

L'enseignement des sciences en Europe: politiques nationales, pratiques et recherche





L'enseignement des sciences en Europe:

**politiques nationales,
pratiques et recherche**

Ce document est publié par l'Agence exécutive «Éducation, Audiovisuel et Culture» (EACEA P9 Eurydice)

Disponible en allemand (*Naturwissenschaftlicher Unterricht in Europa: Politische Maßnahmen, Praktiken und Forschung*), anglais (*Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research*) et français (L'enseignement des sciences en Europe: politiques nationales, pratiques et recherche).

ISBN 978-92-9201-219-9
doi:10.2797/72447

Ce document est également disponible sur l'internet (<http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice>).

Rédaction achevée en octobre 2011.

© Agence exécutive «Éducation, audiovisuel et culture», 2011.

Sauf à des fins commerciales, le contenu de cette publication peut être reproduit partiellement, à condition que l'extrait soit précédé de la mention «réseau Eurydice», suivie de la date de publication.

Toute demande de reproduction de l'entièreté du document doit être adressée à EACEA P9 Eurydice.

Agence exécutive «Éducation, audiovisuel et culture»
P9 Eurydice
Avenue du Bourget 1 (BOU2)
B-1140 Bruxelles
Tél. +32 2 299 50 58
Fax +32 2 292 19 71
Courriel: eacea-eurydice@ec.europa.eu
Internet: <http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice>

PRÉFACE



La maîtrise des notions scientifiques de base est considérée comme une compétence nécessaire à tous les citoyens européens. Le manque préoccupant de compétences élémentaires chez les élèves, comme l'a révélé les enquêtes internationales, a mené à l'adoption en 2009 d'un critère de référence européen "qui prévoit de ramener à moins de 15 % d'ici 2020 le pourcentage d'élèves obtenant de faibles résultats en lecture, mathématiques et sciences" ⁽¹⁾. Afin d'atteindre cet objectif, nous devons conjointement cerner d'un côté les obstacles et les problématiques, et de l'autre, les approches efficaces. Sous la forme d'une analyse comparative des approches de l'enseignement des sciences en Europe, ce rapport vise à contribuer à une plus grande maîtrise de ces facteurs.

De nombreux rapports internationaux font état d'un déficit potentiel de ressources humaines dans les principales professions scientifiques, préconisant la modernisation de l'enseignement des sciences à l'école. Comment peut-on motiver les élèves et accroître leur intérêt pour les sciences tout en relevant les niveaux de réussite? L'enseignement des sciences à l'école peut-il à la fois atteindre tous les élèves et éduquer les futurs scientifiques? Environ 60 % des diplômés universitaires en sciences, mathématiques et informatique sont de sexe masculin. Comment pallier ce déséquilibre des genres? Telles sont quelques-unes des problématiques abordées dans cette étude.

En 2006, le réseau Eurydice publiait *L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe*, qui réunissait des informations systématiques sur les règlements et les recommandations officielles concernant l'enseignement des sciences. Cette nouvelle d'Eurydice étudie l'état des lieux actuel de l'organisation de l'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe, mettant évidence les politiques et stratégies qui parviennent à moderniser l'enseignement et l'apprentissage des sciences. Elle souligne certaines mesures intéressantes, dont les partenariats scolaires, les initiatives d'orientation professionnelle et les possibilités de formation professionnelle continue des enseignants, et passe en revue les travaux de recherche pertinents dans ces domaines.

Cette publication contient des données utiles et comparables au niveau européen, dont je suis convaincue qu'elles seront d'une aide précieuse à ceux qui sont responsables, au niveau national, de l'amélioration de l'enseignement des sciences et du rehaussement des niveaux d'intérêt et de motivation dans ce domaine crucial.



Androulla Vassiliou
Commissaire européenne chargée de l'éducation, de
la culture, du multilinguisme et de la jeunesse

⁽¹⁾ Cadre stratégique pour la coopération européenne dans le domaine de l'éducation et de la formation («Éducation et formation 2020»), conclusions du Conseil du 12 Mai 2008, JO C 119 du 28.5.2009.

TABLE DES MATIÈRES

Préface	3
Introduction	7
Synthèse	9
Chapitre 1. Acquis des élèves en sciences: résultats des enquêtes internationales	13
Introduction	13
1.1. Principales enquêtes sur les acquis des élèves en sciences	13
1.2. Acquis des élèves en sciences selon les conclusions de l'enquête PISA	15
1.3. Acquis en sciences selon les conclusions de l'enquête TIMSS	19
1.4. Principaux facteurs associés aux performances en sciences	21
Synthèse	24
Chapitre 2. Promouvoir l'enseignement des sciences: stratégies et politiques	25
Introduction	25
2.1. Stratégies nationales	25
2.2. Améliorer la motivation dans l'apprentissage des sciences: partenariats scolaires, centres d'éducation scientifique et autres activités de promotion	32
2.3. Encourager les jeunes à choisir des carrières scientifiques par le biais d'une orientation spécifique	49
2.4. Actions d'encadrement des élèves particulièrement doués en sciences	54
Synthèse	57
Chapitre 3. Organisation et contenu du curriculum	59
Introduction	59
3.1. Enseignement des sciences comme matière intégrée ou matières distinctes	59
3.2. Enseignement des sciences en contexte	64
3.3. Théories de l'apprentissage des sciences et démarches pédagogiques	67
3.4. Mesures de soutien aux élèves peu performants	73
3.5. Organisation de l'enseignement des sciences dans l'enseignement secondaire supérieur général	78
3.6. Manuels scolaires, supports pédagogiques et activités extracurriculaires	80
3.7. Réforme curriculaire	82
Synthèse	85

Chapitre 4. Évaluation des élèves en sciences	87
Introduction	87
4.1. Évaluation des élèves en sciences: revue de la littérature de recherche	87
4.2. Lignes directrices officielles en matière d'évaluation dans les matières scientifiques	91
4.3. Examens/tests standardisés en sciences	96
4.4. L'évaluation dans les cours de sciences: résultats de l'enquête TIMSS 2007	101
Synthèse	102
Chapitre 5. Améliorer la formation des enseignants de sciences	103
Introduction	103
5.1. Formation initiale et développement professionnel continu des enseignants de sciences: revue des résultats d'enquêtes récentes	103
5.2. Programmes et projets d'amélioration des compétences des enseignants de sciences	110
5.3. Formation initiale des enseignants de mathématiques/sciences: programmes généralistes et spécialistes – résultats de l'enquête SITEP	113
Synthèse	122
Conclusions	125
Références	131
Glossaire	143
Table des figures	147
Annexe	149
Remerciements	157

INTRODUCTION

Cette étude traite de l'un des domaines prioritaires de la stratégie «Éducation et formation 2020» et est liée à l'objectif relatif aux compétences de base pour 2020, dont font partie les compétences en sciences.

Elle tente de dresser un état des lieux des politiques et stratégies mises en place en Europe en vue d'améliorer et encourager l'enseignement et l'apprentissage des sciences dans les systèmes éducatifs actuels. Elle examine les contextes structurels et les politiques éducatives nationales en matière d'enseignement et d'apprentissage des sciences, ainsi que les données issues des enquêtes internationales et de la recherche académique.

Cadrage

L'aperçu comparatif des politiques et mesures en place dans les pays européens en ce qui concerne l'enseignement des sciences constitue la partie principale du rapport. L'étude présente les stratégies établies en vue d'accroître l'intérêt pour les matières scientifiques, d'aiguiser la motivation et de relever les niveaux. Elle analyse les caractéristiques organisationnelles de l'enseignement des sciences en Europe, ainsi que le type de soutien disponible pour les enseignants et les établissements dans leurs efforts d'amélioration des attitudes et de l'intérêt des élèves vis-à-vis des sciences. Des revues de la littérature de recherche sur l'enseignement des sciences et les principales conclusions des enquêtes internationales sur ce thème sont également incluses.

Cette étude se base sur **l'année de référence 2010/2011** et couvre tous les pays du réseau Eurydice. Tous les changements et réformes prévus pour les années à venir sont également pris en compte.

Les **niveaux CITE 1, 2 et 3** sont couverts, mais le rapport est en grande partie consacré à la scolarité obligatoire plutôt qu'à l'enseignement secondaire supérieur.

Les sources employées en premier lieu sont des documents officiels d'autorités éducatives centrales, y compris des documents de stratégies et de programmes. Cependant, dans les pays où ce type de documents officiels n'existe pas, des conventions, dont des conventions privées mais reconnues et acceptées par les autorités éducatives publiques, sont utilisées. L'étude contient aussi des informations concernant des projets à plus petite échelle jugés pertinents. En dehors des sources officielles, les résultats d'évaluations nationales disponibles sont aussi utilisés.

L'étude contient également une analyse des résultats d'une enquête de terrain pilote réalisée par l'EACEA/Eurydice, auprès de 2 500 programmes de formation initiale des enseignants, dans le but de rassembler des informations sur les pratiques existantes en matière de formation initiale des enseignants de sciences et de mathématiques en Europe.

Seuls les établissements scolaires **publics** sont pris en compte, sauf dans les cas de la Belgique, de l'Irlande et des Pays-Bas où le secteur scolaire privé subventionné représente la majorité des inscriptions scolaires (la constitution des Pays-Bas prévoit un traitement et un financement équivalents des deux secteurs).

L'étude couvre la physique, la biologie et la chimie en l'absence d'une approche intégrée de l'enseignement des sciences dans le curriculum. D'après les informations disponibles (rassemblées dans le cadre de la préparation de la première étude d'Eurydice sur l'enseignement des sciences), ces matières semblent être celles qui sont le plus souvent enseignées dans les pays européens.

Structure

Le **chapitre 1** s'intéresse aux caractéristiques des acquis dans les matières scientifiques en se reportant aux enquêtes internationales pertinentes, dont le «Programme international pour le suivi des acquis des élèves» (PISA) et «Trends in International Mathematics and Science Study» (Tendances internationales de l'étude des mathématiques et des sciences – TIMSS). Il se penche sur les différents facteurs ayant un impact potentiel sur les courbes de performance (contexte familial, caractéristiques des élèves, attitudes, structure du système éducatif, etc.)

Le **chapitre 2** fait un tour d'horizon des approches actuelles et des mesures en place pour élever les niveaux d'intérêt et de motivation vis-à-vis de l'étude des sciences. Il présente les stratégies nationales mises en œuvre dans les pays européens pour promouvoir l'enseignement des sciences et approfondit les sujets des partenariats scolaires, des centres scientifiques et des mesures d'orientation. Il analyse l'organisation de ces diverses initiatives, les organes impliqués et les groupes cibles considérés, en vue notamment d'établir si des mesures spécifiques sont en place pour accroître l'intérêt des filles pour les sciences. Les mesures existantes d'encadrement des élèves particulièrement doués sont également présentées.

Le **chapitre 3** traite de l'organisation de l'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe. Il présente les principaux arguments de recherche sur: l'organisation de l'enseignement des sciences en matières séparées ou sous forme de programme intégré; l'enseignement des sciences en contexte; les théories de l'apprentissage des sciences et les approches pédagogiques. L'organisation de l'enseignement des sciences dans les pays européens est présentée par rapport au nombre d'années où les sciences sont enseignées comme une seule matière générale et aux matières scientifiques séparées enseignées par la suite. La question est alors posée de savoir si des questions contextuelles et des activités spécifiques d'apprentissage des sciences sont recommandées dans les documents d'orientation des systèmes scolaires européens. Les diverses mesures en place pour l'encadrement des élèves peu performants sont présentées, ainsi que des informations sur les manuels scolaires et les supports pédagogiques spécifiques aux sciences et à l'organisation d'activités extracurriculaires. Le chapitre donne également un aperçu de l'offre d'enseignement des sciences au niveau secondaire supérieur. Les réformes récentes, en cours ou prévues, du curriculum scientifique dans les pays européens sont elles aussi abordées brièvement.

