulièrement sur les programmes de formation des enseignants, les programmes scolaires et les évaluations standardisées des élèves. Ces informations sont par ailleurs très utilement mises en perspective par une synthèse des principaux résultats de la recherche en didactique des sciences.

Fruit d'une étroite collaboration entre l'unité européenne d'Eurydice et les unités nationales, cette étude souligne que la formation des formateurs d'enseignants mérite une attention particulière de la part des responsables politiques. Une meilleure prise en compte des approches différenciées des filles et des garçons envers les matières scientifiques, notamment en termes d'intérêt, pourrait en outre améliorer l'équilibre de leur participation respective aux filières mathématiques, scientifiques et technologiques.

Je suis convaincu que les responsables en matière d'éducation portent plus que jamais un grand intérêt aux problématiques liées à l'enseignement des matières scientifiques. J'espère qu'ils trouveront dans ce rapport un support à leurs efforts en faveur d'un enseignement des sciences de qualité pour tous les citoyens européens.



Ján Figel'

Commissaire en charge de l'éducation,
de la formation, de la culture et du
multilinguisme

TABLE DES MATIÈRES

Préface	3
Introduction	7
Objet et champ de l'étude	7
Méthodologie	7
Structure du rapport	8
Chapitre 1 – Programmes de formation des enseignants de sciences	9
Introduction	9
1.1. Connaissances et compétences pédagogiques générales	10
1.2. Connaissances et compétences pédagogiques appliquées aux sciences	15
1.3. Connaissances et compétences scientifiques	17
1.4. Critères spécifiques d'accréditation	21
Chapitre 2 – Formateurs d'enseignants de sciences	23
Introduction	23
2.1. Formateurs responsables au sein des établissements proposant la formation initiale	23
2.2. Formateurs responsables au sein des établissements scolaires	29
Chapitre 3 – Programmes scolaires des sciences	31
3.1. Dimensions contextuelles de l'enseignement des sciences	32
3.2. Programmes scolaires des sciences: activités et objectifs d'apprentissage	34
3.3. Débats et réformes	39
Chapitre 4 – Évaluation standardisée des élèves	43
4.1. Examens et tests standardisés de science	43
4.2. Types de compétences et de connaissances évaluées	45
4.3. Travaux relatifs à des projets scientifiques	48
4.4. Débats actuels relatifs à l'évaluation	50
Recherches en didactique et formation des enseignants de sciences	55
Introduction	55
A. Recherches sur l'apprentissage des disciplines scientifiques	56
B. Recherches sur les pratiques et la formation des enseignants de sciences	66
Conclusion	70
Bibliographie	72

Synthèse et conclusions	77
Glossaire	81
Table des figures	87
Annexes	89
Remerciements	107

INTRODUCTION

Objet et champ de l'étude

La manière dont les sciences sont enseignées dans les écoles dépend de nombreux facteurs. La formation reçue par les enseignants, le contenu des programmes scolaires et celui des tests ou des examens standardisés en sont les principaux éléments. Ils influencent, directement ou non, les contenus, les approches et les activités scientifiques organisées dans les classes.

L'objectif de cette étude est double: proposer une analyse comparative des réglementations et des recommandations officielles relatives à l'enseignement des sciences et présenter une synthèse des principaux résultats de la recherche en didactique des sciences. La première partie permet de dresser un portrait de la situation des politiques éducatives menées dans ce domaine actuellement en Europe. La revue de la littérature scientifique vise à offrir un état des lieux des connaissances disponibles aujourd'hui sur les approches reconnues les plus favorables aux apprentissages scientifiques des jeunes. Par cette complémentarité des perspectives, dont les liens les plus importants sont soulignés dans les conclusions, nous espérons que les informations contenues dans cette étude apporteront un éclairage utile aux responsables politiques amenés à prendre des décisions pour améliorer la qualité de l'enseignement des sciences.

L'année de référence pour les données de l'analyse comparative est 2004/2005 et les réformes en cours en 2005/2006 sont mentionnées. Cette étude couvre 30 pays membres du réseau Eurydice (¹).

Les niveaux d'enseignement concernés sont le primaire (CITE 1) et le secondaire inférieur (CITE 2). Seuls les établissements gérés et financés par les pouvoirs publics sont couverts dans ce rapport. La Belgique, l'Irlande et les Pays-Bas font exception. Dans ces trois pays, les établissements privés subventionnés sont pris en considération car ils sont fréquentés par la majorité des élèves.

Afin de limiter l'étendue de la collecte d'informations et de garantir sa faisabilité, cette collecte s'est portée sur les sciences enseignées comme matière unique et intégrée ou sur la biologie et la physique lorsqu'elles font l'objet d'un enseignement distinct et séparé dans les programmes scolaires. Cette dernière situation se rencontre surtout au niveau secondaire inférieur alors que la modalité d'organisation intégrée est presque partout présente au niveau primaire. La physique et la biologie étant des matières scientifiques assez distinctes, ce choix permet de récolter les informations les plus larges possible en matière d'objectifs et d'approches méthodologiques. Il n'implique nullement que l'on accorde davantage d'importance à ces deux matières scientifiques par rapport aux autres, comme la chimie par exemple.

Méthodologie

Les informations présentées dans l'analyse comparative ont été collectées via un questionnaire auprès des unités nationales du réseau d'Eurydice. Il était accompagné d'une liste de termes et de définitions spécifiques. Ces outils de collecte sont disponibles sur le site d'Eurydice (www.eurydice.org).

Outre les contributions des unités nationales du réseau, l'unité européenne a bénéficié du soutien de deux experts en didactique des sciences pour l'élaboration de cette étude: ils ont participé à la rédaction du questionnaire de collecte de données, rédigé certaines parties du rapport, dont la synthèse des résultats de la recherche, et effectué une lecture critique de l'ensemble.

(¹) La Turquie, membre du réseau Eurydice, n'a pas participé à cette étude.

Pour garantir la qualité et la fiabilité de l'information présentée, l'analyse comparative a par ailleurs fait l'objet d'une vérification approfondie de la part des unités nationales du réseau.

Toutes les personnes ayant contribué à ce rapport sont nommément remerciées en fin d'ouvrage.

Structure du rapport

La première partie de ce rapport comprend une analyse comparative des réglementations et des recommandations officielles relatives à l'enseignement des sciences.

Le premier chapitre examine le contenu des standards de qualification, des lignes directrices relatives aux programmes de formation initiale des enseignants et des critères d'accréditation des établissements et des programmes d'enseignement supérieur. L'objectif est de dégager les types de compétences et de connaissances que les futurs enseignants de sciences doivent développer au cours de leur formation initiale, qu'elles soient pédagogiques ou qu'elles concernent directement la matière scientifique à enseigner.

Le deuxième chapitre traite des qualifications et de l'expérience professionnelle des formateurs qui encadrent les futurs enseignants qualifiés pour enseigner les sciences durant leur formation professionnelle initiale. Il s'intéresse à la fois aux formateurs au sein des établissements de formation initiale et aux enseignants qui, au sein des établissements scolaires, encadrent les futurs enseignants durant leur stage pratique.

Le troisième chapitre traite des approches préconisées dans les programmes scolaires de sciences et plus spécifiquement des objectifs à atteindre et des activités à mener dans les classes. L'analyse porte particulièrement sur les aspects suivants: la présence de références aux dimensions contextuelles de l'enseignement des sciences telles que l'histoire des sciences et les problèmes contemporains de société; l'expérimentation; les technologies de l'information et de la communication (TIC) et la communication. Une vue d'ensemble des débats et réformes en cours relatifs aux programmes scolaires est également proposée.

Le quatrième chapitre porte sur les tests et examens standardisés en sciences. Après avoir identifié les pays où de tels tests existent, il examine les types de connaissances et compétences qui sont évalués. Ce chapitre s'intéresse également à l'évaluation standardisée d'un type de travaux particuliers: les projets scientifiques. Tout comme le chapitre 3, il offre un aperçu général des réformes et débats concernant l'évaluation des résultats de l'enseignement des sciences.

La synthèse des principaux résultats des recherches en didactique des sciences constitue la seconde partie. Y est abordée une série de problématiques d'une grande importance pour la formation des enseignants et plus généralement pour leur pratique d'enseignement. Elle rassemble les éléments les plus significatifs des travaux menés pour répondre à des questions comme: Quels apprentissages favoriser? Comment motiver les élèves? Quels sont les apports spécifiques des TIC? Quelles conceptions de la science et de son enseignement les enseignants ont-ils? Quels savoirs professionnels doivent-ils mobiliser pour enseigner les sciences? Comment s'approprient-ils les approches et démarches innovantes?

Un glossaire est disponible en fin d'ouvrage.

CHAPITRE 1

PROGRAMMES DE FORMATION DES ENSEIGNANTS DE SCIENCES

Introduction

Ce premier chapitre est consacré à la formation des futurs enseignants de sciences, qu'ils soient généralistes ou spécialistes. La question sous-jacente aux informations présentées ici concerne les réglementations définies au niveau national quant aux connaissances des enseignants et à leur capacité à enseigner les sciences. Un bon enseignant de sciences doit connaître et être capable de mettre en pratique tous les éléments liés à l'enseignement de cette discipline: il doit avoir une solide connaissance des concepts et théories scientifiques, et avoir suivi une formation aux travaux expérimentaux, en laboratoire ou ailleurs. En outre, il doit aussi maîtriser les domaines plus larges de la psychologie, de la pédagogie et de la didactique, la connaissance des méthodes d'enseignement et une compétence pédagogique.

Les enseignants du niveau primaire (CITE 1) peuvent s'attendre à enseigner toutes ou la plupart des matières du programme scolaire. Ils ne disposent pas nécessairement d'une connaissance scientifique spécialisée. La formation des enseignants généralistes devrait donc normalement reposer sur une base plus large en termes de connaissance des matières en comparaison avec la formation des enseignants du niveau secondaire (CITE 2) où la plupart des enseignants sont des spécialistes en sciences. Un aperçu de la manière dont les sciences sont enseignées à ces deux niveaux éducatifs en Europe est illustré par la figure 3.1. Une deuxième différence évidente entre les niveaux de la CITE 1 et 2 est que, au niveau primaire, les sciences sont enseignées en tant que matière intégrée et, au niveau secondaire inférieur, comme des matières séparées. Il est donc probable que la formation des enseignants du niveau primaire reflète une approche moins spécialisée de l'enseignement des sciences.

Ces deux volets de l'enseignement des sciences – connaissances scientifiques, d'une part, connaissances et compétences didactiques et pédagogiques, d'autre part – constituent le fil conducteur de ce chapitre. La première section examine quels sont les éléments qui contribuent à préparer les futurs enseignants de sciences à devenir enseignants. Ce sujet est très vaste dans la mesure où, à bien des égards, les caractéristiques d'un bon enseignement sont communes aux différentes matières scolaires. Une importance croissante est accordée à la dimension didactique de l'enseignement des sciences afin d'augmenter à la fois l'attractivité et l'efficacité de l'enseignement scientifique dans les écoles. En Allemagne, par exemple, une partie des réformes éducatives de grande envergure actuellement en cours concerne une redéfinition des objectifs de la formation des enseignants de sciences, afin d'accorder davantage d'importance à la psychologie de l'éducation ainsi qu'aux connaissances et compétences pédagogiques. Auparavant, la formation des enseignants était plutôt axée sur la connaissance de la matière proprement dite.

La deuxième section de ce chapitre examine les compétences pédagogiques qui sont plus spécifiques au contexte de l'enseignement des sciences. La troisième section aborde la formation des enseignants en termes de connaissances et de compétences scientifiques, et donne des informations supplémentaires sur les compétences des enseignants en matière d'expérimentation et d'investigation scientifiques. Elle se focalise donc davantage sur les compétences scientifiques des enseignants en formation que sur leurs compétences en matière d'enseignement et d'apprentissage.

Enfin la dernière section examine s'il existe des critères d'accréditation spécifiques pour les programmes de formation initiale des enseignants qualifiés pour enseigner les sciences. Elle précise, le cas échéant, les aspects de la formation initiale qui font l'objet de ces critères.

Il est important de garder à l'esprit que seules les informations disponibles dans des documents officiels au niveau central ou supérieur en matière d'éducation sont présentées ici. Elles ne nous renseignent

nullement sur ce qui est effectivement enseigné dans les établissements de formation des enseignants, mais reflètent le contenu des réglementations (ou, dans quelques cas, des recommandations) concernant le contenu des programmes de formation des enseignants, ou dans d'autres formes de qualification définies au niveau central. Ces informations permettent de dresser un tableau relativement complet de la formation des enseignants en fonction de la manière dont chaque système éducatif est administré. Seuls quatre pays (République tchèque, Grèce, Irlande et Pays-Bas) ne disposent pas actuellement de ce type de données émanant des autorités éducatives centrales ou supérieures en matière d'éducation (figures 1.1 – 1.5). Toutefois, ceci ne signifie pas que le contenu des programmes de formation des enseignants ne soit pas influencé par d'autres références établies au niveau central, comme les objectifs d'acquisition de connaissances par les élèves, ou des critères d'accréditation spécifiques et, plus généralement, le contenu des programmes d'études des élèves dans le domaine scientifique (chapitre 3).

Ces lignes directrices en matière de programmes ou ces standards de qualification émis au niveau supérieur peuvent soit concerner la formation de tous les enseignants dans son ensemble, soit être plus spécifiquement conçus pour les enseignants de sciences.

Il convient de souligner que ce type de lignes directrices/standards de qualification concernant les programmes et émanant des autorités éducatives supérieures, et plus spécifiquement la mise au point de normes concernant les enseignants, ont récemment fait l'objet de discussions et d'actions menées par les autorités éducatives dans plusieurs pays. La loi sur les professions dans l'enseignement, adoptée par le Parlement néerlandais en 2004, prévoit des standards de compétences. Le contenu de ces standards a été élaboré par des organisations professionnelles (par exemple l'Association pour les normes professionnelles dans l'enseignement). Cette loi doit entrer en application en 2006. En République tchèque, les propositions de normes professionnelles minimales dans la formation des enseignants sont actuellement en cours de discussion. D'autres pays débattent également de la mise en place ou de la révision des profils d'enseignants tels que définis au niveau central. Il s'agit de l'Estonie, où le Plan national de développement de la formation des enseignants a été mis en place en 2003, et de la France, où la loi d'avril 2005 sur *l'Avenir de l'École* exige que la formation des enseignants satisfasse à des spécifications fixées par les ministres de l'éducation nationale et de l'enseignement supérieur. Au Royaume-Uni (pays de Galles), le gouvernement de l'Assemblée galloise examine actuellement les réponses à sa consultation de 2005 sur les normes révisées relatives au statut d'enseignant qualifié (QTS) auxquelles les futurs enseignants doivent satisfaire, ainsi que sur les exigences révisées relatives à la prestation des cours de formation initiale pour les enseignants. La proposition rejoint assez étroitement les changements qui ont été initiés en Angleterre en 2002 et offrira une plus grande liberté aux organisateurs dans la conception et la prestation de services de formation, et ce dans les limites fixées. La parution des exigences revues est attendue dans le courant de l'année 2006.

1.1. Connaissances et compétences pédagogiques générales

Quelle que soit la matière qui sera enseignée, la formation des enseignants développe des aptitudes de haut niveau dans un large éventail de connaissances et de compétences pédagogiques générales, y compris les théories sur le développement de l'enfant, la création et la gestion des situations d'apprentissage, le travail avec des groupes hétérogènes d'élèves et les approches collaboratives de l'enseignement. Ces catégories ont été ventilées en compétences spécifiques et sont présentées dans les figures 1.2a et 1.2b.

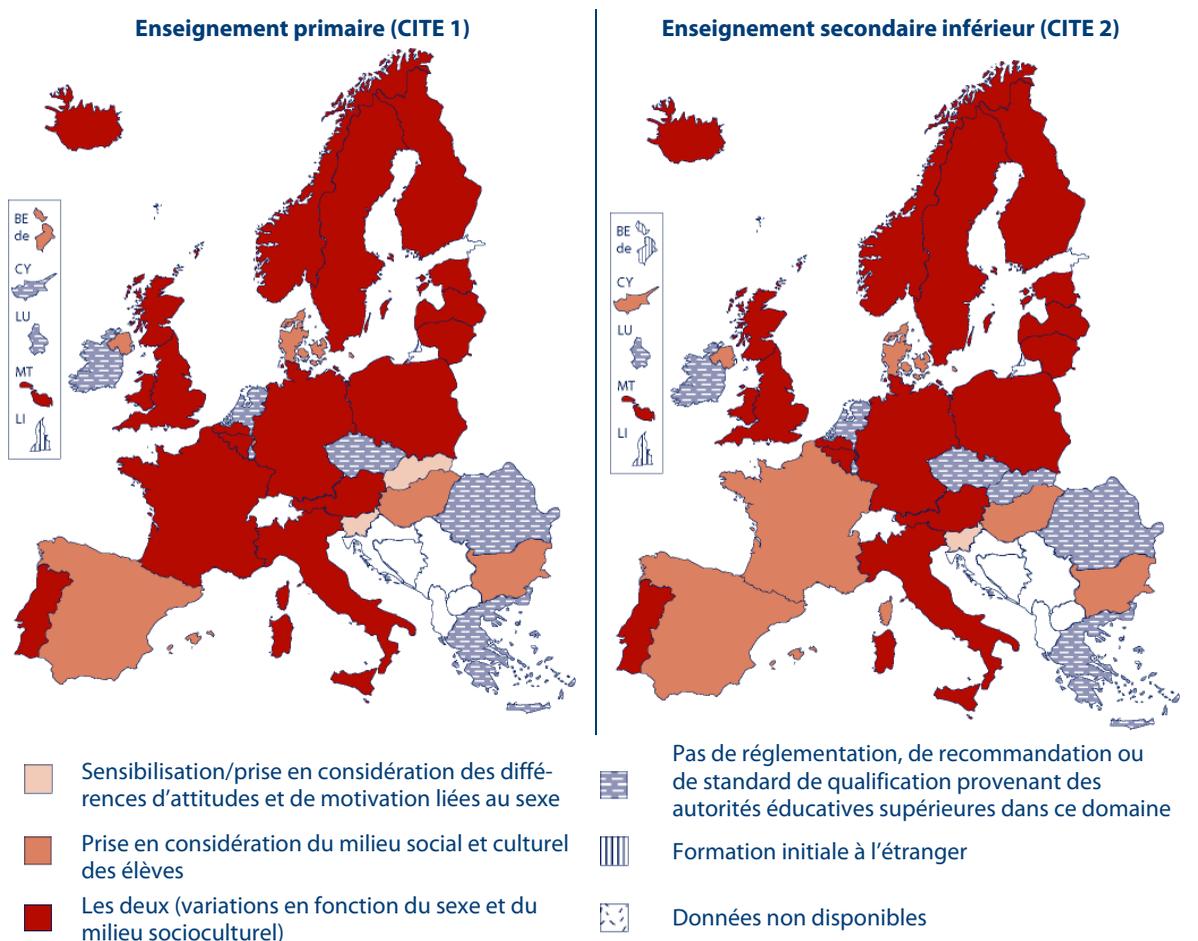
Ces types de compétences et de connaissances sont bien couverts pour les futurs enseignants de sciences dans les lignes directrices sur les programmes et les standards de qualification émises par les autorités éducatives supérieures, tant au niveau primaire (CITE 1) qu'au niveau secondaire inférieur général (CITE 2). Plus précisément, la couverture est complète aux deux niveaux d'enseignement en Belgique (Communautés française et flamande), en Allemagne, dans les trois États baltes, à Malte, au Portugal, en Finlande, au Royaume-Uni (Écosse), en Islande et en Norvège.

De manière globale, on fait davantage référence aux connaissances et aux compétences pédagogiques générales dans les lignes directrices sur les programmes et les standards de qualification au niveau de la CITE 1 qu’au niveau de la CITE 2, tout particulièrement en ce qui concerne les théories du développement de l’enfant.

Au niveau de la CITE 2, où les sciences sont en règle générale enseignées en tant que disciplines séparées, on ne constate presque aucune différence entre la physique et la biologie en ce qui concerne les connaissances et compétences pédagogiques générales. Les seules exceptions sont relevées en Communauté flamande de Belgique, où les lignes directrices en matière de programmes et de standards de qualification émanant des autorités éducatives supérieures ne concernent que la biologie, et à Chypre, où la plupart des aspects ne sont couverts que dans les lignes directrices concernant la physique.

En ce qui concerne la création et la gestion de situations d’apprentissage, seule l’Italie n’inclut pas de référence au choix des contextes d’apprentissage signifiants.

Figure 1.1. Réglementations sur la prise en compte des différences (liées au sexe et au milieu socioculturel) dans la formation initiale des enseignants (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

Notes complémentaires

Chypre: les réglementations émanant des autorités éducatives supérieures au niveau de la CITE 2 concernent uniquement les enseignants de physique (mais pas les enseignants de biologie).

Malte: il n’y a pas de réglementation/recommandation officielle. La situation représentée concerne la faculté d’éducation (Université de Malte), seule en charge de la formation initiale des enseignants.

Figure 1.2a. Réglementations sur les connaissances et compétences pédagogiques générales dans la formation initiale des enseignants (CITE 1). Année scolaire 2004/2005.



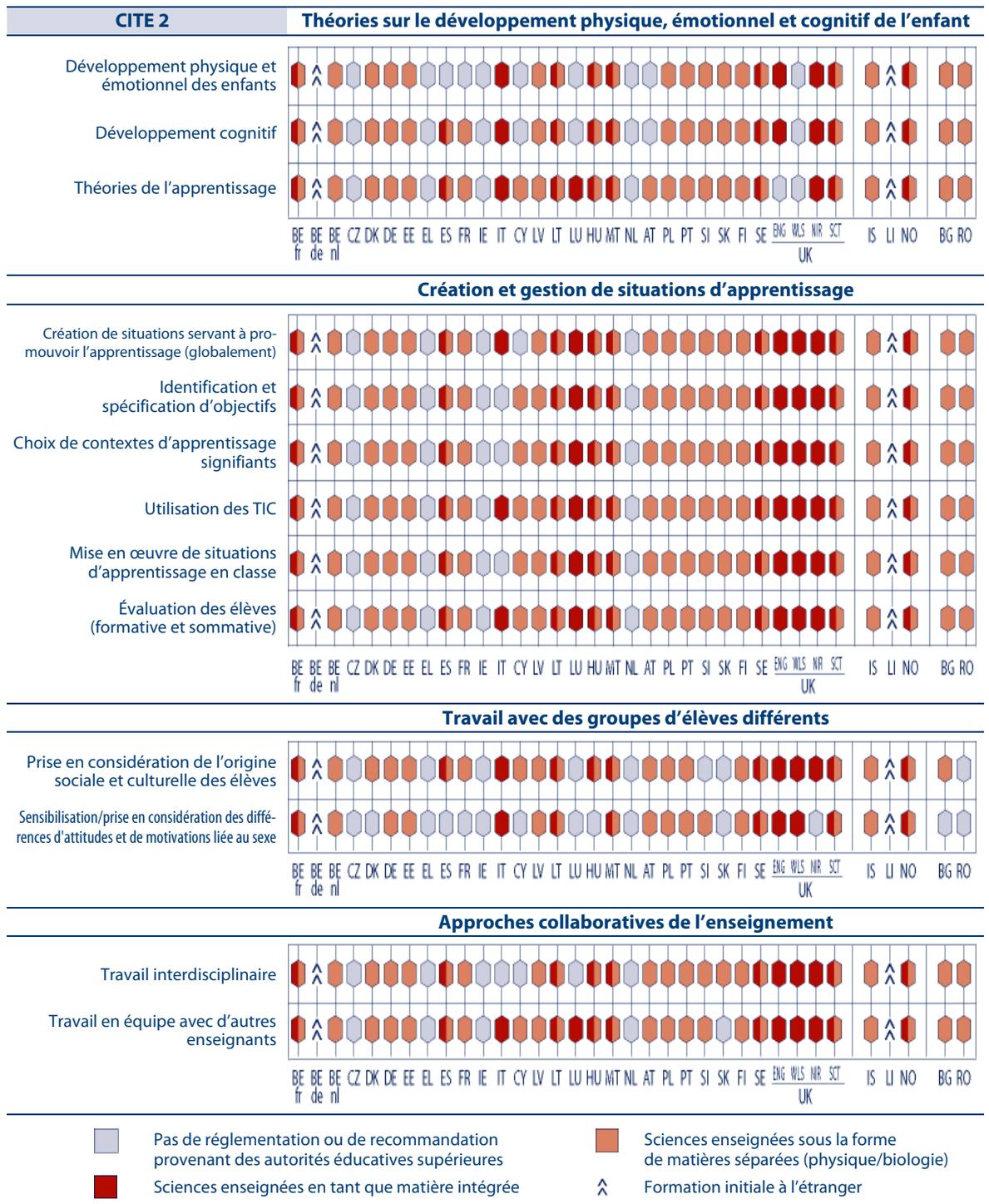
Source: Eurydice.

Notes complémentaires (figures 1.2a et 1.2b)

Belgique (BE de): il n'y a pas de formation des enseignants pour la CITE 2 (études en Communauté française de Belgique ou à l'étranger).

Belgique (BE nl): les réglementations provenant des autorités éducatives supérieures au niveau de la CITE 2 ne concernent que les enseignants de biologie.

Figure 1.2b. Réglementations sur les connaissances et compétences pédagogiques générales dans la formation initiale des enseignants (CITE 2). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

Notes complémentaires (suite – figures 1.2a et 1.2b)

République tchèque, Grèce, Irlande, Pays-Bas: il n'y a pas de ligne directrice relative aux programmes, ni de standard de qualification provenant des autorités éducatives centrales ou supérieures dans ce domaine pour la formation des enseignants. L'offre de formation peut être influencée par des objectifs fixés par le curriculum des élèves ou d'autres critères.

Allemagne: les données sont en partie basées sur les réglementations de chacun des 16 länder.

Notes complémentaires (suite – figures 1.2a et 1.2b)

Chypre: les réglementations des autorités éducatives supérieures pour la CITE 2 concernent les enseignants de physique (mais pas les enseignants de biologie) et uniquement pour les «théories de l'apprentissage», l'«utilisation des TIC», la «mise en œuvre de situations d'apprentissage en classe», l'«évaluation des élèves», la «prise en considération du milieu social et culturel d'origine» et le «travail en équipe».

Malte: il n'y a pas de réglementation/recommandation officielle. La situation représentée concerne la faculté d'éducation (Université de Malte), seule en charge de la formation initiale des enseignants.

Autriche: les données concernant la CITE 2 se réfèrent à la formation dispensée dans les *Pädagogische Akademien* aux futurs enseignants des *Hauptschulen*. Il n'existe ni réglementation ni recommandation en termes qualitatifs spécifiquement liées à la formation des enseignants dans les universités où sont formés les enseignants des *Allgemeinbildende höhere Schulen*.

Slovénie, Slovaquie: les réglementations nationales sont, respectivement, les Critères d'évaluation des programmes de formation des enseignants et la Commission d'accréditation.

Norvège: au niveau de la CITE 1, les sciences sont intégrées aux sciences sociales. Depuis l'année scolaire 2005/2006, il n'y a plus de matière scientifique obligatoire au niveau de la CITE 1.

Note explicative (figures 1.2a et 1.2b)

- Les «réglementations émises par les autorités éducatives supérieures» se composent d'exigences statutaires (définies par loi, décret, ordonnance, etc.) de nature prescriptive.
- Les «recommandations émises par les autorités éducatives supérieures» sont des lignes directrices officielles, mais non statutaires, qui ont valeur de recommandation.
- Les «standards de qualification» sont définis par les autorités éducatives centrales ou supérieures comme étant l'ensemble des compétences, des connaissances pertinentes et des aptitudes de base dont doit disposer un enseignant (profil de l'enseignant) afin d'obtenir sa qualification initiale donnant accès à l'enseignement.
- Les «contextes d'apprentissage signifiants» désignent des contextes susceptibles de conférer du sens aux apprentissages des élèves.
- L'«évaluation des élèves» désigne l'évaluation destinée à mesurer l'acquisition des connaissances et des compétences, effectuée au moyen de tests et d'examens («évaluation sommative»), ou l'évaluation destinée à «revaloriser l'apprentissage en tant que partie intégrante des processus quotidiens d'enseignement et d'apprentissage» («évaluation formative»).

Outre les réglementations émises par les autorités éducatives supérieures pour la formation des enseignants, d'autres sources (non représentées ici) peuvent exercer une influence sur l'élaboration du contenu des programmes de formation des enseignants (comme par exemple, les objectifs d'acquisition de connaissances par les élèves).

Les approches collaboratives de l'enseignement, impliquant à la fois la formation interdisciplinaire (c'est-à-dire l'approche couvrant l'ensemble du programme) et les compétences associées au travail en équipe avec d'autres enseignants, sont largement couvertes tant au niveau de la CITE 1 qu'au niveau de la CITE 2. Ceci est particulièrement vrai du travail en équipe au niveau de la CITE 2, où la Slovaquie fait figure d'exception. Au niveau de la CITE 1, le travail d'équipe ne fait pas non plus partie des lignes directrices émises au niveau supérieur à Chypre et en Suède. Le travail interdisciplinaire ne se retrouve pas du tout dans les lignes directrices italiennes ou luxembourgeoises, ni dans les lignes directrices chypriotes au niveau de la CITE 2.

La sensibilisation aux différences d'attitudes et de motivation liées au sexe, ainsi que leur prise en considération en classe revêtent une importance considérable. Les recherches mettent en évidence d'importantes différences entre les garçons et les filles concernant ce qu'ils souhaitent apprendre au cours de sciences, la manière dont ils préfèrent recevoir cet enseignement et être évalués, ainsi que leur attitude vis-à-vis des sciences (voir «Recherches en didactique et formation des enseignants de sciences»). Ce sont pourtant les aspects qui sont le moins souvent cités dans les lignes directrices en matière de programmes et dans les standards de qualification relatifs aux programmes de formation des enseignants émis par les autorités éducatives supérieures. Neuf systèmes éducatifs au niveau de la CITE 1 et dix au niveau de la CITE 2 ne mentionnent pas du tout cet aspect.

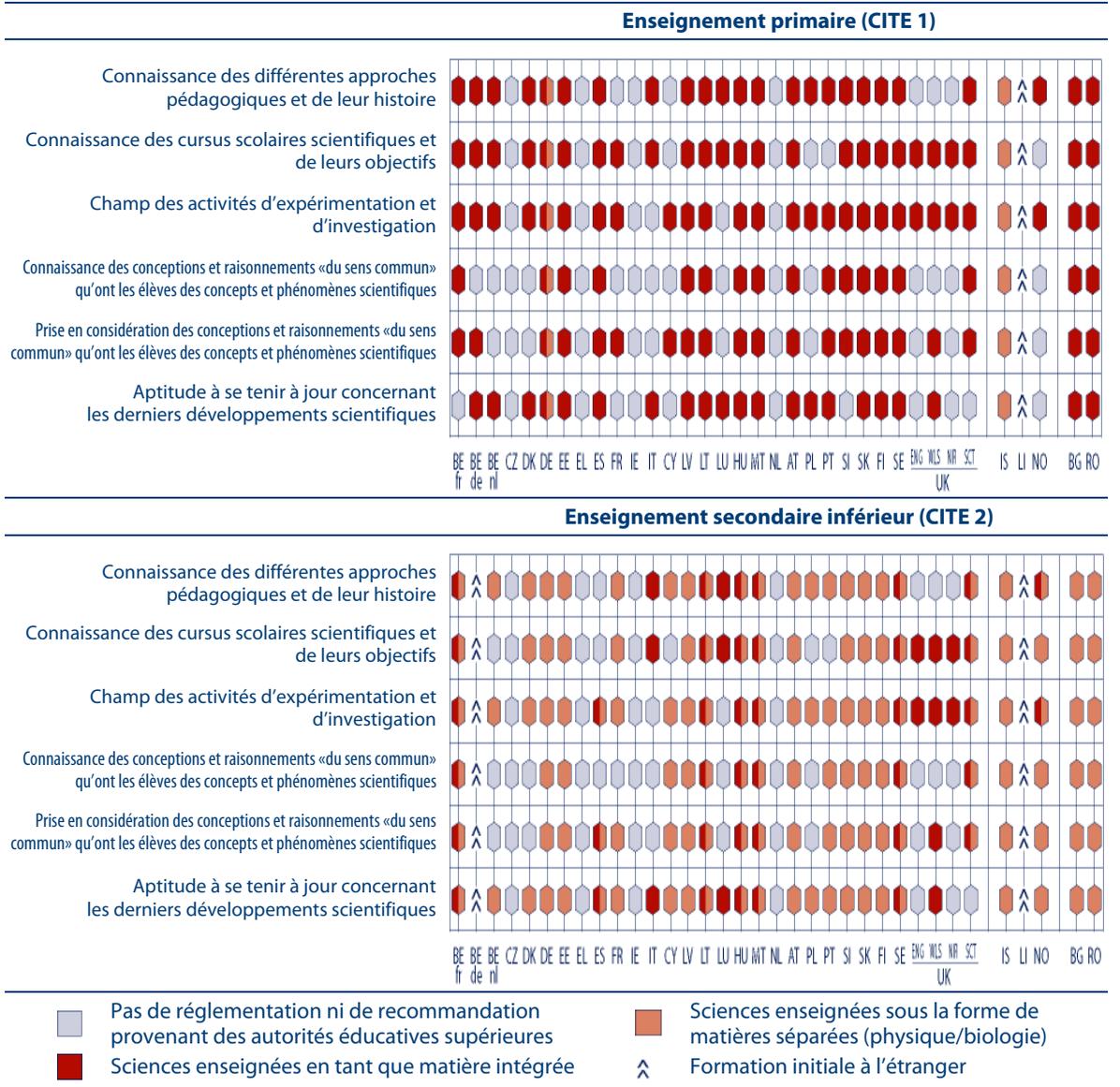
Un plus grand nombre de pays prennent en compte les différences sociales et culturelles concernant le milieu d'origine des élèves. Seuls cinq systèmes éducatifs au niveau de la CITE 1 et quatre au niveau de la CITE 2 n'évoquent pas cet aspect dans leurs documents officiels.

1.2. Connaissances et compétences pédagogiques appliquées aux sciences

Comparées aux compétences pédagogiques générales énoncées ci-dessus, les références à des compétences spécifiques à l'enseignement des sciences sont un peu moins fréquentes dans les lignes directrices des programmes/standards de qualification (figure 1.3).

Il semble y avoir très peu de différences entre les programmes de formation des enseignants des niveaux primaire et secondaire. La situation est, par conséquent, similaire à celle des connaissances et compétences pédagogiques générales traitées ci-dessus.

Figure 1.3. Réglementations sur les connaissances et compétences pédagogiques spécifiques dans la formation initiale des enseignants (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

Notes complémentaires (suite – figure 1.3)

Belgique (BE de): il n'y a pas de formation des enseignants pour la CITE 2 (études en Communauté française de Belgique ou à l'étranger).

Belgique (BE nl): les réglementations provenant des autorités éducatives supérieures au niveau de la CITE 2 ne concernent que les enseignants de biologie.

République tchèque, Grèce, Irlande, Pays-Bas: il n'y a pas de ligne directrice relative aux programmes, ni de standard de qualification provenant des autorités éducatives centrales ou supérieures dans ce domaine pour la formation des enseignants. L'offre de formation peut être influencée par des objectifs fixés dans le curriculum des élèves ou d'autres critères.

Allemagne: les données sont en partie basées sur les réglementations de chacun des 16 länder.

Italie: les réglementations provenant des autorités éducatives supérieures concernent la formation des enseignants en général et ne sont pas différentes en fonction des filières de spécialistes matières.

Chypre: les réglementations provenant des autorités éducatives supérieures pour le niveau de la CITE 2 concernent les enseignants de physique (mais pas les enseignants de biologie), et uniquement pour la «connaissance» et la «prise en considération des conceptions et raisonnements du «sens commun» qu'ont les élèves des concepts et phénomènes scientifiques», ainsi que l'«aptitude à se tenir à jour concernant les derniers développements scientifiques».

Malte: il n'y a pas de réglementation/recommandation officielle. La situation représentée concerne la faculté d'éducation (Université de Malte), seule en charge de la formation initiale des enseignants.

Autriche: les données concernant la CITE 2 se réfèrent à la formation dispensée dans les *Pädagogische Akademien* qui forment les futurs enseignants des *Hauptschulen*. Il n'existe ni réglementation ni recommandation en termes qualitatifs spécifiquement liées à la formation des enseignants dans les universités où sont formés les enseignants des *Allgemeinbildende höhere Schulen*.

Pologne: les réglementations provenant des autorités éducatives supérieures au niveau de la CITE 2 concernent les enseignants de physique (mais pas les enseignants de biologie) et le «champ des activités d'expérimentation et d'investigation».

Slovénie, Slovaquie: les réglementations nationales sont, respectivement, les Critères d'évaluation des programmes de formation des enseignants et la Commission d'accréditation.

Norvège: au niveau de la CITE 1, les sciences sont intégrées aux sciences sociales. Depuis l'année scolaire 2005/2006, il n'y a plus de matières scientifiques obligatoires au niveau de la CITE 1.

Note explicative

- Les «réglementations émises par les autorités éducatives supérieures» se composent d'exigences statutaires (définies par loi, décret, ordonnance, etc.) de nature prescriptive.
- Les «recommandations émises par les autorités éducatives supérieures» sont des lignes directrices officielles, mais non statutaires, qui ont valeur de recommandation.
- Les «standards de qualification» sont définis par les autorités éducatives centrales ou supérieures comme étant l'ensemble des compétences, des connaissances pertinentes et des aptitudes de base dont doit disposer un enseignant (profil de l'enseignant) afin d'obtenir sa qualification initiale donnant accès à l'enseignement.
- Les conceptions et raisonnements «du sens commun» qu'ont les élèves des concepts et phénomènes scientifiques désignent des formes de raisonnement spontanées/préscientifiques qui présentent des différences importantes avec les formes de raisonnement scientifique. Ces formes de raisonnement peuvent donner lieu à des explications des phénomènes, dénommées conceptions ou représentations naïves/du sens commun.
- L'«expérimentation et l'investigation scientifiques» désignent les travaux scientifiques impliquant le recours à des démarches expérimentales et intégrant différentes étapes/composantes, formulation d'un problème et d'une hypothèse/modèle scientifique, recherche d'informations, expérimentations appropriées, recueil et analyse de données et conclusions.

Outre les réglementations émises par les autorités éducatives supérieures pour la formation des enseignants, d'autres sources (non représentées ici) peuvent exercer une influence sur l'élaboration du contenu des programmes de formation des enseignants (comme, par exemple, les objectifs d'acquisition de connaissances par les élèves).