Le **chapitre 4** décrit les principales caractéristiques des systèmes d'évaluation des sciences en place dans les différents pays. Il présente un bref aperçu des questions de recherche concernant le problème de l'évaluation et plus particulièrement de l'évaluation en sciences. Il contient en outre une analyse comparative des caractéristiques de l'évaluation de l'enseignement scolaire des sciences dans les pays européens. Il contient également les lignes directrices en matière d'évaluation dans le contexte de l'enseignement des sciences dans l'enseignement primaire et secondaire inférieur. Une section décrit les problèmes liés à l'évaluation standardisée en sciences, dont celui de l'organisation de tests standardisés, leurs objectifs principaux ainsi que leur portée et leur contenu. L'aperçu est complété par des données issues de l'enquête internationale TIMSS concernant les pratiques d'évaluation en sciences.

Le **chapitre 5** donne une vue d'ensemble des recherches récentes sur les aptitudes et les compétences des enseignants de sciences, ainsi que des moyens de les intégrer dans les activités de formation professionnelle. Il présente ensuite quelques programmes et initiatives nationaux consacrés aux moyens d'améliorer les compétences des enseignants de sciences. Le chapitre comporte en outre une analyse des résultats de l'enquête de terrain pilote effectuée par l'EACEA/Eurydice auprès de 2 500 programmes de formation initiale des enseignants dans le but de rassembler des informations sur les pratiques existantes en matière de formation initiale des enseignants de sciences et de mathématiques en Europe.

Méthodologie

L'analyse comparative repose sur les réponses à un questionnaire élaboré par l'unité Eurydice au sein de l'Agence exécutive «Éducation, audiovisuel et culture». Le rapport a été vérifié par toutes les unités nationales d'Eurydice participant à l'étude. La méthodologie de l'enquête pilote est présentée en détail au chapitre 5. Tous les contributeurs sont remerciés à la fin du document.

Les exemples spécifiques d'informations nationales sont présentés dans un style de texte différent pour les distinguer du corps du texte. Il s'agit d'exemples concrets d'affirmations générales formulées dans l'étude comparative. Ils peuvent également illustrer des exceptions à ce qui est considéré être une tendance générale dans plusieurs pays, ou fournir des détails spécifiques en complément d'une évolution commune.

SYNTHÈSE

Les pays soutiennent de nombreux programmes individuels mais les stratégies globales sont rares

Peu de pays européens ont élaboré un cadre stratégique général pour améliorer l'image des sciences dans l'éducation et dans la société en général. Bien que des initiatives très diverses aient cependant été mises en œuvre dans de nombreux pays, leur impact reste difficile à mesurer.

Les partenariats scolaires avec des organisations à caractère scientifique sont chose courante en Europe bien que très divers au niveau des domaines qu'ils couvrent, de leur organisation et des partenaires impliqués. Tous les partenariats ont néanmoins un ou plusieurs des objectifs suivants en commun: promouvoir la culture, les connaissances et la recherche scientifiques auprès des élèves; améliorer la compréhension qu'ont les élèves de l'utilité des sciences; renforcer l'enseignement des sciences à l'école et accroître le recrutement en mathématiques, sciences et technologies (MST).

Les centres scientifiques partagent eux aussi l'un ou plusieurs des objectifs cités ci-dessus et contribuent à l'amélioration de l'enseignement des sciences en proposant aux élèves des activités qui dépassent l'offre typique des établissements scolaires. Deux tiers des pays examinés disent posséder des centres scientifiques au niveau national.

Lorsque des stratégies globales pour la promotion des sciences sont en place, elles comportent généralement un élément d'orientation des élèves vers les sciences. Cependant, peu d'autres pays ont mis en œuvre des mesures d'orientation spécifiques pour les sciences, et très peu ont lancé des initiatives visant à encourager les filles à choisir des carrières scientifiques.

De même, peu de pays ont mis en œuvre des programmes et projets spécifiques destinés aux élèves particulièrement doués en sciences.

L'enseignement intégré des sciences se produit principalement aux niveaux d'éducation inférieurs

Dans tous les pays européens, l'enseignement des sciences commence sous forme de matière générale intégrée et se poursuit ainsi jusqu'à la fin de l'enseignement primaire. Dans de nombreux pays, la même démarche est suivie pendant un ou deux ans en secondaire inférieur.

À l'opposé, à la fin du secondaire inférieur, l'enseignement des sciences est généralement réparti entre biologie, chimie et physique.

Au niveau secondaire supérieur général (CITE 3), la grande majorité des pays européens suivent une démarche articulée en matières séparées et les sciences constituent souvent l'une des filières spécialisées ouvertes aux élèves. Conséquence de ce choix accru, le niveau d'enseignement des sciences n'est pas le même pour tous les élèves et/ou tous les élèves n'étudient pas des matières scientifiques pendant toutes les années du niveau CITE 3.

La plupart des pays européens recommandent un enseignement des sciences en contexte, ce qui implique généralement d'établir le rapport entre science et questions sociétales du moment. Presque tous recommandent d'inclure dans les cours de sciences les préoccupations environnementales et l'application des découvertes scientifiques à la vie quotidienne. Les questions plus abstraites concernant la méthode scientifique, la «nature de la science» ou la production de connaissances scientifiques sont plus souvent liées aux curricula des matières scientifiques enseignées séparément pendant les dernières années de scolarité dans la plupart des pays européens.

En règle générale, les documents d'orientation des pays européens citent diverses formes d'approches de l'enseignement des sciences – actives, participatives et fondées sur la démarche d'investigation – dès le niveau primaire.

Au cours des six dernières années, des réformes générales du curriculum ont été menées à différents niveaux d'éducation dans plus de la moitié des pays européens à l'étude. Naturellement, ces réformes ont également touché les curricula scientifiques. Leur principale motivation: le désir d'adopter l'approche européenne fondée sur les compétences clés.

Absence de soutien spécifique des élèves peu performants en sciences

Aucune politique de soutien spécifique des élèves peu performants en sciences n'existe. L'aide aux élèves peu performants est habituellement intégrée au cadre général d'encadrement des élèves en difficulté, toutes matières confondues. Peu de pays ont lancé des programmes nationaux consacrés à l'échec scolaire. Dans la plupart des pays, les mesures de soutien sont établies au niveau de l'établissement.

Les méthodes d'évaluation traditionnelles continuent de s'imposer

Les lignes directrices en matière d'évaluation des élèves comprennent généralement des recommandations sur les techniques à employer par les enseignants. Les examens écrits/oraux conventionnels, l'évaluation de la performance des élèves en classe et l'évaluation de projets sont les techniques les plus couramment recommandées. On note également avec intérêt qu'aucune distinction nette ne peut être opérée entre les lignes directrices spécifiques à l'évaluation des sciences et celles générales, applicables à toutes les matières du curriculum; les techniques recommandées sont analogues dans les deux cas.

Dans la moitié des pays et/ou régions de l'Europe étudiés, les connaissances et les compétences des élèves en sciences sont évaluées dans le cadre des procédures nationales standardisées, et ce au moins une fois pendant la scolarité obligatoire (CITE 1 et 2) et/ou en secondaire supérieur (CITE 3). Il est toutefois évident que les sciences n'occupent pas une place aussi importante que les mathématiques et la langue maternelle, bien qu'elles semblent être de plus en plus intégrées dans les tests nationaux d'un nombre croissant de pays.

De nombreuses initiatives nationales pour aider à améliorer les compétences des enseignants

Comme l'ont montré les évaluations antérieures des stratégies de promotion des sciences, renforcer les compétences des enseignants est une préoccupation particulièrement importante.

Les pays munis d'un cadre stratégique pour la promotion de l'enseignement des sciences incluent normalement dans leurs objectifs l'amélioration de la formation des enseignants. Partenariats scolaires, centres scientifiques et institutions similaires contribuent tous à l'apprentissage informel des enseignants et peuvent être porteurs de conseils très utiles. Dans plusieurs pays, les centres scientifiques proposent également des activités de formation professionnelle continue (FPC) des enseignants.

Presque tous les pays signalent que leurs autorités éducatives incluent des activités spécifiques de FPC dans leurs programmes officiels de formation continue des enseignants de sciences en poste. Les initiatives nationales axées sur la formation initiale des enseignants de sciences sont cependant moins courantes.

Une enquête de terrain pilote auprès de programmes de formation initiale des enseignants conclut que la compétence la plus importante abordée dans la formation des enseignants est la connaissance du curriculum officiel de mathématiques/sciences et l'aptitude à son enseignement. «Créer un éventail varié de situations d'enseignement» et «appliquer diverses techniques pédagogiques», sont des compétences généralement citées comme faisant «partie d'un cours spécifique» du programme de formation des enseignants; l'apprentissage collaboratif ou par la réalisation de projets et l'apprentissage par l'investigation ou la résolution de problèmes sont eux aussi fréquemment abordés.

Toutefois, «faire face à la diversité», c'est-à-dire enseigner à une variété d'élèves, prendre en compte les intérêts différents des filles et des garçons, éviter les stéréotypes liés au genre dans les échanges avec les élèves, est une compétence moins souvent abordée dans les programmes de formation des enseignants. Évidemment, les résultats de l'enquête ne font que donner des indications quant à la préparation des enseignants à leur métier étant donné que leurs savoirs et leur aptitude pédagogique réels ne peuvent pas être directement déduits du contenu des programmes de formation professionnelle. Les résultats de cette enquête tentent toutefois de donner une idée de la manière dont les enseignants de demain sont formés aujourd'hui dans plusieurs pays européens.

CHAPITRE 1. ACQUIS DES ÉLÈVES EN SCIENCES: RÉSULTATS DES ENQUÊTES INTERNATIONALES

Introduction

Les enquêtes internationales d'évaluation des élèves sont menées dans des cadres conceptuels et méthodologiques convenus, en vue de fournir des indicateurs à orientation politique. La position relative des pays en fonction des notes moyennes obtenues aux tests est l'indicateur qui attire le plus d'attention publique. Depuis les années 1960, la note relative d'un pays exerce une forte influence sur les politiques éducatives nationales, poussant à emprunter les pratiques éducatives des pays les plus performants (Stiner-Khamsi, 2003; Takayama, 2008). Cette section présente les notes moyennes aux tests et les écarts types en sciences dans les pays européens, d'après les principales enquêtes internationales. La proportion d'élèves manquant de compétences de base en sciences est également indiquée pour chaque pays européen puisque les États membres de l'Union européenne ont pris l'engagement politique de réduire la proportion d'élèves peu performants. Des informations de base concernant la méthodologie des enquêtes internationales sur les acquis en sciences sont également données.

La recherche transnationale peut contribuer à expliquer les différences évidentes entre les pays, ainsi qu'au sein de chacun d'entre eux. Elle aide également à cerner les problèmes spécifiques des systèmes éducatifs. Cela étant dit, il convient d'utiliser les indicateurs des enquêtes internationales avec prudence en raison des nombreux facteurs importants, extérieurs au domaine de la politique éducative, qui influent sur les résultats scolaires et diffèrent souvent d'un pays à l'autre. Les indicateurs au niveau des pays ont été critiqués comme donnant une image simplifiée de la performance d'un système scolaire entier (Baker et LeTendre, 2005). Dans l'interprétation des résultats, il importe aussi de ne pas oublier que les études comparatives à grande échelle rencontrent plusieurs difficultés méthodologiques: les traductions peuvent engendrer des sens différents; les interprétations de certaines questions peuvent être influencées par un parti pris culturel; l'attrait social et la motivation des élèves peuvent varier selon les contextes culturels; même l'agenda politique des organismes chargés des évaluations internationales peut en influencer le contenu (Hopmann, Brinek et Retzl, 2007; Goldstein, 2008). Plusieurs procédures de contrôle de la qualité sont toutefois appliquées afin de minimiser l'impact de ces problèmes méthodologiques sur la comparabilité des résultats.

1.1. Principales enquêtes sur les acquis des élèves en sciences

À l'heure actuelle, les acquis des élèves sont évalués par deux enquêtes internationales à grande échelle: TIMSS et PISA. TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study* – tendances de l'étude des mathématiques et des sciences à l'échelle internationale) mesure la performance en mathématiques et en sciences des élèves de quatrième et de huitième année⁽²⁾. PISA (Programme international pour le suivi des acquis des élèves) mesure les connaissances et les aptitudes des élèves de 15 ans en compréhension de l'écrit, mathématiques et sciences.

Ces deux enquêtes sont axées sur des caractéristiques différentes de l'apprentissage scolaire. D'une manière générale, TIMSS vise à évaluer «*ce que les élèves savent*», tandis que PISA cherche à déterminer «*ce que les élèves savent faire de leurs connaissances*». TIMSS utilise le curriculum comme principal concept organisateur. Les données sont rassemblées selon trois axes: le *curriculum prévu*, tel qu'il est défini par les pays ou les systèmes éducatifs, le *curriculum appliqué*, c'est-à-dire enseigné, et le *curriculum acquis* ou ce que les élèves ont appris (Martin, Mullis et Foy 2008, p. 25). L'enquête PISA ne s'intéresse pas directement à un aspect particulier du curriculum; elle cherche plutôt à évaluer l'usage que font les élèves de 15 ans de leurs connaissances scientifiques dans les situations du quotidien faisant intervenir les sciences et technologies. Elle est axée sur la culture scientifique, définie comme suit:

(²) Quelques pays mènent également l'enquête TIMSS dite «avancée», qui teste les compétences des élèves en dernière année de cycle secondaire.

La capacité d'utiliser des connaissances scientifiques pour identifier les questions auxquelles la science peut apporter une réponse et pour tirer des conclusions fondées des faits, en vue de comprendre le monde naturel ainsi que les changements qui y sont apportés par l'activité humaine (OCDE 2003, p. 147)

En mettant l'accent sur l'alphabétisation, l'enquête PISA se fonde non seulement sur les programmes scolaires mais aussi sur l'apprentissage qui peut se produire hors de l'école.

L'enquête TIMSS est menée tous les quatre ans et la plus récente édition (2007) correspond au quatrième cycle d'évaluations internationales des mathématiques et des sciences⁽³⁾. Puisque les élèves de quatrième année deviennent les élèves de huitième année du cycle suivant de l'enquête TIMSS, les pays qui participent à des cycles consécutifs de l'enquête obtiennent également des données sur les progrès relatifs d'une année à l'autre⁽⁴⁾. Cependant, seuls quelques pays européens ont participé à toutes les enquêtes TIMSS [Italie, Hongrie, Slovaquie et Royaume-Uni (Angleterre)]. En règle générale, moins de la moitié des pays de l'EU-27 y participent. Lors du plus récent cycle, 15 systèmes éducatifs du réseau Eurydice ont mesuré les acquis en mathématiques et sciences des élèves de quatrième année et 14 ceux des élèves de huitième année.

L'enquête PISA, en revanche, couvre presque tous les systèmes éducatifs européens. Elle a lieu tous les trois ans depuis 2000 et tous les systèmes éducatifs du réseau Eurydice, à l'exception de Chypre et de Malte, ont participé au deux derniers cycles (2006 et 2009). Chaque cycle d'évaluation PISA suit la performance des élèves dans trois domaines principaux: compréhension de l'écrit, mathématiques et sciences, en se concentrant cependant chaque fois sur un domaine spécifique. L'enquête 2006 s'intéressait plus spécialement aux sciences, celle de 2003 aux mathématiques et celles de 2000 et 2009 à la compréhension de l'écrit⁽⁵⁾. L'enquête axée sur les sciences consacrait plus de la moitié (54 %) du temps d'évaluation aux sciences (OCDE 2007a, p. 22)⁽⁶⁾. Elle comprenait des questions concernant les attitudes des élèves à l'égard des sciences et leur connaissance des débouchés dans ce domaine. Les tendances des acquis en sciences ne peuvent être calculées que de 2006 (année consacrée plus particulièrement aux sciences) à 2009 (résultats les plus récents).

TIMSS échantillonne par années de scolarité tandis que l'échantillon PISA est basé sur l'âge. Les différences au niveau des populations d'élèves évaluées ne sont pas sans conséquences. Dans l'enquête TIMSS, tous les élèves ont reçu plus ou moins la même quantité d'éducation; ils sont dans leur quatrième ou leur huitième année de scolarité⁽⁷⁾ mais leurs âges diffèrent d'un pays participant à l'autre, selon l'âge d'entrée à l'école et les pratiques de redoublement [pour en savoir plus, voir EACEA/Eurydice (2011)]. Par exemple, dans l'enquête TIMSS 2007, l'âge moyen des élèves de quatrième année dans les pays européens au moment de l'évaluation variait de 9,8 à 11 ans (Martin, Mullis et Foy 2008, p. 34) et celui des élèves de huitième année, de 13,8 à 15 ans (Ibid., p. 35). Dans l'enquête PISA, tous les répondants ont 15 ans, mais le nombre d'années scolaires achevées diffère, plus particulièrement dans les pays qui pratiquent le redoublement. L'année de scolarité moyenne attendue pour les 15 ans testés dans tous les pays européens variait de la neuvième à la onzième; dans certains pays, cependant, les élèves soumis à l'épreuve étaient de six années différentes (de la septième à la douzième).

⁽³⁾ Une description de l'élaboration de l'instrument, des procédures de collecte de données et des méthodes analytiques employées dans TIMSS 2007 est donnée dans Olson, Martin et Mullis (2008).

⁽⁴⁾ En raison des méthodes d'échantillonnage employées, les populations ne sont pas parfaitement identiques mais sont représentatives au niveau national.

⁽⁵⁾ Pour en savoir plus sur la conception des tests et des échantillons, sur les méthodologies employées pour analyser les données, les caractéristiques techniques du projet et les mécanismes de contrôle de PISA 2000, voir Adams et Wu (2000). Pour PISA 2003, voir OCDE (2005); pour PISA 2006, voir OCDE (2009a); et pour PISA 2009, voir OCDE (2009b).

⁽⁶⁾ À titre de comparaison, lors du dernier cycle PISA, axé sur la compréhension de l'écrit, le temps total consacré à l'évaluation en sciences était de 23 % (OCDE 2010a, p. 24).

⁽⁷⁾ Le Royaume-Uni (Angleterre et Écosse) a testé les élèves de cinquième et neuvième années parce que, étant donné qu'ils sont scolarisés à un très jeune âge, ils n'auraient autrement pas eu l'âge requis. La Slovaquie a traversé une période de réformes structurelles exigeant que les enfants soient scolarisés à un plus jeune âge, de telle sorte que les élèves de quatrième et huitième années auraient le même âge que ceux de troisième et septième années dans l'ancien système, mais auraient reçu une année de scolarisation de plus. Pour suivre ce changement, la Slovaquie a évalué les élèves en troisième et septième années de scolarisation dans les évaluations antérieures. La transition était achevée en quatrième année, mais pas en huitième où certains des élèves évalués étaient en septième année de scolarité (Martin, Mullis et Foy, 2008).

Parce qu'elle est axée sur le curriculum, l'enquête TIMSS rassemble un plus large éventail d'informations de fond concernant les environnements d'apprentissage des élèves, comparé à l'enquête PISA. L'échantillonnage de classes entières au sein d'établissements permet d'obtenir des informations auprès des enseignants de sciences de ces classes. Les enseignants remplissent des questionnaires sur les méthodes pédagogiques employées pour appliquer le curriculum, sur leur formation initiale et sur leur formation professionnelle continue. D'autre part, les chefs d'établissement des élèves évalués fournissent des informations sur les ressources de l'établissement et le climat scolaire pour l'apprentissage. Les élèves sont également interrogés sur leurs attitudes à l'égard des sciences, sur l'école, leurs centres d'intérêt et l'utilisation de l'informatique.

En ce qui concerne le contexte d'apprentissage, l'enquête PISA 2006 demandait aux chefs d'établissement de fournir des données sur les caractéristiques de l'établissement et l'organisation de l'enseignement des sciences. En plus des questions de fond et de celles concernant les attitudes à l'égard des sciences, les élèves de 21 pays européens devaient remplir un questionnaire PISA facultatif demandant des informations sur l'accès aux ordinateurs, leur fréquence d'utilisation et les raisons de leur utilisation. Neuf pays européens ont également rassemblé des informations sur l'investissement des parents dans l'éducation de leurs enfants et leurs opinions sur divers points en lien avec les sciences et les débouchés dans ce domaine.

Le cadre d'évaluation des sciences TIMSS 2007 se déclinait en deux dimensions: la dimension du contenu et la dimension cognitive. En quatrième année, les trois domaines de contenu étaient les sciences du vivant, les sciences physiques et la science de la Terre. Quatre domaines de contenu étaient prévus en quatrième année: biologie, chimie, physique et science de la Terre. Les mêmes dimensions cognitives – savoir, appliquer et raisonner – étaient évaluées pour les deux années (Mullis et al., 2005).

Depuis 2006, PISA opère une distinction entre *connaissances en sciences* et *connaissances à propos de la science*. Les connaissances *en sciences* comprennent la maîtrise des concepts et théories scientifiques fondamentaux; les connaissances *à propos de la science* entendent «la compréhension de la nature de la science en tant qu'activité humaine, ainsi que du potentiel et des limites des connaissances scientifiques» (OCDE 2009b, p. 121). Le domaine *connaissance en sciences* comprend les systèmes physiques, les systèmes vivants, les systèmes de la Terre et de l'espace, la technologie.

En conclusion, les enquêtes TIMSS et PISA ont été conçues dans des finalités différentes et reposent sur un cadre et un ensemble de questions distincts et uniques. Ainsi convient-il de s'attendre à des différences entre TIMSS et PISA au niveau des résultats pour une année donnée ou des estimations de tendances.

1.2. Acquis des élèves en sciences selon les conclusions de l'enquête PISA

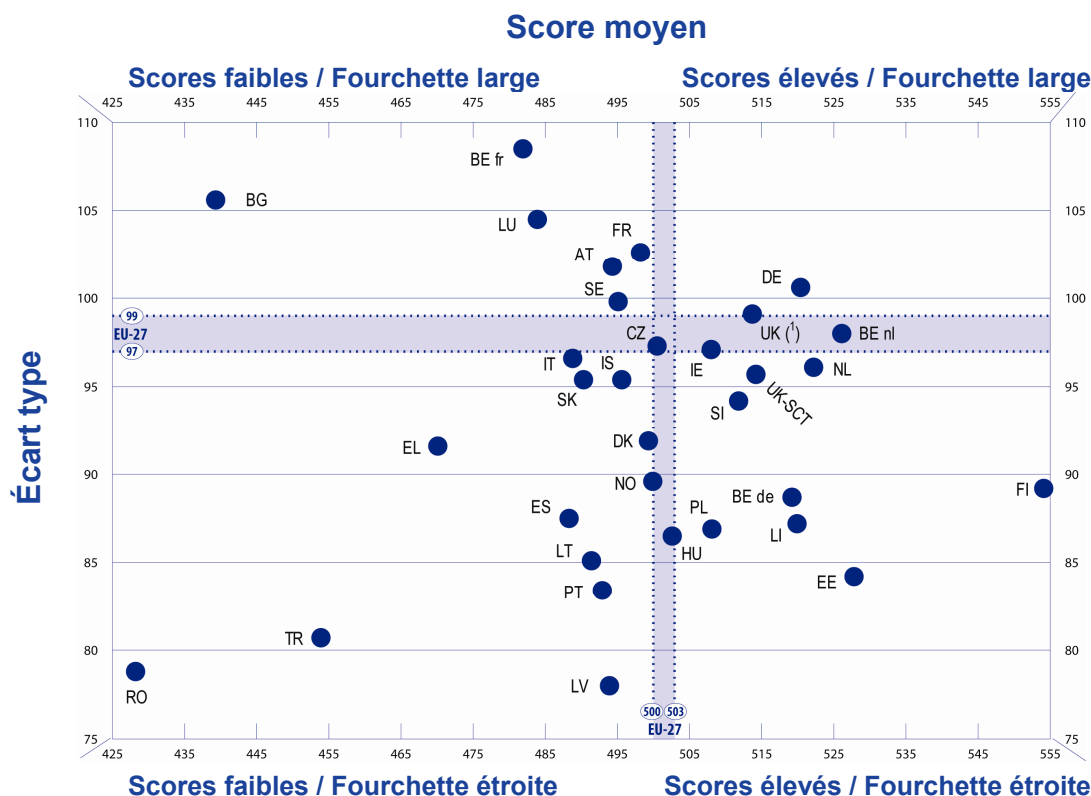
Les résultats de l'enquête PISA sont situés sur des échelles spécifiques, le score moyen étant fixé à 500 et l'écart type à 100 pour les élèves de tous les pays participants de l'OCDE. En 2006, date de détermination des niveaux d'acquis en sciences, on peut déduire qu'environ deux tiers des élèves de tous les pays de l'OCDE ont un score situé entre 400 et 600 points. L'échelle PISA spécifique aux sciences est également divisée en niveaux de compétence, qui différencient et décrivent ce que l'on peut normalement attendre d'un élève en reliant épreuves et niveaux de difficulté. Six niveaux de compétence sont définis sur l'échelle des sciences en 2006, utilisés dans la présentation des résultats en sciences de l'enquête PISA 2009 (OCDE, 2009b).