Les activités d'expérimentation et d'investigation scientifiques apparaissent très souvent dans les lignes directrices provenant des autorités éducatives supérieures et dans les standards de qualification, aux deux niveaux d'enseignement. En Norvège, c'est le seul aspect qui est mentionné dans les lignes directrices provenant des autorités éducatives supérieures (avec la connaissance des différentes approches pédagogiques). L'Italie et le Luxembourg n'évoquent ce type d'activités que pour le niveau de la CITE 1.

Un deuxième domaine très bien couvert est la connaissance des différentes approches pédagogiques (en sciences) et leur historique avec la connaissance des programmes scolaires scientifiques et leurs objectifs.

Les lignes directrices centralisées assurent que les futurs enseignants de sciences sont formés dans ce domaine dans presque tous les systèmes éducatifs.

L'enseignement des sciences à l'école doit, pour être efficace, être sensible aux conceptions et raisonnements «du sens commun» qu'ont les élèves des phénomènes scientifiques (c'est-à-dire les formes de raisonnement spontanées ou préscientifiques pouvant donner lieu à des explications des phénomènes, dénommées conceptions ou représentations naïves/du sens commun). Ceci a été démontré de façon concluante dans un large corpus de recherches qui mettent en évidence les multiples manières dont les enfants conçoivent et interprètent le monde qui les entoure (voir partie II). Cependant, la connaissance des implications de cet état de fait, ainsi que l'aptitude à tenir compte de ces conceptions et raisonnements du «sens commun» dans les cours de sciences et dans les laboratoires, sont toutefois absentes des lignes directrices provenant des autorités éducatives supérieures et des standards de qualification de treize systèmes éducatifs au niveau de la CITE 1 et de 11 systèmes éducatifs au niveau de la CITE 2.

Enfin, presque partout, former les enseignants à se tenir au courant des évolutions scientifiques est très important aux deux niveaux d'enseignement, même si en Communauté française de Belgique, en France, à Chypre, en Slovénie et au Royaume-Uni (Écosse), seuls les enseignants du niveau de la CITE 2 sont concernés par cette exigence.

1.3. Connaissances et compétences scientifiques

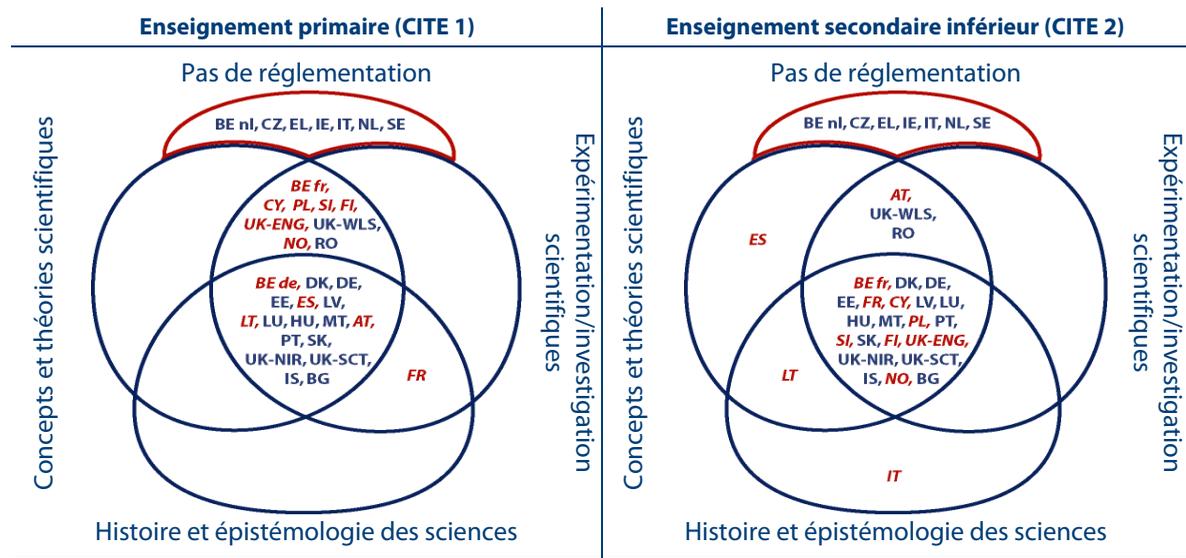
Enseigner les sciences ne signifie bien sûr pas seulement avoir les compétences pédagogiques requises, mais nécessite également une bonne connaissance de base du sujet. Dans cette section, l'accent est davantage placé sur les connaissances scientifiques que sur les compétences pédagogiques. La figure 1.4 donne un aperçu général des lignes directrices en matière de programmes et des standards de qualification provenant des autorités éducatives supérieures en ce qui concerne trois dimensions principales (concepts et théories scientifiques, histoire et épistémologie des sciences, expérimentation et investigation scientifiques). La figure 1.5 donne, pour sa part, davantage d'informations détaillées sur les types d'activités impliquant des expérimentations et des investigations scientifiques proposées dans le cadre de la formation des enseignants.

Presque tous les systèmes éducatifs incluent dans leurs lignes directrices des références à la connaissance des concepts et théories scientifiques. Les seules exceptions sont la Communauté flamande de Belgique, la France (CITE 1), l'Italie et la Suède. Ces quelques pays (sauf la France) ainsi que l'Espagne et la Lituanie (tous deux au niveau de la CITE 2) se trouvent dans le même cas de figure pour ce qui est des lignes directrices concernant les activités d'expérimentation et d'investigation scientifiques. Par conséquent, les deux premiers domaines sont couverts de manière très complète dans les lignes directrices concernant la formation des enseignants en Europe.

Cela est un peu moins vrai pour ce qui est de la connaissance de l'histoire et de l'épistémologie des sciences. Presque la moitié des systèmes éducatifs font aussi référence à cet aspect dans leurs lignes directrices émanant des autorités éducatives supérieures (notons que c'est le seul domaine couvert dans les lignes directrices italiennes (CITE 2)). Soulignons également qu'à Chypre et en Pologne, où la physique et la biologie sont enseignées séparément au niveau de la CITE 2, l'histoire et l'épistémologie des sciences sont couvertes dans la formation des enseignants de physique, mais non de biologie.

En règle générale, la situation est identique, que la formation des enseignants soit destinée au niveau de la CITE 1 ou de la CITE 2. Dans quelques cas (Communauté française de Belgique, Italie, Chypre, Pologne, Finlande, Royaume-Uni (Angleterre) et Norvège (sciences non intégrées)), l'histoire et l'épistémologie des sciences ne sont couvertes qu'au niveau de la CITE 2. En Espagne et en Autriche, toutefois, la couverture au niveau de la CITE 1 est plus complète. En Espagne, c'est parce que ces domaines ont déjà été abordés dans la composante générale de la formation des enseignants (modèle consécutif).

Figure 1.4. Réglementations sur les connaissances et compétences scientifiques dans la formation initiale des enseignants (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.



Réglementations différentes entre CITE 1 et CITE 2

Source: Eurydice.

Notes complémentaires

Belgique (BE de): il n'y a pas de formation des enseignants pour la CITE 2 (études en Communauté française de Belgique ou à l'étranger).

République tchèque, Grèce, Irlande, Pays-Bas: il n'y a pas de ligne directrice relative aux programmes, ni de standard de qualification provenant des autorités éducatives centrales ou supérieures dans ce domaine pour la formation des enseignants. L'offre de formation peut être influencée par des objectifs fixés dans le curriculum des élèves ou d'autres critères.

Allemagne: les données sont en partie basées sur les réglementations de chacun des 16 länder.

Lituanie: les connaissances et compétences en matière d'expérimentation et d'investigation scientifiques au niveau de la CITE 1 ne s'appliquent qu'à la formation non universitaire des enseignants (CITE 5B).

Malte: il n'y a pas de réglementation/recommandation officielle. La situation représentée concerne la faculté d'éducation (Université de Malte), seule en charge de la formation initiale des enseignants.

Autriche: les données concernant la CITE 2 se réfèrent à la formation dispensée dans les *Pädagogische Akademien* aux futurs enseignants des *Hauptschulen*. Il n'existe ni réglementation ni recommandation spécifiquement liées à la formation des enseignants dans les universités où sont formés les enseignants des *Allgemeinbildende höhere Schulen*.

Slovaquie: les réglementations nationales sont, respectivement, les Critères d'évaluation des programmes de formation des enseignants et la Commission d'accréditation.

Liechtenstein: la formation des enseignants se fait à l'étranger.

Norvège: au niveau de la CITE 1, les sciences sont intégrées aux sciences sociales. Depuis l'année scolaire 2005/2006, il n'y a plus de matières scientifiques obligatoires au niveau de la CITE 1.

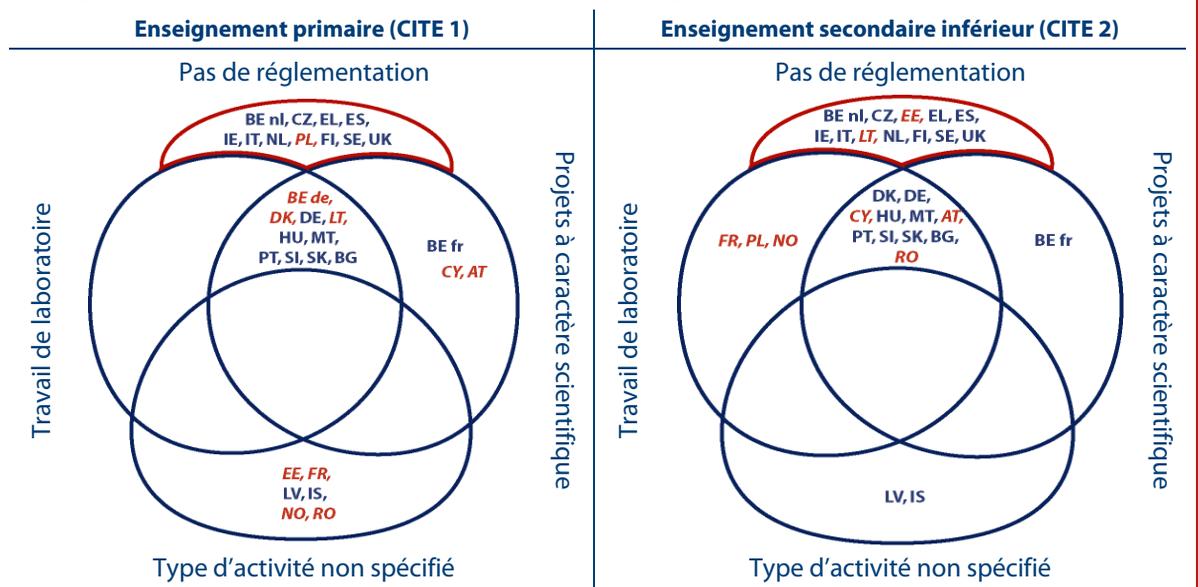
Note explicative

- Les «réglementations émises par les autorités éducatives supérieures» se composent d'exigences statutaires (définies par loi, décret, ordonnance, etc.) de nature prescriptive.
- Les «recommandations émises par les autorités éducatives supérieures» sont des lignes directrices officielles, mais non statutaires, qui ont valeur de recommandation.
- Les «standards de qualification» sont définis par les autorités éducatives centrales ou supérieures comme étant l'ensemble des compétences, des connaissances pertinentes et des aptitudes de base dont doit disposer un enseignant (profil de l'enseignant) afin d'obtenir sa qualification initiale donnant accès à l'enseignement.
- L'«expérimentation et l'investigation scientifiques» désignent les travaux scientifiques impliquant le recours à des démarches expérimentales et intégrant différentes étapes/composantes, formulation d'un problème et d'une hypothèse/modèle scientifique, recherche d'informations, expérimentations appropriées, recueil et analyse de données et conclusions.

Outre les réglementations émises par les autorités éducatives supérieures pour la formation des enseignants, d'autres sources (non représentées ici) peuvent exercer une influence sur l'élaboration du contenu des programmes de formation des enseignants (comme, par exemple, les objectifs d'acquisition de connaissances par les élèves).

La question de savoir si la formation initiale des enseignants transmet aux enseignants tant spécialistes que généralistes des compétences en matière d'expérimentation et d'investigation scientifiques a été explorée plus avant, afin d'examiner les types d'activités scientifiques qu'entreprennent les enseignants en cours de formation (figure 1.5).

Figure 1.5. Réglementations sur le développement des compétences en matière d'expérimentation et d'investigation scientifiques dans la formation initiale des enseignants (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.



Réglementations différentes entre CITE 1 et CITE 2

Source: Eurydice.

Notes complémentaires

Belgique (BE de): il n'y a pas de formation des enseignants pour la CITE 2 (études en Communauté française de Belgique ou à l'étranger).

République tchèque, Grèce, Irlande, Pays-Bas: il n'y a pas de ligne directrice relative aux programmes émanant des autorités éducatives supérieures, ni de standard de qualification dans ce domaine pour la formation des enseignants. L'offre de formation peut être influencée par des objectifs fixés dans le curriculum des élèves ou d'autres critères.

Allemagne: les données sont en partie basées sur les réglementations de chacun des 16 länder.

Lituanie: les données se réfèrent uniquement à la formation non universitaire des enseignants (CITE 5B).

Luxembourg: données non disponibles.

Malte: il n'y a pas de réglementation/recommandation officielle. La situation représentée concerne la faculté d'éducation (Université de Malte), seule en charge de la formation initiale des enseignants.

Autriche: les données concernant la CITE 2 se réfèrent à la formation dispensée dans les *Pädagogische Akademien* aux futurs enseignants des *Hauptschulen*. Il n'existe ni réglementation ni recommandation en termes qualitatifs spécifiquement liées à la formation des enseignants dans les universités où sont formés les enseignants des *Allgemeinbildende höhere Schulen*.

Slovénie, Slovaquie: les réglementations nationales sont, respectivement, les Critères d'évaluation des programmes de formation des enseignants et la Commission d'accréditation.

Royaume-Uni (ENG/WLS/NIR): les prestataires de formation initiale des enseignants doivent garantir que les enseignants connaissent et comprennent le programme scolaire statutaire, y compris ses exigences scientifiques en matière d'expérimentation ou de recherche.

Liechtenstein: la formation des enseignants se fait à l'étranger.

Norvège: au niveau de la CITE 1, les sciences sont intégrées aux sciences sociales. Depuis l'année scolaire 2005/2006, il n'y a plus de matière scientifique obligatoire au niveau de la CITE 1.

Note explicative (figure 1.5)

- Les «réglementations émises par les autorités éducatives supérieures» se composent d'exigences statutaires (définies par loi, décret, ordonnance, etc.) de nature prescriptive.
- Les «recommandations émises par les autorités éducatives supérieures» sont des lignes directrices officielles, mais non statutaires, qui ont valeur de recommandation.
- Le travail en laboratoire: travail mené dans un laboratoire ou ailleurs, faisant partie de l'enseignement scientifique. Il peut s'agir d'un travail de routine (par exemple, effectuer des observations simples ou des mesures) et/ou mettre en œuvre certaines composantes d'une démarche scientifique.
- Travaux relatifs à des projets scientifiques: travaux comportant un travail expérimental ou documentaire en laboratoire ou ailleurs, et ayant toujours un caractère de recherche.

Outre les réglementations émises par les autorités éducatives supérieures pour la formation des enseignants, d'autres sources (non représentées ici) peuvent exercer une influence sur l'élaboration du contenu des programmes de formation des enseignants (comme par exemple, les objectifs d'acquisition de connaissances par les élèves).

Les travaux relatifs à des projets scientifiques constituent un élément fréquemment présent dans la formation des enseignants de sciences. Dans presque la moitié des systèmes éducatifs, les lignes directrices en matière de programmes ou les standards de qualification émanant des autorités éducatives supérieures prévoient dans la formation des enseignants du niveau primaire des projets à caractère scientifique. Un deuxième type d'activités de nature scientifique parfois inclus dans la formation de ces enseignants est le travail en laboratoire, même si cette activité est un peu moins courante (10 systèmes éducatifs incluent ce type d'activités à côté des projets scientifiques). Six autres systèmes éducatifs mentionnent l'exigence de participer à des activités d'expérimentation et d'investigation scientifiques, sans toutefois spécifier quelle est l'activité exigée. Cela signifie que, selon les lignes directrices en matière de programmes ou les standards de qualification émanant des autorités éducatives supérieures, certains futurs enseignants de sciences du niveau de la CITE 1 ne sont pas tenus d'entreprendre de formation pratique pour les aptitudes d'expérimentation et d'investigation scientifiques (environ la moitié des systèmes éducatifs ne mentionnent pas ce type de formation dans les lignes directrices ou dans les standards de qualification émanant des autorités éducatives supérieures). Ce constat reflète probablement le fait que de nombreux enseignants du primaire sont des généralistes. Ils sont formés pour enseigner toutes ou presque toutes les matières figurant au programme d'études et ne possèdent pas nécessairement de spécialisation en sciences.

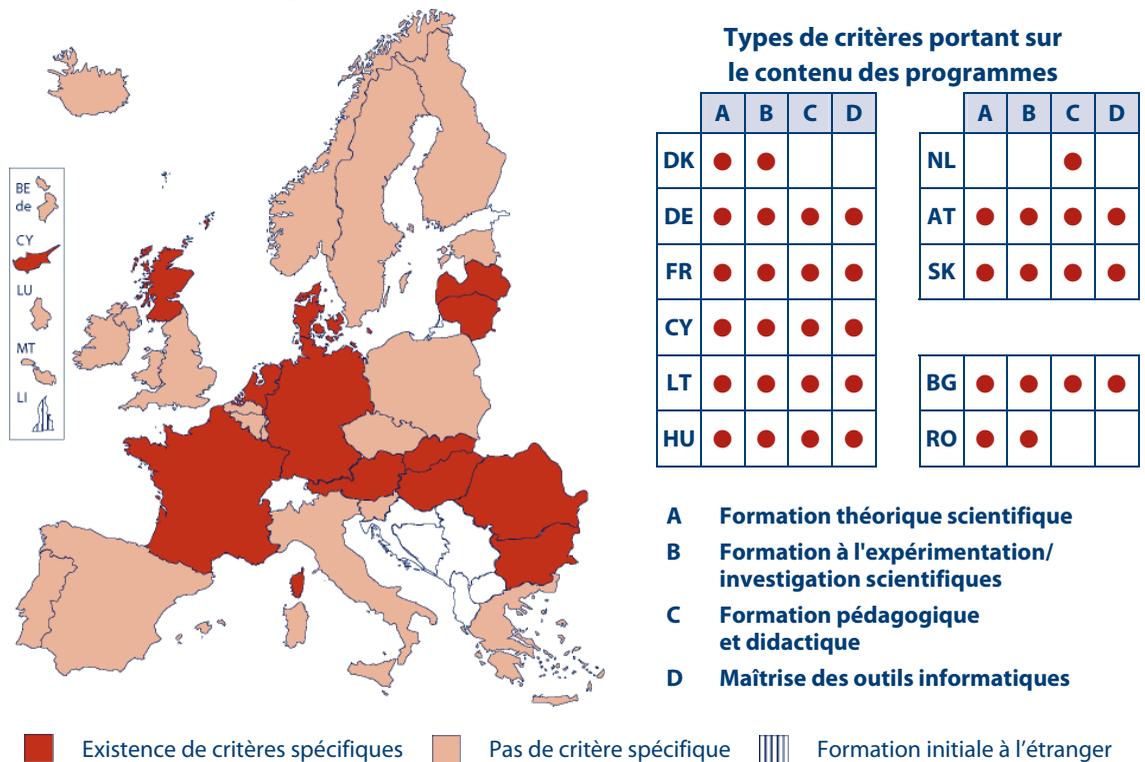
Au niveau secondaire, de nombreux enseignants de sciences sont des spécialistes, ce qui apparaît d'ailleurs de façon manifeste dans les exigences fixées par les autorités supérieures quant aux activités d'expérimentation et d'investigation scientifiques. Le travail en laboratoire est exigé dans 15 systèmes éducatifs. À Chypre et en Pologne, les futurs enseignants de physique doivent effectuer soit des travaux de laboratoire, soit un stage en laboratoire de recherche. Cette dernière activité est également optionnelle en Bulgarie et en Roumanie. Des projets scientifiques sont requis dans 13 systèmes éducatifs, tandis que quelques pays ne spécifient pas le type d'activité exigée.

Les informations présentées dans ces trois sections montrent que les réglementations, recommandations ou standards de qualification définis par les autorités éducatives supérieures sont riches d'informations sur les éléments qui devraient être inclus dans la formation des enseignants de sciences, non seulement en termes de compétences pédagogiques générales, mais aussi de connaissances plus spécifiques aux sciences en tant que discipline. Ce constat est valable pour les deux niveaux d'enseignements (davantage au niveau de la CITE 2 qu'au niveau de la CITE 1) et pour les trois matières scientifiques – sciences en tant que matière intégrée, physique et biologie – couvertes par la collecte de données. Les lignes directrices en matière de programmes ou les standards de qualification provenant des autorités supérieures sont, par conséquent, caractérisées par une large uniformité de traitement. Cette constatation n'est peut-être pas étonnante si l'on part du principe que ces lignes directrices fixent un cadre général pour la formation des enseignants, qui est ensuite complété et auquel il est donné forme dans le cadre des programmes élaborés par chaque établissement de formation des enseignants.

1.4. Critères spécifiques d'accréditation

Dans de nombreux pays européens, les établissements d'enseignement supérieur disposent d'une assez large autonomie de gestion, voire d'une autonomie complète dans certains cas. L'accréditation constitue un des moyens dont se sont dotées les autorités éducatives centrales ou supérieures pour assurer le respect de certains standards de qualité des formations dans l'enseignement supérieur. L'accréditation est en effet un processus par lequel les autorités législatives et professionnelles jugent si un établissement ou un programme atteint les standards de qualité prédéterminés l'autorisant à offrir une formation et délivrer les diplômes qui y correspondent.

Figure 1.6. Critères d'accréditation spécifiques pour les programmes de formation initiale destinés aux enseignants de sciences (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

Notes complémentaires

Belgique (BE de): il n'y a pas de formation des enseignants pour la CITE 2 (études en Communauté française de Belgique ou à l'étranger).

Lituanie: l'information concerne uniquement les programmes offerts par les établissements d'enseignement supérieur non universitaire. Il n'existe pas de critère d'accréditation spécifique pour les programmes universitaires de formation initiale des enseignants.

Autriche: les critères A, B, C et D concernent uniquement les programmes de formation dans les *Pädagogische Akademien*.

Roumanie: l'information concerne uniquement la formation des enseignants dispensée à la CITE 5. Pour la formation au niveau de la CITE 3 (*Liceu pedagogic*), les critères se réfèrent au contenu des programmes de formation, qui doivent respecter les normes nationales, et à la qualité de l'enseignement dispensé. Ils portent aussi sur l'évaluation des élèves.

Note explicative

Accréditation: processus par lequel les autorités législatives et professionnelles jugent si un établissement ou un programme atteint les standards de qualité prédéterminés l'autorisant à offrir une formation (d'enseignant) et délivrer les diplômes qui y correspondent.

Le but de cette section n'est pas de traiter des critères d'accréditation en général, mais d'examiner s'il existe des critères spécifiques à la formation initiale des enseignants qualifiés pour enseigner les sciences aux niveaux primaire et secondaire inférieur.

Treize systèmes éducatifs européens disposent de critères d'accréditation spécifiques pour les programmes de formation initiale (y compris la phase finale qualifiante en emploi) des futurs enseignants de sciences. Ces critères peuvent porter sur différents aspects: le contenu des programmes, l'encadrement des étudiants ou encore des questions plus spécifiquement organisationnelles.

Dans tous les pays, sauf en Lettonie et au Royaume-Uni (Écosse), les critères portent sur le contenu des programmes de formation. En France, par exemple, les *Instituts Universitaires de Formation des Maîtres* (IUFM) sont tenus de respecter un cahier des charges qui couvre les trois éléments de la formation (stages, enseignement, travail personnel).

Les critères d'accréditation relatifs au contenu des programmes portent sur des aspects fondamentaux de la formation initiale des enseignants de sciences, c'est-à-dire la formation scientifique théorique, la formation à l'expérimentation/l'investigation scientifiques, la formation pédagogique et didactique et, dans une moindre mesure, la maîtrise des outils informatiques.

CHAPITRE 2

FORMATEURS D'ENSEIGNANTS DE SCIENCES

Introduction

La composante professionnelle de la formation initiale des enseignants vise à leur apporter les savoirs et les compétences théoriques et pratiques de leur profession. Elle comporte non seulement des cours de méthodologie et de psychologie assurés par des formateurs, mais aussi des mises en situation d'enseignement en classe. Celles-ci sont supervisées par l'enseignant chargé de la classe concernée et évaluées périodiquement par les formateurs de l'établissement de formation.

Ce chapitre examine les réglementations/recommandations particulières émises par les autorités éducatives centrales ou supérieures, concernant les qualifications et l'expérience professionnelle des personnes responsables de la composante professionnelle de la formation initiale des enseignants qualifiés pour enseigner les sciences.

La première section porte sur les formateurs qui travaillent dans les établissements de formation initiale des enseignants qualifiés pour enseigner les sciences, et qui dispensent les cours théoriques de la formation professionnelle. La deuxième se centre sur les personnes qui, au sein des établissements scolaires, sont responsables de la guidance/supervision des futurs enseignants dans le cadre de leur formation pratique organisée sous la forme de stages durant la formation initiale et/ou d'une phase finale qualifiante en emploi.

Dans presque tous les pays, les futurs enseignants de sciences doivent effectuer un stage pratique dans un établissement scolaire durant leur formation initiale et/ou la phase finale qualifiante en emploi. En Grèce, où les établissements de formation d'enseignants ont une complète autonomie en la matière, ce stage n'est pas obligatoire.

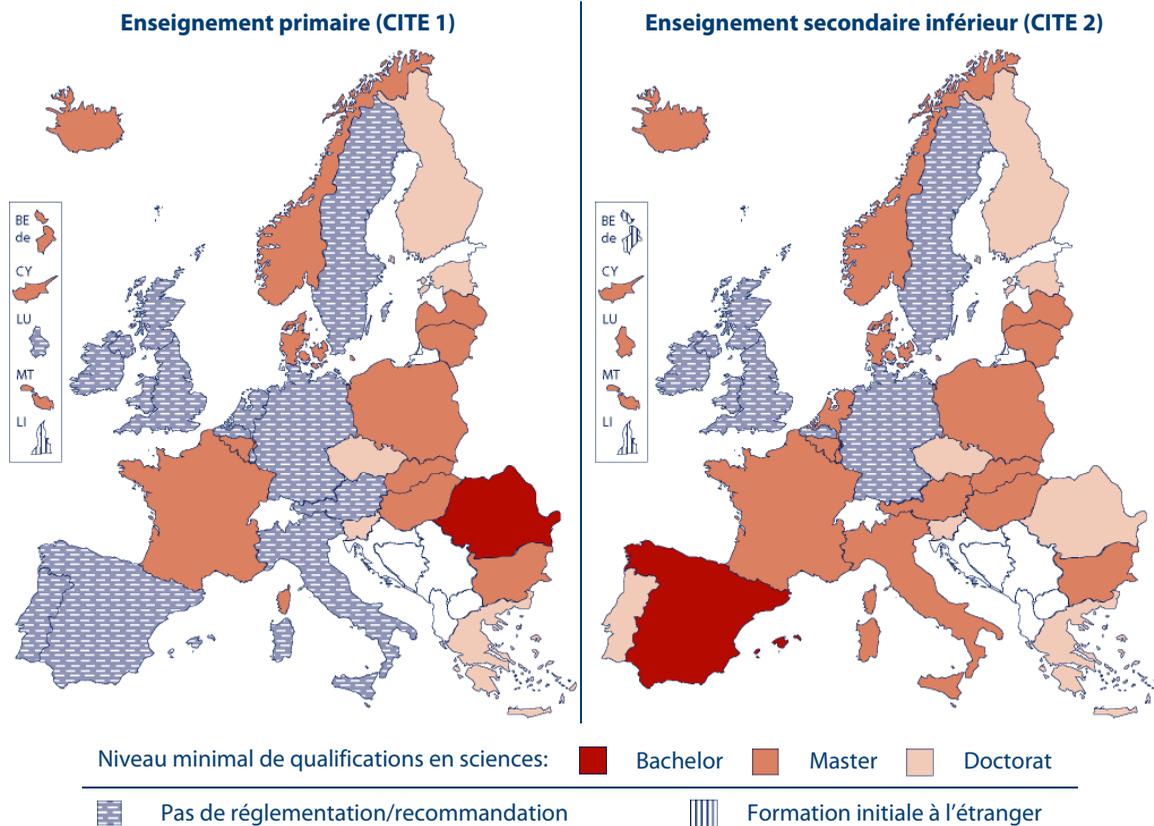
2.1. Formateurs responsables au sein des établissements proposant la formation initiale

Niveaux de qualifications en sciences

Dans une vingtaine de systèmes éducatifs, les réglementations/recommandations précisent le niveau du diplôme d'enseignement supérieur en sciences que les formateurs responsables de la composante professionnelle de la formation des enseignants de sciences doivent détenir. Un diplôme de niveau «master» est le plus souvent exigé. Toutefois, un diplôme en sciences de type «bachelor» est requis en Espagne (CITE 2) et en Roumanie (CITE 1), alors qu'en Estonie, en Grèce, au Portugal, en Roumanie (CITE 2), en République tchèque, en Slovénie et en Finlande, les formateurs doivent posséder un doctorat dans une matière scientifique.

En Espagne, en Italie, au Luxembourg, aux Pays-Bas, en Autriche et au Portugal, il n'y a aucune réglementation relative aux qualifications en sciences pour les formateurs de la composante professionnelle des enseignants de sciences du niveau primaire alors que des dispositions existent en la matière pour ceux du niveau secondaire inférieur. L'Espagne exige un diplôme de niveau «bachelor», l'Italie, le Luxembourg, les Pays-Bas et l'Autriche un «master», et le Portugal un doctorat.

Figure 2.1. Niveau minimal requis de qualifications en sciences des formateurs responsables de la formation professionnelle initiale des enseignants de sciences (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

Notes complémentaires

Belgique (BE de): la formation initiale des enseignants du secondaire est dispensée en dehors de la Communauté germanophone. La plupart des enseignants suivent leur formation en Communauté française de Belgique.

Lettonie: la loi autorise une personne ayant un diplôme de niveau «bachelor», et qui possède suffisamment d'expérience dans le domaine scientifique ou comme enseignant de sciences, à occuper un poste de formateur responsable de la formation professionnelle initiale des enseignants de sciences.

Malte: il n'y a pas de réglementation/recommandation officielle. La situation représentée concerne la faculté d'éducation (Université de Malte), seule en charge de la formation initiale des enseignants. L'université oblige tous les enseignants à faire un doctorat lorsqu'ils n'en possèdent pas un.

Portugal: dans les instituts polytechniques, il n'y pas de réglementation/recommandation concernant le niveau minimal requis de qualification en sciences pour les formateurs (CITE 1). Dans les universités, un doctorat est requis.

Roumanie: pour la CITE 1, les informations concernent uniquement le personnel travaillant dans les établissements de formation de niveau secondaire supérieur (CITE 3). Pour la CITE 2, elles concernent le personnel enseignant des collèges pédagogiques (CITE 5B) ainsi que ceux des établissements d'enseignement supérieur de niveau de la CITE 5A.

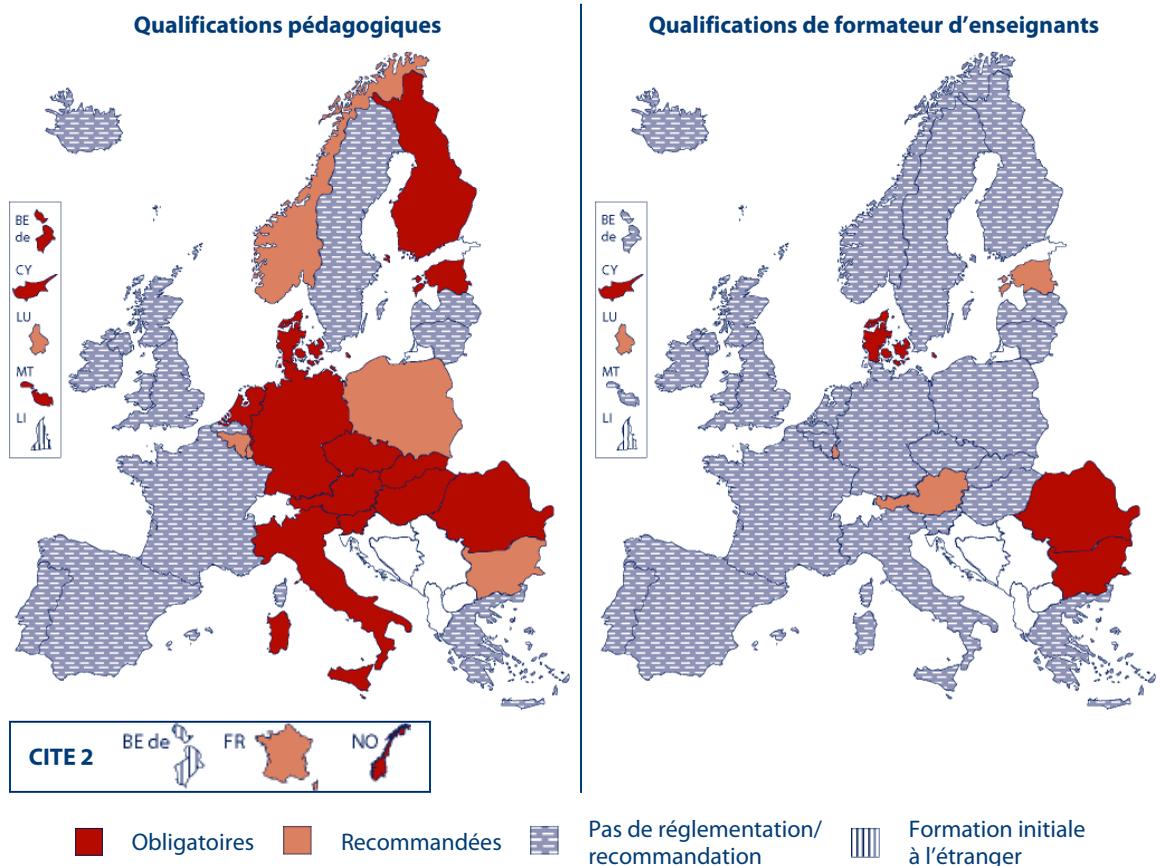
Note explicative

Qualification: diplôme/certificat délivré par un établissement de formation et/ou par les autorités éducatives centrales ou supérieures, reconnaissant officiellement les compétences et les connaissances de son titulaire.

Qualifications de type pédagogique

Les qualifications pédagogiques font aussi l’objet de réglementations ou de recommandations dans la majorité des pays. Les formateurs de la composante professionnelle responsables de la formation des enseignants qualifiés pour enseigner les sciences au niveau primaire ont l’obligation de posséder de telles qualifications dans 14 systèmes éducatifs. Elles sont recommandées dans cinq autres.

Figure 2.2. Qualifications pédagogiques et de formateur d’enseignants des responsables de la formation professionnelle initiale des enseignants de sciences (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

Notes complémentaires

Belgique (BE de): la formation initiale des enseignants du secondaire est dispensée en dehors de la Communauté germanophone. La plupart des enseignants suivent leur formation en Communauté française de Belgique.

Lettonie: les formateurs doivent suivre des formations continues au cours desquelles ils développent leurs connaissances en psychologie, pédagogie et en sciences de l’éducation en général. Ces formations leur offrent également la possibilité d’accroître leurs compétences dans un domaine de leur choix de la recherche scientifique.

Malte: il n’y a pas de réglementation/recommandation officielle. La situation représentée concerne la faculté d’éducation (Université de Malte), seule en charge de la formation initiale des enseignants.

Autriche: pour la CITE 2, la situation représentée concerne les recommandations relatives aux qualifications des formateurs des enseignants des *Hauptschulen*. Il n’existe pas de recommandation concernant les qualifications pédagogiques des formateurs de la composante professionnelle de la formation initiale des enseignants des *allgemein bildende höhere Schulen*.

Roumanie: pour la CITE 1, les informations concernent uniquement le personnel travaillant dans les établissements de formation de niveau secondaire supérieur (CITE 3). Pour la CITE 2, elles concernent le personnel enseignant des collèges pédagogiques (CITE 5B) ainsi que ceux des établissements d’enseignement supérieur de niveau CITE 5A.

Note explicative (figure 2.2)

Qualifications pédagogiques: diplôme/certificat en matière d'éducation et d'enseignement. Il est délivré par un établissement de formation et/ou par les autorités éducatives centrales ou supérieures, reconnaissant officiellement les compétences et les connaissances de son titulaire.

Qualifications de formateur d'enseignants: diplôme/certificat reconnaissant à son titulaire les compétences et les connaissances nécessaires pour former des enseignants. Il est délivré par un établissement de formation et/ou par les autorités éducatives centrales ou supérieures en matière d'éducation, reconnaissant officiellement les compétences et les connaissances de son titulaire.

Contrairement à ce que l'on observe pour les qualifications scientifiques et pédagogiques, une minorité de pays seulement dispose de réglementations concernant les qualifications spécifiques de formateur d'enseignants. Celles-ci sont obligatoires uniquement dans deux pays d'Europe centrale (Bulgarie et Roumanie) ainsi qu'au Danemark et à Chypre pour les formateurs d'enseignants des niveaux primaire et secondaire inférieur. Trois autres pays recommandent que les formateurs possèdent de telles qualifications.

En Communauté germanophone de Belgique, un décret de juin 2005 permet aux enseignants du primaire ayant au moins 10 années d'expérience de devenir eux-mêmes des formateurs au sein d'un établissement d'enseignement supérieur non universitaire, dans le secteur des sciences de l'éducation, où sont formés les enseignants du primaire. Ce décret permet donc à ceux qui ne possèdent pas de diplôme universitaire d'obtenir un poste au sein d'un établissement d'enseignement supérieur. En Communauté française, la possibilité d'enseigner au sein d'un établissement supérieur non universitaire est également offerte, sous certaines conditions, aux enseignants des niveaux primaire et secondaire. En République tchèque, depuis janvier 2005, les formateurs doivent être titulaires d'un doctorat en sciences de l'éducation.

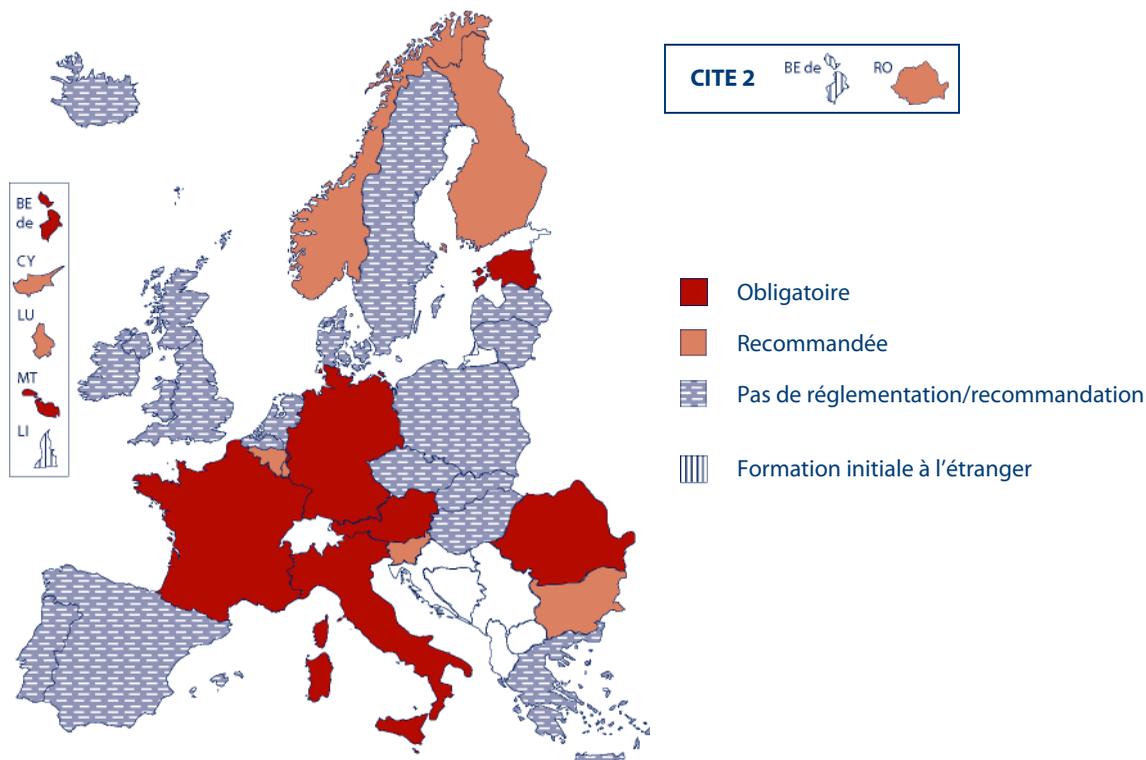
En République tchèque, en Estonie et en Lituanie, les réglementations existantes visent également les programmes de formation. Ainsi, dans ces pays, les réglementations précisent le pourcentage de cours (République tchèque et Estonie) ou le nombre de matières (Lituanie) devant être assuré par des professeurs porteurs d'un doctorat et/ou actifs dans la recherche.

Dans les pays où les établissements d'enseignement supérieur jouissent d'une certaine autonomie et où il existe relativement peu de réglementations relatives aux qualifications spécifiques des formateurs d'enseignants, les autorités éducatives centrales ou supérieures peuvent émettre d'autres types de recommandations pour assurer la qualité de l'enseignement dispensé. En Suède par exemple, une loi mentionne la nécessité de disposer de formateurs expérimentés et hautement qualifiés. Au Royaume-Uni (Angleterre), la nécessité d'avoir un nombre suffisant de personnel qualifié constitue un des critères d'accréditation que doivent respecter les organisateurs de formation d'enseignants.

Expérience professionnelle

Une quinzaine de pays dispose de réglementations exigeant des formateurs ou leur recommandant d’avoir une expérience professionnelle en tant qu’enseignant. On observe peu de différences en ce domaine entre les formateurs d’enseignants des niveaux primaire et secondaire inférieur.

Figure 2.3. Expérience exigée en tant qu’enseignant des formateurs responsables de la formation professionnelle initiale des enseignants de sciences (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

Notes complémentaires

Belgique (BE de) : la formation initiale des enseignants du secondaire est dispensée en dehors de la Communauté germanophone. La plupart des enseignants suivent leur formation en Communauté française de Belgique.

Lettonie : une expérience en tant qu’enseignant ou plus largement dans le domaine scientifique est requise pour les formateurs qui possèdent un diplôme de niveau «bachelor» uniquement.

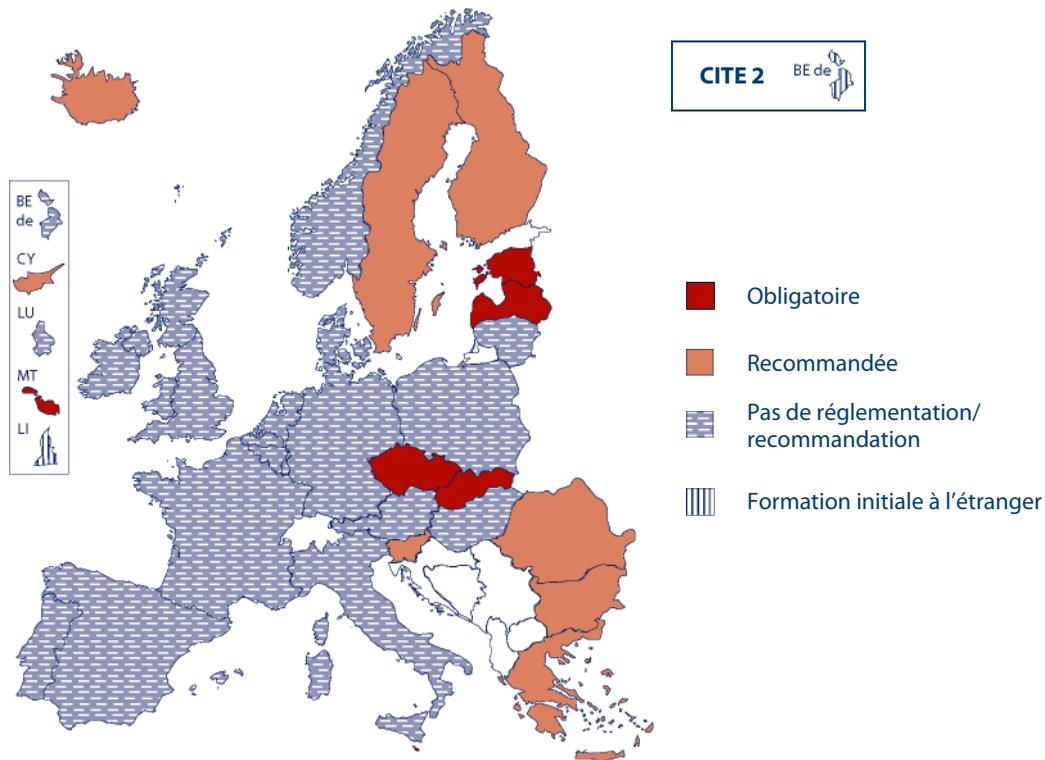
Malte : il n’y a pas de réglementation/recommandation officielle. La situation représentée concerne la faculté d’éducation de l’université de Malte, seule en charge de la formation initiale des enseignants.

Autriche : il n’existe pas de recommandation concernant l’expérience professionnelle en tant qu’enseignant des formateurs de la composante professionnelle de la formation initiale des enseignants des *allgemein bildende höhere Schulen*. Pour la CITE 2, la situation représentée concerne les recommandations relatives aux formateurs des *Hauptschulen*.

Roumanie : pour la CITE 1, les informations concernent uniquement le personnel travaillant dans les établissements de formation de niveau secondaire supérieur (CITE 3). Pour la CITE 2, elles concernent le personnel enseignant des collèges pédagogiques (CITE 5B) ainsi que ceux des établissements d’enseignement supérieur de niveau CITE 5A.

Moins de la moitié des pays dispose de réglementations concernant la nécessité de posséder une expérience dans la recherche en éducation. Elle est imposée dans quatre pays d’Europe centrale (République tchèque, Estonie, Lettonie et Slovaquie) et à Malte. Dans quelques pays comme en Pologne et en Norvège, il est par ailleurs recommandé que les formateurs disposent d’une certaine expérience dans la rédaction de manuels de sciences.

Figure 2.4. Expérience dans la recherche en éducation des formateurs responsables de la formation professionnelle initiale des enseignants de sciences (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

Notes complémentaires

Belgique (BE de): la formation initiale des enseignants du secondaire est dispensée en dehors de la Communauté germanophone. La plupart des enseignants suivent leur formation en Communauté française de Belgique.

Hongrie: la nouvelle loi sur l'enseignement supérieur, en application depuis le 1^{er} mars 2006, rend cette expérience obligatoire.

Malte: il n'y a pas de réglementation/recommandation officielle. La situation représentée concerne la faculté d'éducation de l'université de Malte, seule en charge de la formation initiale des enseignants.

Roumanie: pour la CITE 1, les informations concernent uniquement le personnel travaillant dans les collèges pédagogiques (CITE 5B). Il n'y a pas de réglementation/recommandation pour ceux qui travaillent dans les établissements de formation de niveau secondaire supérieur (CITE 3) et qui forment une partie des enseignants de la CITE 1. Pour la CITE 2, elles concernent le personnel enseignants des collèges pédagogiques (CITE 5B) ainsi que ceux des établissements d'enseignement supérieur de niveau CITE 5A.

Note explicative

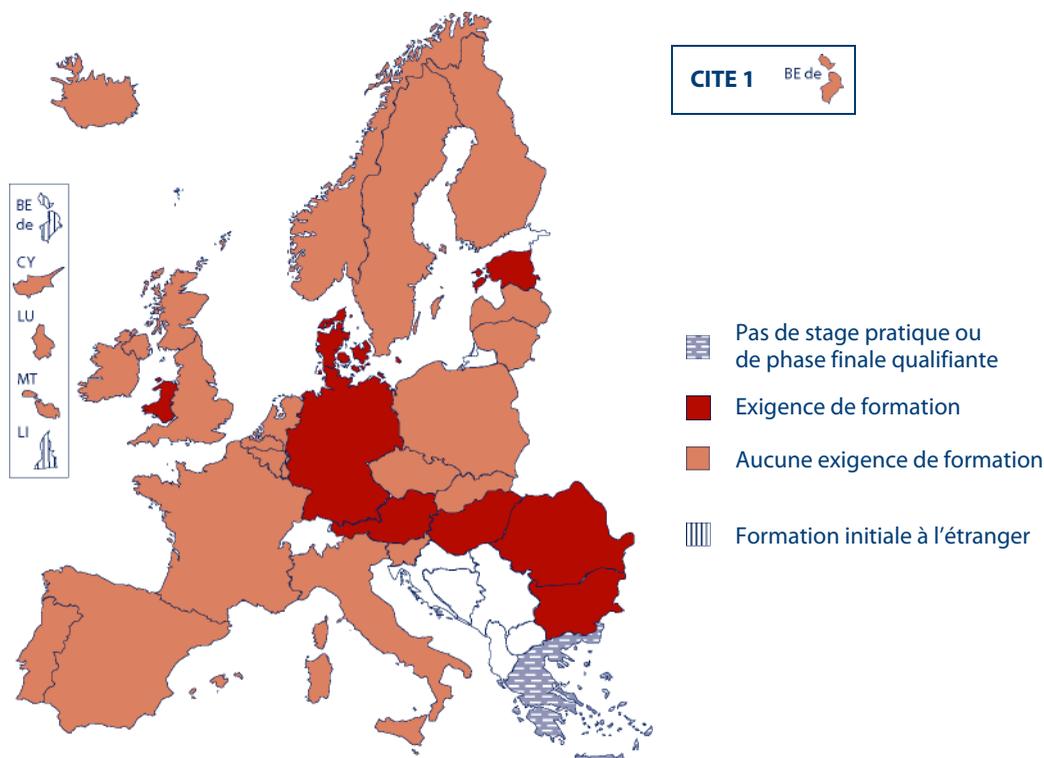
L'expérience en question peut avoir été acquise avant l'obtention du poste de formateur ou peut s'acquérir lorsque les formateurs sont déjà en fonction.

Plus généralement, le profil et les compétences des enseignants d'université font actuellement l'objet de débats en Estonie. En effet, les établissements d'enseignement supérieur sont en train de développer un profil d'enseignant intégrant l'ensemble des compétences que devrait posséder le personnel académique, y compris les personnes en charge de la composante professionnelle de la formation initiale des enseignants. En France, la loi de 2005 pour l'avenir de l'école précise qu'une charte des formateurs sera élaborée. En outre, d'ici à 2010, le Comité national d'évaluation des établissements publics à caractère scientifique, culturel et professionnel doit procéder à une évaluation des modalités et des résultats de l'intégration des *Instituts Universitaires de Formation des Maîtres* (IUFM) au sein des universités. Cette évaluation devrait avoir des répercussions sur le profil des personnes chargées d'assurer la formation dispensée en IUFM.

2.2. Formateurs responsables au sein des établissements scolaires

Cette section se centre sur les personnes qui, au sein de l’établissement scolaire, encadrent les étudiants durant leur stage pratique et/ou la phase finale qualifiante en emploi. Elle poursuit deux objectifs: d’une part, identifier ces personnes et, d’autre part, indiquer si, selon les réglementations/recommandations en vigueur, elles doivent avoir suivi une formation particulière pour assurer cette responsabilité d’encadrement.

Figure 2.5. Exigence de formation pour le personnel d’encadrement dans les établissements scolaires organisant les stages pratiques des futurs enseignants de sciences (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

Notes complémentaires

Belgique (BE de) : la formation initiale des enseignants du secondaire est dispensée en dehors de la Communauté germanophone. La plupart des enseignants suivent leur formation en Communauté française de Belgique.

Espagne : la situation varie selon les Communautés autonomes. Dans quelques-unes, une formation est recommandée ou obligatoire et dans la majorité d’entre elles, il n’existe aucune réglementation à ce sujet.

Autriche : les exigences de formation concernant le personnel d’encadrement sont régulées au niveau des länder. Ils doivent toutefois tous suivre une formation.

Royaume-Uni (WLS) : la carte représente la situation dans le cadre de la phase finale qualifiante en emploi (*induction year*). Dans le cadre du stage pratique, il n’y a pas de réglementation en la matière.

Note explicative

La phase finale qualifiante en emploi (ou *induction year*), qui existe dans certains pays seulement, est une période de transition obligatoire entre la formation initiale des enseignants et la vie professionnelle. Elle est traitée ici comme l’étape finale de la formation initiale des enseignants. Cette phase de transition inclut un volet important de soutien, de supervision et d’évaluation formelle accréditant la compétence professionnelle de l’enseignant. Au cours de cette période, les enseignants ne sont pas encore pleinement qualifiés, et sont habituellement considérés comme des «candidats» ou des «stagiaires». Ils passent une partie importante de leur temps dans un environnement de travail réel (dans un établissement scolaire), dans lequel ils exécutent en tout ou en partie les tâches qui incombent aux enseignants pleinement qualifiés. Ils sont rémunérés pour leur activité.

Dans tous les pays, sauf à Malte, le travail des étudiants, durant leur stage pratique et/ou la phase finale qualifiante en emploi, est suivi par des membres du personnel de l'établissement scolaire. À Malte, cet encadrement est assuré par des membres de l'établissement d'enseignement supérieur où l'étudiant poursuit sa formation. Celui-ci reçoit toutefois un soutien informel des établissements scolaires durant son stage.

Dans la majorité des pays, ce sont les enseignants qui prennent en charge cette activité. Dans quelques pays toutefois, il s'agit soit du chef du département des sciences (Communauté flamande de Belgique), soit du chef d'établissement lui-même (République tchèque et Slovaquie) qui assume cette tâche.

Dans deux autres pays, la situation varie en fonction du contexte et de la phase de formation. En Allemagne, cette responsabilité est ainsi assumée par le chef d'établissement seul dans le cadre des stages pratiques et est partagée entre le chef d'établissement, le chef de département et un enseignant lors de la phase finale qualifiante en emploi. En Autriche, elle incombe aux enseignants durant les stages pratiques tandis que durant la phase finale qualifiante, l'évaluation finale du futur enseignant des *allgemein bildende höhere Schulen* est faite conjointement par l'enseignant en charge de l'étudiant et le chef d'établissement.

Une minorité de pays, situés pour la plupart en Europe centrale, impose ou recommande aux personnes responsables de cet encadrement de suivre une formation particulière. En Estonie, par exemple, le personnel encadrant les futurs enseignants dans le cadre de la phase finale qualifiante doit avoir au moins cinq années d'expérience et avoir complété un programme d'études à l'université, spécifique pour ce type de tâche et de fonction. En Roumanie, ces personnes doivent suivre une formation continue spécialisée dans l'accompagnement des étudiants en stage.

Dans plusieurs pays, les décisions concernant cette question sont prises à des niveaux de pouvoir plus décentralisés. Ainsi, en Espagne, la situation varie selon les Communautés autonomes: dans quelques-unes, une formation est recommandée ou obligatoire, mais dans la majorité d'entre elles, il n'existe aucune réglementation à ce sujet. En Suède, les chefs d'établissement décident eux-mêmes d'allouer des ressources pour la formation du personnel d'encadrement.

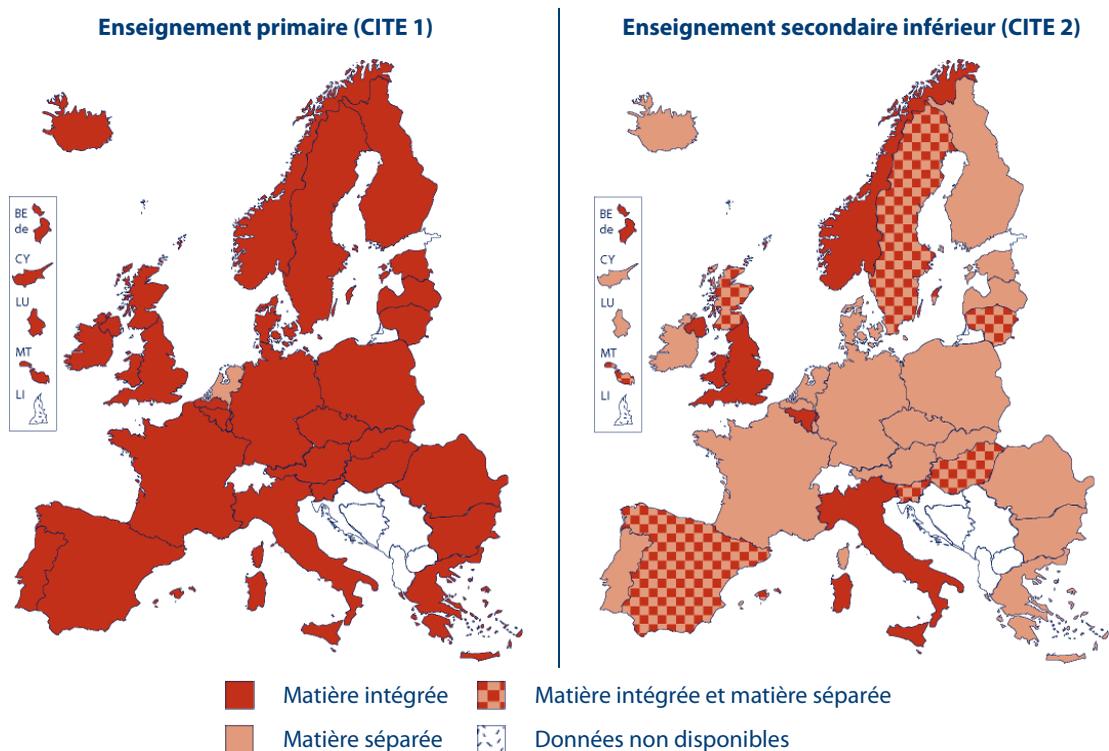
Certains pays mentionnent l'existence de dispositifs mis en place au niveau local, permettant de s'assurer que cette responsabilité est confiée à des personnes disposant des compétences et de l'expérience nécessaires. Par exemple en Communauté germanophone de Belgique et en Italie, ce sont généralement les enseignants les plus renommés, dont le travail est estimé et reconnu par les pairs et leur supérieur, qui assument cette tâche d'encadrement. En France, les enseignants chargés du suivi des étudiants en stage sont identifiés par les membres du corps d'inspection et choisis pour leur excellence professionnelle. En Lettonie et en Slovaquie, ce sont les enseignants les plus expérimentés qui suivent les étudiants en stage. Au Royaume-Uni (Angleterre, pays de Galles et Irlande du Nord) et en France, certains établissements d'enseignement supérieur organisent des formations pour les enseignants qui vont accompagner les étudiants.

CHAPITRE 3

PROGRAMMES SCOLAIRES DES SCIENCES

La place de l'enseignement des sciences dans les programmes d'études des niveaux primaire et secondaire inférieur général, ainsi que les approches préconisées et les objectifs poursuivis constituent l'objet de ce chapitre. Selon le degré de détails des recommandations sur les types d'activités à organiser et sur les compétences à développer avec les élèves, ces documents peuvent influencer grandement la manière dont les enseignants vont organiser cet enseignement. De plus, dans de nombreux pays, ils servent de base de référence dans le cadre de la formation initiale des enseignants pour les guider dans leur processus d'enseignement.

Figure 3.1. Organisation de l'enseignement des sciences selon les programmes d'études prescrits/recommandés (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

Notes complémentaires

République tchèque: les données sont basées sur les programmes pour la *Základní škola*. Il existe des programmes distincts pour la *Obecná škola* et pour la *Národní škola*.

Finlande: à partir de 2006/2007, les matières scientifiques seront enseignées de manière séparée dans les deux dernières années de la CITE 1.

Luxembourg: pour la CITE 2: dans les lycées techniques, l'enseignement des sciences est organisé de manière intégrée.

Pays-Bas: pour la CITE 2, une approche intégrée est encouragée. Les objectifs d'enseignement, d'application à partir de 2006, sont formulés autour de «l'homme et la nature» à la place de la biologie, de la physique et de la chimie. Les écoles sont toutefois libres d'offrir des disciplines séparées ou une approche plus intégrée.

Note explicative

Cette figure montre la manière dont les programmes scolaires élaborés par les autorités éducatives centrales (ou supérieures) organisent l'enseignement des sciences: comme une matière unique et intégrée et/ou comme des matières séparées. Pour la CITE 2, seul l'enseignement de type général est inclus.

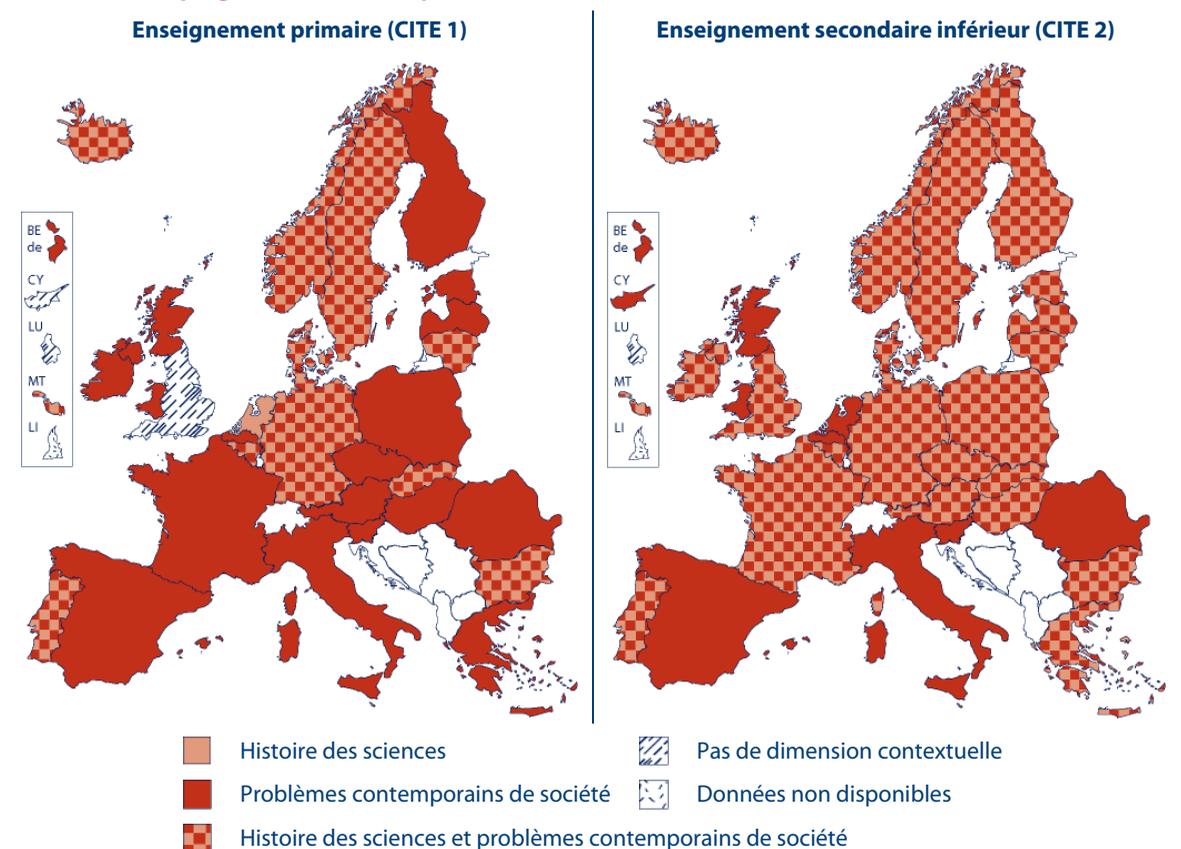
Comme le montre la figure 3.1, les sciences peuvent être enseignées selon une approche complètement intégrée ou au contraire être abordées via des disciplines séparées (physique, chimie, biologie, etc.). Au niveau primaire (CITE 1), à l'exception des Pays-Bas, tous les programmes d'études appréhendent les sciences comme une matière intégrée. Au niveau secondaire inférieur (CITE 2), la tendance est inversée: les matières scientifiques sont inscrites séparément dans la grande majorité des programmes. Dans quelques pays, les deux approches sont préconisées à ce niveau. C'est le cas en Espagne, en Lituanie, en Hongrie, à Malte, en Slovaquie, en Suède et au Royaume-Uni (Écosse).

La première section de ce chapitre examine si les programmes incluent une approche traitant des dimensions contextuelles des sciences, principalement l'histoire des sciences et les problèmes contemporains de société. La deuxième section porte sur le contenu des programmes scolaires officiels, formulé sous la forme d'activités et/ou d'objectifs prescrits/recommandés. Elle s'intéresse plus particulièrement aux trois aspects suivants: les travaux pratiques/expérimentaux, les TIC (technologies de l'information et de la communication) et la communication. Enfin, la dernière section présente un panorama des réformes et des débats en cours concernant les programmes scolaires des sciences.

3.1. Dimensions contextuelles de l'enseignement des sciences

Dans la plupart des pays, les programmes de l'enseignement des sciences des niveaux primaire et secondaire inférieur se réfèrent aux dimensions contextuelles des sciences, que ce soit au travers de leur histoire et/ou des problèmes contemporains de société. Ainsi à la CITE 1, seuls les programmes de trois systèmes éducatifs ne couvrent aucun de ces deux aspects. À la CITE 2, un seul pays n'y fait pas référence.

Figure 3.2. Dimensions contextuelles de l'enseignement des sciences dans les programmes d'études prescrits/recommandés (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

Notes complémentaires (figure 3.2)

Belgique (BE nl): pour la CITE 2, les données concernent uniquement le programme de biologie.

République tchèque: les données sont basées sur les programmes pour la *Základní škola*. Il existe des programmes distincts pour la *Obecná škola* et pour la *Národní škola*.

Grèce: pour la CITE 2, la figure montre uniquement la situation du programme de physique. Le programme de biologie couvre uniquement les problèmes contemporains de société.

Chypre: pour la CITE 2, la carte montre uniquement la situation du programme de physique. Le programme de biologie couvre les deux dimensions.

Lettonie: le nouveau programme de sciences au niveau de la CITE 1, progressivement en application depuis 2005/2006, fait référence à l'histoire des sciences.

Luxembourg: les données concernent le programme du lycée général.

Autriche: pour la CITE 2, la situation du programme de physique des *allgemein bildende höhere Schulen* est montrée. Le programme de biologie ne couvre que les problèmes contemporains de société. Les programmes de physique et de biologie des *Hauptschulen* abordent les deux dimensions.

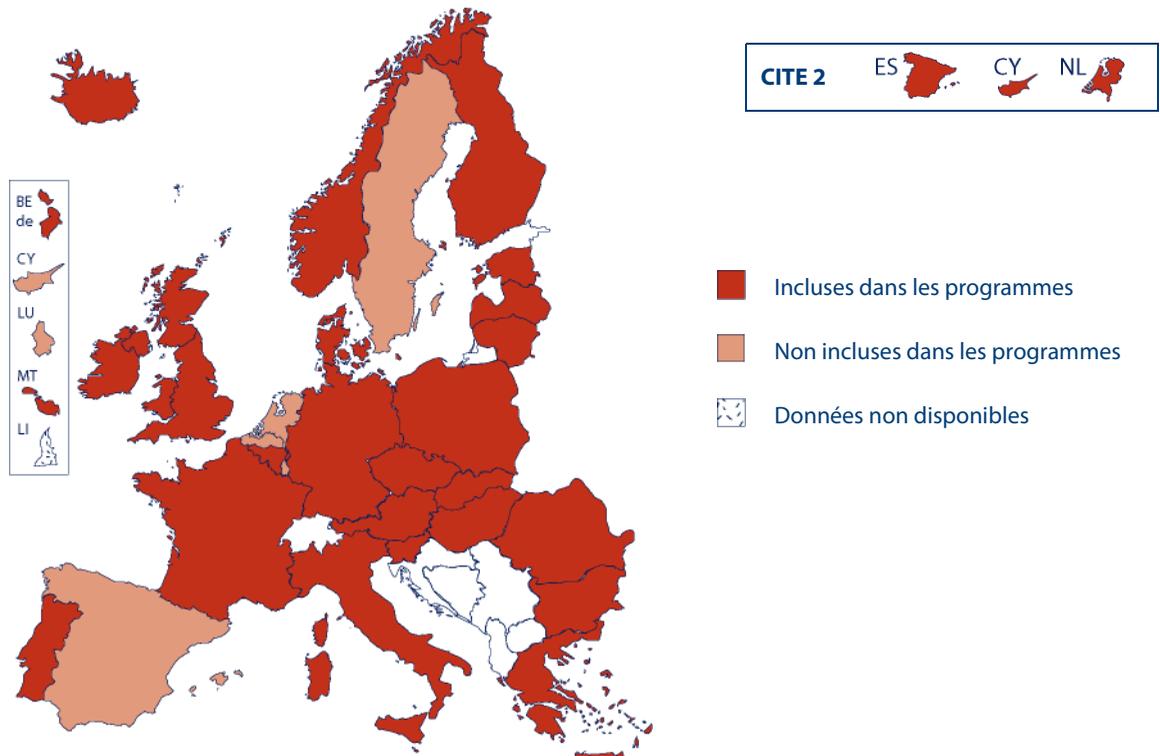
Slovénie: pour la CITE 2, seule la situation du programme intégré et de physique est présentée. Le programme de biologie couvre les deux dimensions.

Note explicative

Au niveau de la CITE 2 (secondaire inférieur général), lorsque l'information diffère entre les programmes de physique et de biologie, une note complémentaire précise cette différence.

Au niveau primaire, la dimension historique des sciences apparaît dans une dizaine de programmes. On en compte le double au secondaire. Les Pays-Bas constituent le seul pays où le curriculum de la CITE 1 mentionne uniquement l'histoire des sciences. Les «problèmes contemporains de société» sont inclus dans la grande majorité des programmes. Cette dimension se manifeste notamment par la présence de l'activité «discussion en relation avec des problèmes de la vie quotidienne et des problèmes de société», pour les pays dont les programmes contiennent des activités.

Figure 3.3. Activités de discussion en relation avec des problèmes de la vie quotidienne et des problèmes de société dans les programmes d'études de sciences prescrits/recommandés (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

Notes complémentaires (figure 3.3)

Belgique (BE nl): au niveau de la CITE 2, les données concernent uniquement le programme de biologie.

République tchèque: les données sont basées sur les programmes pour la *Základní škola*. Il existe des programmes distincts pour la *Obecná škola* et pour la *Národní škola*.

Espagne: au niveau de la CITE 1, le programme fait référence aux activités «participer à une discussion», sans donner de détails sur le type d'activités envisagé.

Luxembourg: les données concernent le programme du lycée général.

3.2. Programmes scolaires des sciences: activités et objectifs d'apprentissage

Les programmes scolaires d'enseignement des sciences peuvent se présenter de différentes façons. Ils peuvent inclure des domaines de connaissances (concepts) à couvrir, des activités spécifiques à mener (à réaliser par les élèves) et/ou des objectifs d'apprentissage (les compétences à acquérir par les élèves). Un éventail d'activités d'apprentissage peut clairement être conçu pour atteindre un objectif spécifique, et une même activité peut contribuer à atteindre plusieurs objectifs d'apprentissage.

Dans tous les systèmes éducatifs, y compris dans les pays sans véritable programme officiel en tant que tel, il existe des lignes directrices émises par les autorités éducatives centrales ou supérieures, couvrant en partie au moins l'enseignement des sciences. Trois pays, à savoir la Communauté flamande de Belgique, les Pays-Bas (CITE 1) et la Suède, n'imposent ni ne recommandent l'organisation d'activités scientifiques dans les programmes, mais formulent le contenu de l'enseignement des sciences en termes d'objectifs d'enseignement et d'apprentissage. En revanche, le Luxembourg a tendance à identifier des activités d'enseignement et d'apprentissage plutôt que des objectifs. Certains systèmes éducatifs incluent un éventail complet d'activités et d'objectifs d'apprentissage dans leurs programmes de sciences prescrits ou recommandés.

Les données détaillées relatives aux objectifs à atteindre et aux activités scientifiques prescrites ou recommandées sont disponibles en annexe. Elles présentent, pour chaque pays, l'éventail d'activités susceptibles de faire partie des programmes scolaires de sciences et les compétences que les élèves sont censés acquérir.

Les domaines couverts ici incluent la connaissance des concepts et des théories scientifiques, les expérimentations en laboratoire, le recours à une documentation scientifique, les discussions, l'utilisation des technologies de l'information, la réalisation de projets, les sorties éducatives, etc. L'interaction entre le contenu des programmes d'enseignement des sciences, exprimé en termes d'activités, et les objectifs à atteindre doit être envisagée avec prudence. Il est clair que l'absence d'activités prescrites ne signifie pas que des activités appropriées ne soient pas réalisées afin d'atteindre un objectif défini. Le contraire est vrai également: l'absence d'objectifs explicites à atteindre ne signifie pas qu'il n'en n'existe pas, si ceux-ci sont uniquement exprimés en termes d'activités d'apprentissage à réaliser dans les écoles. Par exemple, l'utilisation des technologies de l'information peut être une activité prescrite dans les écoles (par exemple «communiquer avec les autres élèves»), mais la capacité à utiliser les TIC n'est pas nécessairement formulée comme un objectif à atteindre en soi.

Travaux pratiques/expérimentaux

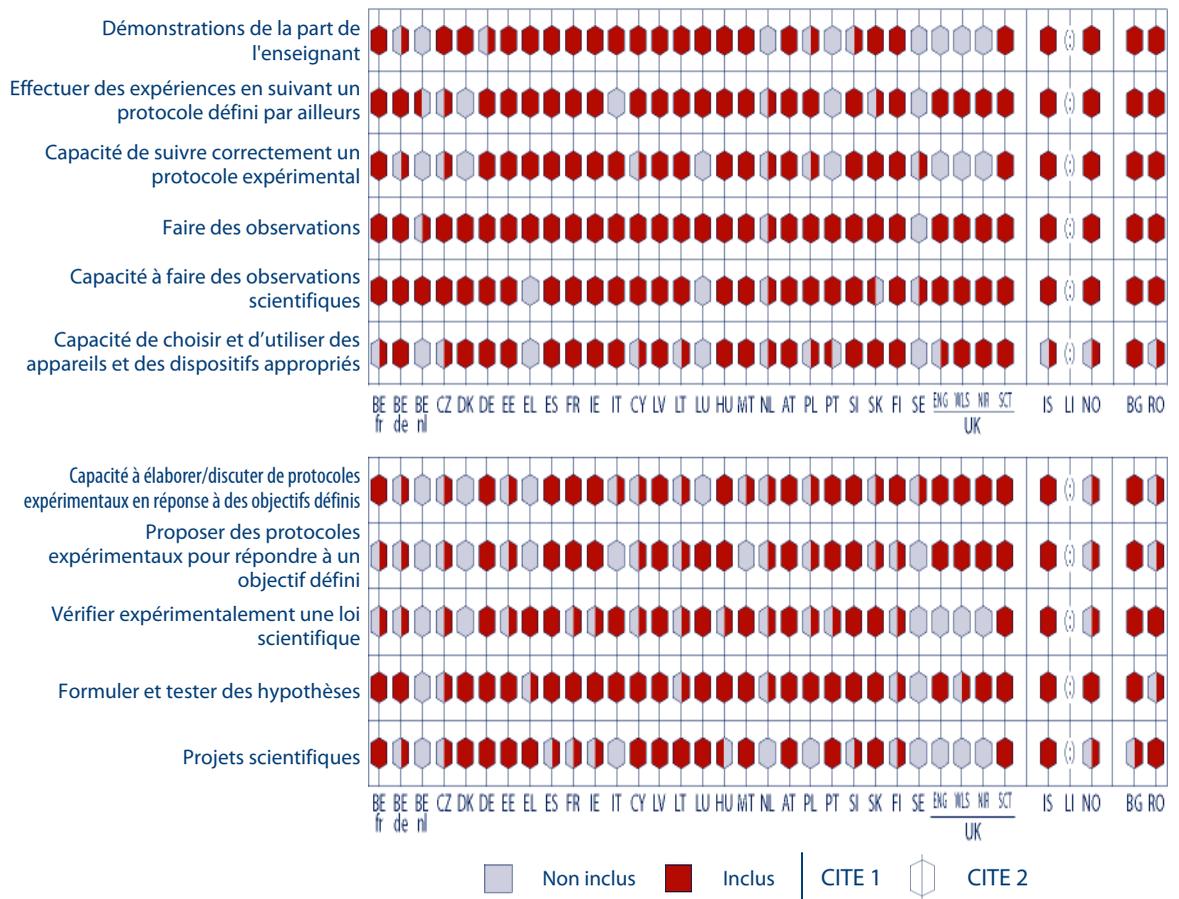
Les travaux pratiques/expérimentaux constituent un aspect important et spécifique de l'enseignement des sciences. Les programmes prescrits ou recommandés y font d'ailleurs tous référence. «Faire des observations» se trouve dans presque tous les programmes sous la forme d'activité et/ou d'objectif.