Le niveau moyen de performance est l'indicateur le plus courant dans la comparaison de la performance des systèmes éducatifs dans les enquêtes internationales d'évaluation des élèves. Dans l'EU-27 en 2009, la performance moyenne en sciences est de 501,3⁽⁸⁾ (voir la figure 1.1). Comme

⁽⁸⁾ Moyenne estimée en tenant compte de la taille absolue de l'échantillon de la population de jeunes de 15 ans dans chaque pays de l'EU-27 participant au PISA 2009. Le score moyen de l'EU-27 est construit de la même manière que le total de l'OCDE (c'est-à-dire la moyenne de tous les pays de l'OCDE, en tenant compte de la taille absolue de l'échantillon). Le total de l'OCDE en 2009 était de 496.

lors du cycle d'évaluation précédent (2006), la Finlande devance tous les autres pays de l'EU-27⁽⁹⁾. Le score moyen en Finlande (554) est supérieur d'environ 50 points à la moyenne de l'EU-27, ou environ la moitié de l'écart type international. Cela dit, la performance des élèves finlandais est inférieure à celle des élèves de la région la plus performante, à savoir Shanghai-Chine (575) et à peu près égale à celle des élèves de Hong Kong-Chine (549).

◆◆◆ Figure 1.1. Score moyen et écart type en sciences chez les élèves de 15 ans, 2009.



	EU-27	BE fr	BE de	BE nl	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FR	IT	CY	LV	LT	LU
Score moyen 2009	501	482	519	526	439	501	499	520	528	508	470	488	498	489	x	494	491	484
Différence par rapport à 2006	3,6	-3,7	3	-3,1	5,2	-12,4	3,4	4,8	-3,6	-0,3	-3,3	-0,1	3	13,4	x	4,4	3,4	-2,4
Écart type 2009	98	109	89	98	106	97	92	101	84	97	92	88	103	97	x	78	85	105
Différence par rapport à 2006	-2	5,4	-8,6	5,3	-1,1	-1,1	-1,2	0,6	0,6	2,7	-0,6	-3	1	1,1	x	-6,3	-4,9	7,7
	HU	MT	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK (1)	UK-SCT	IS	LI	NO	TR	
Score moyen 2009	503	x	522	494	508	493	428	512	490	554	495	514	514	496	520	500	454	
Différence par rapport à 2006	-1,3	x	-2,7	-16,5	10,3	18,6	9,8	-7	1,9	-9,2	-8,2	-1,1	-0,5	4,8	-2,3	13,4	30,1	
Écart type 2009	87	x	96	102	87	83	79	94	95	89	100	99	96	95	87	90	81	
Différence par rapport à 2006	-1,7	x	0,5	m	-3	-5,2	-2,3	-4	2,3	3,6	5,6	-8,3	-4,2	-1,5	-9,5	-6,5	-2,5	

m non comparable x Pays ne participant pas à l'étude

Source: OCDE, bases de données PISA 2009 et 2006.

UK (1): UK-ENG/WLS/NIR

(9) Cette comparaison et les suivantes reposent sur le test de signification statistique au niveau $p < 0,05$. Cela signifie que la probabilité statistique d'une affirmation fautive est fixée à moins de 5 %.

Note explicative

Deux zones ombrées marquent les moyennes de l'EU-27. Il s'agit d'indicateurs d'intervalle qui tiennent compte des erreurs types. Par souci de clarté, les moyennes des pays sont indiquées sous forme de pastilles mais il est important de ne pas oublier qu'elles sont également des indicateurs d'intervalle. Les pastilles proches de la zone correspondant à la moyenne de l'UE peuvent ne pas être très différentes de celle-ci. Les valeurs statistiquement très ($p < .05$) différentes de la moyenne de l'EU-27 (ou de zéro dans le cas de différences) sont indiquées en gras dans le tableau.

Note spécifique par pays

Autriche: les tendances ne sont pas strictement comparables car certains établissements scolaires autrichiens ont boycotté l'enquête PISA 2009 (voir OCDE 2010c). Cependant, les résultats autrichiens sont inclus dans la moyenne de l'EU-27.



À l'autre extrême, les élèves de Bulgarie, de Roumanie et de Turquie ont des moyennes de performance considérablement plus faibles que celles des élèves de tous les autres pays participants du réseau Eurydice. Les scores moyens dans ces pays sont de l'ordre de 50 à 70 points au dessous de la moyenne de l'EU-27. Ces pays affichaient également les plus faibles résultats en 2006. La Turquie a toutefois considérablement relevé son score moyen (30 points).

11 % seulement de l'écart de performance des élèves correspond à l'écart entre les pays ⁽¹⁰⁾. L'écart restant se situe à l'intérieur des pays, c'est-à-dire entre les programmes d'éducation, entre les établissements et entre les élèves au sein d'un même établissement. La distribution relative des scores au sein d'un pays, ou l'écart entre les élèves les plus et les moins performants, sert d'indicateur de l'équité dans les acquis éducatifs. Dans l'EU-27 en 2009, l'écart type des résultats en sciences est de 98 (voir la figure 1.1), ce qui signifie un score situé entre 403 et 599 points pour environ deux tiers des élèves de l'EU-27.

Les pays affichant des niveaux de performance moyenne analogues peuvent avoir des plages différentes de scores d'élèves. Ainsi, dans les comparaisons entre les pays, il est important de tenir compte non seulement du score moyen des élèves d'un pays mais aussi de sa plage de scores. La figure 1.1 réunit ces deux indicateurs, donnant en abscisse les résultats moyens des pays (représentant l'efficacité des systèmes éducatifs) et en ordonnée, l'écart type (représentant l'équité des systèmes éducatifs). Les pays affichant des résultats moyens considérablement supérieurs et des écarts types largement inférieurs à la moyenne de l'EU-27 peuvent être considérés comme à la fois efficaces et équitables au niveau des résultats scolaires (voir la figure 1.1, quart inférieur droit). S'agissant des acquis en sciences, la Belgique (Communauté germanophone), l'Estonie, la Pologne, la Slovaquie, la Finlande et le Liechtenstein peuvent être considérés comme des systèmes éducatifs efficaces et équitables.

L'autre côté de la figure 1.1 (en haut à gauche) indique les pays affichant des écarts types élevés et des scores moyens faibles. En Belgique (Communauté française), en Bulgarie et au Luxembourg, l'écart entre les élèves très et peu performants dépasse la moyenne européenne et les scores se situent en dessous de celle-ci. Les établissements et les enseignants de ces pays doivent faire face à un large éventail d'aptitudes des élèves. Par conséquent, le niveau de performance globale pourrait être relevé, entre autres, en se concentrant sur l'encadrement des élèves peu performants.

Enfin, dans plusieurs pays européens, la performance moyenne en sciences est inférieure à la moyenne de l'UE, bien que la fourchette de niveaux des élèves ne soit pas très large. Ainsi, la Grèce, l'Espagne, la Lettonie, la Lituanie, le Portugal, la Roumanie et la Turquie doivent aborder la performance en sciences sur plusieurs niveaux de compétence afin de relever leur moyenne.

La proportion d'élèves qui ne possèdent pas de compétences de base en sciences est un autre indicateur important de la qualité et de l'équité de l'éducation. Les États membres de l'UE ont fixé un point de référence pour réduire la proportion d'élèves de 15 ans peu performants en sciences à moins de 15 % à l'horizon 2020 ⁽¹¹⁾. Les élèves n'atteignant pas le niveau 2 dans PISA sont considérés

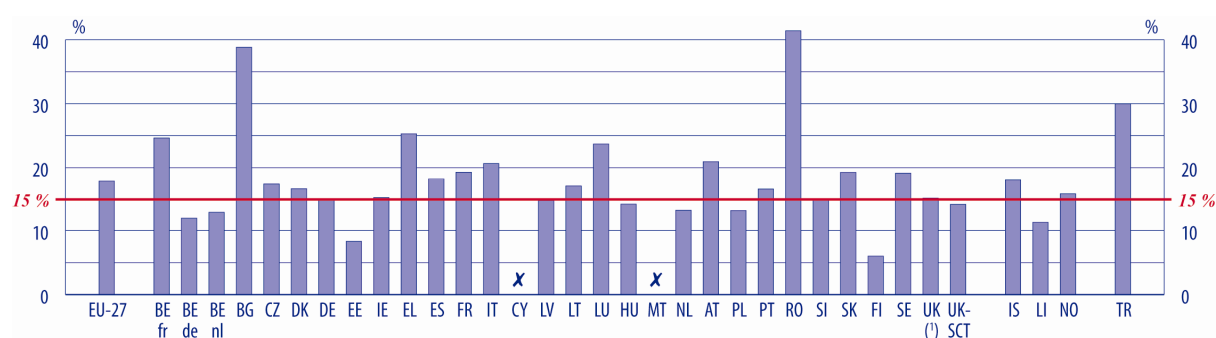
⁽¹⁰⁾ Selon un modèle à 3 niveaux (pays, établissement et élève) pour les pays participants de l'EU-27.

⁽¹¹⁾ Conclusions du Conseil du 12 mai 2009 concernant un cadre stratégique pour la coopération européenne dans le domaine de l'éducation et de la formation («Éducation et formation 2020»). JO C 119 du 28.5.2009.

comme peu performants par le Conseil européen. Selon l'OCDE (2007a, p. 49), les élèves situés au niveau 1 ont des connaissances scientifiques tellement limitées qu'ils peuvent uniquement les appliquer dans un petit nombre de situations familières. Ils peuvent fournir des explications scientifiques qui vont de soi et découlent explicitement des faits donnés. Les élèves sous le niveau 1 ne possèdent pas les compétences en sciences requises pour mener à bien les tâches les plus faciles des épreuves PISA; cette absence de compétences constitue un sérieux handicap pour une participation active à la vie de la société et de l'économie.

Comme le montre la figure 1.2, dans l'EU-27 en 2009, 17,7 % des élèves en moyenne sont peu performants en sciences. Seules la Belgique (Communautés flamande et germanophone), l'Estonie, la Pologne et la Finlande ont déjà atteint le niveau de référence européen (c'est-à-dire un nombre d'élèves peu performants en sciences nettement inférieur à 15 %). Le taux d'élèves peu performants est d'environ 15 % dans plusieurs pays européens, dont l'Allemagne, l'Irlande, la Lettonie, la Hongrie, les Pays-Bas, la Slovaquie, le Royaume-Uni et le Liechtenstein. À l'autre extrême, la proportion d'élèves manquant de compétences de base en sciences est particulièrement élevée en Bulgarie et en Roumanie: environ 40 % des élèves de ces pays n'atteignent pas le niveau de compétence 2. La Turquie affiche une proportion tout aussi élevée d'élèves peu performants en sciences en 2006, mais ce chiffre chute à 30 % en 2009.