La recherche en didactique des sciences porte un grand intérêt aux compétences cognitives complexes. Le développement de celles-ci durant la formation scientifique devient de plus en plus indispensable dans la mesure où de nombreuses opérations mobilisant des compétences cognitives dites de bas niveau, comme par exemple l'application de formules, peuvent être effectuées par des outils

informatiques (voir «Recherches en didactique et formation des enseignants de sciences», introduction). Les activités exigeant un ensemble de connaissances et de savoir-faire complexes ainsi qu’une certaine autonomie de la part des élèves figurent dans la majorité des programmes du niveau secondaire inférieur. Elles sont, par contre, moins présentes dans les programmes du primaire. C’est ainsi le cas de «proposer des protocoles expérimentaux pour répondre à un objectif défini/capacité à élaborer, discuter de protocoles expérimentaux en réponse à des objectifs définis» et de «vérifier expérimentalement une loi scientifique». Cette différence entre le primaire et le secondaire inférieur s’observe également pour les autres activités holistiques et exigeantes sur le plan cognitif: «formuler et tester des hypothèses» et «projets scientifiques».

Ce type de différence entre les deux niveaux d’enseignement est également à signaler pour deux activités moins complexes: «la capacité de suivre correctement un protocole expérimental» et «la capacité de choisir et d’utiliser des appareils et des dispositifs appropriés».

Figure 3.4. Travaux pratiques dans les programmes d’études de sciences prescrits/recommandés (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

[Notes complémentaires](#)

Belgique (BE nl): au niveau de la CITE 2, les données concernent uniquement le programme de biologie.

République tchèque: les données sont basées sur les programmes pour la *Základní škola*. Il existe des programmes distincts pour la *Obecná škola* et pour la *Národní škola*.

Grèce: le programme de biologie de la CITE 2 ne mentionne ni «vérifier expérimentalement une loi scientifique», ni «formuler et tester des hypothèses».

France: le programme de physique de la CITE 2 encourage les «projets scientifiques», sans les rendre obligatoires.

Notes complémentaires (suite – figure 3.4)

Chypre: le programme de biologie de la CITE 2 ne mentionne pas «la capacité de choisir et d'utiliser des appareils et des dispositifs appropriés», «la capacité de suivre correctement un protocole expérimental», «la capacité à élaborer/discuter de protocoles expérimentaux en réponse à des objectifs définis», «vérifier expérimentalement une loi scientifique» et «formuler et tester des hypothèses».

Luxembourg: les données concernent le programme du lycée général.

Pays-Bas: le programme de biologie de la CITE 2 ne mentionne pas «vérifier expérimentalement une loi scientifique».

Autriche: pour les *Hauptschulen*, les programmes de physique et de biologie ne mentionnent pas la «capacité de choisir et d'utiliser des appareils et des dispositifs appropriés». Le programme de biologie ne mentionne pas «vérifier expérimentalement une loi scientifique» et «formuler et tester des hypothèses».

Slovénie: le programme de physique de la CITE 2 ne mentionne pas «les projets scientifiques».

Note explicative

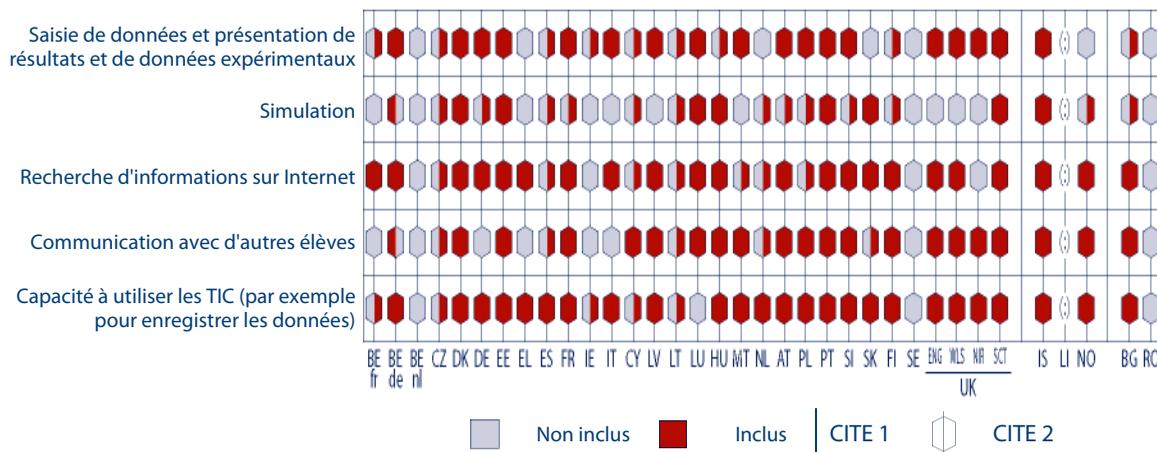
Au niveau de la CITE 2, lorsque l'information diffère entre les programmes de physique et de biologie, une note complémentaire précise cette différence.

«Effectuer des expériences en suivant un protocole défini par ailleurs», «faire des observations» et «proposer des protocoles expérimentaux pour répondre à un objectif défini» sont classés comme des activités d'apprentissage alors que «capacité de suivre correctement un protocole expérimental», «capacité à faire des observations scientifiques» et «capacité à élaborer/discuter de protocoles expérimentaux en réponse à des objectifs définis» sont considérés comme des objectifs d'apprentissage.

Technologies de l'information et de la communication

L'utilisation des TIC n'est pas propre aux cours de sciences. Ainsi «rechercher des informations sur Internet» et «communiquer avec d'autres élèves» constituent des activités pouvant être organisées dans le cadre de l'apprentissage de toutes les matières. En ce qui concerne les sciences, elles sont bien présentes dans la plupart des programmes, et ce particulièrement au niveau secondaire général inférieur.

Figure 3.5. Utilisation des TIC dans les programmes d'études de sciences prescrits/recommandés (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

Notes complémentaires

Belgique (BE nl): au niveau de la CITE 2, les données concernent uniquement le programme de biologie.

République tchèque: les données sont basées sur les programmes pour la *Základní škola*. Il existe des programmes distincts pour la *Obecná škola* et pour la *Národní škola*.

Danemark: pour la CITE 2, les trois premiers items sont uniquement présents dans le programme de physique.

Espagne: le programme de la CITE 1 fait référence aux activités «utilisation de technologies électroniques», sans donner de détails sur le type d'activités envisagées.

Chypre: au niveau de la CITE 2, pour les quatre premiers items, l'information présentée concerne le programme de physique. Le programme de biologie les mentionne tous les quatre sauf la «saisie de données et présentation de résultats et de données expérimentaux» et la «recherche d'informations sur Internet».

Luxembourg: les données concernent le programme du lycée général.

Notes complémentaires (suite – figure 3.5)

Autriche: pour la CITE 2, le programme de biologie des *Hauptschulen* ne mentionne pas les «simulations» et le programme de physique ne mentionne pas «communication avec d'autres élèves». Le programme de biologie des *Allgemein bildende höhere Schulen* ne mentionne aucun des items.

Slovénie: pour la CITE 2, l'information présentée concerne le programme de biologie. Le programme intégré mentionne tous les items sauf le dernier, et le programme de physique tous, sauf les deux derniers.

Note explicative

Au niveau de la CITE 2, lorsque l'information diffère entre les programmes de physique et de biologie, une note complémentaire précise cette différence.

Les quatre premiers items sont classés comme des activités d'apprentissage alors que le dernier est considéré comme un objectif d'apprentissage.

La «saisie de données et présentation de données et de résultats expérimentaux» ainsi que les «simulations» constituent des activités TIC plus spécifiques aux matières scientifiques. Elles apparaissent moins fréquemment dans les programmes, surtout les simulations, et ce particulièrement à CITE 1 où seuls 9 curriculum l'incluent. La mobilisation de compétences cognitives relativement élaborées ainsi que la nécessité d'une bonne maîtrise des TIC expliquent sans doute cette différence entre les niveaux. Les travaux de recherche en didactique des sciences menés principalement au niveau secondaire supérieur (voir «Recherches en didactique et formation des enseignants de sciences», section A.4) montrent tout l'intérêt d'organiser de telles activités dans la mesure où elles favorisent la réflexion théorique et peuvent aider les élèves à relier cognitivement la théorie et l'expérience.

La Roumanie est le seul pays où le curriculum n'inclut aucune activité et aucun objectif relatifs à l'utilisation, aux niveaux primaire et secondaire inférieur, de technologie électronique. En Communauté flamande de Belgique et en Suède, il faut noter que les programmes ne contiennent aucun exemple d'activités d'apprentissage.

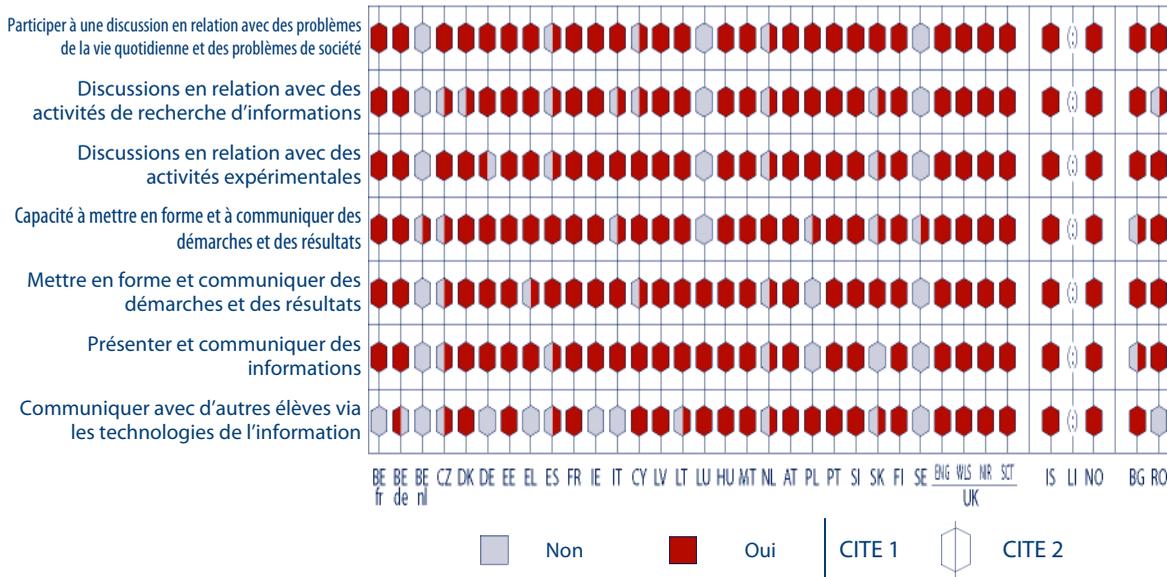
Communication dans l'apprentissage des sciences

Apprendre à parler des sciences et à communiquer ce qui est fait ou a été fait constitue un aspect important de l'enseignement des sciences qui est pleinement présent dans les différents domaines couverts par le programme scolaire. Il semble souvent recevoir une grande priorité en Europe, tout au moins dans les programmes de sciences prescrits ou recommandés.

Les discussions sur des sujets scientifiques peuvent prendre au moins trois formes: discussions en relation avec des problèmes de société et des problèmes de la vie quotidienne; discussions en relation avec des activités de recherche d'informations; et discussions en relation avec des activités expérimentales (figure 3.6). La Communauté flamande de Belgique et la Suède ne font référence à aucune activité de discussion dans les programmes d'enseignement des sciences que ce soit au niveau de la CITE 1 ou 2. L'Espagne et les Pays-Bas ne font aucune référence à ce type d'activités au niveau de la CITE 1.

Ailleurs, alors que les élèves de la CITE 2 sont toujours invités à mener des discussions sur les trois aspects du travail scientifique (sauf en Allemagne), la situation au niveau de la CITE 1 est plus clairement différenciée. Presque partout (dans 29 systèmes éducatifs), les élèves de l'école primaire discutent de sujets scientifiques en relation avec des problèmes de société et des problèmes de la vie quotidienne. Cette activité de discussion est généralement associée à celle relative à la recherche d'informations (dans 24 systèmes éducatifs). Il existe donc déjà un lien très fort au niveau primaire entre la recherche d'informations (qui est une compétence de traitement des données et implique une certaine compréhension des différentes sources d'information et de leur qualité variable) et les débats sur des questions de société plus larges. La science vécue au quotidien peut aussi évidemment donner lieu à des discussions sur les «conceptions du sens commun», permettant aux enseignants de déterminer le niveau de compréhension de leurs élèves et, en conséquence, les activités d'apprentissage qui leur conviennent le mieux (figure 1.2 a et «Recherches en didactique et formation des enseignants de sciences»).

Figure 3.6. Place de la communication dans l'apprentissage des sciences dans les programmes d'études prescrits ou recommandés (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

Notes complémentaires

Belgique (BE nl): pour la CITE 2, les données concernent uniquement le programme de biologie.

République tchèque: les données sont basées sur les programmes pour la *Základní škola*. Il existe des programmes distincts pour la *Obecná škola* et pour la *Národní škola*.

Espagne: au niveau de la CITE 1, le programme fait référence aux activités «participer à une discussion», «utiliser de la documentation scientifique» et «utilisation de technologie électronique» sans donner de détails sur le type d'activités envisagé.

Chypre: au niveau de la CITE 2, le programme de biologie n'inclut ni les «discussions en relation avec des activités expérimentales», ni la «mise en forme et la communication des démarches et des résultats».

Luxembourg: les données concernent le programme du lycée général.

Autriche: au niveau de la CITE 2, le programme de physique n'inclut pas la «présentation et la communication des informations». Les programmes de biologie et de physique des *Hauptschulen* n'incluent pas les «discussions en relation avec des activités de recherche d'information». Le programme de biologie des *allgemein bildende höhere Schulen* n'inclut pas la «communication avec d'autres élèves via les technologies de l'information».

Note explicative

Au niveau de la CITE 2, lorsque l'information diffère entre les programmes de physique et de biologie, une note complémentaire précise cette différence.

«Capacité à mettre en forme et à communiquer des démarches et des résultats» constitue un objectif d'apprentissage dans le programme scolaire alors que «mettre en forme et communiquer des démarches et des résultats» est considéré comme une activité d'apprentissage.

Les discussions en relation avec des activités expérimentales sont également incluses dans de nombreux programmes de sciences du niveau primaire (Chypre est le seul système à ne mentionner que ce type de discussion).

L'analyse des compétences liées au traitement des données, ou plus spécifiquement les activités associées à l'utilisation d'une documentation scientifique (voir les figures en annexe, qui donnent des informations détaillées sur ces activités), souligne davantage l'importance que revêtent la présentation et la communication des informations. Lorsque les programmes incluent un ou plusieurs de ces types d'activités, ils mentionnent aussi toujours la «présentation et la communication d'informations», sauf en Slovaquie au niveau de la CITE 1. Étant donné que les programmes d'études du niveau secondaire inférieur comprennent en général un plus grand nombre d'activités, cette situation est à nouveau plus visible au primaire. Tandis que les autres activités sont incluses dans un peu moins de la moitié des

programmes prescrits ou recommandés, la «présentation et la communication des informations» l'est dans 26 systèmes éducatifs. Par ailleurs, il s'agit de la seule activité concernant l'utilisation de documentations scientifiques identifiée au niveau de la CITE 1 en Irlande, en Italie, à Malte, en Finlande, en Norvège et en Roumanie.

Un autre aspect de la communication dans l'apprentissage des sciences concerne la mise en forme et la communication des démarches et des résultats. Cet aspect entre dans la catégorie des activités pratiques que montre la figure 3.4: les démarches et les résultats indiqués ici font partie du travail scientifique expérimental. Tous les systèmes éducatifs sans exception intègrent cet élément dans les programmes de l'enseignement secondaire inférieur. Au niveau primaire, seuls sept systèmes éducatifs ne le font pas.

3.3. Débats et réformes

Les programmes scolaires de sciences sont à l'heure actuelle objets de débats et de réformes dans la grande majorité des pays européens. Ces débats concernent un large éventail d'aspects (approches méthodologiques, nombre d'heures d'enseignement, etc.) et, dans certains pays, prennent place au sein d'une réforme globale de l'ensemble du curriculum.

Les réformes relatives au contenu des programmes imposent souvent des changements dans d'autres domaines, comme par exemple l'évaluation des élèves (section 4.4) et, en amont, la formation des enseignants. Par exemple en Irlande, la révision des syllabus (2003) a été accompagnée d'un vaste programme de formation continue pour les enseignants. Ceux du primaire, ayant généralement reçu une formation scientifique limitée, ont ainsi pu bénéficier de formations leur permettant de satisfaire aux dernières exigences du programme, lequel accorde davantage d'importance aux sciences. Pour les enseignants du niveau secondaire, les formations visaient davantage les approches méthodologiques. Au Portugal, pour aider les enseignants à mettre en place le nouveau curriculum, un nouveau programme de formation continue concernant l'enseignement des sciences sera mis en place en 2006/2007 dans toutes les écoles primaires pour améliorer l'enseignement du travail expérimental en science. Cette section, toutefois, se centre uniquement sur le contenu des réformes ou débats relatifs aux programmes scolaires au cours de l'année scolaire 2004/2005.

Plusieurs pays procèdent à des réformes globales portant sur l'ensemble des programmes scolaires. Ainsi en Communauté germanophone de Belgique et en Lituanie, la définition de compétences clés a provoqué un processus de révision des programmes scolaires qui devrait se terminer en 2007. Bien que concernant l'ensemble des matières du programme, les réformes en Lettonie se focalisent essentiellement sur les sciences sociales et les matières scientifiques. L'objectif général est de disposer d'un curriculum organisé sur la base de compétences et non plus autour d'une série de faits à mémoriser. En 2004, l'Allemagne a introduit des standards éducatifs pour certaines matières aux niveaux primaire et secondaire, dont la physique, la chimie et la biologie au niveau de la CITE 2. En conséquence, les programmes scolaires subissent actuellement de profonds changements. En Norvège, la réforme relative à la promotion de la connaissance (*Kunnskapsløftet*) de 2004 prévoit la mise en place d'un nouveau curriculum à partir de 2006. Ce dernier est moins détaillé et inclut des objectifs clairs qui spécifient le niveau de compétences attendu des élèves à chaque niveau d'éducation.

En Estonie également, l'ensemble des programmes scolaires subit des modifications. Différents aspects de l'enseignement des sciences font l'objet de débats: son contenu, les compétences à acquérir, la méthodologie et, notamment, la définition du rôle de l'enseignant et de l'élève au sein du processus pédagogique. Au Royaume-Uni (Écosse), une révision de l'ensemble du curriculum a commencé en 2004 et le début de son pilotage est prévu pour l'année scolaire 2006/2007.

augmenter le niveau de compétences en mathématiques et en sciences des élèves âgés de 6 à 16 ans et, d'autre part, à soutenir la formation continue des enseignants dans ces disciplines.

Les réformes actuellement mises en place en Bulgarie concernant plus spécifiquement les sciences portent sur le contenu de l'enseignement (curriculum, manuels) au niveau primaire et lors de la première année de l'enseignement secondaire inférieur. En Pologne, les débats relatifs aux programmes scolaires qui se centrent exclusivement sur les sciences aboutiront très probablement à la mise en place prochaine d'une réforme en la matière.

Dans quelques pays, la place et l'organisation des sciences au sein des programmes se situent au centre du débat. Les réformes concernent ainsi le nombre d'heures d'enseignement des sciences en Lettonie et en Finlande. Par ailleurs, dans ce dernier pays, à partir de 2006/2007, les matières scientifiques seront enseignées de manière séparée au cours des deux dernières années de la CITE 1. À Malte, les débats portent sur la manière d'enseigner les matières scientifiques au niveau secondaire inférieur: Faut-il les enseigner de manière intégrée ou séparée? Et si l'on sépare les matières faut-il en distinguer deux ou trois? Au Portugal, la réforme des programmes scolaires des niveaux primaire et secondaire inférieur va donner lieu à une révision des syllabus utilisés actuellement.

Les réformes peuvent également concerner l'approche méthodologique. En France, les nouvelles orientations qui sont d'application depuis la rentrée scolaire de 2005 en première année du niveau secondaire inférieur, concernent les programmes des sciences de la vie et de la terre, de physique et de chimie et vont progressivement concerner l'ensemble de la CITE 2. Elles visent à introduire la démarche d'investigation, déjà présente dans les programmes du niveau primaire sous le label «la main à la pâte», et donnent à l'élève un rôle important dans la construction de ses connaissances. Par ailleurs, les nouveaux programmes invitent à suivre une démarche pluridisciplinaire dans la mesure où certains thèmes associant plusieurs disciplines (par exemple la santé, l'environnement durable) sont étudiés tout au long du niveau secondaire inférieur. Aux Pays-Bas, les commissions chargées de la révision des programmes scolaires s'appuient sur une conception de l'enseignement des sciences selon laquelle l'enseignant doit partir des conceptions et raisonnements du sens commun des élèves pour ensuite construire une compréhension plus juste et plus fine des phénomènes scientifiques.

De nouveaux outils didactiques sont en cours de développement pour l'enseignement des sciences en Grèce, en Lituanie et en Lettonie. À Chypre, les débats actuels portent sur la réduction du contenu du syllabus dans la mesure où il est trop important par rapport au nombre d'heures disponibles pour l'enseigner.

En résumé, les programmes de sciences font l'objet de réformes ou débats dans un nombre important de pays. Ces réformes portent sur des objets aussi divers que l'organisation, le contenu et la méthodologie. Lorsqu'elles concernent l'ensemble du programme scolaire, elles visent l'introduction de standards éducatifs, par exemple sous la forme de compétences clés, et peuvent également accroître l'autonomie des établissements scolaires dans la définition même des programmes. Ces réformes s'accompagnent généralement de la mise en place ou du renforcement de l'évaluation externe des élèves via des tests mesurant leur niveau de compétences et de connaissances par rapport aux standards définis (chapitre 4).

CHAPITRE 4

ÉVALUATION STANDARDISÉE DES ÉLÈVES

L'évaluation des élèves peut prendre des formes diverses (par exemple, écrite, orale, assistée par ordinateur, ou tests pratiques) et peut comporter des fonctions différentes. L'évaluation formative fait partie intégrante des processus continus d'enseignement et d'apprentissage. Elle se concentre plus particulièrement sur le feed-back réciproque et quotidien qui s'engage entre les enseignants et les élèves. Ce feed-back est alors utilisé pour réaliser son principal objectif, à savoir l'optimisation de l'apprentissage des élèves. On la distingue habituellement de l'évaluation sommative, qui a pour objet de mesurer ce que les élèves savent, comprennent et sont capables de réaliser, c'est-à-dire d'évaluer le niveau de leurs acquis. Même si les résultats de l'évaluation sommative peuvent également être utilisés dans le but de promouvoir l'apprentissage, sa principale fonction est de confirmer la maîtrise des acquis. Les résultats d'une telle évaluation peuvent, par exemple, être utilisés afin de déterminer si un élève a atteint ou non un niveau suffisamment élevé de performances lui permettant de passer dans une classe plus avancée ou à l'étape suivante de sa scolarité. Lorsqu'elle est effectuée par un organisme national ou régional sous la forme de tests ou d'examens standardisés, l'évaluation sommative débouche parfois sur une certification formelle. L'évaluation sommative, qu'elle soit certificative ou non, est également utilisée par les décideurs politiques en tant qu'indicateur de la performance d'un système éducatif, suggérant par conséquent les changements pouvant se révéler nécessaires. Ce qu'on appelle l'«évaluation continue» se réfère aux évaluations effectuées régulièrement, et tout au long d'un cours. Lorsqu'un cours est organisé de manière modulaire, l'évaluation peut avoir lieu à la fin de chaque module (évaluation sommative), ou bien de manière continue. L'évaluation continue peut servir des buts à caractère formatif et/ou sommatif.

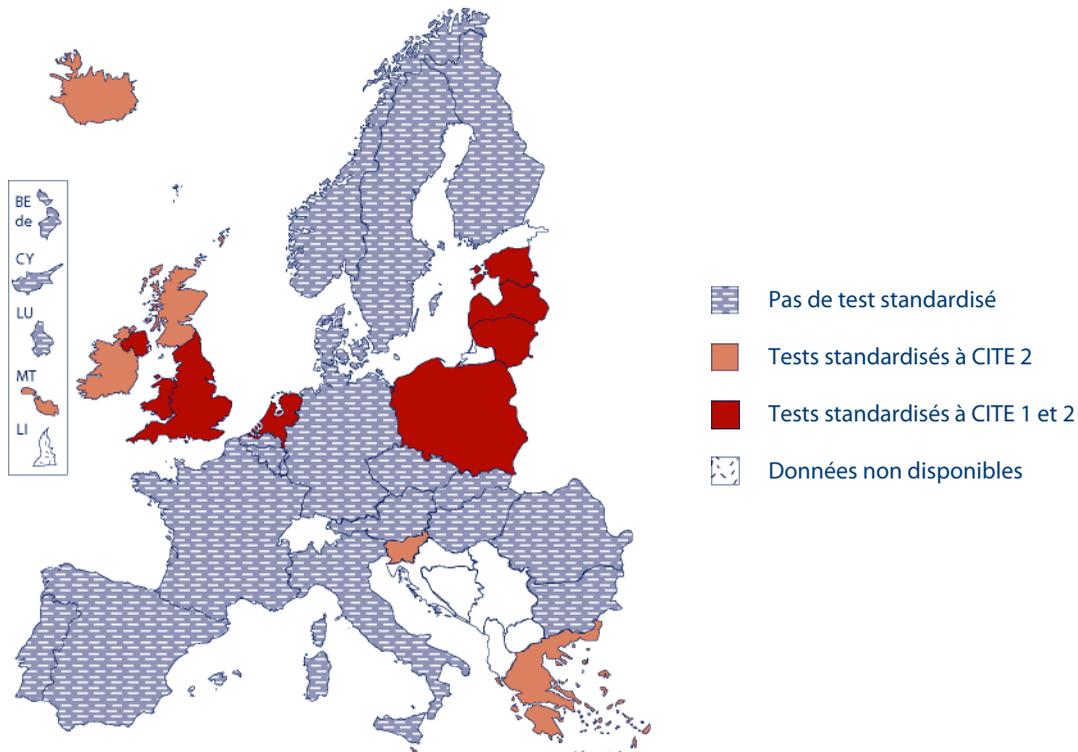
L'évaluation, quelle que soit sa forme, est intimement liée au contenu et aux processus d'enseignement et d'apprentissage. Les interactions entre ces différents aspects de la scolarisation sont à la fois fortes/marquées et complexes. La recherche a montré que la réforme des programmes scolaires de sciences exige un système d'évaluation compatible et cohérent si l'on souhaite que les objectifs de la réforme soient réalisés. Les enseignants de sciences, tout comme leurs collègues responsables d'autres matières, sont bien conscients de ce que les connaissances et les compétences dont leurs élèves doivent témoigner lors des examens ou des tests standardisés exercent une forte influence sur le contenu de leur enseignement et sur leur manière d'enseigner. Elles influencent aussi les attitudes des élèves vis-à-vis de l'apprentissage et, plus particulièrement, de ce que l'apprentissage des sciences à l'école représente à leurs yeux. Pour cette raison, les examens ou les tests standardisés peuvent agir soit comme un frein aux réformes des programmes et aux réformes pédagogiques, soit comme un facteur de changement. Il est donc important d'identifier les connaissances et les compétences évaluées au moyen des tests ou des examens standardisés utilisés dans un but d'évaluation et/ou de certification. Toutefois, il est également important de souligner que l'absence d'un système de tests standardisés à tous les niveaux d'un système éducatif ne signifie pas que l'on n'enseigne pas ou peu de compétences associées à ce type de tests. Il est, par exemple, possible d'affirmer que tous les programmes scolaires d'enseignement des sciences exigent des élèves qu'ils acquièrent une connaissance des concepts, des lois et des théories scientifiques, et qu'ils fassent la preuve de cette connaissance (voir chapitre 3). Le contenu précis à apprendre peut varier cependant d'un pays à l'autre, tout comme l'accent mis sur certaines compétences à atteindre par l'apprentissage des sciences à l'école, telles que la capacité à présenter des résultats ou à résumer des données.

4.1. Examens et tests standardisés de sciences

Dans la majorité des pays, aux niveaux primaire (CITE 1) et secondaire inférieur (CITE 2), il n'existe pas d'évaluation standardisée des élèves concernant les sciences en tant que matière intégrée et/ou séparée (physique et/ou biologie). Là où des tests de ce type sont organisés, ils sont plus fréquents au niveau de la CITE 2 (figure 4.1). Aucun pays ne dispose d'une évaluation standardisée des élèves au seul niveau de la CITE 1, et six pays n'ont standardisé l'évaluation des élèves qu'au niveau de la CITE 2. Huit systèmes éducatifs procèdent à une évaluation standardisée des élèves aux deux niveaux.

D'autres pays examinent également la possibilité d'introduire des évaluations standardisées des matières scientifiques. Un aperçu des débats et réformes en cours est donné dans la section 4.4. Par exemple, en Allemagne, l'évaluation standardisée des élèves en physique et/ou en biologie est en cours d'élaboration dans tous les länder. Le Bade-Wurtemberg, la Bavière et la Rhénanie du Nord-Westphalie ont annoncé la mise en place de ce type de tests. De même, la direction de l'évaluation et de la prospective (DEP) au ministère français de l'éducation nationale est en train de mettre en place une évaluation standardisée dans les matières scientifiques à la fin des niveaux de la CITE 1 et 2, qui aura lieu périodiquement, tous les cinq ans environ, à partir de 2007.

**Figure 4.1. Examens et tests nationaux standardisés de sciences (CITE 1 et 2).
Année scolaire 2004/2005.**



Source: Eurydice.

Notes complémentaires

Danemark: à partir de 2007, les matières scientifiques seront évaluées à la fin de la période de scolarité obligatoire.

Allemagne: des évaluations standardisées des élèves en physique et en biologie (CITE 1 et CITE 2) sont élaborées par l'*Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen* (Institut pour le développement de la qualité dans l'éducation).

France: des évaluations standardisées des élèves dans les matières scientifiques vont être organisées régulièrement à la fin des niveaux de la CITE 1 et de la CITE 2.

Lettonie, Pays-Bas, Pologne: il n'existe pas de test standardisé concernant les sciences proprement dites au niveau de la CITE 1, même si les thèmes scientifiques font partie d'un programme national de tests.

Pays-Bas: seuls les élèves de l'enseignement secondaire préprofessionnel (VMBO) présentent des tests standardisés à la fin du niveau de la CITE 2.

Portugal: l'évaluation nationale au niveau de la CITE 2 sera bientôt étendue en vue d'inclure les matières scientifiques.

Slovénie: depuis 2005/2006, les examens nationaux ne sont plus obligatoires à la fin du deuxième cycle, et ils ont été supprimés à la fin du premier cycle.

Note explicative

Les examens/test standardisés sont des examens nationaux (ou des parties d'examens) ou des tests conçus par les autorités éducatives centrales ou supérieures en matière d'éducation, dans un but de certification ou d'évaluation des élèves.

Dans les huit systèmes éducatifs organisant une évaluation standardisée des élèves au primaire, les évaluations sont effectuées dans le but d'estimer les progrès accomplis par les élèves plutôt que dans un but de certification; la certification à la fin du niveau de la CITE 1 étant d'ailleurs très peu répandue dans les systèmes scolaires européens.

Lorsque des évaluations de ce type sont effectuées au niveau de la CITE 2, la certification joue un rôle plus important. Elle est identifiée dans cinq pays comme étant le but de l'évaluation standardisée des élèves à ce niveau. Dans six autres pays, le but de l'évaluation standardisée des élèves au niveau de la CITE 2 est décrit comme étant à la fois la certification et l'évaluation. Dans quatre pays, le but de l'évaluation standardisée des élèves à ce niveau 2 réside uniquement dans l'évaluation. Il convient toutefois d'observer que dans le cas de Malte, l'évaluation standardisée des élèves au secondaire inférieur prend deux formes différentes. Les examens scolaires annuels sont effectués dans un but d'évaluation, alors que l'«examen de certification de l'enseignement secondaire» est certificatif. En Slovénie, les examens nationaux ont été supprimés à la fin du premier cycle et ne sont plus obligatoires à la fin du deuxième cycle.

4.2. Types de compétences et de connaissances évaluées

Les tests et les examens scolaires portant sur les matières scientifiques peuvent évaluer tout un éventail de compétences. Dans tous les cas, ils exigent des élèves d'avoir mémorisé d'importants concepts scientifiques, comme les lois de Newton sur le mouvement ou les notions élémentaires concernant la photosynthèse. Les élèves peuvent également être testés sur le degré de compréhension de ces concepts et leur capacité à les appliquer dans des contextes familiers ou non. Toutefois, les sciences sont aussi une matière pratique, et les cours scolaires scientifiques mettent l'accent sur l'acquisition d'un certain nombre de compétences scientifiques pratiques, même si cet accent varie d'un pays à l'autre. Ces compétences pratiques sont complétées par une série d'autres, telles que la capacité à traiter et à présenter des données, à penser de manière scientifique et à présenter un problème en termes scientifiques (voir chapitre 3). Toutes les compétences évaluées par les examens et tests standardisés relatifs aux matières scientifiques peuvent être associées à l'une des catégories suivantes:

- une capacité connaître et à appliquer les connaissances et théories scientifiques;
- des compétences pratiques, comme la capacité à sélectionner les appareils et équipements appropriés;
- des compétences de traitement des données, telles que la capacité à résumer et à présenter des résultats;
- des compétences en termes de raisonnement scientifique, comme l'aptitude à formuler des hypothèses scientifiques.

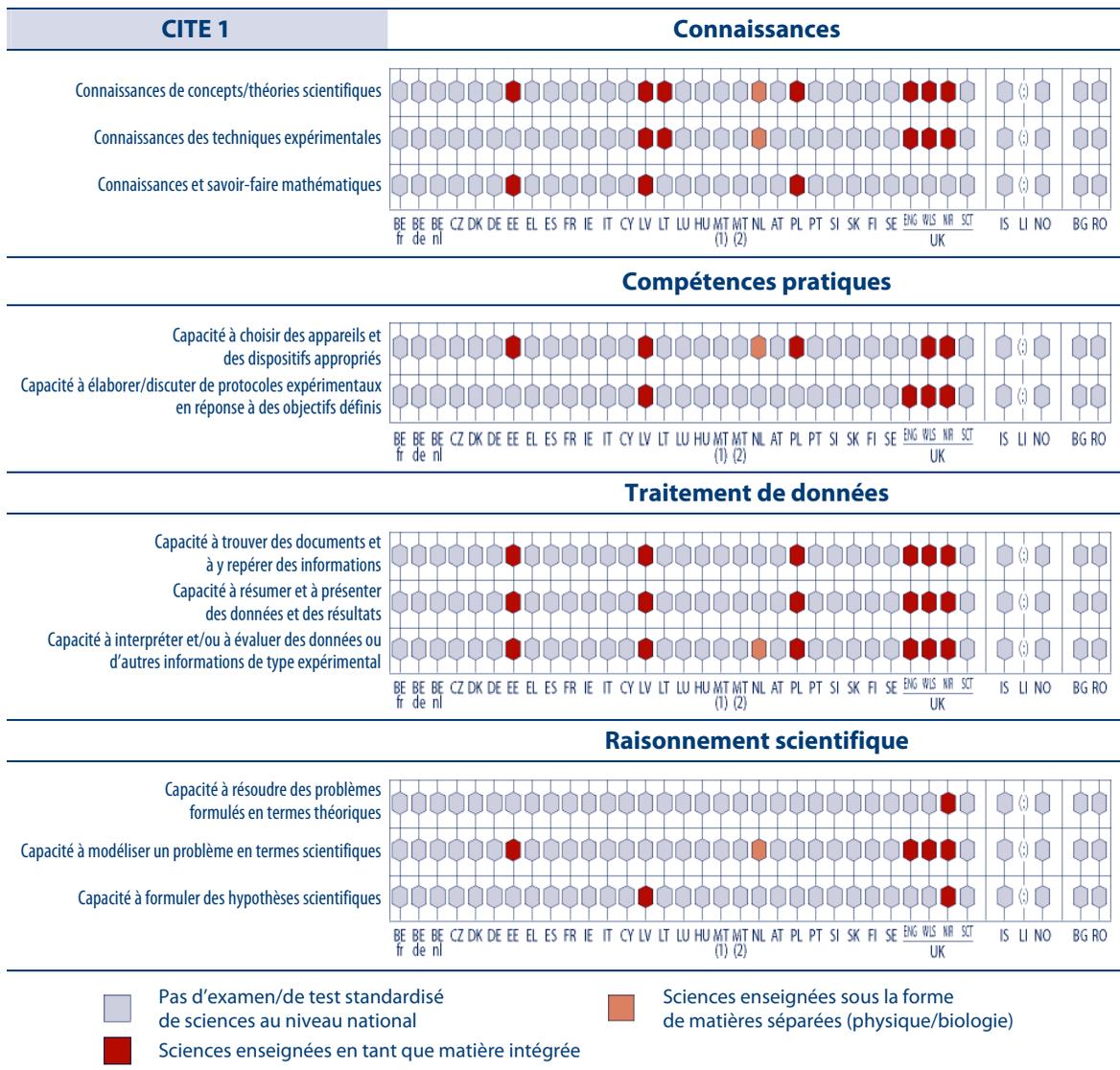
Ces différentes compétences peuvent être testées de diverses manières. Les enseignants procèdent oralement et de manière régulière lorsqu'ils interrogent leurs élèves dans le cadre des processus quotidiens d'enseignement et d'apprentissage, en classe ou au laboratoire de sciences. Dans le cadre des tests standardisés effectués dans un but d'évaluation et/ou de certification, de nombreuses compétences sont normalement évaluées par le biais des examens écrits, même si des tests assistés par ordinateur ont été expérimentés aux Pays-Bas et seront utilisés pour les examens de physique à partir de 2007.

Alors que certaines compétences fortement associées aux sciences pratiques peuvent être évaluées par le biais d'examens écrits ou assistés par ordinateur, par exemple la capacité à formuler et/ou à tester une hypothèse scientifique sur la base de certaines données bien définies, de nombreuses compétences pratiques ne peuvent pas être évaluées de cette manière. Pour ce faire, il faut d'autres formes de tests, basés sur les observations structurées des enseignants de sciences sur le travail de leurs élèves, des examens pratiques formels ou des projets à caractère scientifique. Toutefois, ces deux derniers types de tests sont plus difficiles à organiser et à administrer que les tests écrits standardisés, particulièrement à

grande échelle. Ils sont également plus chers, et exigent des procédures différentes pour établir leur fiabilité et leur validité ⁽¹⁾.

Il convient également de rappeler que le fait de tester l'aptitude d'un élève à formuler un problème en termes scientifiques ne nous livre aucune indication sur le type de problème concerné; de la même manière, l'aptitude à sélectionner les appareils et équipements appropriés n'offre aucune indication relative aux appareils et aux équipements parmi lesquels la sélection doit être faite. Ce n'est pas le contenu des tests et des examens en sciences qui a fait l'objet de cette collecte, mais le type de connaissances et de compétences qui sont évaluées.

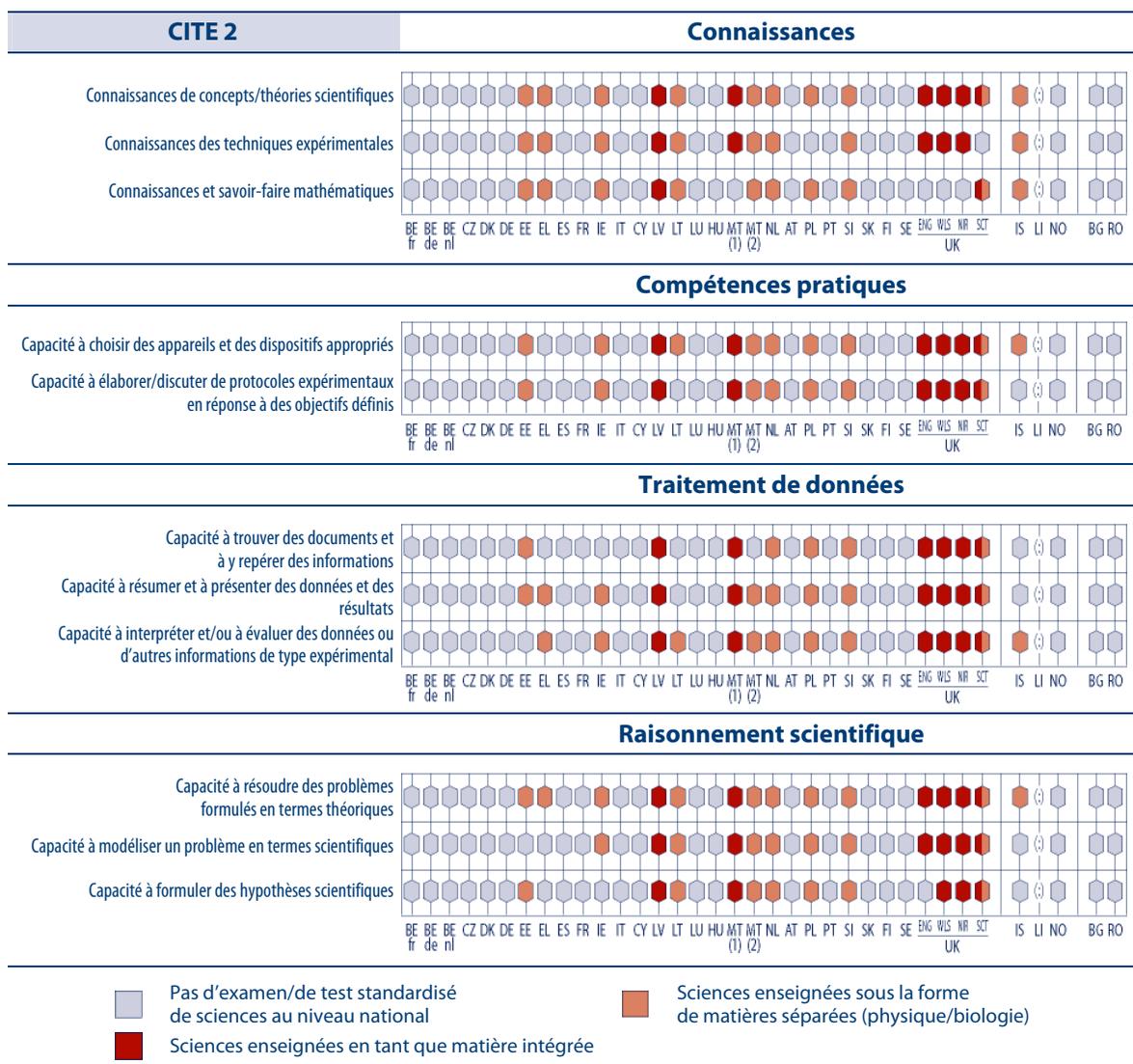
Figure 4.2a. Type des compétences évaluées par les examens et tests nationaux standardisés en sciences (CITE 1). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

⁽¹⁾ Les notions de validité et de fiabilité sont fondamentales pour tous les types de tests. Un test est valide s'il mesure ce qu'il est véritablement destiné à mesurer: il existe plusieurs moyens d'estimer le degré de validité. La fiabilité est un indicateur de l'exactitude des résultats d'une évaluation. La connaissance de la validité et de la fiabilité de tout test standardisé est essentielle pour se faire une idée du degré de confiance que l'on peut accorder aux résultats de ce test.

Figure 4.2b. Type des compétences évaluées par les examens et tests nationaux standardisés en sciences (CITE 2). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

Notes complémentaires

Grèce: la connaissance et le savoir-faire mathématiques ne sont pris en compte que dans l'évaluation de la physique.
Lettonie: la physique et la biologie sont enseignées sous la forme de matières séparées au niveau de la CITE 2, bien que l'examen standardisé à la fin de ce niveau soit un examen de science en tant que matière intégrée.
Lettonie, Pays-Bas, Pologne: il n'existe pas de test standardisé concernant les sciences proprement dites au niveau de la CITE 1, même si les thèmes scientifiques font partie du programme national de tests.

Note explicative

Les examens/test standardisés sont des examens nationaux (ou des parties d'examens) ou des tests conçus par les autorités éducatives centrales ou supérieures en matière d'éducation, dans un but de certification ou d'évaluation des élèves.

Au primaire, huit systèmes éducatifs testent la connaissance qu'ont les élèves des concepts et théories scientifiques. La connaissance des techniques expérimentales ou d'investigation est exigée des élèves dans six systèmes éducatifs. Le Royaume-Uni (Angleterre, pays de Galles et Irlande du Nord) et la Lettonie testent le plus grand éventail de compétences à ce niveau éducatif.

Pour la CITE 2, les connaissances des concepts et théories restent un aspect important de l'évaluation; elles sont cependant plus souvent testées séparément pour la biologie et la physique que dans le cadre d'un enseignement scientifique intégré. Dans les pays disposant de tels tests standardisés à ce niveau, un accent important est mis sur l'évaluation du raisonnement scientifique et des compétences pratiques comme l'habilité à poser un problème en termes scientifiques, à formuler des hypothèses, à sélectionner les instruments appropriés. Dans cinq systèmes éducatifs, ces compétences sont testées dans le contexte d'un enseignement intégré des sciences.

L'importance attachée par certains nouveaux États membres de l'Union européenne, comme l'Estonie, la Lettonie, la Pologne et la Slovénie, à l'évaluation d'un large éventail de compétences, tant au niveau primaire qu'au niveau secondaire inférieur, est également à noter.

La connaissance des concepts et théories scientifiques est exigée dans les tests nationaux aux deux niveaux d'enseignement, même si un nombre plus important de pays ont cette exigence lorsque la physique et la biologie sont enseignées séparément. Les concepts et théories précis testés à ces deux niveaux sont, bien entendu, susceptibles d'être très différents, reflétant ainsi les âges différents des élèves concernés et leurs aptitudes différentes à manier des idées sophistiquées. Au niveau de la CITE 1, l'accent est moins mis sur les compétences pratiques, le traitement de données et les aptitudes au raisonnement scientifique qu'au niveau de la CITE 2. Seuls l'Estonie, la Lettonie, les Pays-Bas, la Pologne et le Royaume-Uni (Angleterre, pays de Galles et Irlande du Nord) les testent au primaire. Les différences entre pays dans l'équilibre entre les différents types de compétences exigées par les tests standardisés au niveau de la CITE 2 sont relativement mineures, notamment dans le contexte d'un enseignement séparé de la physique et de la biologie.

D'un point de vue global, l'éventail des compétences évaluées dans les pays disposant d'examens scolaires standardisés de sciences au niveau de la CITE 1 et, de manière plus répandue, au niveau de la CITE 2, reflète les compétences habituellement associées à l'action et au raisonnement scientifiques dans la planification, l'exécution et le compte rendu d'une investigation scientifique. Il reflète également la nature internationale des investigations scientifiques, et l'universalité des connaissances scientifiques qui constituent le socle des cours de sciences en milieu scolaire.

4.3. Travaux relatifs à des projets scientifiques

Les travaux relatifs à des projets scientifiques impliquent des travaux d'expérimentation en laboratoire ou dans d'autres milieux, et possèdent un caractère de recherche. Ils peuvent être effectués par l'ensemble d'une classe ou par des élèves travaillant individuellement ou en petits groupes. Ils s'étendent sur une certaine période, qui peut aller jusqu'à plusieurs semaines, et fournissent aux élèves l'occasion de se lancer dans une étude à caractère scientifique prenant pour objet un thème particulier. Ils peuvent impliquer une collaboration avec d'autres personnes, dans d'autres établissements, via Internet ou par d'autres moyens, et la rédaction des conclusions prendra probablement la forme d'un rapport.

L'évaluation standardisée de ce type de travaux relatifs à des projets scientifiques n'est pas une caractéristique significative de l'enseignement des sciences, et ce ni au niveau de la CITE 1, ni au niveau de la CITE 2, comme le montre la figure 4.3.

Trois pays (Danemark, Lettonie et Roumanie) mènent des évaluations de travaux relatifs à des projets scientifiques comportant des critères d'évaluation standardisés aux deux niveaux de scolarité, et trois autres en disposent uniquement au niveau de la CITE 2. L'Irlande est sur le point d'introduire cette approche dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences au niveau de la CITE 2 pour l'année scolaire 2005/2006.

Tout comme dans le cas des tests et examens standardisés, l'absence de critères d'évaluation standardisés des travaux relatifs à des projets scientifiques ne peut pas être interprétée comme une indication selon laquelle les élèves n'acquiescent pas les compétences habituellement associées à ce type

Au niveau de la CITE 2, les données fournies par quatre de ces six pays suggèrent plus d'uniformité en physique qu'en biologie en ce qui concerne les compétences évaluées lors des travaux relatifs à des projets scientifiques.

4.4. Débats actuels relatifs à l'évaluation

Les informations présentées dans les sections précédentes concernent la situation de l'année scolaire 2004/2005. La présente section tente d'identifier les débats ou les changements prévus en matière d'évaluation des résultats de l'enseignement scolaire des sciences.

La figure 4.4 résume la situation et montre que les débats en cours sur l'évaluation sont communs dans presque tous les pays et souvent aux deux niveaux d'éducation. L'intérêt témoigné dans ce domaine ne se trouve pas isolé du reste des problématiques. Il est intimement lié aux débats sur la forme et le contenu de l'enseignement scolaire des sciences, sur la manière dont les enseignants de sciences doivent être formés et sur la façon de mettre en œuvre des changements dans le système scolaire. Il fait également partie d'un phénomène plus global qui reflète la préoccupation des gouvernements et d'autres parties, consistant à relever les standards de l'éducation scientifique, à promouvoir les connaissances scientifiques et à mettre en place des systèmes d'évaluation qui viennent soutenir ces objectifs. Lorsqu'un cursus de sciences est défini en termes de compétences ou de résultats de l'apprentissage plutôt que sous la forme d'une liste plus traditionnelle de contenus scientifiques à aborder, les évaluations entreprises reflètent étroitement la spécification des exigences posées vis-à-vis des élèves en matière de savoir et de capacités. Dans tous les cas, toutefois, un système d'évaluation devrait refléter et soutenir les résultats attendus des apprentissages du programme.

Plusieurs thèmes font actuellement l'objet de débats ou de changements en Europe. Ils sont catégorisés ci-dessous par grands types. Un même pays peut être concerné par plusieurs d'entre eux.

Création de normes nationales et/ou d'organismes chargés d'effectuer les tests

Dans les pays qui ne possèdent aucune tradition d'examen nationaux, il a été nécessaire de mettre en place des organismes ou des agences appropriées afin d'assumer la responsabilité de ces tests. Dans de nombreux cas, ces évolutions sont associées à la spécification de standards éducatifs et/ou de tests qui prescrivent ce que les élèves doivent savoir et être capables de faire en sciences à tel ou tel moment du parcours éducatif. En Allemagne, par exemple, un nouvel Institut du développement de la qualité dans l'éducation (*Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen*) a été créé en 2004 par les länder qui viennent de commencer à mettre au point des évaluations standardisées des élèves en biologie et en physique (CITE 1 et 2). Elles seront utilisées au cours des prochaines années. Elles suivront l'introduction des normes éducatives en biologie, en chimie et en physique au niveau de la CITE 2 établies en décembre 2004. Ces normes éducatives sont contraignantes pour tous les länder et l'Institut assume la responsabilité de la poursuite de leur développement et de l'élaboration et de l'administration de tests standardisés d'évaluation des élèves.

En Lettonie, de nouvelles normes concernant les sciences enseignées en tant que matière intégrée, ainsi que la physique et la biologie, doivent être mises en place progressivement au cours d'une période de trois ans, à partir de l'année scolaire 2005/2006. Ces normes mettront davantage l'accent sur le travail de recherche et d'investigation qui deviendra un objectif clé pour les élèves.

En Autriche, où des normes nationales en matière éducative sont actuellement testées dans des écoles pilotes en allemand et en mathématiques à la fin de la CITE 1 et 2, et en anglais à la fin de la CITE 2, des actions sont entreprises pour développer des normes similaires destinées à la physique, à la chimie et à la biologie, même s'il n'existe pour le moment aucun calendrier ou plan de projet détaillé.

En République tchèque, un Centre d'évaluation des acquis éducatifs a été mis en place afin d'élaborer un système de supervision et d'évaluation. Un projet s'étendant sur une durée de quatre ans, et qui doit se terminer en 2008, concentrera son attention, entre bien d'autres aspects, sur l'évaluation des élèves à des moments clefs de leur scolarité obligatoire (5^e et 9^e années). Des projets pilotes (le premier entre 2001 et 2003 et le second de 2004 à 2006) portant sur l'évaluation des élèves (et, plus spécifiquement, sur celle qui est l'objet d'une passation écrite) ont également été menés en Lituanie. Un Centre finlandais d'évaluation de l'enseignement a également été créé en 2003 dans le but d'évaluer l'enseignement et l'apprentissage, de contribuer au développement de l'évaluation et de promouvoir la recherche en matière d'évaluation. Cette spécification des standards éducatifs fait partie intégrante d'un phénomène international, même si la mesure dans laquelle ces normes peuvent être appliquées, ainsi que leur rapport au programme scolaire scientifique, varient suivant les pays. Dans les systèmes fédéraux, où l'enseignement relève de la responsabilité des communautés ou des régions, ces dernières sont enclines à réagir chacune séparément à la publication de standards «nationaux». Par contraste, dans un système centralisé, un programme national est en mesure de spécifier les connaissances et les niveaux de performances attendus de tous les élèves aux différents stades de la scolarité obligatoire, et de rendre ces exigences obligatoires. Dans la plupart des cas, la spécification de normes a exigé une révision radicale, voire une refonte des programmes scolaires scientifiques. En Finlande, par exemple, même s'il n'y a pas de tests nationaux aux deux niveaux d'enseignement, le nouveau cursus national commun spécifie des critères d'évaluation.

Extension des évaluations existantes en vue d'y inclure les sciences

Dans certains pays, l'évaluation nationale des élèves a déjà été entreprise, mais cette évaluation n'inclut pas les matières scientifiques.

Au Danemark, dès 2007, toutes les matières scientifiques seront évaluées à la fin de la période de scolarité obligatoire. Ces tests seront très probablement réalisés électroniquement. La même année, la France organisera des évaluations standardisées des matières scientifiques qu'elle réitérera tous les cinq ans environ. Au Portugal, l'évaluation nationale effectuée au niveau de la CITE 2 sera prochainement étendue pour y inclure les matières scientifiques, et le ministère de l'éducation est en train d'étudier la mise en œuvre d'une évaluation finale nationale à la fin de la quatrième année de la scolarité.

À Malte, le *National Minimum Curriculum* (1999) inclut les sciences en tant qu'une des disciplines de base, mais les sciences ne font pas partie des matières actuellement testées à la fin de l'enseignement primaire. Le débat portant sur cette inclusion se poursuit, mais aucun calendrier n'a encore été fixé. Toujours à Malte, un examen de l'actuel système dit de *National Certificate* vient juste de débiter à l'unité MASTEC de l'Université de Malte, et une série de propositions relatives à l'évaluation a été avancée.

Des discussions concernant l'évaluation des élèves pour ce qui est des matières scientifiques sont également en cours en Pologne, en même temps qu'un débat sur le programme de base commun pour les sciences à tous les niveaux du système éducatif. En Italie, l'*Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema Educativo di Istruzione e di Formazione* est en train d'examiner l'utilisation des tests dans les matières scientifiques (ainsi qu'en italien et en mathématiques) aux niveaux de la CITE 1 et de la CITE 2, mais l'utilisation de ces tests à des fins d'évaluation ou de certification n'est pas encore définie.

Élargissement de l'éventail des compétences évaluées

Plusieurs pays font état d'une extension des objectifs en matière d'évaluation des élèves dans l'enseignement scolaire des sciences et/ou de changements des techniques d'évaluation. En Estonie, un nouveau programme national est en cours d'élaboration par le centre universitaire de Tartu. L'introduction d'une évaluation est planifiée en 2007. Le système d'évaluation aura pour but de refléter

l'accent placé, dans le nouveau programme, sur l'apprentissage empirique et la découverte, l'aptitude à formuler des hypothèses scientifiques et à mener des discussions sur des thèmes scientifiques.

Au Royaume-Uni (Angleterre), la révision de l'évaluation des élèves en science fait partie de la révision actuelle des programmes scolaires pour *Key Stage 3*. Il est proposé que les descriptions des niveaux – qui fournissent une base standardisée permettant de former des jugements sur la performance des élèves – soient révisées afin de refléter l'importance nouvelle accordée aux «grandes idées» et aux processus clés en science et afin d'accompagner plus efficacement les enseignants dans leur tâche d'évaluation formative. Les autres changements considérés incluent l'équilibre entre les compétences d'investigation et la compréhension et la mémorisation de faits. Ils concernent également l'équilibre entre l'évaluation faite par les enseignants et les tests évalués et notés à l'extérieur. De nouveaux tests pour les élèves âgés de 14 ans seront utilisés dans les écoles à partir de 2011 à la suite de l'introduction en 2008 du nouveau programme scolaire pour les élèves âgés de 11 ans.

En Grèce, il semble que le vote d'un projet de loi au Parlement grec pourrait bien déboucher sur un système d'évaluation des élèves qui mette davantage l'accent sur les compétences associées aux sciences plutôt que sur un simple rappel des contenus scientifiques.

Utilisation de techniques d'évaluation innovantes

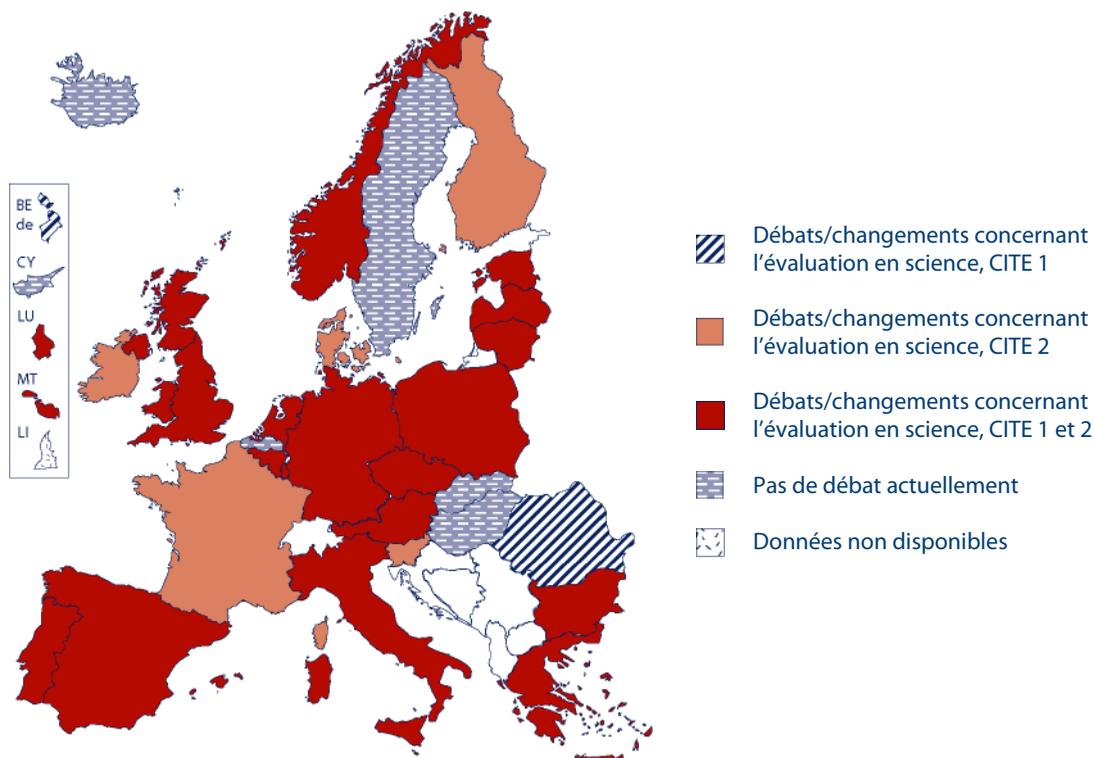
Aux Pays-Bas, le centre d'évaluation CITO a élaboré de nouveaux types de techniques d'évaluation afin de refléter l'accent pédagogique placé sur l'apprentissage basé sur l'investigation. De plus, le résultat d'une récente étude pilote a abouti à la décision de faire, à partir de 2007, de l'utilisation d'un ordinateur un élément à part entière des examens nationaux VMBO de physique. Ce sera également le cas de la biologie en 2008. L'utilisation d'un ordinateur permettra de tester de nouvelles formes de compétences, par exemple l'aptitude à procéder à des expériences virtuelles, à examiner le comportement animal. En Irlande, un accent accru mis sur le travail pratique de l'élève en sciences au niveau de la CITE 2 aboutira à l'évaluation directe de ce travail, qui représentera 35 % de chacune des notes finales de l'élève. 10 % de la note découleront des travaux effectués tout au long des trois années de cours de sciences, et 25 % seront liés aux projets spécifiques.

En Slovénie, le Comité consultatif du Département des sciences de l'Institut national d'éducation a mis au point un système d'«évaluation authentique» et s'est lancé dans la formation d'«auxiliaires pédagogiques», chargés de diffuser les pratiques innovantes en matière d'évaluation des élèves et d'expliquer leur influence sur les méthodes d'enseignement. Un large éventail de techniques d'évaluation a été élaboré. Celles-ci comprennent l'utilisation d'ordinateurs pour les tests, l'évaluation des performances de groupe, les entretiens, l'observation, la production de portfolios, l'exposition ou la présentation de projets, ainsi qu'une série de questions innovantes. Toujours en Slovénie, et ce à compter de l'année scolaire 2005/2006, les examens nationaux sanctionnant la fin du premier cycle de la scolarité ont été supprimés, ceux sanctionnant la fin du deuxième cycle cessent d'être obligatoires, et ceux qui parachevaient le troisième cycle ne sont plus utilisés à des fins de certification.

En Finlande, le niveau élevé de performances des élèves dans l'enquête PISA (Programme international pour le suivi des acquis des élèves) en 2003 et 2006 n'a pas amené de changements dans le système d'évaluation, mais a poussé à rechercher les raisons de ce succès.

Au Royaume-Uni (Angleterre), les changements considérés concernant l'évaluation des élèves âgés de 14 ans incluent l'introduction de tests assistés par ordinateurs (ce qui offre la possibilité de les organiser à la demande).

Figure 4.4. Débats/réformes concernant l'évaluation des résultats de l'enseignement des sciences, (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.



Source: Eurydice.

Noms et objectifs des examens (ou des différentes parties des examens)/tests standardisés de sciences (figures 4.1 et 4.2) (CITE 1 et CITE 2), 2004/2005.

	CITE 1		CITE 2	
	Nom/ nature de l'examen/ du test	Objectif de l'examen/ du test	Nom/ nature de l'examen/ du test	Objectif de l'examen/ du test
DE	Des tests sont en cours d'élaboration dans tous les länder en vue d'être introduits dans un avenir proche. Les länder de Bade-Wurtemberg, de Bavière et de Rhénanie du Nord-Westphalie ont annoncé la mise en place de ce type de tests.			
EE	Tests nationaux standardisés à la fin de la phase II (degré 6). Matière couverte par les tests décidée chaque année par le ministère de l'éducation et de la recherche. En 2002 et 2003, la matière choisie était l'enseignement scientifique.	Évaluation	Examen final de l'enseignement obligatoire. La langue maternelle et les mathématiques sont obligatoires. Les élèves peuvent choisir entre la physique, la chimie, la biologie, l'histoire et la géographie.	Évaluation et certification
EL	(-)	(-)	(i) Examens de passage de fin d'année; deux premières années de la CITE 2 (ii) Examens de fin d'année sanctionnant la dernière année de la CITE 2	Évaluation Certification
IE	(-)	(-)	<i>Junior Certificate Examination</i>	Certification

	CITE 1		CITE 2	
	Nom/ nature de l'examen/ du test	Objectif de l'examen/ du test	Nom/ nature de l'examen/ du test	Objectif de l'examen/ du test
LV	Test national avec les sciences naturelles comme matière intégrée	Évaluation	Test national en sciences naturelles	Certification et évaluation
LT	Sciences en tant que matière intégrée (degré 4)	Évaluation	Sciences en tant que matière intégrée (degré 6); biologie, physique et chimie aux degrés 8 et 10	Évaluation systématique
MT		(-)	(i) Examens scolaires annuels (ii) Certificat national de l'enseignement secondaire, à la fin de la période de l'enseignement obligatoire	(i) Évaluation (ii) Certification
NL	Examen final de l'enseignement primaire (pour partie) et système de suivi des élèves, «Activités d'éveil» (pour partie)	Évaluation systématique	Examens nationaux en physique et biologie (enseignement secondaire préprofessionnel – VMBO)	Certification systématique
PL	Test national à la fin de l'enseignement primaire	Certification et évaluation	Examen national à la fin de l'enseignement secondaire inférieur (<i>gymnasium</i>)	Certification et évaluation
SI	(-)	(-)	Tests nationaux en physique et en biologie	Certification systématique
UK-ENG	<i>National Curriculum Assessment</i> Évaluation nationale du programme à l'âge de 11 ans	Évaluation	<i>National Curriculum Assessment</i> Évaluation nationale du programme à l'âge de 14 ans	Évaluation
UK-WLS	<i>National Curriculum Assessment</i> Évaluation nationale du programme à l'âge de 11 ans (facultative à partir de 2004/2005, évaluation des enseignants seulement à partir de 2005/2006)	Évaluation	<i>National Curriculum Assessment</i> Évaluation nationale du programme à l'âge de 14 ans (évaluation des enseignants et évaluation standard seulement à partir de 2005/2006)	Évaluation
UK-NIR	Phase principale 1 (<i>Key Stage 1</i>) d'évaluation (évaluation des enseignants). Les <i>transfer tests</i> facultatifs passés à l'âge de 11 ans couvrent les matières scientifiques. Ces derniers n'auront plus lieu à partir de 2008.	Évaluation	Phase principale 3 (<i>Key Stage 3</i>) Irlande du Nord: Évaluation du programme (évaluation externe et des enseignants) à l'âge de 14 ans	Évaluation
UK-SCT	(-)	(-)	<i>Standard Grade</i> Sciences, biologie et physique <i>Intermediate 1 et 2</i> Sciences, biologie et physique	Certification systématique
IS	(-)	(-)	<i>Samræmt próf í náttúrufræði</i> / Examen de sciences naturelles, coordonné au niveau national	Évaluation et certification

Source: Eurydice.

RECHERCHES EN DIDACTIQUE ET FORMATION DES ENSEIGNANTS DE SCIENCES

Martine Méheut, professeur à l'IUFM de l'académie de Créteil

Introduction

Les recherches en didactique des sciences s'intéressent au développement de compétences cognitives de haut niveau (conceptualisation, modélisation, résolution de problèmes, démarches scientifiques) dont l'importance dans la formation scientifique croît rapidement. Les apprentissages de comportements (savoir manipuler) et les compétences cognitives de bas niveau: répétition (apprendre et répéter des définitions, des lois), application d'algorithmes (savoir appliquer des formules, savoir résoudre des exercices standardisés) se trouvant dévalorisés, du fait en particulier du développement des outils informatiques et des systèmes automatisés, la formation scientifique évolue vers des apprentissages cognitifs de plus haut niveau, pour lesquels les méthodes anciennes, fondées principalement sur la transmission et la répétition, se révèlent inadaptées.

Ces travaux s'inscrivent également dans une perspective sociétale; il s'agit de permettre à un maximum de personnes de jouer pleinement leur rôle de citoyen de sociétés scientifiquement et techniquement avancées. Ceci suppose le développement non seulement de connaissances scientifiques en lien avec les évolutions techniques, mais aussi d'une image de la science, de ses méthodes, et d'une capacité à situer la portée d'arguments scientifiques dans des débats de société incluant d'autres dimensions, environnementales, économiques, sociales et éthiques en particulier. On retrouve ici les perspectives adoptées depuis 1990 dans différents curricula et standards d'enseignement scientifique, qui apparaissent de manière particulièrement explicite dans des projets tels que *Science for All Americans* (AAAS 1989, NRC 1996), *Science in the New Zealand Curriculum* (Ministry of Education 1993), *English National Science Curriculum* (www.curriculumonline.gov.uk), *Pan Canadian Science Project* (Council of Ministers of Education 1997), PISA (OCDE 2001).

Sans doute des priorités doivent-elles être établies entre les nombreux objectifs de l'enseignement des sciences qui se dessinent ainsi; de tels choix ne relèvent pas uniquement des compétences des chercheurs. Les recherches en didactique visent à ouvrir des perspectives, à apporter des informations sur la faisabilité et les effets de différents types de démarches d'enseignement. Il s'agit, en s'appuyant sur d'autres disciplines, en particulier la psychologie, la philosophie et l'histoire des sciences et la linguistique, d'explorer les potentialités de divers types de ressources et de modalités d'enseignement, pour améliorer le confort des apprenants, leur motivation, leur plaisir d'apprendre, leur image des activités scientifiques et l'efficacité des dispositifs d'enseignement-apprentissage en termes de développement de compétences.

Cette problématique générale peut se décliner en différentes questions:

- Quels apprentissages favoriser?

Cela suppose une réflexion sur les sciences et pose la question d'étapes possibles dans le développement de connaissances et de compétences scientifiques. On s'intéressera aux recherches concernant les apprentissages conceptuels (A.1 et A.2), mais aussi le développement de démarches scientifiques (A.3) et de compétences argumentatives (A.5).

- Quels apports spécifiques des outils informatiques?

Les retombées du développement des technologies informatiques dans l'enseignement sont multiples; on s'intéressera ici (A.4) à des apports spécifiques à l'enseignement des sciences: saisie et traitement automatiques de données d'une part, simulations d'autre part.

- Comment motiver les élèves?

On présentera des recherches sur les facteurs susceptibles d'accroître l'intérêt des enfants et des adolescents pour les études scientifiques (A.6).

Se pose également la question de la diffusion de nouvelles approches de l'enseignement des sciences et donc de la formation des enseignants, question qui apparaît sous des formes un peu différentes selon les courants de recherche.

- Quelles sont les conceptions communes de la science et de son enseignement chez les enseignants de sciences en formation ou expérimentés? (B.1)
- Quels sont les savoirs professionnels qui interviennent dans le développement des pratiques d'enseignement des sciences? (B.2)
- Comment les enseignants s'approprient-ils des démarches innovantes qui leur sont proposées? (B.3)

Ce rapport ne saurait épuiser le sujet; compte tenu de la richesse du domaine et des délais impartis à ce travail, des choix ont dû être effectués. Le parti pris a été de présenter quelques thèmes de recherche, dont les retombées sur la formation des enseignants apparaissent particulièrement importantes aujourd'hui, en donnant pour chacun de ces thèmes un aperçu des questions traitées et des résultats obtenus.

A. Recherches sur l'apprentissage des disciplines scientifiques

A.1. Conceptions et raisonnements «du sens commun»

Les conceptions erronées, pré-conceptions, représentations, facettes de connaissances, primitives phénoménologiques, raisonnements spontanés, du sens commun; de nombreux travaux ont révélé des manières de «voir» le monde, d'expliquer les phénomènes, qui présentent des différences significatives par rapport aux concepts et raisonnements scientifiques (voir, par exemple, Tiberghien 1984; McDermott 1984; Driver, Guesne et Tiberghien 1985; Shipstone 1985; Johsua et Dupin 1993; Viennot 1996; Galili et Hazan 2000).

Certains de ces travaux apportent des informations sur les manières de se représenter tel ou tel type de phénomènes. On peut évoquer les nombreux travaux sur les conceptions en électrocinétique, en mécanique, en optique, en chimie et en biologie.

D'autres travaux s'intéressent plus particulièrement à caractériser des structures générales de raisonnement sous-jacentes au fonctionnement de ces différents modèles interprétatifs de phénomènes variés.

A.1.1. Conceptions: quelques exemples

De nombreuses recherches menées dans différents pays (Tiberghien 1984; Shipstone 1985), concernant des populations d'âge et de niveau de formation scientifique variés, ont permis de mettre en évidence des étapes dans la compréhension du fonctionnement de circuits électriques simples, avant d'arriver à un modèle compatible avec les lois de l'électrocinétique couramment enseignées:

- conception unifilaire: l'«électricité» part d'une source (pile, prise de courant) et va vers l'appareil d'utilisation pour y être «consommée»; dans un tel modèle, un seul fil reliant la source à l'appareil d'utilisation suffit pour assurer le fonctionnement de l'appareil. Par exemple, il suffit d'un fil reliant une ampoule à une borne d'une pile pour que l'ampoule puisse briller;
- conception circulatoire séquentielle: le «courant électrique» part du générateur, alimente successivement les différents appareils placés dans le circuit, en s'atténuant progressivement, et revient au générateur pour «récupérer l'énergie» qu'il a ainsi perdue;
- conception circulatoire à courant constant: l'intensité du courant délivrée par un générateur est bien la même en tous les points d'un circuit série, mais ne dépend pas du circuit d'utilisation.

Ces raisonnements font intervenir une notion d'électricité, de courant électrique, dont les propriétés peuvent être rapprochées pour certaines de celles du concept d'énergie, pour d'autres de celles du concept d'intensité. Les enjeux de premiers apprentissages conceptuels dans le domaine de l'électrocinétique peuvent alors être formulés en termes de construction/différenciation des concepts d'intensité, de tension et d'énergie électriques.

Dans le domaine de l'optique, des étapes dans la compréhension de l'obtention d'images ont été mises en évidence dans des contextes variés (âge, pays) (Galili et Hazan 2000):

- conception «holistique», aussi nommée «image voyageuse»; une lentille partiellement occultée ne donne qu'une image tronquée d'un objet (une partie de l'image «ne peut pas passer»);
- conception du «rayon-rail», un seul rayon issu d'un point objet suffit à transporter l'information relative à ce point, et donc à obtenir une image de ce point.

Dans le domaine de la chimie, des recherches concernant des élèves de 10 à 15 ans, dans différents pays (Andersson 1990), ont révélé une absence de différenciation entre transformations physiques et transformations chimiques, une combustion pouvant être vue comme un phénomène de fusion, ou de vaporisation, dû à la présence d'une flamme; une réaction entre une solution et un solide pouvant être interprétée comme une dissolution, une réaction entre deux solides ou deux solutions comme un mélange. Les catégories d'interprétation: fusion, vaporisation, dissolution, mélange, restent longtemps très prégnantes dans les explications de transformations de la matière. Ces résultats permettent de préciser les enjeux de premiers apprentissages conceptuels en chimie: différenciation des transformations physiques et chimiques, construction des notions d'espèce chimique, de corps pur et d'élément chimique.

A.1.2. Structures de raisonnement

Il s'agit ici de caractériser des structures générales de raisonnement apparaissant dans les conceptions de phénomènes variés. Les travaux menés dans cette perspective mettent en valeur le rôle du temps dans les explications, en particulier le raisonnement linéaire causal (Viennot 1996): là où la science raisonne en termes de relations entre variables et de covariations (sans qu'une variation ne soit antérieure à l'autre ou que l'une ne joue un rôle causal par rapport à l'autre), le sens commun raconte des histoires en termes de succession d'événements, les relations de cause à effet occupant une place importante dans ces histoires.

Ces histoires peuvent être celles d'entités plus ou moins abstraites: électricité, courant électrique, images, lumière. Ainsi, par exemple (A.1.1), dans l'interprétation du fonctionnement d'un circuit électrique, les élèves racontent l'histoire d'un «courant électrique» qui suit le circuit et subit des modifications successives à cause des composants qu'il rencontre dans son parcours. En optique, c'est l'image qui, partant d'un objet lumineux, peut rencontrer différents obstacles (lentille, miroir, écran) et subir alors leur action, en particulier être arrêtée, renversée.

Cette même structure de raisonnement (linéaire et causale) peut se retrouver à un niveau plus élevé, les entités dont on raconte l'histoire étant maintenant des variables. Un événement (variation d'une variable) peut alors apparaître comme cause du suivant; lorsque plusieurs variables varient de manière simultanée, une seule variation est prise en considération à chaque étape du raisonnement (Viennot 1996).

Ainsi, par exemple, pour expliquer le déplacement d'une paroi due à l'établissement d'une différence de pression entre ses deux faces (Méheut 1997), les élèves ne prennent d'abord en compte que la pression qui a été initialement modifiée (la «cause» du déplacement), en «oubliant» la pression sur l'autre face; ce n'est que dans une deuxième étape qu'ils envisagent que celle-ci peut se trouver modifiée à cause du déplacement de la paroi (variation de pression d'un côté -> déplacement de la paroi -> variation de la pression de l'autre côté). Pour interpréter l'augmentation de volume due à une variation de température d'un gaz (à pression extérieure constante), au lieu d'utiliser les relations de covariation entre pression, volume et température d'un système (équations d'état, dans lesquelles le temps n'intervient pas) les élèves «linéarisent» le raisonnement, la variation de température étant alors cause d'une variation de pression, celle-ci entraînant une variation de volume qui entraîne une nouvelle variation de pression. Au lieu de gérer les variations concomitantes de deux variables, ils introduisent des étapes, chaque étape correspondant à la prise en considération de la variation d'une seule variable, le résultat d'une étape (variation d'une variable) étant alors cause de la suivante.

A.2. Changement conceptuel

La mise en lumière des difficultés d'apprentissage propres à un domaine donné, des conceptions et modes de raisonnement du sens commun et de leur résistance à l'enseignement traditionnel, conduit à rechercher des démarches pédagogiques susceptibles de favoriser des évolutions vers les formes de pensée scientifiques.