◆ ◆ ◆ **Figure 1.2. Pourcentage d'élèves de 15 ans peu performants en sciences, 2009.**



	EU-27	BE fr	BE de	BE nl	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FR	IT	LV	LT	LU
2009	17,7	24,6	12	12,9	38,8	17,3	16,6	14,8	8,3	15,2	25,3	18,2	19,3	20,6	14,7	17	23,7
Δ	-2	0,4	-3,5	1,3	-3,8	1,8	-1,9	-0,6	0,7	-0,3	1,2	-1,4	-1,9	-4,6	-2,7	-3,3	1,6
	HU	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK (1)	UK-SCT	IS	LI	NO	TR	
2009	14,1	13,2	20,9	13,1	16,5	41,4	14,8	19,3	6	19,1	15,1	14,1	17,9	11,3	15,8	30	
Δ	-0,9	0,2	m	-3,8	-8	-5,5	0,9	-0,9	1,9	2,8	-1,8	-0,5	-2,6	-1,6	-5,3	-16,6	

Δ – différence par rapport à 2006 m – non comparable x – pays qui n'ont pas participé à l'étude

Source: OCDE, bases de données PISA 2006 et 2009.

UK (1): UK-ENG/WLS/NIR

Note explicative

Élèves peu performants: ceux qui restent sous le niveau 2 (<409,5).

S'agissant des différences, les valeurs statistiquement très (p<.05) différentes de zéro sont indiquées en gras.

Note spécifique par pays

Autriche: les tendances ne sont pas strictement comparables car certains établissements autrichiens ont boycotté l'enquête PISA 2009 (voir OCDE 2010c). Cependant, les résultats autrichiens sont inclus dans la moyenne de l'EU-27.



S'agissant des tendances moyennes des résultats en sciences de l'EU-27, quelques améliorations sont constatées par rapport aux résultats de PISA 2006. Bien que la hausse du score moyen de l'EU-27 en sciences ne soit pas significative sur le plan statistique, la proportion d'élèves manquant de compétences de base en sciences accuse une baisse statistiquement importante par rapport à 2006 (de 2 %, erreur type de 0,51). En outre, la fourchette des résultats des élèves dans l'EU-27 semble s'améliorer, avec une réduction de l'écart type des résultats en sciences de 100 en 2006 à 98 en 2009

(la différence de -2 avec une erreur type de 0,99 est statistiquement importante). Bien que ces améliorations ne soient pas considérables, il est important de tenir compte du fait qu'elles se sont produites sur une période de trois ans seulement.

Des changements considérables sont remarqués au niveau de la performance en sciences de plusieurs pays. L'Italie, la Pologne, le Portugal, la Norvège et la Turquie affichent d'importants changements positifs au niveau de leur score moyen et des baisses notables de la proportion des élèves peu performants par rapport à 2006. La performance de la Turquie s'est améliorée de 30 points, soit l'équivalent de près de la moitié d'un niveau de compétence. Le Portugal affiche également une hausse considérable de 19 points. Dans ces deux pays, la proportion d'élèves peu performants est elle aussi largement en baisse: de 17 % en Turquie et 8 % au Portugal. Inversement, la baisse du score moyen en sciences est importante en République tchèque (-12 points), en Slovénie (-7 points) et en Finlande (-9 points). En dépit de ces changements, tous ces pays conservent un niveau de performance moyen, ou supérieur à la moyenne, au niveau européen, la Finlande continuant de se classer en deuxième place mondiale sur l'échelle d'évaluation en sciences PISA. Le pourcentage d'élèves peu performants augmente de 16 à 19 % en Suède. En Finlande, la proportion d'élèves dont la performance n'atteint pas le niveau 2 est en hausse de 4 à 6 %, chiffre qui reste pourtant le plus bas de tous les pays participant à l'enquête PISA 2009, comme en 2006.

L'évaluation PISA 2006 opère une différence entre *connaissances en sciences* (connaissance des différentes disciplines scientifiques et du monde naturel) et *connaissances à propos de la science* comme forme de recherche humaine. La première notion renvoie à la maîtrise des concepts et théories scientifiques fondamentaux; la deuxième, à la compréhension de la manière dont les scientifiques obtiennent des preuves et utilisent les données. Les résultats de PISA 2006 montrent que les *connaissances en sciences* sont plus fortes dans plus de pays européens que les *connaissances à propos de la science*. Cela est particulièrement marqué dans les pays d'Europe de l'Est, dont les élèves ont tendance à moins bien répondre aux questions liées à la compréhension de la nature des travaux scientifiques et de la pensée scientifique. Pour les questions nécessitant des *connaissances à propos de la science*, le score des élèves est supérieur de plus de 20 points en République tchèque, Hongrie et Slovaquie, et de plus de 10 points en Bulgarie, Estonie, Lituanie, Autriche, Pologne, Slovénie, Suède et Norvège. Par contraste, la France est le seul pays européen où les élèves obtiennent un score supérieur de plus de 20 points pour les questions nécessitant des *connaissances à propos de la science* par rapport à celles nécessitant des *connaissances en sciences*. Les élèves atteignent également un score supérieur de plus de 10 points pour ces questions en Belgique et aux Pays-Bas (OCDE, 2007a, 2007b).

1.3. Acquis en sciences selon les conclusions de l'enquête TIMSS

Les échelles TIMSS sont le fruit d'une méthodologie analogue à celle de PISA. Celles des sciences en quatrième et huitième années reposent sur les évaluations de 1995, fixant la moyenne des scores moyens des pays participants à l'enquête TIMSS 1995 à 500 et l'écart type à 100 (Martin, Mullis et Foy, 2008).

Étant donné que relativement peu de pays européens participent à l'enquête TIMSS et que ce ne sont pas toujours les mêmes pays qui testent les élèves de quatrième et huitième année, cette section ne se basera pas trop sur des comparaisons avec la moyenne de l'UE. La discussion sera plutôt axée sur les différences entre les pays. La moyenne de l'UE ⁽¹²⁾ est donnée à la figure 1.3 à titre indicatif.

En quatrième année, la Lettonie (élèves instruits en letton) et le Royaume-Uni (Angleterre) affichent la plus forte moyenne en sciences (542 points) et sont les deux seuls systèmes éducatifs à obtenir des résultats supérieurs à la moyenne de l'UE. Les résultats sont néanmoins considérablement inférieurs à ceux des pays les plus performants à l'échelle mondiale, à savoir Singapour (587 points), le Taipei chinois (557 points) et la RAS de Hong Kong (554 points). Les pays asiatiques sont déjà les plus performants en sciences dans les enquêtes TIMSS antérieures pour les deux années de scolarité

⁽¹²⁾ Une moyenne estimée en tenant compte de la taille absolue de la population dans chaque pays de l'EU-27 participant à l'enquête TIMSS 2007.

concernées. En huitième année, les résultats moyens les plus élevés sont également obtenus par les élèves de Singapour (567 points), suivis du Taipei chinois (561 points), du Japon (554 points) et de la République de Corée (553 points). Viennent après ces pays asiatiques les systèmes d'éducation européens les plus performants, à savoir le Royaume-Uni (Angleterre) avec 542 points, la Hongrie et la République tchèque avec 539 points et la Slovénie avec 538 points.

À l'autre extrême, en quatrième année, la Norvège avec 477 points et le Royaume-Uni (Écosse) avec 500 points affichent des résultats moyens nettement inférieurs à ceux de tous les autres pays européens participants. En huitième année, un groupe plus important de pays affiche des résultats médiocres, à savoir Chypre (452 points), la Turquie (454 points), Malte (457 points), la Roumanie (462 points) et la Bulgarie (470 points).

◆ ◆ ◆ **Figure 1.3. Scores moyens et écarts types en sciences, élèves de quatrième et huitième années, 2007.**

4 ^e année			8 ^e année	
Score moyen	Écart type		Score moyen	Écart type
530,6	78,9	EU-27	512	86,8
x	x	BG	470,3	102,6
515,1	75,6	CZ	538,9	71,4
516,9	76,9	DK	x	x
527,6	79,1	DE	x	x
535,2	81,4	IT	495,1	77,5
x	x	CY	451,6	85,3
541,9	66,9	LV	x	x
514,2	65,2	LT	518,6	78,2
536,2	84,8	HU	539	76,6
x	x	MT	457,2	113,9
523,2	59,9	NL	x	x
525,6	77,4	AT	x	x
x	x	RO	461,9	87,9
518,4	76,2	SI	537,5	72
525,7	87,3	SK	x	x
524,8	73,6	SE	510,7	78
541,5	80,2	UK-ENG	541,5	85,4
500,4	76,2	UK-SCT	495,7	81,1
476,6	76,7	NO	486,8	73,3
x	x	TR	454,2	91,9

Notes spécifiques par pays

Danemark, Royaume-Uni (SCT): ont rempli les critères de taux de participation des échantillons seulement après inclusion d'établissements de remplacement.

Lettonie, Lituanie: la population cible nationale n'inclut pas toute la population cible nationale telle qu'elle est définie par TIMSS. La Lettonie inclut seulement les élèves instruits en letton et la Lituanie, seulement les élèves instruits en lituanien.

Pays-Bas: ont presque rempli les critères de taux de participation des échantillons après inclusion d'établissements de remplacement.

Royaume-Uni (ENG): en huitième année, a rempli les critères de taux de participation des échantillons après inclusion d'établissements de remplacement.

Les valeurs statistiquement très ($p < .05$) différentes de la moyenne de l'EU-27 sont indiquées en gras dans la grille.

Source: IEA, base de données TIMSS 2007.



Il est important de tenir compte du fait que les résultats des quatrième et huitième années ne sont pas directement comparables. Même si «les échelles des deux années sont exprimées en tant qu'unités numériques identiques, elles ne sont pas directement comparables en termes d'indication de l'équivalence de l'acquis ou de l'apprentissage d'une année par rapport à l'autre» (Martin, Mullis et Foy 2008, p. 32). Des comparaisons peuvent néanmoins être établies en termes de performance relative (supérieure ou inférieure). Ainsi, pour les pays ayant testé les deux années, il est possible de conclure que le Royaume-Uni (Angleterre) et la Hongrie maintiennent un haut niveau de performance en sciences en quatrième et en huitième années.

Comme nous l'avons vu plus haut, il importe de tenir compte non seulement des résultats moyens, mais aussi de leur fourchette, ou de la différence entre les élèves peu et très performants. En quatrième année, aucun pays européen n'affiche un écart type considérablement supérieur aux autres systèmes éducatifs participants. En règle générale, la fourchette des résultats des élèves est assez étroite dans tous les pays européens, comparée à l'écart type international (fixé à 100). L'écart type aux Pays-Bas (60) est nettement inférieur à celui de tous les autres pays européens. La Lettonie et la

Lituanie affichent aussi une très étroite fourchette de résultats des élèves (écarts types de 65-67). Cependant, la Lettonie n'inclut que les élèves instruits en letton et la Lituanie, les élèves instruits en lituanien. En huitième année, inversement, deux pays (la Bulgarie et Malte) affichent une plage beaucoup plus importante de résultats (entre les élèves très et peu performants) par rapport aux autres pays européens.

Depuis la première enquête TIMSS en 1995, de nombreux changements considérables se sont produits au niveau des scores moyens. En Italie, en Lettonie, en Hongrie, en Slovénie et au Royaume-Uni (Angleterre), les scores des élèves de quatrième année se sont considérablement améliorés sur le temps⁽¹³⁾. La République tchèque, l'Autriche, le Royaume-Uni (Écosse) et la Norvège enregistrent d'importantes baisses de leurs scores. La Norvège accuse des baisses significatives de 1995 à 2003, suivies d'améliorations considérables de 2003 à 2007. En 2007, les scores de la Norvège rejoignent presque ceux de 1995.

En huitième année, ces systèmes éducatifs (à l'exception de l'Autriche, qui n'a pas évalué ses élèves en huitième année) affichent aussi des baisses significatives sur le temps. Les résultats des élèves suédois viennent s'ajouter à ceux en détérioration. En revanche, la Lituanie et la Slovénie affichent d'importantes améliorations des scores moyens des élèves de huitième année.