De très nombreux travaux se sont développés dans cette perspective, donnant lieu à l'élaboration et à l'expérimentation de situations d'enseignement dans des domaines variés: mécanique, électrocinétique, optique, énergie, chimie, structure de la matière en particulier (Méheut et Psillos 2004).

Certaines de ces recherches mettent l'accent sur l'autonomie des élèves dans le processus de construction des savoirs, particulièrement sur leur responsabilité dans l'élaboration des problèmes à traiter et l'organisation de leurs démarches (Lijnse 1995). D'autres donnent une place importante au conflit cognitif, c'est-à-dire à la prise de conscience par les élèves des limites de leurs conceptions du monde, dans des jeux de prévision/contradiction par l'expérience organisés par l'enseignant (Dewey et Dykstra 1992; Ravanis et Papamichael 1995). D'autres enfin s'appuient sur une analyse approfondie des savoirs en jeu, des questions auxquelles ils ont répondu, pour proposer des activités susceptibles de favoriser les apprentissages conceptuels souhaités (Lemeignan et Weil Barais 1994; Robardet 1995).

De cet ensemble de travaux (Arnold et Millar 1996; Chauvet 1996; Galili 1996; Barbas et Psillos 1997; Gilbert et Boulter 1998; Komorek, Stavrou et Duit 2003; Viiri et Saari 2004) émerge progressivement un consensus sur l'importance à donner, pour élaborer des situations d'enseignement-apprentissage, à deux types d'analyses a priori:

- analyse des savoirs en jeu, de leur développement, de leurs fonctionnalités (que permettent-ils de prévoir, d'expliquer?);
- analyse des difficultés d'apprentissage, conceptions des élèves.

Les résultats de ces analyses sont alors investis dans une démarche de «reconstruction didactique» ou d'«ingénierie didactique» conduisant à des propositions de contenus et de situations d'enseignement (Méheut et Psillos 2004).

Les résultats de ce type de recherches sont de différentes natures.

Elles fournissent des repères méthodologiques pour l'élaboration de situations d'apprentissage précises du point de vue des apprentissages visés, argumentés du côté des savoirs et par rapport aux élèves.

Elles donnent des indications sur les effets de ces situations, en termes d'évolution cognitive des élèves dans différents domaines.

Comme nous le verrons plus loin (B.2), ces résultats peuvent contribuer au développement des savoirs professionnels nécessaires aux enseignants pour s'engager dans des démarches pédagogiques donnant une large place à l'activité cognitive des élèves.

A.3. Rôle des activités expérimentales dans l'apprentissage des sciences

A.3.1. Quelques constats de départ

Les buts affectés aux activités expérimentales dans l'enseignement des sciences apparaissent multiples: motiver les élèves, développer des habiletés manipulatoires, favoriser l'apprentissage des connaissances, de méthodes, d'attitudes scientifiques (Jenkins 1999).

En ce qui concerne les démarches expérimentales, celles-ci apparaissent encore trop souvent sous des formes stéréotypées (Leach et Paulsen 1999); l'enseignement primaire apparaît cependant aujourd'hui plus ouvert à des activités d'investigation, donnant une part importante aux tests d'hypothèses (Haigh et Forret 2005).

Il apparaît (Johsua et Dupin 1993; Windschitl 2003) que dans l'enseignement secondaire, les expériences sont principalement utilisées dans une perspective

- d'illustration des concepts,
- de vérification d'une loi,
- ou dans une démarche inductiviste: manipulation, observations et mesures, conclusions.

L'élève est alors placé en situation d'exécuter des manipulations qui lui sont prescrites, d'effectuer des observations et des mesures, les conclusions semblant s'imposer d'elles-mêmes, lorsqu'elles ne sont pas connues d'avance.

Une recherche reposant sur l'analyse de fiches de travaux pratiques concernant plusieurs disciplines (physique, chimie, biologie) dans sept pays européens met en évidence un objectif commun aux

différents pays et différentes disciplines: la familiarisation avec les objets et les phénomènes (manipuler des objets, provoquer un événement, observer un événement), un objectif moins bien partagé étant l'organisation d'une démarche pour traiter une question. Les travaux pratiques de physique apparaissent, plus que ceux de chimie ou de biologie, orientés vers l'apprentissage des lois, des relations entre variables (apprendre à traiter des données, utiliser des données pour conclure), ceux de chimie donnant une grande importance à l'objectif «apprendre à suivre un protocole expérimental», ceux de biologie donnant un peu plus de place à l'organisation d'une recherche pour traiter une question (Tiberghien et al. 2001).

De nombreux travaux menés dans différents pays montrent les difficultés rencontrées par les élèves à «faire le lien» entre les expériences et les théories. Les activités expérimentales donnent peu l'occasion aux élèves de parler de physique, la réalisation des manipulations et des mesures occupant une part importante de leur temps (Niedderer et al. 2002) et donnant lieu à des activités de routine, au détriment de la réflexion théorique et de la réflexion sur l'expérience (Hucke et Fischer 2002).

Les critiques et propositions reflètent deux lignes principales:

- donner une image plus riche et diversifiée des démarches scientifiques: formulation, reformulation d'une question, d'un problème, formulation d'hypothèses, planification d'expériences, amélioration d'un protocole, contrôle des facteurs, recueil et traitement des données, interprétation des données, usage de simulations, débats, etc.;
- donner davantage d'autonomie aux élèves; leur proposer des tâches plus ouvertes leur permettant de développer des activités de plus haut niveau cognitif.

Certaines de ces propositions s'inscrivent dans une perspective de développement d'une culture scientifique, qui donne une place importante à la construction par les élèves de représentations des activités et démarches scientifiques.

A.3.2. Formulation et test d'hypothèses

À la suite des travaux de Piaget, de nombreuses recherches ont été développées sur le développement du raisonnement hypothético-déductif dans l'apprentissage des sciences. Différents types de tâches ont fait l'objet d'explorations: ainsi, dans certains travaux, l'accent est-il mis sur l'étude de l'effet de variables données (Millar 1996); dans d'autres, les problèmes sont plus ouverts, charge est laissée aux élèves de proposer eux-mêmes des variables à étudier (Cauzinille et al. 1985; Flandé 2000).

Ainsi, des recherches menées auprès d'élèves de 9 à 14 ans (Cauzinille et al. 1985; Millar 1996; Flandé 2000; Millar et Kanari 2003) attirent-elles l'attention sur les points suivants:

- les élèves ne semblent guère envisager «spontanément» d'avoir recours à l'expérience, à la mesure, pour étayer une affirmation;
- faire une expérience peut apparaître comme un moyen de lever un doute, trancher entre des avis différents; il apparaît en effet que les élèves font davantage d'expériences pour vérifier une hypothèse qui ne fait pas consensus;
- les élèves de cet âge ont tendance à ne prendre en considération qu'une seule variable, et peuvent donc, faute de les prendre en considération, laisser fluctuer les autres;
- les élèves ne ressentent pas le besoin de répéter une mesure, ils ne semblent pas se poser de questions sur la qualité des mesures, sur les possibilités de l'améliorer;

- toute différence entre deux mesures visant à tester l'effet d'une variable est considérée comme significative; il est beaucoup plus facile aux élèves de conclure à la dépendance de deux variables (deux mesures leur suffisent), qu'à l'indépendance;
- la dispersion des résultats de mesure pose problème; on doit retrouver systématiquement le même résultat lorsqu'on répète une mesure;
- les élèves ne prêtent attention aux sources possibles de dispersion (limites du contrôle des variables) que lorsqu'il y a désaccord entre prévisions et résultats.

Les expérimentations menées par Flandé (2000) décrivent la progression d'élèves de 10-11 ans en termes de séparation de variables, de formulation d'hypothèses, de proposition et d'analyse de protocoles de test d'hypothèses, en relation avec l'utilisation de tableaux comme support de raisonnement.

Ces recherches apportent donc des indications sur les démarches «spontanées» des élèves, sur de possibles étapes dans le développement de démarches expérimentales, et sur des types de situations favorables à ces évolutions: ainsi, par exemple, le recours à l'expérimentation peut-il être proposé par les élèves pour résoudre une contradiction entre eux, la réflexion sur la dispersion et la qualité des mesures peut-elle naître d'une contradiction entre résultat d'une expérience et prévision. Elles mettent en évidence de possibles progressions des élèves dans le cadre de stratégies d'enseignement de ces démarches tenant compte des possibilités cognitives des élèves.

A.3.3. Démarches d'investigation scientifique

Depuis les années 1990, on voit se dessiner dans les curricula des évolutions quant au rôle des activités expérimentales: d'abord centrées sur des apprentissages manipulatoires d'un côté, conceptuels de l'autre, puis organisées en suivant des démarches stéréotypées, elles s'inscrivent de plus en plus dans des démarches d'investigation ouvertes impliquant l'élaboration de questions scientifiques, la formulation d'hypothèses, l'élaboration de dispositifs et de protocoles expérimentaux, le choix de données à recueillir, le traitement des données, la mise en forme et la communication des résultats.

Des travaux menés auprès d'élèves de 15 à 17 ans montrent que de telles démarches peuvent créer un sentiment d'insécurité chez les enseignants et chez les élèves, les élèves rencontrant des difficultés particulièrement en ce qui concerne l'élaboration des dispositifs expérimentaux et la présentation des données. Ceci suppose donc une réflexion sur l'aide à leur apporter. Moyennant de telles aides soigneusement structurées, des effets positifs ont été observés en termes d'apprentissages conceptuels et de représentations de la nature de la science (Haigh et Forret 2005).

C'est sur une perspective de développement progressif, sur plusieurs années, de compétences d'investigation scientifique que débouche une étude (Butler-Songer, Lee et McDonald 2003) concernant la mise en place des standards NRC (2000). Les auteurs de cette étude constatent en effet des réalisations différentes du curriculum en fonction du contexte (type d'établissement, effectif), de l'enseignant lui-même, du niveau des élèves. Ils suggèrent alors de mettre à disposition des enseignants des ensembles d'activités correspondant à des niveaux d'autonomie croissants dans le développement de démarches scientifiques. Dans cette même perspective, Windshitl (2003) propose une progression dans les démarches d'investigation, partant des démarches les plus répandues (expériences de vérification et démarche pré-structurée) vers des formes plus authentiques d'investigation, guidée (la question est proposée aux élèves) ou ouverte (les élèves formulent eux-mêmes les questions).

D'après Millar (1996), il semble que les élèves se situent d'abord (9-12 ans) plus facilement dans une perspective d'optimisation d'un effet, d'un phénomène, et qu'ils sont ensuite (12-14 ans) susceptibles d'évoluer vers une approche plus scientifique d'exploration de relations entre variables.

Notons que ce type de recherches rend nécessaires la clarification des positionnements épistémologiques. Quels sont les aspects essentiels des démarches expérimentales? Peut-on considérer qu'une hypothèse puisse être vérifiée, réfutée ou corroborée, par une expérience; à quelles conditions? En l'état actuel, les réponses à ces questions sont rarement explicites; le développement des recherches didactiques conduit progressivement à les préciser. Cette exigence de clarification se fait plus vive dès lors que l'on souhaite enseigner la nature de la science, qui constitue aujourd'hui une composante importante de curricula visant le développement d'une culture scientifique pour tous (Osborne et al. 2003; Rudolph 2003; Abd-El-Khalick 2005; Hipkins et Barker 2005).

Ces travaux donnent donc des indications sur de possibles étapes dans le développement de démarches d'investigation scientifique de plus en plus ouvertes; ils montrent également le travail qui reste à accomplir sur ce sujet, tant en termes de clarification des objectifs, que de propositions de cheminements possibles pour les élèves dans la construction de ces compétences, et de situations d'apprentissage appropriées.

A.4. Apports spécifiques des TIC

Les apports des technologies de l'information et de la communication sont multiples; certains ne sont pas spécifiques de l'enseignement des sciences: exercices d'entraînement individuel, sources d'informations, échanges et formation à distance, etc. Deux types d'utilisation des TIC plus spécifiques de l'enseignement des sciences ont fait l'objet de recherches didactiques: la saisie et le traitement automatique de données expérimentales (l'ordinateur outil de laboratoire) d'une part, l'ordinateur comme outil de simulation d'autre part.

Hucke et Fischer (2002) s'interrogent sur les apports respectifs de l'ordinateur comme outil de saisie et traitement de données d'une part, comme outil de modélisation d'autre part. Ils concluent que le premier type d'utilisation ne contribue pas au développement de la réflexion théorique des étudiants, et peut réduire l'attention aux faits expérimentaux, l'attention étant déplacée vers le fonctionnement de l'ordinateur, mais que par contre l'utilisation de simulations favorise la réflexion théorique.

De nombreux travaux (Beaufils et Richoux 2003) se sont intéressés aux possibilités de visualisation de modèles théoriques et de développement d'activités:

- d'exploration et de manipulation de modèles visant la connaissance des propriétés de ces modèles et l'appropriation de leurs règles de fonctionnement;
- de modélisation, c'est-à-dire d'utilisation de ces outils pour élaborer des modèles de phénomènes physiques.

On retrouve ces perspectives dans une recherche concernant l'apprentissage de premiers modèles de structure de la matière (Méheut 1997), la perspective adoptée étant celle d'une construction progressive par des élèves de collèges français (12-13 ans) d'un modèle particulière de la matière, en relation avec des activités de prévision et d'explication de propriétés thermoélastiques des gaz.

On peut citer également le travail de Buty (2003) qui analyse les potentialités et les limites didactiques de l'utilisation par des élèves d'un logiciel de simulation en optique géométrique pour la compréhension de la formation d'images par des lentilles.

L'expérimentation de séquences articulant des activités expérimentales et des activités de simulation a montré que les simulations peuvent jouer un rôle de «pont cognitif» entre la théorie et l'expérience.

Ainsi Niedderer et al. (2002) montrent-ils que si les activités expérimentales habituelles donnent une part importante à la manipulation d'appareils et à la réalisation de mesures, l'utilisation de simulations favorise

la réflexion théorique. Goldberg et Otero (2001) ont mis en évidence des activités cognitives témoignant d'un travail de conceptualisation, plus intenses d'abord lors de la mise en œuvre de simulations (phase de construction de modèles), puis en relation avec des activités expérimentales (mise en relation entre modèles et expérience).

Bisdikian et Psillos (2002) s'intéressent particulièrement au rôle que peuvent jouer les graphes comme intermédiaires entre les phénomènes physiques et la théorie, et étudient les activités cognitives d'étudiants au cours d'une séquence comportant prévisions, manipulations, mesures, simulations, comparaison des graphes expérimentaux et simulés. On retrouve ce même type d'intégration d'activités dans la démarche proposée par Zacharia (2003) combinant prédiction, simulation, explication.

Ces travaux conduisent donc à mettre en cause les apports de certains types d'utilisation des TIC (saisie et traitement automatique des données) et à proposer des modalités d'intégration d'autres (simulations) dans des démarches qui apparaissent particulièrement productives en terme d'activité cognitive des élèves.

A.5. Débats entre élèves et développement de compétences argumentatives

L'accent mis depuis les années 1990 sur le développement d'une culture scientifique pour tous conduit à s'intéresser aux capacités d'argumentation dans le cadre de débats socio-scientifiques, ces débats étant également considérés comme l'occasion d'apprentissages conceptuels et épistémologiques (Sadler et Zeidler 2005). Des études réalisées dans cette perspective (Bell et Lederman 2003) mettent en évidence l'importance de considérations relevant d'autres registres, émotionnel, social, moral, et conduisent à mettre en question les liens faits dans certains curricula récents entre apprentissages épistémologiques (connaissance de la nature de la science) et développement de compétences utiles aux débats socio-scientifiques (aptitude à reconnaître les affirmations pseudo-scientifiques, à appliquer les savoirs scientifiques à la vie quotidienne).

Simonneaux (2003) compare les argumentations développées par des élèves au cours de jeux de rôle et de débats plus formels. Elle montre que les jeux de rôle sont plus favorables à certaines procédures rhétoriques (provocation, suspicion, ironie) et les débats plus riches en arguments rationnels.

Grace et Ratcliffe (2002) étudient les valeurs et les concepts mis en œuvre dans des débats entre élèves sur le thème de la conservation des espèces. Ils comparent les résultats obtenus en termes de concepts aux attentes d'experts et d'enseignants et montrent la place importante qu'occupent les valeurs dans ces débats. Ils concluent à l'importance de diversifier les thèmes de débat afin de favoriser la compréhension conceptuelle. Sadler et Zeidler (2005) distinguent différents types de raisonnements susceptibles d'intervenir dans de tels contextes et concluent également à l'importance du choix des sujets de débat, certains favorisant particulièrement le registre émotionnel au détriment du registre rationnel.

Zohar et Nemet (2002) présentent les effets d'une unité visant à développer les connaissances des élèves en génétique et leurs compétences argumentatives. Cette unité comporte un enseignement de connaissances en génétique et de principes de l'argumentation, et leur mise en pratique dans le cadre de débats. Les auteurs concluent à l'efficacité de cette unité, en termes d'acquisition de connaissances en génétique et de progrès des compétences argumentatives (conclusions moins fréquentes, mieux argumentées, prises de paroles plus denses).

Mork (2005) revient sur les raisons possibles du faible développement d'activités d'argumentation par les enseignants: les compétences argumentatives sont difficiles à acquérir et nécessitent donc des apprentissages spécifiques, ces activités demandent du temps, et les ressources qui seraient nécessaires aux enseignants pour planifier et gérer de telles activités sont peu développées. Prenant appui sur la

typologie proposée par Mortimer et Scott (2003), elle propose de privilégier un type de communication «interactif et dialogique» (par opposition à «non interactif et autoritaire») pour favoriser la qualité des débats en classe. Elle analyse alors les interventions de l'enseignant selon leur finalité: assurer la justesse de l'information échangée, recentrer le débat, élargir le débat, relancer le débat lors d'un blocage, impliquer davantage d'élèves, gérer les prises de parole.

Ces recherches peuvent être utilisées pour aider les enseignants à choisir des thèmes de débats en fonction des types d'argumentation qu'ils souhaitent favoriser, les aider à diriger leurs interventions en cours de débat, leur proposer des critères d'évaluation des compétences argumentatives de leurs élèves.

A.6. Signification des savoirs enseignés et motivation

Cette question apparaît dans les années 1960-1970 comme une interrogation sur les attitudes, l'intérêt des élèves pour les sciences à l'école; ce courant semble s'être alors peu développé, peut-être par manque d'outils théoriques et méthodologiques (Ramsden 1998).

Plus récemment, différentes études ont apporté des informations générales sur le caractère plus ou moins motivant des différentes disciplines (biologie, technologie, astrophysique, sciences de la terre, chimie, physique), sur l'intérêt des travaux pratiques et des liens avec la vie quotidienne, sur le caractère trop contraint des apprentissages scientifiques, qui laissent peu de place à l'autonomie des élèves (Dawson 2000; Osborne et Collins 2001; Baram, Tsabari et Yarden 2005).

L'approche adoptée par Häussler et ses collaborateurs (1987, 1998, 2000) s'appuie sur les notions d'intérêt personnel et situationnel. Elle vise à séparer ce qui relève de caractéristiques personnelles de l'élève et ce qui relève des caractéristiques de la situation d'apprentissage. Ainsi Häussler (1987) propose-t-il de caractériser les situations d'apprentissage suivant trois dimensions: le domaine de connaissances (optique, mécanique), le contexte (entreprise intellectuelle, applications à la vie quotidienne, préparation à un métier, impact social), le mode d'activité (transmission-réception, résolution de problèmes, débats). La question de la motivation peut alors être reformulée en termes de variables personnelles (âge, genre), et situationnelles (caractéristiques des situations d'apprentissage); il s'agit alors de rechercher les relations constructives entre ces variables en termes de motivation des élèves.

En ce qui concerne les domaines, il apparaît que les filles entre 8 et 14 ans sont davantage intéressées par la biologie que par la chimie et par la physique, alors que l'intérêt des garçons du même âge est mieux réparti, avec un léger déplacement au cours des années de la biologie vers la physique (Stark et Gray 1999).

Les travaux menés par Häussler (1987) auprès d'élèves de 11 à 16 ans dans différents länder allemands mettent en évidence:

- un moindre intérêt des filles que des garçons pour la physique, cette différence s'atténuant avec l'âge;
- une légère décroissance de l'intérêt pour la physique avec l'âge, tant chez les garçons que chez les filles;
- des différences d'intérêt entre garçons et filles en ce qui concerne les domaines de connaissances: les filles étant autant, ou un peu plus, que les garçons, intéressées par l'optique, l'acoustique, la chaleur, moins par la mécanique, l'électricité, l'électronique, la radioactivité;
- des différences également en ce qui concerne le contexte, l'intérêt des filles allant davantage vers la préparation aux métiers de l'art, de la médecine ou du conseil, celui des garçons vers la physique comme entreprise intellectuelle et la préparation aux métiers de la recherche et techniques.

Les auteurs concluent que les différences liées au sexe ne sont pas très importantes, mais qu'une cohérence s'en dégage: chez les filles, l'intérêt pour la physique est, plus que chez les garçons, lié à l'usage des sens, aux relations avec d'autres domaines, et à la signification de la physique dans la vie quotidienne. Ces résultats sont en accord avec ceux présentés par Jones, Howe et Rua (2000) qui montrent que les expériences extrascolaires des garçons dans le domaine scientifique relèvent plutôt de la physique (jeux électriques, fusées, microscopes), celles des filles relevant davantage de la biologie (observer des oiseaux, semer, planter), les intérêts des uns et des autres pour les sujets d'enseignement scientifique à l'école se répartissant différemment, les garçons étant davantage intéressés par des sujets techniques (avions, ordinateurs, sources d'énergie nouvelles), les filles par des sujets liés à la perception et à la vie (couleurs, diététique, communication animale, SIDA).

La réinterprétation (Häussler et al. 1998) des données présentées dans l'étude précédente (Häussler 1987) a conduit à dégager trois profils d'élèves: un profil A que nous qualifierions de «technico-scientifique», un profil B «humaniste» et un profil C «citoyen». Le premier groupe (environ un quart des élèves) est caractérisé par un fort intérêt pour l'entreprise intellectuelle scientifique, les objets et métiers techniques; il est constitué majoritairement de garçons (4/5). Le deuxième (un peu plus de la moitié des élèves) est intéressé principalement par la compréhension des phénomènes naturels et les retombées pour l'humanité; il comprend à parts égales garçons et filles (1/2). Le troisième (environ un quart des élèves) s'intéresse principalement à l'impact de la physique sur la société; il s'agit majoritairement de filles (3/4). Les différences liées au sexe apparaissent donc nettement pour les premier et troisième profils, le deuxième étant également réparti entre garçons et filles, et le plus stable en termes d'âge; on note en revanche de nettes diminutions du premier profil et une augmentation du troisième avec l'âge.

Des études complémentaires (Häussler et Hoffmann 2000) ont permis de dégager chez des «experts» (scientifiques, ingénieurs, enseignants) un consensus sur l'importance à donner dans l'enseignement scientifique aux implications socio-économiques et à la préparation à un métier, et des divergences, un groupe mettant l'accent sur les concepts et les méthodes, l'autre davantage sur les aspects techniques et pratiques. Les élèves, eux, manifestent un fort intérêt pour les aspects socio-économiques, pratiques et émotionnels, ce qui ne correspond pas au curriculum traditionnel. Ces résultats ont été réinvestis dans la conception d'unités d'enseignement dont les bénéfices cognitifs et affectifs à moyen terme ont été mis en évidence, particulièrement pour les filles.

Ces recherches viennent préciser et illustrer, dans le champ de la didactique des sciences, ce que l'on sait par ailleurs des différences de styles cognitifs liés au genre, différences qui peuvent être déclinées de manière générale en termes d'oppositions analytique/systémique, quantitatif/qualitatif, résultats/processus, compétition/coopération, objectif/subjectif (Hildebrand 1996). Les filles se montrent en particulier attentives aux contextes, les garçons étant plus sensibles à la tâche elle-même, indépendamment du contexte; les filles manifestent également une préférence pour le travail collaboratif et les discussions (Harding 1996).

Notons le développement du projet ROSE (*Relevance Of Science Education* <http://www.ils.uio.no/english/rose/>), piloté par C. Schreiner and S. Sjoberg, de l'Université d'Oslo, qui s'interroge sur de possibles variations liées à la culture, mène l'enquête dans 35 pays sur les domaines d'intérêt des élèves, leurs critères de choix d'une profession, leur attitude vis-à-vis des sciences à l'école, et dont les premiers résultats (encore partiels) semblent confirmer les conclusions des recherches précédentes, en particulier en ce qui concerne les différences liées au genre.

Signalons également deux questions mises en évidence dans un article de synthèse d'Osborne, Simon et Collins (2003):

- l'importance de l'effet «enseignant»: les effets des curricula seraient minimes en comparaison des effets dus à l'enthousiasme fondé sur la compétence des enseignants; ainsi la maîtrise du domaine par l'enseignant constituerait-elle une variable déterminante;
- le lien entre attitude et réussite: les résultats sur ce point peuvent apparaître contradictoires, une nette corrélation étant établie entre indicateurs de motivation et indicateurs d'apprentissage dans certaines études (Zusho et al. 2003), et pas dans d'autres (Osborne, Simon et Collins 2003).

B. Recherches sur les pratiques et la formation des enseignants de sciences

On s'intéresse ici plus particulièrement aux enseignants de sciences, aux déterminants de leurs pratiques d'enseignement, aux manières de faire évoluer ces dernières, et donc à la formation des enseignants. Ces questions sont abordées sous différents angles.

Certains travaux s'intéressent essentiellement aux conceptions des enseignants sur les sciences d'une part, sur l'apprentissage des sciences d'autre part, faisant l'hypothèse que ces conceptions ont un impact sur les pratiques d'enseignement.

D'autres concernent directement les pratiques d'enseignement elles-mêmes. Il s'agit ici de s'interroger sur le rôle de différents déterminants des pratiques pédagogiques et les manières de les faire évoluer.

D'autres enfin s'interrogent sur la diffusion de pratiques innovantes, l'enseignant étant vu comme récepteur, et transformateur, d'intentions et d'outils didactiques conçus par ailleurs.

B.1. Conceptions de la science et de l'apprentissage des sciences, et évolutions

De nombreux travaux ont mis en évidence la persistance chez les enseignants de points de vue qualifiés d'empiristes/positivistes naïfs (Van Driel, Verloop et De Vos 1998; Glasson et Bentley 2000; Abd-El-Khalick 2005), ce qui apparaît cohérent avec les constats concernant la place accordée aux activités expérimentales dans l'enseignement (A.3). De tels points de vue donnent une place essentielle à l'observation, conférant un caractère absolu aux faits expérimentaux; ils sous-estiment le rôle de la théorie dans la conduite des expérimentations et des observations et la valeur des connaissances scientifiques comme instruments d'explication et de prévision.

Ces conclusions doivent être nuancées par les résultats d'autres travaux, qui mettent en évidence l'existence de contradictions dans les déclarations des enseignants, selon les questions qui leur sont posées. Une vision empiriste liée à leur formation initiale pourrait cohabiter avec une vision constructiviste de la science – donnant davantage d'importance aux cadres théoriques, aux a priori, aux aspects sociaux – liée au développement de leur culture personnelle (Guilbert et Meloche 1993).

Les liens entre conceptions de la science, conceptions de l'apprentissage et pratiques d'enseignement sont objet de débats, certains auteurs affirmant un lien fort entre ces différentes composantes, d'autres notant des divergences. Ceci peut être interprété comme un manque d'intégration entre les différents types de savoirs qui interviennent dans la construction des pratiques des enseignants, les enseignants débutants faisant preuve de moins de cohérence que les enseignants expérimentés (Van Driel, Verloop et De Vos 1998).

Ainsi par exemple, Martinez Aznar et al. (2001) repèrent-ils, malgré une certaine diversité des points de vue épistémologiques, des points communs dans les conceptions de la science des enseignants, les savoirs scientifiques apparaissant comme objectifs, neutres et décontextualisés. L'apprentissage peut être vu comme résultat de l'accumulation d'apprentissages partiels résultant de deux modalités principales: la transmission des savoirs par l'enseignant et l'activité de l'élève (manipulation, observation).

D'après Koballa et Gräber (2001), trois conceptions de l'apprentissage et de l'enseignement des sciences ont pu être mises en évidence chez des enseignants du second degré en formation dans deux universités, l'une américaine, l'autre allemande. L'apprentissage peut être vu comme l'acquisition de connaissances scientifiques, ou la résolution de problèmes scientifiques, ou l'élaboration de connaissances signifiantes; l'enseignement étant alors vu comme consistant à transmettre des informations, ou à poser des problèmes aux élèves, ou à interagir de manière constructive avec les élèves.

Abd-El-Khalick et Lederman (2000) distinguent deux types de formations visant à faire évoluer ces conceptions: une approche «implicite», qui repose sur l'idée que c'est en «faisant» eux-mêmes de la science que les enseignants feront évoluer leurs conceptions, et une approche «explicite» s'appuyant sur l'histoire et la philosophie des sciences. Ils discutent le caractère naïf de la première, et affirment la nécessité de proposer des cadres d'interprétation de leur propre activité aux enseignants. Analysant les résultats de plusieurs essais, ils concluent à la meilleure efficacité de la seconde au regard des modalités d'évaluation utilisés (choix d'items de type déclaratif). Les gains restent néanmoins modestes. Ils discutent alors la pertinence des modalités d'évaluation au regard de l'objectif principal, qui est de rendre les enseignants capables de développer les apprentissages de leurs élèves à ce sujet. Ils plaident alors pour une formation associant des activités scientifiques et des outils d'analyse de celles-ci, et incluant le développement et la mise en œuvre d'activités pédagogiques sur ce thème avec des élèves.

C'est dans cette perspective qu'ont été testés par Abd-El-Khalick (2005) les effets de l'adjonction d'un enseignement de philosophie des sciences à une formation aux méthodes d'enseignement des sciences. En conclusion, l'auteur constate des évolutions significatives des points de vue des enseignants en formation, ce qui leur permet d'envisager la mise en place d'activités avec les élèves.

Notons également le travail de Windschitl (2003) qui incite à assouplir la relation entre conceptions de la science et pratiques d'enseignement; il conclut en effet que l'expérience personnelle des démarches de recherche est plus déterminante que les conceptions déclarées de la science pour la mise en place dans des classes de démarches d'investigation scientifique.

B.2. Analyser les déterminants des pratiques des enseignants; faire évoluer celles-ci

Les recherches présentées ici mettent en évidence la diversité des composantes susceptibles d'intervenir dans l'élaboration des pratiques d'enseignement des sciences, la complexité des ensembles de compétences professionnelles ainsi construits, et présentent différentes stratégies de formation visant à les faire évoluer.

Différents travaux mettent en évidence les liens entre les connaissances et compétences scientifiques des enseignants, leurs pratiques d'enseignement et les effets sur les élèves. Il apparaît ainsi qu'à un faible niveau de compétence scientifique sont associées des pratiques d'enseignement laissant peu de place au questionnement et à la discussion (utilisation de fiches de travail prescriptives, activités expérimentales simplifiées, usage de matériel limité) (Harlen et Holroyd 1997). Par ailleurs, le niveau cognitif des élèves a pu être corrélé à la compétence des enseignants dans la discipline (Jarvis et Pell 2004). Ces travaux conduisent à mettre l'accent sur la formation scientifique des enseignants.

Les travaux conduits autour des notions de PCK (*Pedagogical Content Knowledge*; connaissances pédagogiques liées au contenu), proposées par Schulman (Gess-Newsome et Lederman 1999), ou de connaissances professionnelles locales (Morge 2003a) s'intéressent à l'élaboration par les enseignants de savoirs spécifiques à l'enseignement de tel ou tel sujet. Ils mettent l'accent sur la diversité des composantes nécessaires à l'enseignement d'un sujet particulier: expérience, connaissances et compétences personnelles de l'enseignant dans ce domaine, connaissances des difficultés

d'apprentissage des élèves, connaissances des buts de l'enseignement des sciences et des curricula, des méthodes pédagogiques et d'évaluation.

On a ainsi montré que les enseignants ignorent certaines des conceptions erronées de leurs élèves (particulièrement celles qu'ils partagent), que celles-ci persistent alors après enseignement (faute d'un traitement approprié) et que, de manière plus générale, même s'ils connaissent ces difficultés, les enseignants ne savent pas toujours comment aider les élèves à les dépasser. L'importance des compétences dans la discipline pour le développement du PCK est mise en évidence par de nombreux travaux; celles-ci ne peuvent cependant pas être considérées comme une condition suffisante, certains enseignants possédant un haut niveau de connaissances dans la discipline pouvant se montrer incapables d'aider leurs élèves à les acquérir (Magnusson, Karjck et Borko 1999).

S'interrogeant sur la mise en place de curricula incluant des enseignements sur la nature de la science, Hipkins et Barker (2005) mettent en évidence un certain manque de clarté des curricula; ils appellent alors à des débats et des clarifications sur ce point. Ils mettent également l'accent sur le fait que, même si les enseignants disposent d'une certaine culture personnelle sur ces questions, il leur reste difficile de la mettre en œuvre dans leur enseignement, faute de ressources qui leur permettent de développer les savoirs professionnels nécessaires à un tel enseignement.

De nombreux travaux, visant à favoriser l'élaboration de savoirs professionnels dans différents domaines ont été réalisés.

Se référant à cette notion de PCK, Aaltonen et Sormunen (2003) étudient les effets d'un module de formation d'enseignants en analysant des préparations de séances avant et après cette formation selon quatre directions: connaissance du curriculum, des méthodes pédagogiques, des étudiants, des modalités et outils de présentation du contenu.

De Jong (2003) étudie le développement du PCK d'enseignants en formation autour des notions de modèle et de modélisation. Cette étude met principalement en évidence les difficultés que rencontrent les enseignants à mettre en œuvre des pratiques d'enseignement en accord avec leurs idées sur les modèles et la modélisation. Morge (2003b) propose un outil de formation d'enseignants à la gestion d'activités de ce type en utilisant des résultats d'observation issus de recherches concernant l'enseignement de premières notions de structure de la matière.

Faisant également référence à cette notion de PCK, Haefner et Zembel-Saul (2004) proposent un programme de formation d'enseignants visant à favoriser l'apprentissage de démarches scientifiques par de futurs enseignants et le réinvestissement dans des pratiques pédagogiques; ils mettent ainsi en évidence des évolutions des idées des enseignants sur la science très liées aux difficultés qu'ils ont rencontrées dans leurs propres démarches. Il apparaît alors souhaitable, pour permettre aux futurs enseignants d'élaborer une conception assez riche des démarches scientifiques, de les placer dans des situations variées qui leur permettent, par la diversité des difficultés rencontrées, de percevoir les multiples aspects de ces démarches. Ils montrent également une nette évolution des idées sur les processus d'enseignement-apprentissage, principalement décrits par les futurs enseignants au début de la formation en termes de manipulations par les élèves et de transmission de savoirs par l'enseignant, donnant une part beaucoup plus importante en fin de formation aux questions et à l'expérimentation.

Dans une perspective similaire, Windschitl (2003) étudie l'impact de l'implication d'enseignants dans des démarches d'investigation ouverte sur leurs pratiques d'enseignement. Il note le poids de l'expérience antérieure de la recherche dans la mise en œuvre par les enseignants de telles démarches dans leurs classes.

Morge s'intéresse particulièrement à la gestion par l'enseignant des productions des élèves. On trouve là un exemple d'analyse fine de «connaissances professionnelles locales», propres à telle ou telle situation d'enseignement (formes d'expression des conceptions, chemins d'apprentissage des élèves, arguments mobilisables par l'enseignant) (Morge 2003a). Il propose des situations de formation de type «simulation de gestion de classe» en sollicitant les réactions d'enseignants en formation à des productions d'élèves et en leur permettant de les analyser (Morge 2003b).

Cet ensemble de travaux met donc l'accent, d'une part, sur l'importance des compétences des enseignants dans leur discipline, leur expérience personnelle des démarches qu'ils auront à enseigner, d'autre part sur leur caractère non suffisant. Ils mettent en évidence la nécessité de constituer des ressources pédagogiques adaptées à l'enseignement de telle ou telle question, ressources s'appuyant sur des théories pédagogiques générales, mais prenant également en compte les spécificités des apprentissages visés, les difficultés d'apprentissage repérées, les contraintes liées au contexte de l'enseignement.

B.3. L'enseignant récepteur et transformateur d'intentions didactiques

Ces travaux sont issus d'une interrogation sur la faible efficacité de différents types de dispositifs innovants (nouveaux programmes, outils informatiques en particulier) en termes de modification des pratiques. L'enseignant est vu ici comme récepteur d'un message formulé en termes de programmes, ou transmis via des outils informatiques.

Les travaux menés dans cette perspective dans le cadre du projet européen STISS (Pinto 2005; Stylianidou, Boohan et Ogborn 2005; Viennot et al. 2005) mettent en évidence différents facteurs susceptibles d'influer sur la réception de ces innovations: on retrouve la maîtrise des contenus scientifiques, les points de vue sur la science, les points de vue sur l'enseignement et l'apprentissage, et les contraintes (effectifs, horaires, matériel).

Ainsi par exemple, l'équipe italienne (Stylianidou et al. 2000) a mis en évidence l'importance de différents facteurs dans la mise en œuvre de démarches expérimentales utilisant les micro-ordinateurs comme outils de laboratoire: on retrouve les compétences dans la discipline, l'expérience personnelle du travail de laboratoire, l'expérience personnelle de l'usage des outils informatiques et les idées sur les processus d'enseignement-apprentissage.

L'équipe française (Stylianidou et al. 2000) suggère que les réactions des enseignants à un produit informatique dépendent de la «distance» entre ce produit et les contenus, les pratiques et convictions des enseignants. Lorsque cette distance est faible (le produit correspond à des contenus usuels pour l'enseignant, à ses pratiques habituelles et à ses convictions), l'enseignant peut l'adopter facilement et le mettre en œuvre de manière fructueuse. Si la distance est grande, le produit est détourné des utilisations prévues, les objectifs des concepteurs ne sont pas atteints. Ainsi, par exemple, l'utilisation de l'ordinateur pour la collecte et le traitement de données expérimentales s'inscrit-elle plus aisément dans les pratiques des enseignants que l'utilisation de simulations, qui fait appel à des démarches de modélisation encore peu développées aujourd'hui dans l'enseignement des sciences. Ceci est confirmé par l'étude de Zacharia (2003) qui montre que l'usage des simulations est moins familier aux enseignants que l'utilisation de l'ordinateur pour la saisie et le traitement de données, mais que leur opinion sur les potentialités des outils de simulation s'améliore nettement lorsqu'ils les utilisent eux mêmes.

Ces travaux conduisent à des propositions pour la formation des enseignants, donnant l'occasion aux enseignants de réfléchir sur leurs propres pratiques d'utilisation de simulations, de les confronter à celles d'autres enseignants et à celles préconisées, puis de planifier, d'évaluer, de comparer leurs essais à ceux réalisés par d'autres enseignants (Stylianidou, Boohan et Ogborn 2005).