1.4. Principaux facteurs associés aux performances en sciences

Les enquêtes internationales sur l'acquis des élèves en sciences s'intéressent aux facteurs liés à la performance en sciences sur plusieurs niveaux: les caractéristiques des élèves individuels et de leur milieu familial, des enseignants et des établissements, et des systèmes éducatifs.

Impact de l'environnement familial et caractéristiques des élèves individuels

Les recherches établissent clairement la grande importance du **milieu familial** pour la performance scolaire (Breen & Jonsson, 2005). L'enquête TIMSS fait état d'un rapport solide entre la performance des élèves en sciences et leur milieu familial, mesuré par la quantité de livres ou l'utilisation de la langue de l'épreuve à la maison (Martin, Mullis et Foy, 2008). Une analyse des résultats de l'enquête PISA 2006 révèle que le milieu familial, mesuré par rapport à un indice résumant la situation économique, sociale et culturelle de chaque élève, reste l'un des principaux facteurs d'influence sur la performance. En moyenne, dans les pays de l'UE, il explique 16 % de la variance de la performance des élèves en sciences (EACEA/Eurydice, 2010)⁽¹⁴⁾. Cependant, un milieu familial défavorisé n'entraîne pas automatiquement une performance scolaire médiocre. Selon les résultats de l'enquête PISA 2006, de nombreux élèves défavorisés consacrent moins de temps à l'étude des sciences à l'école que leurs pairs plus favorisés. Ils se retrouvent souvent dans des filières ou des établissements n'offrant que peu de choix et aucune possibilité de suivre des cours de sciences. Ainsi, le temps d'apprentissage en milieu scolaire devrait être pris en compte dans l'élaboration de politiques visant à améliorer la performance chez les élèves défavorisés (OCDE, 2011).

Les résultats de l'enquête PISA 2006 indiquent que l'intérêt pour les sciences semble être influencé par le milieu socioéconomique des élèves. Les élèves issus d'un milieu socioéconomique plus favorisé ou ceux dont un parent exerce une profession à caractère scientifique sont plus susceptibles de manifester un intérêt général pour les sciences et de cerner l'utilité potentielle des sciences pour leur avenir (OCDE, 2007a).

Les différences entre les **genres** en ce qui concerne la performance moyenne en sciences sont relativement moindres par rapport à d'autres compétences de base évaluées par les enquêtes internationales (c'est-à-dire la compréhension de l'écrit et les mathématiques) (EACEA/Eurydice, 2010). Il importe toutefois de tenir compte du fait que les moyennes globales par genre sont influencées par la distribution filles et garçons dans les différentes filières (programmes scolaires).

⁽¹³⁾ Le taux de changement à l'intérieur d'un pays et d'un pays à l'autre sur une période spécifique peut être différent; se reporter aux rapports internationaux pour de plus amples informations.

⁽¹⁴⁾ Par comparaison avec 0 % (genre) et 1 % (statut d'immigrant), régression linéaire simple prédisant la performance en sciences en fonction de ces variables.

Dans la plupart des pays, plus de filles que de garçons fréquentent des établissements et suivent des filières qui sont plus performants et davantage orientés vers l'enseignement supérieur. Par conséquent, dans de nombreux cas, les différences entre garçons et filles en sciences sont importantes au sein des établissements ou des programmes, même si elles paraissent moindres dans l'ensemble (OCDE, 2007a; EACEA/Eurydice, 2010). D'autres différences entre garçons et filles se constatent au niveau des compétences scientifiques et de certaines attitudes. En moyenne, les filles savent mieux *identifier les questions d'ordre scientifique*, tandis que les garçons savent mieux *expliquer les phénomènes de manière scientifique*. Les garçons surpassent largement les filles lorsqu'il s'agit de répondre à des questions de physique (OCDE, 2007a). Parmi les attitudes mesurées dans PISA, la plus grande différence entre garçons et filles est observée au niveau de la perception de soi des élèves en sciences. En moyenne, les filles manifestent des niveaux inférieurs de confiance en leurs aptitudes en sciences par rapport aux garçons dans tous les pays européens. Les garçons sont également plus sûrs de leur aptitude à entreprendre des tâches scientifiques spécifiques. Pour la plupart des autres aspects des attitudes que les élèves déclarent avoir à l'égard des sciences, aucune différence constante n'est observée. Garçons et filles ont des niveaux d'intérêt analogues pour les sciences et sont tout autant disposés à utiliser les sciences dans leurs études ou leurs futures carrières (EACEA/Eurydice, 2010; OCDE, 2007b).

Les enquêtes internationales sur les performances scolaires mettent en évidence un lien clair entre **le plaisir apporté par l'apprentissage des sciences** et la performance dans ce domaine. L'enquête PISA 2006 met en lumière un lien particulièrement étroit entre la confiance des élèves en leur aptitude à entreprendre des tâches efficacement et à surmonter les difficultés (capacités personnelles en sciences) et leur performance. Bien que ce constat n'établisse pas un lien de causalité, les résultats suggèrent que les élèves les plus intéressés par les sciences sont davantage disposés à investir les efforts nécessaires pour obtenir de bons résultats (OCDE, 2007a). L'enquête TIMSS signale également un lien entre le niveau de confiance en soi dans l'apprentissage des sciences et les résultats obtenus (Martin, Mullis et Foy, 2008).

Les résultats TIMSS semblent suggérer que les **attitudes à l'égard des sciences** diffèrent selon l'année de scolarité et les disciplines scientifiques. Selon l'indice des attitudes positives des élèves à l'égard des sciences, les élèves de quatrième année manifestent généralement des attitudes positives ⁽¹⁵⁾. En huitième année, un indice général des attitudes est élaboré uniquement pour les pays enseignant les sciences sous forme de matière unique et intégrée. Dans trois pays européens sur quatre où la comparaison des attitudes est possible, celles des élèves de huitième année à l'égard des sciences sont nettement pires que celles des élèves de quatrième année. Cette différence est particulièrement prononcée en Italie, où 78 % des élèves de quatrième année et 47 % seulement des élèves de huitième année manifestent des attitudes positives à l'égard des sciences (Martin, Mullis et Foy, 2008). Dans les pays qui enseignent les sciences sous forme de matières distinctes, les attitudes des élèves de huitième année sont les plus positives vis-à-vis de la biologie, mais le sont légèrement moins vis-à-vis des sciences de la Terre et, plus particulièrement, de la chimie et de la physique ⁽¹⁶⁾.

Une autre enquête internationale, intitulée ROSE – *Relevance of Science Education* (2003-2005) – analyse les opinions et les attitudes des élèves de sciences vers la fin du cycle secondaire (15 ans). Elle considère les attitudes positives à l'égard des sciences et technologies comme des objectifs d'apprentissage importants en soi (Sjøberg et Schreiner, 2010). Les centres d'intérêt influent sur les choix professionnels futurs et les attitudes à l'égard des sciences acquises en milieu scolaire peuvent déterminer le rapport d'un individu aux sciences et technologies à l'âge adulte. Malheureusement, les résultats de l'enquête doivent être interprétés avec prudence car tous les pays participants n'ont pas réussi à obtenir des échantillons représentatifs ⁽¹⁷⁾.

⁽¹⁵⁾ En moyenne, dans les pays de l'UE participants, 72 % des élèves atteignent un niveau élevé sur l'indice (calculs Eurydice).

⁽¹⁶⁾ En moyenne, dans les pays de l'UE participants, en huitième année, 57 % des élèves manifestaient une attitude très positive à l'égard de la biologie, 55 % à l'égard des sciences de la Terre, 42 % à l'égard de la chimie et 38 % à l'égard de la physique (calculs Eurydice).

⁽¹⁷⁾ Les détails de l'organisation de l'enquête dans chaque pays sont disponibles sur le site internet du projet: <http://roseproject.no/>. Les données sont problématique à partir du moment où l'échantillon scolaire est traité comme représentatif de toute la population d'élèves sans appliquer de techniques appropriées de pondération.

Les résultats de l'enquête ROSE font apparaître que les attitudes des jeunes à l'égard des sciences et technologies sont principalement positives, mais que les élèves doutent de l'utilité des sciences scolaires. Ils mettent en évidence quelques variations entre les pays. Les élèves des pays d'Europe du Nord semblent manifester moins d'intérêt pour les sciences et les carrières scientifiques que les élèves d'Europe du Sud. Les matières les moins intéressantes pour les jeunes de 15 ans sont le monde végétal (la flore), les produits chimiques et les sujets de physique de base (les atomes et les ondes). Il est intéressant de noter que les sujets abordés en contexte font également partie des moins intéressants, par exemple «la vie des grands scientifiques». Les résultats de l'enquête ROSE semblent indiquer plusieurs différences entre les attitudes des garçons et des filles. Les garçons ont tendance à s'intéresser aux aspects techniques, mécaniques, électriques, spectaculaires, violents ou explosifs des sciences. Inversement, les filles tendent à manifester davantage d'intérêt pour la santé et la médecine, le corps humain, l'éthique, l'esthétique et le paranormal. Les problèmes environnementaux sont importants pour tous, mais les filles ont davantage tendance à souscrire à l'idée que chaque individu peut contribuer. D'après ces conclusions, l'équipe de recherche du projet ROSE suggère que les différences entre garçons et filles au niveau des centres d'intérêt et de la motivation devraient être prises en compte dans l'enseignement des sciences à l'école (Sjøberg et Schreiner, 2010).

L'impact des établissements et des systèmes éducatifs

Les enquêtes internationales sur les acquis des élèves sont souvent utilisées pour comparer les pays. Pourtant, selon PISA 2009, les différences entre les pays européens n'expliquent que 10,6 % de l'écart total des performances en sciences, par rapport à 36,6 % pour les différences entre établissements et 52,8 % pour les différences au sein d'un même établissement⁽¹⁸⁾. L'influence du pays dans lequel ils vivent sur les chances d'éducation des élèves ne devrait pas, par conséquent, être exagérée. Il est cependant possible de reconnaître certaines caractéristiques des systèmes éducatifs pouvant être associées aux niveaux généralement atteints et/ou aux proportions d'élèves peu performants.

Par exemple, PISA constate que dans les pays où de plus grands nombres d'élèves redoublent, les résultats globaux ont tendance à être moins bons. De surcroît, dans la plupart des pays et des établissements où les élèves sont orientés vers des filières différentes en fonction de leurs aptitudes, la performance globale n'est pas améliorée mais les différences socioéconomiques sont davantage marquées. Plus la stratification des élèves en institutions ou programmes distincts a lieu tôt, plus l'impact du milieu socioéconomique moyen de l'établissement sur la performance se fait ressentir. D'un pays à l'autre, la concurrence pour les élèves entre un plus grand nombre d'établissements est associée à de meilleurs résultats (OCDE, 2007a, 2010b).

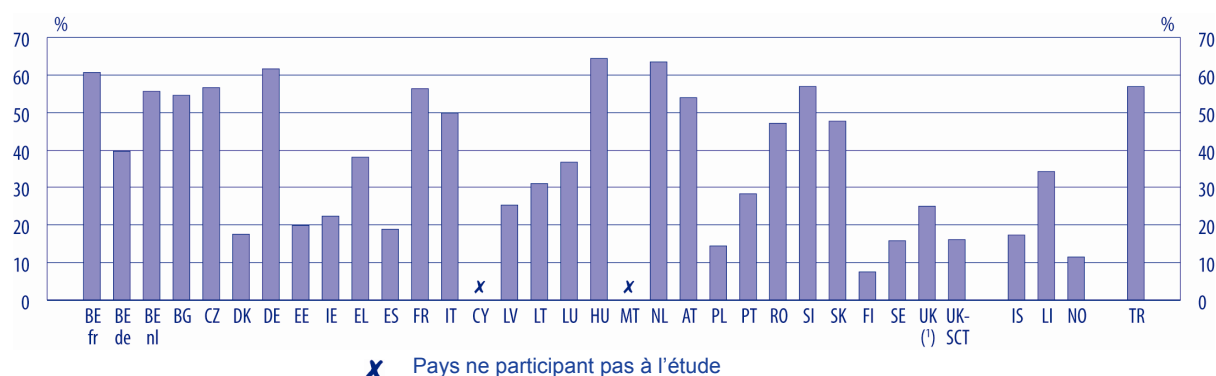
Les caractéristiques des établissements qui contribuent à de meilleurs résultats des élèves varient dans une grande mesure d'un pays à un autre et leurs effets doivent être interprétés en tenant compte des cultures et des systèmes éducatifs nationaux. La variance des niveaux atteints par les élèves observée au sein des établissements ou d'un établissement à l'autre diffère considérablement selon le pays. La figure 1.4 analyse l'écart des performances des élèves en sciences en 2009. La longueur des barres représente le pourcentage des différences totales des niveaux atteints en sciences résultant des caractéristiques des établissements. Dans 11 systèmes éducatifs, la plus grande partie de la variance des niveaux atteints par les élèves est due aux différences entre les établissements. Dans ces pays, les établissements déterminent dans une large mesure les acquis de l'apprentissage des élèves. Dans la majorité des cas, l'orientation des élèves vers différentes filières semble en être la cause (OCDE, 2007a). Les différences de milieu socioéconomique et culturel des élèves entrant dans l'établissement; les disparités géographiques (par exemple, entre les régions, les provinces ou les États dans les systèmes fédéraux, ou entre les zones rurales et urbaines); les différences au niveau de la qualité ou de l'efficacité de l'enseignement des sciences dans différents établissements en sont d'autres causes possibles. La variance entre les établissements explique plus de 60 % des résultats

⁽¹⁸⁾ Les chiffres sont calculés selon un modèle à 3 niveaux (pays, établissement et élève) pour les pays participants de l'EU-27.

des élèves en Belgique (Communauté française), en Allemagne, en Hongrie et aux Pays-Bas. Par contraste, au Danemark, en Estonie, en Espagne, en Pologne, en Finlande, en Suède, au Royaume-Uni (Écosse), en Islande et en Norvège, moins d'un cinquième de la variance se situe entre les établissements. Dans ces systèmes éducatifs, les établissements ont tendance à se ressembler.

Les enquêtes TIMSS et PISA concluent que dans la plupart des pays, il existe un lien très étroit entre le milieu social d'un établissement (mesuré selon la proportion des élèves socialement défavorisés ou le statut socioéconomique moyen) et la performance en sciences. L'avantage résultant de la scolarisation dans un établissement où de nombreux élèves sont issus d'un milieu favorisé est lié à divers facteurs, dont l'influence exercée par les pairs, la présence d'un climat d'apprentissage positif, les attentes des enseignants et les différences au niveau des ressources ou de la qualité des établissements. Les résultats de l'enquête TIMSS font apparaître pour les deux années, en moyenne, un lien positif entre la fréquentation d'établissements comptant moins d'élèves issus d'un milieu socialement défavorisé et les résultats en sciences. En outre, les résultats sont les meilleurs parmi les élèves qui fréquentent des établissements dont plus de 90 % des élèves ont pour langue maternelle celle de l'épreuve (Martin, Mullis et Foy, 2008). De même, PISA 2006 indique que les différences socioéconomiques entre les élèves sont responsables d'une partie importante des différences entre les établissements dans certains pays. Ce facteur contribue le plus à la variance des performances entre établissements en Belgique, en Bulgarie, en République tchèque, en Allemagne, en Grèce, au Luxembourg et en Slovaquie. Il est possible que dans ces pays, la ségrégation socioéconomique par établissement nuise à l'équité et/ou à la performance générale (OCDE, 2007a).

◆ ◆ ◆ **Figure 1.4. Pourcentage de la variance totale expliqué par la variance entre les établissements sur l'échelle des sciences pour les élèves de 15 ans, 2009.**



BE fr	BE de	BE nl	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FR	IT	LV	LT	LU
60,7	39,8	55,7	54,6	56,7	17,5	61,7	19,8	22,3	38,2	18,8	56,4	50	25,2	30,9	36,9
HU	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK (1)	UK-SCT	IS	LI	NO	TR
64,4	63,5	54	14,4	28,2	47,2	57	47,8	7,5	15,8	24,9	16,1	17,3	34,4	11,5	56,9

Source: OCDE, bases de données PISA 2009.

UK (1): UK-ENG/WLS/NIR



Synthèse

Les enquêtes internationales sur les acquis des élèves fournissent une multitude d'informations sur les acquis en sciences mais sont largement axées sur les individus et les établissements; elles ne rassemblent pas systématiquement des données sur les systèmes éducatifs (PISA) ou n'analysent pas ces données (TIMSS) en vue d'évaluer leur impact sur les résultats des élèves en sciences. Cette étude examine les données qualitatives relatives à divers aspects des systèmes éducatifs européens, en vue de déterminer les différents facteurs qui influent sur la performance en sciences. Elle se préoccupe également de mettre en valeur les bonnes pratiques dans l'enseignement des sciences.

CHAPITRE 2. PROMOUVOIR L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES: STRATÉGIES ET POLITIQUES

Introduction

Améliorer l'enseignement des sciences fait partie des priorités de nombreux pays européens depuis la fin des années 1990. Au cours des dix dernières années, plus particulièrement, un grand nombre de programmes et projets ont été mis sur pied dans ce but.

L'un des principaux objectifs a été d'encourager de plus grands nombres d'élèves à étudier les sciences. À cette fin, un large éventail de mesures a été introduit pour tenter d'améliorer l'intérêt des élèves pour les sciences dès la maternelle. Selon la Commission européenne (2007), «l'enseignement des sciences à l'école primaire a un impact considérable à long terme» qui «correspond à la période de construction de la motivation intrinsèque, associée à des effets à long terme. C'est la période pendant laquelle les enfants ont une grande curiosité naturelle...». Le maintien de hauts niveaux d'intérêts reste cependant important plus tard, au niveau secondaire, où les élèves risquent davantage de se détacher des sciences (Osborne et Dillon, 2008).

Ce chapitre a pour but de dresser un tableau des différentes approches adoptées au niveau national afin d'augmenter l'intérêt pour les sciences et de motiver les élèves à les étudier. Il ne peut cependant pas passer en revue tous les projets, ni analyser en détail le vaste éventail d'initiatives, programmes et projets en cours dans les pays européens.

Ce chapitre comporte quatre sections: la section 2.1 démarre avec les stratégies nationales actuelles pour la promotion des sciences et de l'enseignement des sciences. La section 2.2 poursuit en s'intéressant aux programmes, projets et initiatives visant à favoriser les partenariats scolaires avec les parties prenantes dans le domaine scientifique. Elle explique en outre le rôle des centres scientifiques et autres organisations similaires, et présente d'autres activités de promotion des sciences. La section 2.3 se concentre sur l'orientation spécifique proposée aux jeunes pour les encourager à envisager des carrières scientifiques. Enfin, la section 2.4 se penche sur les actions élaborées pour encadrer les élèves particulièrement doués en sciences. Référence est faite au début des sections 2.2 et 2.3 respectivement à d'importants articles et rapports de recherche.

2.1. Stratégies nationales

Dans ce contexte, le terme «stratégie» désigne un plan ou une méthode d'approche généralement élaboré(e) par les autorités nationales ou régionales en vue d'atteindre un but global. Une stratégie ne spécifie pas nécessairement des actions concrètes mais consiste normalement en plusieurs objectifs définissant des domaines d'amélioration, ainsi qu'un délai de réalisation. En règle générale, les objectifs globaux d'une telle stratégie sont communiqués sous forme écrite et facilement accessibles par le biais des sites internet officiels. Peu de pays ont une stratégie spécifiquement consacrée à l'amélioration de l'enseignement des sciences.

Cependant, les stratégies visant à améliorer certains aspects de l'éducation peuvent être plus ou moins générales ou spécifiques. Elles peuvent varier des programmes stratégiques généraux englobant tous les stades de l'éducation et de la formation (de la petite enfance à la formation pour adultes) aux programmes axés sur un stade particulier de l'éducation et/ou sur des domaines d'apprentissage très spécifiques.

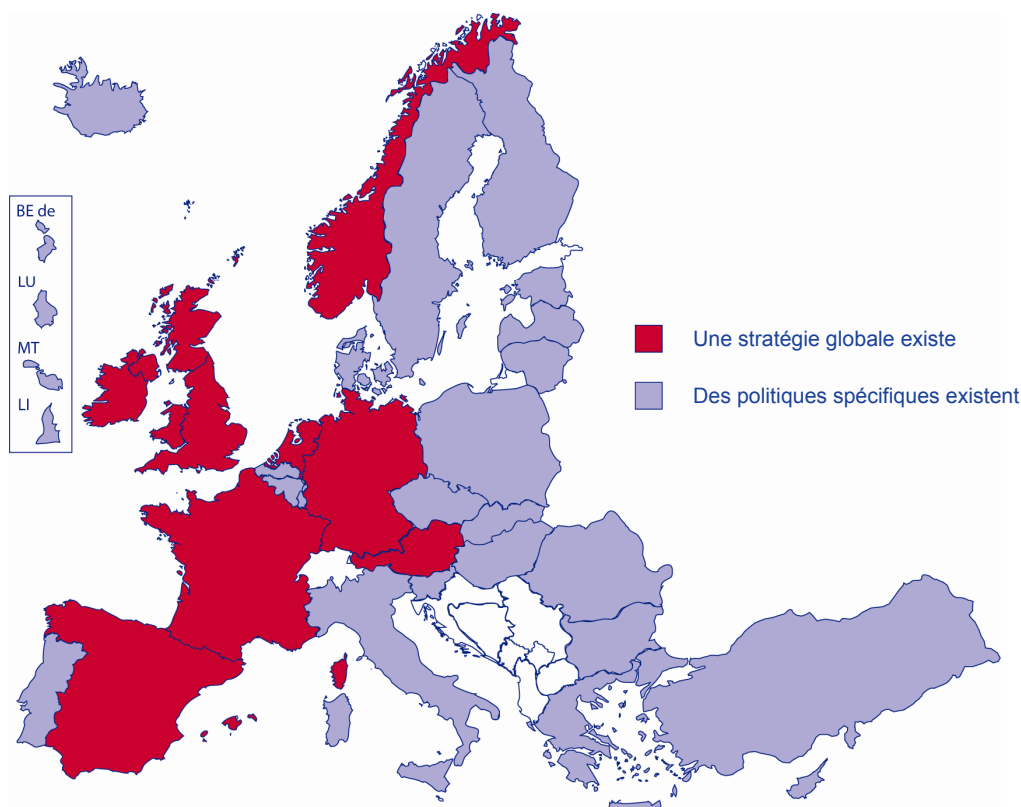
Les pays qui possèdent une stratégie globale sont l'Allemagne, l'Espagne, la France, l'Irlande, les Pays-Bas, l'Autriche, le Royaume-Uni et la Norvège. La Finlande possédait une stratégie nationale qui s'est achevée en 2002. C'est en France qu'une stratégie a été le plus récemment mise en place (2011).

À Malte, une stratégie pour les mathématiques, les sciences et technologies est en cours d'élaboration.

En l'absence de stratégies plus globales, pratiquement tous les pays ont élaboré des politiques et des projets spécifiques qui varient au niveau de leur envergure et des nombres d'élèves/enseignants

impliqués. Un grand nombre de ces initiatives concernent les partenariats scolaires, l'établissement de centres scientifiques et les mesures d'orientation. Il s'agit souvent d'actions conjointes, menées par les institutions gouvernementales en collaboration avec des partenaires de l'enseignement supérieur ou extérieurs au secteur de l'éducation (voir les sections suivantes). Un autre domaine important sur lequel de nombreux pays concentrent leurs efforts est celui de la formation professionnelle continue (FPC) des enseignants de sciences, dont nous parlerons plus en détail au chapitre 5.