Viennot et al. (2005) suggèrent d'aider les enseignants à prendre conscience de l'importance de certains «détails» considérés comme critiques par rapport aux intentions des innovateurs, aux difficultés des élèves et à la réussite de la démarche proposée, en

- explicitant les objectifs, les points de vue sur l'apprentissage, l'importance donnée aux idées communes des élèves;
- fournissant aux enseignants des documents leur permettant de prendre conscience de leurs propres conceptions, et de celles des élèves;
- mettant l'accent sur les détails considérés comme critiques, par l'analyse de propositions formulées par d'autres enseignants.

D'autres travaux (Davis 2003) posent de manière plus générale la question de la compatibilité entre un curriculum donné et les conceptions et valeurs des enseignants. Constatant le peu d'effet des changements de curricula sur les pratiques d'enseignement, ils proposent d'utiliser un modèle «constructiviste» de la formation des enseignants, insistent sur l'importance de partir des connaissances, conceptions et compétences des enseignants, de permettre aux enseignants de réfléchir sur leurs conceptions de l'apprentissage, de l'enseignement, sur les contenus d'enseignement nouveaux et de leur offrir des possibilités de formation dans des contextes interactifs, articulant mises en pratique dans des contextes de classes, discussions entre enseignants, et éclairages de la recherche. À partir de cette étude, qui concerne la mise en œuvre d'un curriculum conçu par ailleurs et donc imposé aux enseignants, ils concluent à la difficulté de l'entreprise, la vision à long terme (plus de trois ans) nécessaire à la réussite. Distinguant alors deux démarches: CI (l'application d'un curriculum) et CDA (développement et adaptation d'un curriculum), ils argumentent en faveur des démarches de type «développement et adaptation», impliquant les différents acteurs de l'éducation, dans une perspective d'évolution progressive des pratiques.

Conclusion

Partant de préoccupations d'amélioration de l'enseignement des sciences et de la formation des enseignants, la didactique des sciences a développé, depuis son émergence dans les années 1970, différents champs de recherche: étude des conceptions et formes de raisonnement «du sens commun», élaboration et validation de situations d'apprentissage, motivation des élèves pour l'apprentissage des sciences, construction et utilisation de dispositifs informatiques, diffusion des pratiques innovantes, formation des enseignants, etc.

Le traitement de ces questions conduit à intégrer progressivement des contributions de différentes disciplines, en particulier l'histoire, la philosophie des sciences, et la psychologie:

- psychologie cognitive, particulièrement en ce qui concerne les conceptions, modes de raisonnement et démarches spontanés des élèves, et leur évolution;
- psychologie affective et sociale, particulièrement pour les travaux concernant la motivation et l'élaboration de situations d'enseignement-apprentissage.

En Europe, la confrontation entre les communautés de recherche nationales en didactique des sciences est relativement récente. Elle s'effectue activement depuis les années 1980, principalement par des revues internationales et des colloques; la création de l'ESERA (*European Science Education Research Association*) en 1994 et ses rencontres régulières (conférences et écoles d'été) en constituent des moments importants. Des projets financés par l'Union européenne tels que *Labwork in Science Education*

(Séré 2002) ou *Science Teacher Training in an Information Society* (Pinto 2005) ont été l'occasion d'interactions fortes. Aujourd'hui, les cadres théoriques et méthodologies de recherche gardent encore des spécificités géographiques et culturelles; la confrontation de différents courants de travaux permet néanmoins de révéler des lignes de force communes.

Des résultats importants pour l'enseignement des sciences et la formation des enseignants sont aujourd'hui disponibles.

Les études concernant d'une part les difficultés d'apprentissage, conceptions et modes de raisonnement du sens commun, d'autre part les facteurs d'intérêt des élèves pour les études scientifiques, en fonction de l'âge et du genre, permettent d'éclairer les choix de contenus, de contextes, d'objectifs et de démarches pédagogiques; elles peuvent en cela contribuer à la formation des enseignants.

Les recherches concernant la mise au point et l'expérimentation de situations d'enseignement-apprentissage apportent de précieuses informations sur les possibilités cognitives des élèves et leurs cheminements; elles peuvent constituer pour les enseignants des ressources pour le développement de leurs propres pratiques en proposant des exemples d'activités argumentées a priori (explicitation des objectifs, des points de vue épistémologique et pédagogique sous-jacents) et testées. Elles leur fournissent des repères pour la gestion de telles situations d'apprentissage ouvertes dans une perspective de guidage des élèves dans la construction de leurs savoirs.

Les recherches sur les pratiques et la formation des enseignants permettent de cerner les besoins en formation. Elles mettent en évidence l'importance de la maîtrise par les enseignants des concepts et des démarches propres à la discipline enseignée. Celle-ci apparaît comme une condition nécessaire au développement de pratiques pédagogiques non stéréotypées. Elle n'est cependant pas suffisante; l'investissement de telles compétences scientifiques personnelles dans des pratiques d'enseignement suppose la mobilisation d'autres savoirs, de différentes natures. Ceci conduit à proposer et à étudier les effets de dispositifs de formation mettant en œuvre différentes modalités d'articulation entre formation scientifique, formation pédagogique et didactique, et mise en œuvre de situations d'apprentissage. Il s'agit d'élaborer et de tester des dispositifs de formation pour répondre aux besoins repérés en termes de développement des compétences des enseignants dans leur discipline et des savoirs professionnels nécessaires à l'investissement de ces compétences dans des pratiques d'enseignement. On voit en particulier comment les recherches concernant l'apprentissage de démarches récemment introduites dans les curricula (investigation scientifique, modélisation, argumentation) peuvent apporter des ressources pour le développement de ces savoirs professionnels nécessaires à la conception et à la gestion de situations d'apprentissage ouvertes susceptibles de favoriser le développement par les élèves de ces compétences de haut niveau.

Bibliographie

Aaltonen, K. et Sormunen, K. (2003) Describing the development of PCK in science teacher education. Paper presented at *The Fourth ESERA Conference: Research and the Quality of Science Education*. Noordwijkerhout, The Netherlands.

Arnold, M. et Millar, R. (1996) Learning the scientific 'story': a case study in the teaching and learning of elementary thermodynamics. *Science Education*, 80(3), 249-281.

Abd-El-Khalick, F. et Lederman, N.G. (2000) Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.

Abd-El-Khalick, F. (2005) Developing deeper understanding of nature of science: the impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, 27(1), 15-42.

American Association for the Advancement of Science (1989) *Science for All Americans. Project 2061* (New York: Oxford University Press).

Andersson, B.R. (1990) Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85.

Baram-Tsabari, A. et Yarden, A. (2005) Characterizing children's spontaneous interests in science and technology. *International Journal of Science Education*, 27(7), 765-780.

Barbas, A. et Psillos, D. (1997) Causal reasoning as a base for advancing a systemic approach to simple electrical circuits. *Research in Science Education*, 27(3), 445-459.

Beaufils, D. et Richoux, B. (2003) Un schéma théorique pour situer les activités avec des logiciels de simulation dans l'enseignement de la physique. *Didaskalia*, 23, 9-38.

Bell, R.L. et Lederman, N.G. (2003) Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87(3), 352-377.

Bisdikian, G. et Psillos, D. (2002) Enhancing the linking of theoretical knowledge to physical phenomena by real-time graphing. In D. Psillos et H. Niedderer (Eds) *Teaching and learning in the science laboratory* (Dordrecht: Kluwer) 193-204.

Butler-Songer, N., Lee, H.-S. et McDonald, S. (2003) Research towards an expanded understanding of inquiry science beyond one idealized standard. *Science Education*, 87(4), 490-516.

Buty C. (2003) Richesses et limites d'un «modèle matérialisé» informatisé en optique géométrique. *Didaskalia*, 23, 39-63.

Cauzinille, E., Méheut, M., Séré, M.G. et Weil-Barais, A. (1985) The influence of a priori ideas on the experimental approach. *Science Education*, 69 (2), 201-211.

Chauvet, F. (1996) Teaching colour: design and evaluation of a sequence. *European Journal of Teacher Education*, 19(2), 119-134.

Council of Ministers of Education (1997) *Pan Canadian Science Project 1997. Common framework of science learning outcomes* <http://www.cmec.ca/science/v0201en.htm>

Davis, K. S. (2003) 'Change is hard': What science teachers are telling us about reform and teacher learning of innovative practices. *Science Education*, 87(1), 3-30.

Dawson, C. (2000) Upper primary boys' and girls' interests in science: have they changed since 1980? *International Journal of Science Education*, 22(6), 557-570.

De Jong, O. (2003) Exploring science teachers' pedagogical content knowledge? In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, E. Hatzikraniotis, G. Fassouloupoulos et M. Kallery (Eds) *Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Dordrecht: Kluwer) 373-382.

- Dewey, I. et Dykstra, D.I. (1992) Studying conceptual change: constructing new understandings. In R. Duit, F. Goldberg et H. Niedderer (Eds) *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies* (Kiel: IPN) 40-58.
- Driver, R., Guesne, E. et Tiberghien, A. (Eds) (1985) *Children's Ideas in Science* (Milton Keynes: Open University Press).
- Flandé, Y. (2000) *Protocoles expérimentaux, tests d'hypothèses et transfert*, Thèse de doctorat, Université Paris 7.
- Flandé, Y. (2003) Le pendule, comme support de tests d'hypothèses. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 97(850), 85-102.
- Galili, I. (1996) Students' conceptual change in geometrical optics. *International Journal of Science Education*, 18 (7), 847-868.
- Galili, I. et Hazan, A. (2000) Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22 (1), 57-88.
- Gess-Newsome, J. et Lederman N.G. (Eds) (1999) *Examining Pedagogical Content Knowledge* (Dordrecht: Kluwer).
- Glasson, G.E. et Bentley, M.L. (2000) Epistemological undercurrents in scientists' reporting of research to teachers. *Science Education*, 84(4), 469-485.
- Gilbert, J.K. et Boulter, C. (1998) *Learning science through models and modelling*. In B.J. Fraser et K.G. Tobin (Eds) *International Handbook of Science Education* (Dordrecht, Kluwer) 53-67.
- Goldberg, F., et Otero, V. (2001) The roles of laboratory and computer simulator experiments in helping students develop a conceptual model of static electricity. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, G. Bisdikian, G. Fassoulopoulos, E. Hatzikraniotis et M. Kallery (Eds) *Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Thessaloniki: Art of Text) 29-31.
- Grace, M. M. et Ratcliffe, M. (2002) The science and values that young people draw upon to make decisions about biological conservation issues. *International Journal of Science Education*, 24 (11), 1157-1169.
- Guilbert, L. et Melloche, D. (1993) L'idée de science chez des enseignants en formation: un lien entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions. *Didaskalia*, 2, 7-30.
- Haefner, L.A. et Zembel-Saul, C. (2004) Learning by doing? Prospective elementary teachers' developing understandings of scientific inquiry and science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 26 (13), 1653-1674.
- Haigh, M. et Forret, M. (2005) Is 'doing science' in New Zealand classrooms an expression of scientific enquiry? *International Journal of Science Education*, 27(2), 215-226.
- Harlen, W. et Holroyd, C. (1997) Primary teachers' understanding of concepts of science: impact on confidence and teaching. *International Journal of Science Education*, 19(1), 93-105.
- Häussler, P. (1987) Measuring students' interest in physics – design and results of a cross sectional study in the Federal Republic of Germany. *International Journal of Science Education*, 9(1), 79-92.
- Häussler, P., Hoffman, L., Langeheine, R., Rost, J. et Sievers, K. (1998) A typology of students' interest in physics and the distribution of gender and age within each type. *International Journal of Science Education*, 20(2), 223-238.
- Häussler, P. et Hoffmann, L. (2000) A curricular frame for physics education: development, comparison with students' interests, and impact on students' achievement and self-concept. *Science Education*, 84(6), 689-705.

Harding, J. (1996) Girls' achievement in science and technology. Implications for pedagogy. In P. Murphy et C.V. Gipps (Eds) *Equity in the classroom, towards effective pedagogy for girls and boys*. (London: The Falmer Press) 111-123.

Hildebrand, G.M. (1996) Redefining achievement. In P. Murphy et C.V. Gipps (Eds) *Equity in the classroom, towards effective pedagogy for girls and boys*. (London: The Falmer Press) 149-169.

Hipkins, R. et Barker, M. (2005) Teaching the 'nature of science': modest adaptations or radical reconceptions? *International Journal of Science Education*, 27(2), 243-254.

Hucke, L. et Fischer, H.E. (2002) The link of theory and practice in traditional and in computer-based university laboratory experiments. In D. Psillos et H. Niedderer (Eds) *Teaching and learning in the science laboratory* (Dordrecht: Kluwer) 205-218.

Jarvis, T. et Pell, A. (2004) Primary teachers' changing attitudes and cognition during a two year science in-service programme and their effect on pupils. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1787-1811.

Jenkins, E.W. (1999) Practical work in school science. In J. Leach et A. Paulsen (Eds) *Practical Work in Science Education – Recent Research Studies* (Dordrecht: Kluwer) 19-32.

Johsua, S. et Dupin, J.J. (1993) *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques* (Paris: PUF).

Jones, M.G., Howe, A., et Rua, M.J. (2000) Gender differences in students' experiences, interests and attitudes toward science and scientists. *Science Education*, 84(2), 180-192.

Koballa, T. et Gräber, W. (2001) Prospective science teachers' conceptions of science teaching and learning: a methodological reconsideration. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, G. Bisdikian, G. Fassoulopoulos, E. Hatzikraniotis et M. Kallery (Eds) *Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Thessaloniki: Art of Text) 115-117.

Komorek, M., Stavrou, D. et Duit, R. (2003) Non linear physics in upper physics classes: educational Reconstruction as a frame for development and research in a study of teaching and learning basic ideas of nonlinearity. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, E. Hatzikraniotis, G. Fassoulopoulos et M. Kallery (Eds) *Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Dordrecht: Kluwer) 269-278.

Leach, J. et Paulsen, A. (1999) Introduction. In J. Leach et A. Paulsen (Eds) *Practical Work in Science Education – Recent Research Studies* (Dordrecht: Kluwer) 17-18.

Lemeignan, G. et Weil Barais, A. (1994) Developmental approach to cognitive change in mechanics. *International Journal of Science Education*, 16(1), 99-120.

Lijnse, P. (1995) 'Developmental research' as a way to an empirically based 'didactical structure' of science. *Science Education*, 79(2), 189-199.

McDermott, L.C. (1984) Revue critique de la recherche dans le domaine de la mécanique. In *Recherche en didactique de la physique: les actes du premier atelier international* (Paris: Editions du CNRS) 137-182.

Magnusson, S., Karjick, J. et Borko, H. (1999) Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome et N.G. Lederman (Eds) *Examining Pedagogical Content Knowledge* (Dordrecht: Kluwer) 95-132.

Martinez Aznar, M. M., Martin Del Pozo, R., Rodrigo Vega, M., Varela Nieto, M. P., Fernandez Lozano, M. P. et Guerrero Seron, A. (2001) Que pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 67-87.

Méheut, M. (1997) Designing a learning sequence about a pre-quantitative kinetic model of gases: the parts played by questions and by a computer-simulation. *International Journal of Science Education*, 19(6), 647-660.

- Méheut M. et Psillos D. (2004) Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535.
- Millar, R. (1996) Investigation des élèves en sciences: une approche fondée sur la connaissance. *Didaskalia*, 9, 9-30.
- Millar, R. et Kanari, Z. (2003) How children reason from data to conclusions in practical science investigations? In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, E. Hatzikraniotis, G. Fassoulopoulos et M. Kallery (Eds) *Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Dordrecht: Kluwer) 117-126.
- Ministry of Education (1993) *Science in the New Zealand Curriculum* (Wellington: Learning Media).
- Morge, L. (2001) Caractérisation des phases de conclusion dans l'enseignement scientifique. *Didaskalia*, 18, 99-120.
- Morge, L. (2003a) Les connaissances professionnelles locales: le cas d'une séance sur le modèle particulaire. *Didaskalia*, 23, 101-132.
- Morge, L. (2003b) Mesure de l'impact d'une formation aux interactions sur les pratiques enseignantes et les performances des élèves: aspects méthodologiques. In V. Albe, C. Orange et L. Simonneaux (Eds) *Recherches en Didactique des Sciences et des Techniques: Questions en Débat, Actes des Troisièmes Rencontres Scientifiques de l'ARDIST* (Toulouse: ENFA) 101-106.
- Mork, S.M. (2005) Argumentation in science lessons: Focusing on the teacher's role. *Nordic Studies in Science Education*, 1, 17-30.
- Mortimer, E. et Scott, P. (2003) *Meaning making in secondary science classrooms*. (Maidenhead Philadelphia: Open University Press).
- National Research Council (1996) *National Science Education Standards* (Washington: National Academy Press).
- National Research Council (2000) *Inquiry and the National Science Education Standards* (Washington: National Academy Press).
- Niedderer, H., Aufschnaiter, S., Tiberghien, A., Buty, C., Haller, K., Hucke, L., Sander, F. et Fischer, H. (2002) Talking physics in labwork contexts – A category based analysis of videotapes. In D. Psillos et H. Niedderer (Eds) *Teaching and learning in the science laboratory* (Dordrecht: Kluwer) 31-40.
- OCDE (2001) *Programme for International Student Assessment* (Paris: OCDE).
- Osborne, J. et Collins, S. (2001) Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), 441-467.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. et Duschl, R. (2003) What 'Ideas-about-science' should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7) 692-720.
- Osborne, J., Simon, S. et Collins, S. (2003) Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1080.
- Pinto, R. (2005) Introducing curriculum innovations in science: Identifying teachers' transformations and the design of related teacher education. *Science Education*, 89(1) 1-12.
- Ramsden, J.M. (1998) Mission impossible: Can anything be done about attitudes to science? *International Journal of Science Education*, 20(2), 125-138.
- Ravanis, K. et Papamichael, Y. (1995) Procédures didactiques de déstabilisation du système de représentations spontanées des élèves pour la propagation de la lumière. *Didaskalia*, 7, 43-61.

- Robardet, G. (1995) Situations problèmes et modélisation; l'enseignement en lycée d'un modèle newtonien de la mécanique. *Didaskalia*, 7, 131-143.
- Rudolph, J.L. (2003) Portraying epistemology: school science in historical context. *Science Education*, 87(1), 64-79.
- Sadler, T.D. et Zeidler, D.L. (2005) Patterns of informal reasoning in the context of socio-scientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.
- Séré, M.G. (2002) Towards renewed research questions from the outcomes of the European project Labwork in Science Education. *Science Education*, 86 (5), 624-644.
- She, H. et Fisher, D. (2002) Teacher communication behaviour and its association with students' cognitive and attitudinal outcomes in science in Taiwan. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 63-78.
- Shipstone, D. (1985) Electricity in simple circuits. In R. Driver, E. Guesne et A. Tiberghien (Eds) *Children's Ideas in Science* (Milton Keynes: Open University Press) 33-51.
- Simonneaux, L. (2003) Different types of classroom debates on biotechnology. Are they simply an exercise in rhetoric or do they encourage a well-founded critical attitude? In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselves, E. Hatzikraniotis, G. Fassoulopoulos et M. Kallery (Eds) *Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Dordrecht: Kluwer) 285-293.
- Stark, R. et Gray, D. (1999) Gender preferences in learning science. *International Journal of Science Education*, 21(6), 633-643.
- Stylianiidou, F., Ogborn, J., Andresen, O., Balzano, E., Giberti, G., Gutierrez, R., Kolsto, S.D., Monroy, G., Perez, O., Pinto, R., Quale, A., Rebmann, G. et Sassi, E. (2000) *The nature of use by science teachers of informatic tools. Transversal report on STISS WP1.2.* <http://www.blues.uab.es/~idmc42/>
- Stylianiidou, F., Boohan, R. et Ogborn, J. (2005) Science teachers' transformations of the use of computer modelling in the classroom: using research to inform training. *Science Education*, 89(1), 56-70.
- Tiberghien, A. (1984) Revue critique sur les recherches visant à élucider le sens des notions de circuits électriques pour les élèves de 8 à 20 ans. In *Recherche en didactique de la physique: les actes du premier atelier international*. (Paris: Editions du CNRS) 91-108.
- Tiberghien, A., Veillard, L., Le Maréchal, J.F., Buty, C., et R. Millar (2001) An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several european countries. *Science Education*, 85(5), 483-508.
- Van Driel, JH, Verloop, N., & DeVos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching* 35, 673-695.
- Viennot, L. (1996) *Raisonnement en physique: la part du sens commun*. Bruxelles: De Boeck.
- Viennot, L., Chauvet, F., Colin, P. et Rebmann, G. (2005) Designing strategies and tools for teacher training: the role of critical details, examples in optics. *Science Education*, 89(1), 13-27.
- Viiri, J. et Saari, H. (2004) Research based teaching unit on the tides. *International Journal of Science Education*, 26(4), 463-482.
- Windschitl, M. (2003) Inquiry projects in science teacher education: what can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), 112-143.
- Zacharia, Z. (2003) Beliefs, attitudes and intentions of science teachers regarding the educational use of computer simulations and inquiry-based experiments in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(8), 792-823.
- Zohar, A. et Nemet, F. (2002) Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.
- Zusho, A., Pintrich, P.R., Arbor, A. et Coppola, B. (2003) Skill and will: the role of motivation and cognition in the learning of college chemistry. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1081-1094.

SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS

L'examen des principaux facteurs qui peuvent influencer l'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe est au cœur de la présente étude. Du point de vue des politiques éducatives, trois grands domaines au moins – la formation des enseignants, les programmes scolaires de sciences et l'évaluation des élèves en sciences – sont susceptibles d'être orientés par les autorités centrales en fonction de la configuration particulière du système éducatif et de la nature de l'autorité exercée par le ministère de l'éducation.

Une première conclusion que l'on peut tirer de l'étude est que, malgré la large autonomie accordée aux établissements de formation des enseignants des niveaux primaire et secondaire pour tout ce qui concerne la conception et la gestion de leurs activités de formation, les recommandations et réglementations des autorités supérieures en matière de programmes de formation (tant en termes généraux que de connaissances et de compétences scientifiques spécifiques) sont nombreuses et étendues. Les programmes scolaires obligatoires ou recommandés ont également tendance à être très détaillés.

Les informations collectées visaient à appréhender les différences possibles entre l'enseignement des sciences comme une matière intégrée et l'enseignement séparé de la physique et de la biologie au niveau secondaire inférieur (figure 3.1). Très peu de différences dans les recommandations officielles entre la physique et la biologie ont été constatées. Dans une mesure très limitée (principalement à Chypre), les réglementations des autorités éducatives supérieures sont davantage détaillées pour la physique que pour la biologie. La vérification d'une loi scientifique par l'expérimentation ne figure pas, par exemple, au programme de biologie de l'enseignement secondaire en Grèce, à Chypre, aux Pays-Bas et en Autriche. Les différences de ce type sont cependant minimes.

Innovation dans l'enseignement des sciences: (futurs) enseignants et formateurs d'enseignants

La formation des enseignants, initiale ou continue, représente la principale interface entre les théories et la pratique de l'enseignement. Les formateurs d'enseignants jouent un rôle central dans la transmission des idées, non seulement sur ce qu'il convient d'enseigner, mais également sur la manière de l'enseigner. Il est par conséquent intéressant de se pencher sur les types de qualifications et d'expériences des formateurs d'enseignants en sciences. L'analyse démontre que les réglementations centrales se centrent bien davantage sur leurs qualifications scientifiques liées au contenu que sur leur expérience dans la recherche en matière d'éducation. Dans la plupart des pays, les formateurs d'enseignants sont tenus d'être titulaires d'un diplôme dans une matière scientifique (souvent du niveau *master* voire même supérieur), alors que dans la moitié environ, une qualification d'enseignant est exigée ou, à tout le moins, encouragée. Très peu de pays, cependant, ont inclus dans leur réglementation l'obligation de disposer d'une expérience (ou d'en acquérir une) dans le domaine de la recherche en matière d'éducation. L'exigence de qualifications spécifiques de formateurs d'enseignants et de responsables de stages pratiques dans un établissement scolaire est tout aussi rare. En pleine cohérence avec l'autonomie des établissements de formation des enseignants, l'approche générale porte sur une exigence de qualité dans l'offre de formation sans prescrire la manière de la concrétiser (chapitre 2).

Le faible niveau de réglementation centrale dans ce domaine (compétences d'enseignement et recherche en matière d'éducation) soulève des questions sur la façon dont les futurs enseignants sont armés pour mettre en place des approches innovantes. Les facteurs qui influencent la réaction des enseignants de sciences face à l'innovation ont été explorés récemment (section B.3).

La nécessité de combler le fossé (là où il existe) entre la recherche scientifique en matière d'éducation et l'innovation, d'un côté, et les convictions et pratiques des enseignants de sciences, de l'autre, est ici cruciale. L'inefficacité relative des différentes tentatives d'innovation (par exemple, le recours à des simulations informatiques) est imputée à la «distance» entre, d'un côté, les méthodes innovantes et, de l'autre, la pratique réelle et les convictions des enseignants. Si cette distance est faible, l'adaptation au changement est plus facile. Les enseignants dans les matières scientifiques doivent se voir offrir des possibilités de formation dans un contexte interactif qui lie la pratique en classe et les discussions avec des formateurs et des enseignants initiés à la recherche. Ils peuvent alors «construire» des valeurs appropriées et des concepts pouvant améliorer la qualité de l'enseignement des sciences dans les établissements scolaires.

Développement d'un raisonnement scientifique par l'investigation

La contribution des travaux pratiques dans l'apprentissage des sciences est bien documentée dans la recherche didactique sur l'enseignement des sciences (section A.3). Les types d'activités exigés des élèves dans les laboratoires peuvent être relativement contraignants ou au contraire plus ouverts, afin de leur permettre de développer davantage de compétences cognitives complexes. Le développement d'un raisonnement scientifique repose sur un enseignement et des apprentissages qui soulignent l'importance du développement d'une compréhension holistique (et donc complexe) des activités et des procédures scientifiques, reflétant une approche de scientifiques professionnels.

La recherche suggère que les sciences, au niveau secondaire, présentent parfois une approche plus «stéréotypée» des activités pratiques (où les activités sont conçues pour déboucher sur des conclusions dictées ou qui coulent de source). L'enseignement primaire semble plus ouvert aux activités d'investigation (section A.3.1). L'analyse des programmes scolaires menée dans la présente étude montre cependant que, dans la plupart des pays, les programmes du secondaire inférieur exigent un ensemble de connaissances et d'expériences plus complexes, ainsi qu'une activité plus indépendante de la part des élèves, que les programmes du primaire (figure 3.4). Cela répond bien entendu au principe de développement progressif de la compétence d'investigation scientifique des élèves (section A.3.3).

Une question liée, et très importante, est celle du développement d'un raisonnement scientifique des enseignants eux-mêmes. Les liens entre les connaissances et les compétences scientifiques des enseignants, les façons dont ils enseignent les sciences, ainsi que les conséquences pour les élèves, sont établis dans plusieurs études (section B.3). Il a été démontré que le niveau de connaissances des élèves est lié aux compétences de leurs enseignants dans les disciplines concernées. Cela met en lumière l'importance de la formation des enseignants et, plus spécifiquement, de leur formation aux démarches scientifiques. La figure 1.4 montre que les concepts et les théories scientifiques, de même que les activités expérimentales/d'investigation, font largement partie de la formation des enseignants. La figure 1.5 détaille les types de travaux d'expérimentation/d'investigation requis ou recommandés dans le cadre de la formation scientifique des enseignants. Elle indique que les enseignants du niveau secondaire sont davantage susceptibles d'avoir conduit des travaux de ce type, en particulier les travaux de laboratoire et les projets à caractère scientifique.

Les dimensions contextuelles de l'apprentissage scientifique

Les programmes scolaires, tant au niveau primaire que secondaire inférieur, intègrent pratiquement partout une dimension contextuelle à l'enseignement des sciences. Les questions scientifiques et contemporaines de société sont largement couvertes, bien plus que l'histoire des sciences (figure 3.2). Cela est peut-être lié aux programmes de formation des enseignants, qui se concentrent aussi moins sur l'histoire des sciences (figure 1.4). Les discussions sur les sciences dans la société et sur la recherche d'informations sont bien présentes dans les programmes scolaires du primaire (figure 3.6). Cette

approche semble cohérente avec l'accent mis assez récemment sur la promotion des sciences en tant qu'élément de culture générale (section A.5). Autant qu'apprendre à engager une discussion scientifique, les élèves sont supposés savoir comment présenter et communiquer les méthodes et les résultats de leur apprentissage scientifique – cette compétence apparaît comme un élément clé des programmes scolaires scientifiques dans toute l'Europe. Partout, on insiste sur le fait qu'il faut encourager les élèves à pouvoir s'exprimer clairement et à comprendre leur travail dans un contexte élargi.

Faciliter les discussions et aborder des questions plus larges liées au contexte nécessitent que les enseignants soient en mesure de gérer des situations d'apprentissage interactives et dynamiques. Que nous apprend la formation des enseignants sur la façon dont ces compétences sont acquises? Il ressort des analyses que les futurs enseignants sont tenus, pratiquement partout, de s'informer régulièrement des développements scientifiques et de se tenir à jour (figure 1.3) et que le choix de contextes d'apprentissage significatifs fait très largement partie de leur formation professionnelle.

Application des technologies de l'information

L'utilisation d'outils informatiques constitue une ressource d'une grande richesse pour améliorer l'apprentissage scientifique. Des recherches menées principalement au niveau de l'enseignement secondaire supérieur ont démontré que des simulations informatiques appropriées offrent aux élèves la possibilité de visualiser des modèles théoriques, jetant ainsi un «pont cognitif» entre la théorie et l'expérience pratique et améliorant la compréhension cognitive (section A.4).

Les activités de simulation sur ordinateur sont rarement incluses dans les programmes scolaires du niveau primaire. Leur absence est sans doute lié à l'âge des enfants du primaire dans la mesure où ces types d'activités ne sont pas appropriés à leur niveau de développement. Même au niveau secondaire inférieur, il apparaît cependant que les simulations font rarement partie des activités scientifiques recommandées (figure 3.5).

D'autres utilisations de l'informatique, moins productives cependant en termes d'activités cognitives selon certaines recherches (section A.4), sont plus répandues. Il s'agit d'activités telles que l'utilisation d'ordinateurs pour l'enregistrement de résultats et de données expérimentales, ainsi que la recherche d'informations sur Internet et la communication avec d'autres élèves (figure 3.5). Elles sont perçues comme des utilisations plus «familières» de l'informatique pour l'enseignement des sciences (en particulier, l'utilisation d'ordinateurs pour la collecte et le traitement de données expérimentales).

Les enseignants de sciences, les conceptions et le raisonnement du «sens commun»

Les conceptions et le raisonnement du «sens commun» qu'ont les élèves de nombreux phénomènes scientifiques constituent un défi cognitif que les enseignants des matières scientifiques doivent relever pour pouvoir enseigner efficacement. Les enfants commencent par des approches spontanées d'explication de phénomènes, qui sont différentes des méthodes scientifiques d'explication et de raisonnement (section A.1). L'incapacité des enseignants de prendre la mesure de ces interprétations spontanées et d'y répondre de manière appropriée signifie que les élèves apprennent les sciences de manière moins efficace et avec moins d'assurance – un aspect important étant donné la nécessité avérée d'améliorer l'intérêt pour les sciences et d'augmenter le recrutement dans les disciplines scientifiques. Cependant, l'étude des directives des autorités supérieures en matière de programmes pour la formation des enseignants révèle que les réglementations couvrant la formation relative à la connaissance des conceptions et du raisonnement du «sens commun», ainsi qu'à l'aptitude à en tenir compte dans l'enseignement des sciences, font défaut dans près de la moitié des systèmes éducatifs étudiés (figure 1.3).

Certaines réformes récentes révèlent la nécessité de revoir les méthodes d'enseignement. Par exemple, la nouvelle approche néerlandaise exige que les enseignants tiennent compte des conceptions et du raisonnement du sens commun des élèves pour développer une compréhension précise et affinée des phénomènes scientifiques.

Apporter des réponses aux différences existant entre garçons et filles

La nécessité d'établir l'équilibre entre les sexes au niveau du recrutement dans les domaines scientifiques et d'encourager les jeunes en général, et les jeunes femmes en particulier, à manifester un intérêt pour les carrières scientifiques, fait partie de la stratégie de Lisbonne (programme de travail détaillé Éducation et Formation 2010). C'est également l'une des cinq normes définissant des objectifs quantitatifs pour 2010. Les expériences précoces d'apprentissage scientifique – aux niveaux primaire et secondaire inférieur – jouent un rôle formatif dans le maintien et le développement de l'intérêt des filles (et des garçons) pour les matières scientifiques.

Bien que les différences d'attitude entre élèves en fonction du sexe à l'égard des sciences et de ce qui les motive en termes d'apprentissage, soient bien documentées (section A.6), les informations recueillies démontrent que la sensibilisation des enseignants à ces différences est peu souvent incluse dans les directives des autorités supérieures pour la formation des enseignants; la moitié environ des systèmes éducatifs inclut une référence à cette dimension (figure 1.1). Cela peut entraîner des implications importantes. Si les enseignants ne sont pas formés à prendre en considération les différents styles et préférences d'apprentissage des filles et des garçons (que seuls les programmes détaillés d'institutions particulières de formation d'enseignants pourraient corroborer), cela signifie-t-il pour autant que l'un ou l'autre groupe reste à la traîne parce que son potentiel n'a pas été totalement exploré? La question reste de savoir si les programmes scientifiques et les méthodes d'enseignement favorisent les garçons ou s'ils sont suffisamment flexibles pour tenir compte de tous les types de préférences en matière d'apprentissage.

Le rôle de l'évaluation dans la détermination de ce qui est enseigné

L'étude a abordé tous les types de compétences et de connaissances évalués lors des examens ou des tests conçus par les autorités éducatives supérieures (à des fins de certification ou d'évaluation). L'évaluation standardisée des élèves n'est pas courante en Europe (figure 4.1), mais le mode d'évaluation des sciences est pratiquement partout en cours de révision au niveau politique. La figure 4.4 montre que presque tous les pays sont engagés dans un débat sur l'évaluation et, en particulier, que plusieurs pays développent des normes nationales et/ou des tests dans les matières scientifiques. Dans la plupart des cas, la spécification de normes a également exigé la révision, voire la réécriture de programmes scolaires scientifiques (figure 3.7).

L'étude montre que, là où elle existe, l'évaluation standardisée est généralement en accord avec les activités et les résultats d'apprentissage exprimés dans les programmes scientifiques (ce qui signifie que les élèves sont effectivement testés sur ce qui leur a été enseigné), mais également que les types de compétences et de connaissances évalués tendent à être assez larges, englobant les connaissances, les compétences pratiques, l'aptitude à traiter les données et le raisonnement scientifique (figure 4.2).

L'importance accrue des normes scientifiques, mise en évidence par l'expansion des systèmes centralisés de contrôle et d'évaluation dans plusieurs pays, a des implications pour l'enseignement des sciences dans les programmes scolaires obligatoires. La réforme ne devrait bien sûr pas agir comme un frein sur les méthodes d'enseignement innovantes, mais contribuer à accroître l'efficacité de l'enseignement des sciences. L'étude montre que plusieurs pays travaillent à l'élargissement des compétences évaluées et adoptent des techniques d'évaluation innovantes (section 4.4).

GLOSSAIRE

Codes des pays

EU	Union européenne	PT	Portugal
BE	Belgique	SI	Slovénie
BE fr	Belgique – Communauté française	SK	Slovaquie
BE de	Belgique – Communauté germanophone	FI	Finlande
BE nl	Belgique – Communauté flamande	SE	Suède
CZ	République tchèque	UK	Royaume-Uni
DK	Danemark	UK-ENG	Angleterre
DE	Allemagne	UK-WLS	Pays de Galles
EE	Estonie	UK-NIR	Irlande du Nord
EL	Grèce	UK-SCT	Écosse
ES	Espagne		
FR	France	AELE/EEE	
IE	Irlande		Les trois pays de l'Association européenne de libre échange qui sont membres de l'Espace économique européen
IT	Italie	IS	Islande
CY	Chypre	LI	Liechtenstein
LV	Lettonie	NO	Norvège
LT	Lituanie		
LU	Luxembourg	Pays candidats	
HU	Hongrie	BG	Bulgarie
MT	Malte	RO	Roumanie
NL	Pays-Bas		
AT	Autriche		
PL	Pologne		

Classification

CITE 1997 (Classification internationale type de l'éducation)

La classification internationale type de l'éducation (CITE) est un instrument adapté à la collecte des statistiques sur l'éducation au niveau international. Elle couvre deux variables de classification croisée: les domaines d'études et les niveaux d'enseignement avec les dimensions complémentaires d'orientation générale/professionnelle/préprofessionnelle et la transition éducation/marché du travail. La version actuelle, CITE 97 ⁽¹⁾, distingue sept niveaux d'enseignement. De façon empirique, la CITE suppose qu'il existe plusieurs critères qui peuvent aider à indiquer le niveau d'éducation où il convient de classer un programme éducatif donné. Suivant le niveau et le type d'éducation concerné, il est nécessaire de définir une hiérarchie entre les critères principaux et subsidiaires (titres généralement exigés pour l'admission, conditions minimales d'admission, âge minimal, qualifications du personnel, etc.).

CITE 0 (éducation préprimaire)

Ce niveau est défini comme la première étape de l'instruction organisée dans une école ou un centre et s'adresse aux enfants âgés de trois ans au moins.

CITE 1 (enseignement primaire)

Ce niveau commence entre 5 et 7 ans, est toujours obligatoire et dure en général de 4 à 6 ans.

CITE 2 (enseignement secondaire inférieur)

Ce niveau complète l'éducation de base commencée au niveau primaire en faisant appel à une structure davantage orientée vers les matières enseignées. La fin de ce niveau correspond souvent à la fin de l'enseignement obligatoire à temps plein.

CITE 3 (enseignement secondaire supérieur)

Ce niveau commence généralement à la fin de l'enseignement obligatoire. L'âge d'admission est normalement 15 ou 16 ans. Des qualifications (accomplissement de l'enseignement obligatoire) et autres conditions minimales d'admission sont généralement exigées. L'enseignement est souvent plus orienté sur les matières qu'au niveau secondaire inférieur. La durée typique de ce niveau varie de deux à cinq ans.

CITE 4 (enseignement postsecondaire non supérieur): regroupe des programmes qui se situent du point de vue international de part et d'autre de la limite entre l'enseignement secondaire supérieur et l'enseignement supérieur. Ceux-ci permettent d'élargir les connaissances des diplômés du niveau de la CITE 3. Des exemples typiques sont les programmes qui permettent aux étudiants d'accéder au niveau de la CITE 5 ou ceux qui préparent à une entrée directe sur le marché du travail.

CITE 5 (enseignement supérieur – premier niveau): l'admission à ces programmes requiert généralement la réussite du niveau de la CITE 3 ou 4. Ce niveau inclut des programmes à orientation académique (type A) largement théorique et des programmes de formation pratique et technique (type B) généralement plus courts que les premiers et préparant l'entrée sur le marché du travail.

CITE 6 (enseignement supérieur – deuxième niveau): réservé aux programmes d'enseignement supérieur qui conduisent à l'obtention d'un titre de chercheur hautement qualifié (Ph.D ou doctorat).

(1) http://www.uis.unesco.org/en/act/act_p/isced.html.

Définitions

Accréditation

Procédure par laquelle les autorités législatives et professionnelles jugent qu'une institution ou un programme de formation initiale des enseignants respecte des normes prédéterminées aux fins de dispenser la formation des enseignants et de décerner les qualifications correspondantes.

Conceptions et raisonnement du «sens commun»

Formes de raisonnement spontanées/pré-scientifiques qui présentent des différences importantes avec les formes de raisonnement scientifiques. Ces formes de raisonnement peuvent donner lieu à des explications des phénomènes, dénommées conceptions/représentations naïves du sens commun. Ainsi par exemple, les élèves conçoivent fréquemment le fonctionnement d'un circuit électrique en termes d'un «courant» qui s'userait (perdrait de son intensité) en alimentant successivement les différents appareils constituant le circuit.

Contextes d'apprentissage signifiants

Contextes susceptibles de conférer du sens aux apprentissages des élèves. Il peut s'agir d'une «recontextualisation» historique (évoquant des différents modèles d'atomes, dialogues de Galilée, par exemple), ou d'une «recontextualisation» par rapport à des problèmes de la vie courante, des problèmes de société (apprendre la mécanique en référence à des problèmes de sécurité routière, apprendre la structure de l'atome en référence à des problèmes liés à la production d'énergie).

Enseignant généraliste (non spécialisé)

Il/elle est formé(e) pour dispenser toutes les matières figurant au programme.

Enseignant spécialiste

Il/elle est formé(e) pour ne dispenser qu'une ou deux matières spécifiques, dont l'une est normalement considérée comme principale. Dans certains cas, les enseignants spécialistes sont formés pour dispenser trois matières, la troisième étant subsidiaire.

Évaluation formative des élèves

Cette évaluation se fait dans la perspective de mieux savoir où en est le processus d'enseignement/d'apprentissage afin de l'améliorer.

Évaluation sommative des élèves

Cette évaluation a pour objectif de mesurer les connaissances et compétences finales des élèves grâce à des tests et à des examens. Elle a lieu à la fin d'un module d'apprentissage, d'un cycle ou à la fin d'un niveau éducatif.

Évaluation standardisée des élèves

Toutes les épreuves construites par les autorités éducatives centrales ou supérieures à des fins de certification ou d'évaluation des élèves. Il peut s'agir également d'un ensemble de critères standardisés utilisés pour l'évaluation des travaux relatifs à des projets scientifiques.

Expérimentation/investigation scientifique

Concerne un travail scientifique impliquant le recours à des démarches expérimentales et intégrant différentes étapes/composantes, formulation d'un problème et d'une hypothèse/modèle scientifique, recherche d'informations, expérimentations appropriées, recueil et analyse de données, et conclusions.

Le terme investigation est plus récent que celui d'expérimentation et y ajoute l'idée d'exploration, de tâtonnements, d'ajustements progressifs.

Formation générale

Elle est consacrée aux cours généraux et à la maîtrise de la/des matière(s) que les candidats enseigneront lorsqu'ils seront qualifiés. Par conséquent, l'objectif de ces cours est de fournir aux candidats une connaissance approfondie d'une ou de plusieurs matières en plus d'une bonne culture générale.

Formation professionnelle

Elle correspond à la partie théorique et pratique de la formation consacrée à l'enseignement lui-même. Outre les cours de psychologie, pédagogie et méthodologie, elle comprend des stages de courte durée et (généralement) non rémunérés (supervisés par l'enseignant de la classe où le stage a lieu et assortis d'évaluations régulières par les enseignants de l'institution de formation). Elle peut aussi inclure une phase finale qualifiante ou d'induction.

Modèle consécutif de formation des enseignants

Les étudiants reçoivent tout d'abord une formation générale afin d'obtenir un diplôme dans une branche d'étude ou une matière particulière. A la fin ou un peu avant la fin de cette période d'étude, ils s'inscrivent dans un programme de formation professionnelle initiale qui leur permet de se qualifier en tant qu'enseignant.

Modèle simultané de formation des enseignants

Programme de formation des enseignants qui, dès le départ, combine une formation générale en une ou plusieurs matières à une formation professionnelle théorique et pratique des enseignants.

Phase finale qualifiante «en emploi» ou phase dite d'induction

Période de transition obligatoire entre la formation initiale des enseignants et leur entrée dans la vie professionnelle en tant qu'enseignant pleinement qualifié. Cette période constitue généralement la phase finale de la formation initiale des enseignants. Cette phase d'induction comporte une dimension importante de soutien/mentoring, ainsi qu'une évaluation formelle des compétences d'enseignement. Pendant cette période, les enseignants ne sont pas encore qualifiés entièrement et sont généralement considérés comme des «candidats» ou des «stagiaires». Ils passent une grande partie de leur temps dans un environnement de travail réel (dans une école) dans lequel ils effectuent entièrement ou en partie les tâches incombant aux enseignants en poste pleinement qualifiés, et sont rémunérés pour leur activité.

Qualifications de formateur d'enseignants

Diplôme/certificat reconnaissant à celui qui le possède les compétences et les connaissances nécessaires pour former des enseignants. Il est délivré par un établissement de formation et/ou par les autorités éducatives centrales ou supérieures, reconnaissant officiellement les compétences et les connaissances de son titulaire.

Qualifications pédagogiques

Diplôme/certificat en matière d'éducation et d'enseignement. Il est délivré par un établissement de formation et/ou par les autorités éducatives centrales ou supérieures, reconnaissant officiellement les compétences et les connaissances de son titulaire.

Simulation

Utilisation d'un programme informatique, éventuellement interactif, pour présenter des théories, des concepts et des procédures scientifiques et pour promouvoir la compréhension et l'apprentissage. Il peut être demandé aux élèves d'entrer une série de données pour voir quels effets le changement de paramètres peut avoir sur le résultat (par exemple changer la masse ou la force agissant sur un objet pour observer graphiquement la vitesse et la direction du mouvement). Il peut être demandé aux élèves de tirer leurs propres conclusions à partir des résultats d'une simulation. Les simulations électroniques peuvent aussi être utilisées pour illustrer certaines expériences (ou propriétés scientifiques) qui, pour des raisons de sécurité, ne peuvent être menées à l'école.

Soutien/mentoring

Assistance dans toutes les tâches liées à l'enseignement proprement dit (planification des leçons, gestion de la classe, évaluation des élèves, etc.), ainsi que dans d'autres activités plus relationnelles organisées pour faire participer le futur enseignant à la vie de l'établissement qui l'accueille (relations avec les parents, connaissance de la gestion de l'établissement, etc.). Le futur enseignant est souvent aussi observé pendant son travail en classe pour établir un bilan de ses progrès et l'aider à résoudre ses difficultés.

L'aide proposée a un caractère pluridimensionnel: **formatif** (encadrement dans un projet de formation globale, à la fois théorique et pratique), **de socialisation** (insertion dans le milieu scolaire où le futur enseignant est accueilli et accompagné par des membres du personnel de l'école) et **de contrôle** (évaluation des progrès en cours d'exercice et à la fin de la période afin d'attester de la pleine qualification du futur enseignant).

Standards de qualification

Les «standards de qualification» sont définis par les autorités éducatives centrales ou supérieures comme étant l'ensemble des compétences, des connaissances pertinentes et des aptitudes de base dont doit disposer un enseignant (profil de l'enseignant) afin d'obtenir sa qualification initiale donnant accès à l'enseignement.

Travail de laboratoire

Travail mené dans un laboratoire faisant partie de l'enseignement scientifique ou ailleurs. Il peut s'agir d'un travail de routine (par exemple, effectuer des observations simples ou des mesures) et/ou mettre en œuvre certaines composantes d'une démarche scientifique (par exemple, quel est l'effet de la température sur la solubilité d'une substance dans l'eau?). L'activité peut être menée en classe entière et/ou en petits groupes de deux élèves ou plus et achevée en une ou deux séances.

Travaux relatifs à des projets scientifiques

Il comporte un travail expérimental et/ou documentaire au laboratoire ou ailleurs et aura toujours un caractère de recherche. Il peut être réalisé avec l'entière de la classe ou par les enseignants en formation/élèves travaillant en petit groupe ou individuellement. Il peut s'étendre sur un certain laps de temps, éventuellement plusieurs semaines. Il offre l'occasion aux enseignants en formation et/ou aux élèves de s'investir dans un travail de recherche sur un thème donné: par exemple, dans quelle mesure la vitesse de croissance d'une plante dépend-elle de l'acidité du sol? Ce projet peut être mené via Internet en collaboration avec d'autres établissements. Il fait souvent l'objet d'un rapport écrit.

TABLE DES FIGURES

Figure 1.1.	Réglementations sur la prise en compte des différences (liées au sexe et au milieu socioculturel) dans la formation initiale des enseignants (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	11
Figure 1.2a.	Réglementations sur les connaissances et compétences pédagogiques générales dans la formation initiale des enseignants (CITE 1). Année scolaire 2004/2005.	12
Figure 1.2b.	Réglementations sur les connaissances et compétences pédagogiques générales dans la formation initiale des enseignants (CITE 2). Année scolaire 2004/2005.	13
Figure 1.3.	Réglementations sur les connaissances et compétences pédagogiques spécifiques dans la formation initiale des enseignants (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	15
Figure 1.4.	Réglementations sur les connaissances et compétences scientifiques dans la formation initiale des enseignants (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	18
Figure 1.5.	Réglementations sur le développement des compétences en matière d'expérimentation et d'investigation scientifiques dans la formation initiale des enseignants (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	19
Figure 1.6.	Critères d'accréditation spécifiques pour les programmes de formation initiale destinés aux enseignants de sciences (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	21
Figure 2.1.	Niveau minimal requis de qualifications en sciences des formateurs responsables de la formation professionnelle initiale des enseignants de sciences (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	24
Figure 2.2.	Qualifications pédagogiques et de formateur d'enseignants des responsables de la formation professionnelle initiale des enseignants de sciences (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	25
Figure 2.3.	Expérience exigée en tant qu'enseignant des formateurs responsables de la formation professionnelle initiale des enseignants de sciences (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	27
Figure 2.4.	Expérience dans la recherche en éducation des formateurs responsables de la formation professionnelle initiale des enseignants de sciences (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	28
Figure 2.5.	Exigence de formation pour le personnel d'encadrement dans les établissements scolaires organisant les stages pratiques des futurs enseignants de sciences (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	29
Figure 3.1.	Organisation de l'enseignement des sciences selon les programmes d'études prescrits/recommandés (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	31
Figure 3.2.	Dimensions contextuelles de l'enseignement des sciences dans les programmes d'études prescrits/recommandés (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	32

Figure 3.3.	Activités de discussion en relation avec des problèmes de la vie quotidienne et des problèmes de société dans les programmes d'études de sciences prescrits/recommandés (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	33
Figure 3.4.	Travaux pratiques dans les programmes d'études de sciences prescrits/recommandés (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	35
Figure 3.5.	Utilisation des TIC dans les programmes d'études de sciences prescrits/recommandés (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	36
Figure 3.6.	Place de la communication dans l'apprentissage des sciences dans les programmes d'études prescrits ou recommandés (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	38
Figure 3.7.	Réformes ou débats en cours concernant les programmes d'études de sciences (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	40
Figure 4.1.	Examens et tests nationaux standardisés de sciences (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	44
Figure 4.2a.	Type des compétences évaluées par les examens et tests nationaux standardisés en sciences (CITE 1). Année scolaire 2004/2005.	46
Figure 4.2b.	Type des compétences évaluées par les examens et tests nationaux standardisés en sciences (CITE 2). Année scolaire 2004/2005.	47
Figure 4.3.	Évaluation standardisée des travaux relatifs à des projets scientifiques (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	49
Figure 4.4.	Débats/réformes concernant l'évaluation des résultats de l'enseignement des sciences, (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	53

Annexes

Chapitre 1

Figure 1.2a.	Réglementations sur les connaissances et compétences pédagogiques générales dans la formation initiale des enseignants (CITE 1). Année scolaire 2004/2005.	90
Figure 1.2b.	Réglementations sur les connaissances et compétences pédagogiques générales dans la formation initiale des enseignants (CITE 2). Année scolaire 2004/2005.	92
Figure 1.3.	Réglementations sur les connaissances et compétences pédagogiques spécifiques dans la formation initiale des enseignants (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	94
Figure 1.4.	Réglementations sur les connaissances et compétences scientifiques dans la formation initiale des enseignants (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	95
Figure 1.5.	Réglementations sur le développement des compétences en matière d'expérimentation et d'investigation scientifiques dans la formation initiale des enseignants (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.	96

Chapitre 3

Activités scientifiques. Programmes scolaires prescrits/recommandés. Niveau primaire (CITE 1). Année scolaire 2004/2005.	97
Activités scientifiques. Programmes scolaires prescrits/recommandés. Niveau primaire (CITE 2). Année scolaire 2004/2005.	99
Objectifs de l'enseignement des sciences. Programmes scolaires prescrits/recommandés. Niveau primaire (CITE 1). Année scolaire 2004/2005.	101
Objectifs de l'enseignement des sciences. Programmes scolaires prescrits/recommandés. Niveau primaire (CITE 2). Année scolaire 2004/2005.	103

Chapitre 4

Figure 4.2a.	Type des compétences évaluées par les examens et tests nationaux standardisés en sciences. CITE 1. Année scolaire 2004/2005.	105
Figure 4.2b.	Type des compétences évaluées par les examens et tests nationaux standardisés en sciences. CITE 2. Année scolaire 2004/2005.	106

Figure 1.2a (suite). Réglementations sur les connaissances et compétences pédagogiques générales dans la formation initiale des enseignants (CITE 1). Année scolaire 2004/2005.

	BE fr		BE de	BE nl	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	SI	SK	FI	SE	UK				IS	LI	NO	BG	RO		
																												ENG	WLS	NIR	SCT							
Travail avec des groupes d'élèves différents																																						
Prise en considération de l'origine sociale et culturelle des élèves	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
Sensibilisation/prise en considération des différences d'attitudes et de motivations liée au sexe	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
Approches collaboratives de l'enseignement																																						
Travail interdisciplinaire	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																															
Travail en équipe avec d'autres enseignants	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																

Figure 1.2b. Réglementations sur les connaissances et compétences pédagogiques générales dans la formation initiale des enseignants (CITE 2). Année scolaire 2004/2005.

Sciences comme matière intégrée Physique Biologie >> Formation initiale à l'étranger

Théories sur le développement physique, émotionnel et cognitif de l'enfant		BE	BE	BE	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	SI	SK	FI	SE	UK			IS	LI	NO	BG	RO		
		fr	de	nl																								ENG	WLS	NIR	SCT						
Développement physique et émotionnel des enfants	<input type="checkbox"/>	>>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
Développement cognitif	<input type="checkbox"/>	>>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
Théories de l'apprentissage	<input type="checkbox"/>	>>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										

Création et gestion de situations d'apprentissage		BE	BE	BE	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	SI	SK	FI	SE	UK			IS	LI	NO	BG	RO		
		fr	de	nl																								ENG	WLS	NIR	SCT						
Création de situations servant à promouvoir l'apprentissage (globalement)	<input type="checkbox"/>	>>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
Identification et spécification d'objectifs	<input type="checkbox"/>	>>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
Choix de contextes d'apprentissage significants	<input type="checkbox"/>	>>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
Utilisation des TIC	<input type="checkbox"/>	>>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
Gestion de l'apprentissage en classe dans son ensemble	<input type="checkbox"/>	>>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
Évaluation des élèves (formative et sommative)	<input type="checkbox"/>	>>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										

Figure 1.2b (suite). Réglementations sur les connaissances et compétences pédagogiques générales dans la formation initiale des enseignants (CITE 2). Année scolaire 2004/2005.

	BE fr		BE de	BE nl	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	SI	SK	FI	SE	UK ENG WLS NIR SCT				IS	LI	NO	BG	RO		
Travail avec des groupes d'élèves différents																																						
Taking account of the social and cultural background of pupils	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
Sensibilité à la variabilité/prise en considération des attitudes et motivations liée au sexe	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>													
Approches collaboratives de l'enseignement																																						
Travail interdisciplinaire	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>													
Travail en équipe avec d'autres enseignants	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														

**Figure 1.3. Réglementations sur les connaissances et compétences pédagogiques spécifiques dans la formation initiale des enseignants (CITE 1 et 2).
Année scolaire 2004/2005.**

Sciences comme matière intégrée
 Physique
 Biologie
 >> Formation initiale à l'étranger

CITE 1	BE fr	BE de	BE nl	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	SI	SK	FI	SE	UK				IS	LI	NO	BG	RO	
																										ENG	WLS	NIR	SCT							
Connaissance des différentes approches pédagogiques et de leur histoire	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																	
Connaissance des conceptions et raisonnements « du «sens commun» qu'ont les élèves des concepts et phénomènes scientifiques*	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																	
Prise en considération des conceptions et raisonnements du «sens commun» qu'ont les élèves des concepts et phénomènes scientifiques*	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																	
Connaissance des différents types de programmes scolaires en sciences et de leurs objectifs	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																	
Place pour les activités d'expérimentation et d'investigation	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																	
Aptitude à se tenir à jour concernant les derniers développements scientifiques	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																	

CITE 2	BE fr	BE de	BE nl	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	SI	SK	FI	SE	UK				IS	LI	NO	BG	RO	
																										ENG	WLS	NIR	SCT							
Connaissance des différentes approches pédagogiques et de leur histoire	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>													
Connaissance des conceptions et raisonnements « du «sens commun» qu'ont les élèves des concepts et phénomènes scientifiques*	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>													
Prise en considération des conceptions et raisonnements du «sens commun» qu'ont les élèves des concepts et phénomènes scientifiques*	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>													
Connaissance des différents types de programmes scolaires en sciences et de leurs objectifs	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>													
Place pour les activités d'expérimentation et d'investigation	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>													
Aptitude à se tenir à jour concernant les derniers développements scientifiques	<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>													

Figure 1.5. Réglementations sur le développement des compétences en matière d'expérimentation et d'investigation scientifiques dans la formation initiale des enseignants (CITE 1 et 2). Année scolaire 2004/2005.

Sciences comme matière intégrée Physique Biologie >> Formation initiale à l'étranger

CITE 1	BE	BE	BE	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	SI	SK	FI	SE	UK				IS	LI	NO	BG	RO			
	fr	de	nl																									ENG	WLS	NIR	SCT							
Type d'activité non spécifié							<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>																				<input checked="" type="checkbox"/>	>>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Stages dans des laboratoires de recherche					<input type="checkbox"/>													<input type="checkbox"/>																>>		<input type="checkbox"/>		
Projets de nature scientifique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								>>		<input type="checkbox"/>			
Travail en laboratoire		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								>>		<input type="checkbox"/>			
Autres		<input type="checkbox"/>																<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>										>>					

CITE 2	BE	BE	BE	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	SI	SK	FI	SE	UK				IS	LI	NO	BG	RO		
	fr	de	nl																									ENG	WLS	NIR	SCT						
Type d'activité non spécifié		>>													<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																	<input checked="" type="checkbox"/>	>>			
Stages dans des laboratoires de recherche		>>				<input checked="" type="checkbox"/>							<input checked="" type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>											>>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Projets de nature scientifique	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	>>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							>>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Travail en laboratoire		>>				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>							>>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
Autres		>>																<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>									>>			<input checked="" type="checkbox"/>		

Activités scientifiques. Programmes scolaires prescrits/recommandés. Niveau primaire (CITE 1). Année scolaire 2004/2005.

Sciences comme matière intégrée Physique Biologie (:) Données non disponibles

	BE fr	BE de	BE nl	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	SI	SK	FI	SE	UK				IS	LI	NO	BG	RO		
																											ENG	WLS	NIR	SCT							
4. Utiliser de la documentation scientifique																																					
Rechercher des documents en fonction d'objectifs définis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	(:)			
Repérer des informations au sein de documents	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	(:)				
Synthétiser des informations dans un objectif défini		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	(:)				
Présenter et communiquer des informations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>														
5. Utilisation de technologies électroniques																																					
Saisie de données et présentation de résultats et de données expérimentaux		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	(:)			
Simulation		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	(:)				
Recherche d'informations sur Internet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
Communication avec d'autres élèves		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
6. Activités d'extérieur																																					
Visite de musées, de laboratoires de recherche, d'entreprises, etc.	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>													
Travail sur le terrain	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
7. Projets																																					
Projets scientifiques	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	(:)			<input type="checkbox"/>					

Activités scientifiques. Programmes scolaires prescrits/recommandés. Niveau secondaire (CITE 2). Année scolaire 2004/2005.

Sciences comme matière intégrée Physique Biologie (:) Données non disponibles

	BE fr	BE de	BE nl	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT HS	AT AHS	PL	PT	SI	SK	FI	SE	UK ENG				WLS	NIR	SCT	IS	LI	NO	BG	RO
1. Formuler des problèmes scientifiques																																							
en termes scientifiques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																				
2. Participer à une discussion en relation avec:																																							
des problèmes de la vie quotidienne et des problèmes de société	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																					
des activités de recherche d'informations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																	
des activités expérimentales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									
3. Travail expérimental/pratique																																							
Démonstrations de la part de l'enseignant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																					
Effectuer des expériences en suivant un protocole défini par ailleurs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																	
Faire des observations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																					
Proposer des protocoles expérimentaux pour répondre à un objectif défini	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																	
Vérifier expérimentalement une loi scientifique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																	
Formuler et tester des hypothèses	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																					
Mettre en forme et communiquer des démarches et des résultats	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																					

Activités scientifiques. Programmes scolaires prescrits/recommandés. Niveau secondaire (CITE 2). Année scolaire 2004/2005.

Sciences comme matière intégrée Physique Biologie (:) Données non disponibles

4. Utiliser de la documentation scientifique	BE	BE	BE	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT				SE	UK				IS	LI	NO	BG	RO
	fr	de	nl																	HS	AHS	PL	PT		SI	SK	ENG	WLS					
Rechercher des documents en fonction d'objectifs définis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
Repérer des informations au sein de documents	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
Synthétiser des informations dans un objectif défini	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
Présenter et communiquer des informations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										
5. Utilisation de technologies électroniques	BE	BE	BE	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT				SE	UK				IS	LI	NO	BG	RO
	fr	de	nl																	HS	AHS	PL	PT		SI	SK	ENG	WLS					
Saisie de données et présentation de résultats et de données expérimentaux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Simulation				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Recherche d'informations sur Internet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Communication avec d'autres élèves				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
6. Activités d'extérieur	BE	BE	BE	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT				SE	UK				IS	LI	NO	BG	RO
	fr	de	nl																	HS	AHS	PL	PT		SI	SK	ENG	WLS					
Visite de musées, de laboratoires de recherche, d'entreprises, etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
Travail sur le terrain				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
7. Projets	BE	BE	BE	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT				SE	UK				IS	LI	NO	BG	RO
	fr	de	nl																	HS	AHS	PL	PT		SI	SK	ENG	WLS					
Projets scientifiques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										

Objectifs de l'enseignement des sciences. Programmes scolaires prescrits/recommandés. Niveau primaire (CITE 1). Année scolaire 2004/2005.

Sciences comme matière intégrée Physique Biologie (:) Données non disponibles

4. Raisonnement scientifique	BE	BE	BE	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	SI	SK	FI	SE	UK				IS	LI	NO	BG	RO				
	fr	de	nl																								ENG	WLS	NIR	SCT									
Capacité à résoudre des problèmes formulés en termes théoriques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>						(:)		<input type="checkbox"/>	
Capacité à modéliser un problème en termes théoriques		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						(:)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Capacité à formuler des hypothèses scientifiques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>						(:)		<input type="checkbox"/>		

5. Compétences de communication et de présentation	BE	BE	BE	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	SI	SK	FI	SE	UK				IS	LI	NO	BG	RO			
	fr	de	nl																								ENG	WLS	NIR	SCT								
Capacité à mettre en forme et communiquer des démarches et des résultats scientifiques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			(:)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
Capacité à participer à des discussions scientifiques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			(:)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Capacité à planifier, exécuter et présenter les résultats d'un projet scientifique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			(:)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Capacité à utiliser des TIC (par exemple pour enregistrer des données)		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			(:)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											

Figure 4.2a. Type des compétences évaluées par les examens et tests nationaux standardisés en sciences. CITE 1. Année scolaire 2004/2005.

Sciences comme matière intégrée
 Physique
 Biologie
 (:) Données non disponibles

	BE fr	BE de	BE nl	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT (1) (2)	NL	AT	PL	PT	SI	SK	FI	SE	UK ENG WLS NIR SCT			IS	LI	NO	BG	RO				
1. Connaissance																																						
Connaissances de concepts/théories scientifiques							<input type="checkbox"/>													<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					(:)		
Connaissances des techniques expérimentales																				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					(:)		
Connaissances et savoir-faire mathématiques							<input type="checkbox"/>															<input type="checkbox"/>														(:)		
2. Compétences pratiques																																						
Capacité à choisir des appareils et des dispositifs appropriés							<input type="checkbox"/>														<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					(:)		
Capacité à élaborer/discuter de protocoles expérimentaux en réponse à des objectifs définis																													<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					(:)		
3. Traitement de données																																						
Capacité à trouver des documents et y repérer des informations							<input type="checkbox"/>																							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					(:)	
Capacité à résumer et à présenter des données et des résultats							<input type="checkbox"/>																							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					(:)	
Capacité à interpréter et/ou évaluer des données ou d'autres informations de type expérimental							<input type="checkbox"/>														<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					(:)	
4. Raisonnement scientifique																																						
Capacité à résoudre des problèmes formulés en termes théoriques																																					(:)	
Capacité à modéliser un problème en termes scientifiques							<input type="checkbox"/>														<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					(:)	
Capacité à formuler des hypothèses scientifiques																															<input type="checkbox"/>						(:)	

Figure 4.2b. Type des compétences évaluées par les examens et tests nationaux standardisés en sciences. CITE 2. Année scolaire 2004/2005.

Sciences comme matière intégrée
 Physique
 Biologie
 (:) Données non disponibles

	BE fr	BE de	BE nl	CZ	DK	DE	EE	EL	ES	FR	IE	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT (1)	MT (2)	NL	AT	PL	PT	SI	SK	FI	SE	UK				IS	LI	NO	BG	RO				
																											ENG	WLS	NIR	SCT										
1. Connaissance																																								
Connaissances de concepts/théories scientifiques							<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)						
Connaissances des techniques expérimentales							<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	(:)					
Connaissances et savoir-faire mathématiques							<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	(:)				
2. Compétences pratiques																																								
Capacité à choisir des appareils et des dispositifs appropriés							<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)						
Capacité à élaborer/discuter de protocoles expérimentaux en réponse à des objectifs définis							<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)						
3. Traitement de données																																								
Capacité à trouver des documents et y repérer des informations							<input checked="" type="checkbox"/>							<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)						
Capacité à résumer et à présenter des données et des résultats							<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)						
Capacité à interpréter et/ou évaluer des données ou d'autres informations de type expérimental							<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)						
4. Raisonnement scientifique																																								
Capacité à résoudre des problèmes formulés en termes théoriques							<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)						
Capacité à modéliser un problème en termes scientifiques											<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)						
Capacité à formuler des hypothèses scientifiques							<input checked="" type="checkbox"/>							<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(:)						

RÉSEAU EURYDICE

A. UNITÉ EUROPÉENNE D'EURYDICE

Avenue Louise 240
B-1050 Bruxelles
(<http://www.eurydice.org>)

Direction scientifique

Arlette Delhaxhe

Auteurs

Nathalie Baidak, Misia Coghlan

Élaboration des graphiques et mise en page – Pages Web

Patrice Brel – Brigitte Gendebien

Coordination de la production

Gisèle De Lel

Secrétariat

Helga Stammherr

Recherche bibliographique et documentaire

Colette Vanandruel

B. EXPERTS EN DIDACTIQUE DES SCIENCES

Edgar Jenkins, professeur émérite à l'Université de Leeds (Angleterre)

Martine Méheut, professeur à l'Institut Universitaire de Formation des Maîtres de l'Académie de Créteil (France)

C. UNITÉS NATIONALES D'EURYDICE

BĀLGARIJA

Eurydice Unit
European Programmes Unit
International Cooperation Division
European Integration and Bilateral Cooperation Department
Ministry of Education and Science
2A, Kniaz Dondukov Bld
1000 Sofia

Contribution de l'unité: la contribution nationale a été préparée par une équipe du *Department for Information and Teachers Qualification* de l'Université St. Kliment Ohridski de Sofia

BELGIQUE / BELGIË

Unité francophone d'Eurydice
Ministère de la Communauté française
Direction des Relations internationales
Boulevard Léopold II, 44 – Bureau 6A/002
1080 Bruxelles

Contribution de l'unité: responsabilité collective;
Philippe Delfosse (inspecteur)

Eurydice Vlaanderen / Entiteit Internationalisering
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Departement Onderwijs en Vorming
Hendrik Consciencegebouw 7c
Koning Albert II – laan 15
1210 Brussel
Contribution de l'unité: Willy Sleurs (expert)

Agentur Eurydice
Agentur für Europäische Bildungsprogramme
Ministerium der Deutschsprachigen Gemeinschaft
Gospertstraße 1
4700 Eupen
Contribution de l'unité: Suzanne Küchenberg;
Leonhard Schifflers (expert)

ĀESKĀ REPUBLIKA

Eurydice Unit
Institute for Information on Education
Senovážné nám. 26
P.O. Box Ā.1
110 06 Praha 1
Contribution de l'unité: responsabilité collective

DANMARK

Eurydice's Informationskontor i Danmark
CIRIUS
Assessment of Foreign Qualifications
Fiolsstræde 44
1171 København K
Contribution de l'unité: responsabilité collective

DEUTSCHLAND

Eurydice Unit
FIF Kontaktstelle Frauen in die EU-Forschung
EU-Büro des BMBF
PT-DLR
Heinrich-Konen-Straße 1
53227 Bonn

Eurydice-Informationsstelle der Länder im Sekretariat der Kultusministerkonferenz
Lennéstrasse 6
53113 Bonn

Contribution de l'unité: Brigitte Lohmar;
Marcus Hammann (expert, professeur junior de didactique de la biologie au *Leibniz Institute for Science education*, IPN, Kiel jusqu'à la fin de 2005, actuellement professeur de didactique de la biologie à l'Université de Münster)

EESTI

Eurydice Unit
SA Archimedes
Koidula 13a
10125 Tallinn
Contribution de l'unité: Kersti Kaldma (chef de l'unité);
Imbi Henno (expert en chef, *National Examinations and Qualifications Centre*)

ELLĀDA

Eurydice Unit
Ministry of National Education and Religious Affairs
Direction CEE / Section C
Mitropoleos 15
10185 Athens
Contribution de l'unité: Tina Martaki;
Athanasios Skouras (expert)

ESPAÑA

Unidad Española de Eurydice
CIDE – Centro de Investigación y Documentación Educativa (MEC)
c/General Oraá 55
28006 Madrid
Contribution de l'unité: Jessica Gallego Entonado, Alejandro García Cuadra, María Cristina Toral Cerro; Javier Manuel Valle López (expert)

FRANCE

Unité d'Eurydice
Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
Direction de l'évaluation et de la prospective
61-65, rue Dutot
75732 Paris Cedex 15
Contribution de l'unité: Thierry Damour;
Gilbert Pietryk (expert, inspecteur général de l'éducation nationale, doyen du groupe Sciences physiques et chimiques, fondamentales et appliquées)

IRELAND

Eurydice Unit
 Department of Education and Science
 International Section
 Marlborough Street
 Dublin 1
 Contribution de l'unité: responsabilité collective

ÍSLAND

Eurydice Unit
 Ministry of Education, Science and Culture
 Division of Evaluation and Analysis
 Sölvholsgata 4
 150 Reykjavík
 Contribution de l'unité: Margrét Harðardóttir,
 María Gunnlaugsdóttir

ITALIA

Unità di Eurydice
 Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca
 c/o INDIRE
 Via Buonarroti 10
 50122 Firenze
 Contribution de l'unité: Simona Baggiani;
 experts: Giunio Luzzatto (président du *Centro per la Ricerca Educativa e Didattica dell'Università di Genova*) pour les chapitres 1 et 2; Sandra Perugini Cigni (inspecteur, ministère de l'éducation, de l'université et de la recherche – MIUR) pour le chapitre 3

KYPROS

Eurydice Unit
 Ministry of Education and Culture
 Kímonos and Thoukydidou
 1434 Nicosia
 Contribution de l'unité: Koula Afrodisi, Christiana Haperi;
 Dr Zena Poulli (expert, inspecteur de physique, département de l'enseignement secondaire, ministère de l'éducation et de la culture)

LATVIJA

Eurydice Unit
 Socrates National Agency – Academic Programmes Agency
 Blaumaņa iela 28
 1011 Riga
 Contribution de l'unité: Viktors Kravčenko; Edgars Grīnis (expert, chef de l'unité de développement de l'éducation, département de l'enseignement général du ministère de l'éducation et des sciences)

LIECHTENSTEIN

Eurydice-Informationsstelle
 Schulamt
 Austrasse 79
 9490 Vaduz

LIETUVA

Eurydice Unit
 Ministry of Education and Science
 A. Volano 2/7
 2691 Vilnius
 Contribution de l'unité: responsabilité collective de l'unité Eurydice, division de la formation initiale et du développement professionnel des enseignants, ministère de l'éducation et des sciences; experts: Dr. Elena Motiejūnienė et Saulė Vingelienė (Centre de développement de l'éducation – *Švietimo plėtotės centras*)

LUXEMBOURG

Unité d'Eurydice
 Ministère de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle (MENFP)
 29, Rue Aldringen
 2926 Luxembourg
 Contribution de l'unité: responsabilité collective

MAGYARORSZÁG

Eurydice Unit
 Ministry of Education
 Szalay u. 10-14
 1055 Budapest
 Contribution de l'unité: Áron Ecsedy; Julianna Szendrei (expert)

MALTA

Eurydice Unit
 Education Director (Research & Planning)
 Department of Planning and Development
 Education Division
 Floriana CMR 02
 Contribution de l'unité: Raymond Camilleri;
 Dr. Suzanne Gatt (expert)

NEDERLAND

Eurydice Nederland
 Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
 Directie Internationaal Beleid
 IPC 2300 / Kamer 10.086
 Postbus 16375
 2500 BJ Den Haag
 Contribution de l'unité: Chiara Wooning; Marja van Graft et Jenneke Krüger (SLO), Tony Schouten et Martin Heideveld (CITO), Hans Ruesink et Febe Jansen-Oliemans (ministère de l'éducation, de la culture et de la science)

NORGE

Eurydice Unit
 Ministry of Education and Research
 Department for Policy Analysis, Lifelong Learning and International Affairs
 Akersgaten 44
 0032 Oslo
 Contribution de l'unité: responsabilité collective

ÖSTERREICH

Eurydice-Informationsstelle
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur –
Abt. I/6b
Minoritenplatz 5
1014 Wien
Contribution de l'unité: responsabilité collective

POLSKA

Eurydice Unit
Foundation for the Development of the Education System
Socrates Agency
Mokotowska 43
00-551 Warsaw
Contribution de l'unité: Joanna Kuzmicka;
Prof. Stanislaw Dylak (expert, Université Adam Mickiewicz,
Poznan)

PORTUGAL

Unidade Portuguesa da Rede Eurydice(UPRE)
Ministério da Educação
Gabinete de Informação e Avaliação do Sistema Educativo
(GIASE)
Av. 24 de Julho 134-2º
1399-029 Lisboa
Contribution de l'unité: Isabel Almeida;
experts: Isabel Martins, Fátima Paixão, Celina Tenreiro-Vieira

ROMÂNIA

Eurydice Unit
National Agency for Community Programmes in the Field of
Education and Vocational Training
1 Schitu Măgureanu – 2nd Floor
050025 Bucharest
Contribution de l'unité: Tinca Modrescu, Alexandru Modrescu

SLOVENIJA

Eurydice Unit
Ministry of Education, Science and Sport
Office for Development of Education (ODE)
Kotnikova 38
1000 Ljubljana
Contribution de l'unité: responsabilité collective

SLOVENSKÁ REPUBLIKA

Eurydice Unit
Slovak Academic Association for International Cooperation
Socrates National Agency
Staré grunty 52
842 44 Bratislava
Contribution de l'unité: responsabilité collective

SUOMI / FINLAND

Eurydice Finland
National Board of Education
Hakaniemenkatu 2
00530 Helsinki
Contribution de l'unité: responsabilité collective;
Dr. Jarkko Lampiselkä (expert, Université d'Helsinki)

SVERIGE

Eurydice Unit
Ministry for Education, Research and Culture
Drottninggatan 16
10333 Stockholm
Contribution de l'unité: responsabilité collective

TÜRKIYE

Eurydice Unit
Ministry of National Education
Strateji Geliştirme Başkanlığı
(SGB – Directorate for Strategy Development)
Eurydice Birimi Merkez Bina Giriş
Kat B-Blok No 1 Kizilay
06100 Ankara

UNITED KINGDOM

Eurydice Unit for England, Wales and Northern Ireland
National Foundation for Educational Research (NFER)
The Mere, Upton Park
Slough SL1 2DQ
Contribution de l'unité: Karen Whitby, Sigrid Boyd

Eurydice Unit Scotland
International Team
New Educational Developments Divisions
The Scottish Executive Education Department (SEED)
Area 2B South / Mailpoint 28
Victoria Quay
Edinburgh EH6 6QQ
Contribution de l'unité: Joanna Mackenzie et collègues du SEED
et HMIE

Production

Impression: Imprimerie Bietlot, Gilly, Belgique

L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe. État des lieux des politiques et de la recherche

Eurydice

Bruxelles: Eurydice

2006 - 96 p.

ISBN 92-79-01922-8

Descripteurs: Sciences naturelles, Biologie, Physique, Programme d'études, Interdisciplinarité, Objectif pédagogique, TIC, Égalité des sexes, Test standardisé, Élève, Accréditation, Formation initiale des enseignants, Formateur, Réforme de l'enseignement, Débat, Résultats de la recherche, Enseignement général, Enseignement primaire, Secondaire premier cycle, Analyse comparative, Bulgarie, Roumanie, Espace Économique Européen, Union européenne