◆◆◆ **Figure 2.1. Existence d'une stratégie nationale globale pour l'enseignement des sciences, 2010/2011.**



Source: Eurydice.

Note spécifique par pays

France: la stratégie a été officialisée en mars 2011.



2.1.1. Objectifs stratégiques et actions

Les raisons généralement citées comme éléments moteurs de l'élaboration de stratégies d'amélioration de l'enseignement des sciences sont, dans la plupart des cas :

- un déclin de l'intérêt pour les études scientifiques et les professions à caractère scientifique;
- une demande accrue de chercheurs et techniciens qualifiés;
- la crainte d'un déclin de l'innovation et, par conséquent, de la compétitivité économique.

Des résultats peu satisfaisants dans les enquêtes internationales sur les performances (PISA, TIMSS) (voir le chapitre 1) en sont un autre facteur de motivation fréquent.

Les objectifs exprimés dans ces stratégies sont, dans de nombreux cas, liés aux objectifs éducatifs généraux pour la société dans son ensemble. Les objectifs les plus courants sont :

- promouvoir une image positive des sciences;
- améliorer les connaissances publiques en sciences;

- améliorer l'enseignement et l'apprentissage des sciences en milieu scolaire;
- accroître l'intérêt des élèves pour les matières scientifiques et augmenter ainsi la participation aux études scientifiques dans le secondaire supérieur et dans l'enseignement supérieur;
- rechercher un meilleur équilibre des genres dans les études et les professions en MST;
- fournir aux employeurs les compétences dont ils ont besoin et contribuer ainsi au maintien de la compétitivité.

Les aspects généralement considérés comme importants et nécessitant d'être améliorés au niveau de l'enseignement scolaire sont les curricula, la formation des enseignants (initiale et continue) et les méthodes pédagogiques.

Les gouvernements tentent d'atteindre ces objectifs par le biais de mesures diverses, dont:

- la mise en œuvre de réformes curriculaires;
- la création de partenariats entre établissements scolaires et entreprises, scientifiques et centres de recherche;
- la mise en place de centres scientifiques et autres organisations;
- la mise en place de mesures d'orientation particulières pour encourager davantage de jeunes, particulièrement les filles, à choisir des carrières scientifiques;
- la coopération avec les universités pour améliorer la formation initiale des enseignants;
- le lancement de projets axés sur la formation professionnelle continue.

Toutes les stratégies nationales ne comprennent pas tous ces objectifs et n'appliquent pas non plus toutes les mesures citées ci-dessus; les pays concentrent souvent leurs stratégies sur des aspects particuliers.

Un très large éventail de préoccupations à l'égard des sciences et de l'enseignement des sciences unit les stratégies de l'Allemagne, de l'Espagne, de l'Irlande, des Pays-Bas, du Royaume-Uni et de la Norvège. Cependant, les stratégies de l'Allemagne, des Pays-Bas et de la Norvège ont en commun l'importance particulière accordée à l'amélioration du niveau d'intérêt des filles/femmes pour les sciences. Aux Pays-Bas, cette attention particulière porte également sur les jeunes d'origine immigrée.

En **Allemagne**, le ministère fédéral de l'Éducation et de la Recherche a lancé la *Hightech-Strategie* ⁽¹⁹⁾ en août 2006 pour encourager le développement de nouveaux produits et de services innovants. En 2010, la stratégie a été de nouveau confirmée et étendue jusqu'à 2020. L'objectif du gouvernement fédéral est de répondre à la demande de personnel qualifié, principalement par la formation et par des efforts continus au niveau de l'éducation. Pour ne pas se laisser distancer par la concurrence internationale en matière de personnel spécialisé qualifié, les conditions proposées au personnel provenant de l'étranger doivent aussi être rendues plus attractives.

Aussi, le but est d'attirer plus de jeunes vers les filières dites MINT (mathématiques, informatique, sciences naturelles et technologie). Dans ce contexte, le «Pacte national pour les femmes dans les professions MINT» fera un meilleur usage du potentiel des femmes pour répondre à la demande de main-d'œuvre qualifiée. Par ailleurs, la *Kultusministerkonferenz* a diffusé en 2009 une liste de recommandations pour renforcer l'enseignement des mathématiques, sciences et technologies, y compris pour améliorer l'image des sciences dans la société, soutenir l'enseignement des sciences qui se produit déjà dans le primaire, modifier les curricula et les approches pédagogiques en primaire et en secondaire, et ouvrir des possibilités de formation professionnelle continue pour les enseignants de sciences.

En **Espagne**, la promotion des sciences est une priorité nationale, comme en atteste la création d'un ministère dédié aux sciences et à l'innovation en 2009 (qui faisait autrefois partie du ministère de l'Éducation et des Sciences). La

⁽¹⁹⁾ Voir: <http://www.hightech-strategie.de/de/883.php> (EN, DE)

stratégie nationale ⁽²⁰⁾ est formulée de manière assez générale, sans se concentrer exclusivement sur l'enseignement scolaire. Sa progression a été confiée à la *Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología* (FECYT – Fondation espagnole pour les sciences et technologies), une fondation publique du ministère des Sciences et de l'Innovation. Sa mission: promouvoir l'intégration sociales des savoirs scientifiques et technologiques; faire participer la société espagnole aux sciences, aux technologies et à l'innovation; encourager les chercheurs à communiquer régulièrement leurs travaux au grand public. Le programme «Culture scientifique et Innovation» de la Fondation se déclinait en trois éléments principaux en 2010:

1. La promotion de la culture scientifique et de l'innovation. Cet élément comprend des projets de dissémination et de communication de sujets scientifiques généraux ainsi que de projets de promotion des professions scientifiques auprès des jeunes. La FECYT propose des bourses pour promouvoir les sciences et l'innovation dans la société espagnole en général. Certaines de ses actions sont cependant directement liées à l'enseignement scolaire, aux enseignants et aux étudiants hors du milieu universitaire.
2. La promotion des réseaux, dont des projets de dissémination des sciences et de l'innovation coordonnés par les «Unités de Communication et Innovation» spécifiques des Communautés autonomes.
3. Le lancement de nouveaux réseaux, y compris des projets de promotion des bonnes pratiques d'entreprises ou autres organisations ayant réussi à intégrer de nouvelles innovations et une culture entrepreneuriale.

Le dernier appel de projets couvre 2010-2011. Le ministère des Sciences et de l'Innovation finance la stratégie à travers la FECYT, avec un budget total de 4 millions d'euros pour tous les champs d'activité.

Suite aux recommandations du rapport de l'équipe spéciale sur les sciences physiques (*Task Force on the Physical Sciences*), publié en 2003, le gouvernement irlandais a mis en place le programme *Discover Science and Engineering – DSE* (Découvrir les sciences et l'ingénierie). Il a pour objectif «d'accroître l'intérêt pour les sciences, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques (STEM) parmi les élèves, les professeurs et le public». Le programme est géré par *Forfás*, le conseil consultatif irlandais pour l'entreprise, le commerce, les sciences, les technologies et l'innovation, au nom du bureau des Sciences, de la Technologie et de l'Innovation du ministère de l'Emploi, de l'Entreprise et de l'Innovation. Il est dirigé par un groupe de pilotage de haut niveau composé de représentants du ministère de l'Éducation et des Compétences, ainsi que de divers secteurs industriels et institutions éducatives. Créé en 2003, le programme est toujours en cours. Il s'adresse aux niveaux CITE 1, 2 et 3 ainsi qu'au grand public. Le financement provient du ministère de l'Entreprise, du Commerce et de l'Innovation.

Aux **Pays-Bas**, la «Plateforme nationale Sciences et Technologies» (*Platform Bèta Techniek*) ⁽²¹⁾ a été commanditée par les secteurs gouvernemental, éducatif et commercial pour veiller à une disponibilité suffisante d'individus de formation scientifique ou technique. Cette démarche, formulée dans le *Deltaplan Bèta Techniek* – un mémoire sur la prévention des pénuries de main-d'œuvre – avait pour but initial d'augmenter de 15 pour cent le nombre d'élèves en sciences et technologies. Cette mission est accomplie. Il ne s'agit pas seulement de rendre les carrières scientifiques plus attrayantes, mais aussi d'introduire des innovations éducatives qui inspirent et stimulent les jeunes. Aussi, le plan cible écoles, universités, entreprises, ministères, municipalités, régions et secteurs économiques, dans le but de veiller à ce que les réserves futures de travailleurs de la connaissance répondent à la demande future et que les professionnels talentueux déjà sur le marché du travail soient affectés plus efficacement. Une attention particulière est accordée aux filles/femmes et aux minorités ethniques. La stratégie, lancée en 2004, a été évaluée en 2010 et dotée d'un nouveau calendrier courant jusqu'en 2016. L'approche est articulée en champs d'action pour l'enseignement primaire et secondaire, l'enseignement professionnel et l'enseignement supérieur.

Au **Royaume-Uni**, le programme STEM (sciences, technologie, ingénierie et mathématiques) ⁽²²⁾ – qui a débuté en 2004 et devait durer 10 ans – a été mis en œuvre pour améliorer les compétences STEM des élèves afin de: fournir aux employeurs les compétences nécessaires à leur main-d'œuvre; aider à maintenir la compétitivité mondiale du

⁽²⁰⁾ Voir: <http://www.micinn.es/portal/site/MICINN/menuitem.abd9b51cad64425c8674c210a14041a0/?vgnnextoid=d9581f4368aef110VgnVCM1000001034e20aRCD> (ES, EN)

⁽²¹⁾ Voir: <http://www.platformbetatechniek.nl/?pid=3&page=Home> (NL, EN)

⁽²²⁾ Voir: http://www.stemdirectories.org.uk/about_us/the_national_stem_programme.cfm et <http://www.stemnet.org.uk> (EN)

Royaume-Uni; et faire du Royaume-Uni un leader mondial de la recherche et du développement à caractère scientifique.

Le programme STEM compte onze domaines d'activité (appelés programmes d'action) axés sur le recrutement des enseignants, la formation professionnelle continue, les activités de renforcement et d'enrichissement, l'élaboration de curriculum et l'infrastructure. Chaque domaine d'activité est piloté par une organisation spécialisée, en collaboration avec le centre STEM national. Inauguré en 2009, ses principaux objectifs consistent à abriter la plus grande collection de ressources pédagogiques STEM du Royaume-Uni, permettant ainsi aux enseignants des disciplines STEM d'accéder à un large éventail de supports; et d'unir les partenaires STEM dans une mission commune de soutien à l'éducation STEM, et donc en appui du programme STEM.

Les principaux objectifs de la stratégie de la **Norvège** pour le renforcement des mathématiques, des sciences et des technologies (MST) 2010-2014 ⁽²³⁾ sont: accroître l'intérêt pour les disciplines MST et renforcer le recrutement à tous les niveaux, plus particulièrement celui des filles; renforcer les compétences des élèves norvégiens dans les matières scientifiques. La stratégie a été élaborée par le ministère de l'Éducation et de la Recherche. Elle est mise en œuvre par le «Forum national MST», un organe consultatif composé d'autorités éducatives, d'autorités locales et régionales, du Conseil de la recherche, du secteur de l'enseignement supérieur, d'organisations d'employeurs et de syndicats. Pour l'éducation primaire et secondaire, les cibles suivantes ont été fixées: les élèves norvégiens devraient atteindre des niveaux au moins égaux à la moyenne internationale indiquée dans les études internationales portant sur les matières scientifiques; la proportion d'élèves qui choisissent et complètent une spécialisation en mathématiques, physique et chimie en secondaire supérieur (éducation et formation) devrait augmenter d'au moins cinq points de pourcentage d'ici 2014; la stratégie devrait être axée sur la réforme des programmes, l'offre de supports pédagogiques, l'orientation, le travail des centres scientifiques et le recrutement des enseignants.

L'amélioration de l'enseignement et de l'apprentissage est au cœur des stratégies française, autrichienne et écossaise. Une attention particulière est accordée au genre dans les stratégies française et autrichienne.

Le ministère **français** de l'Éducation a formalisé, au début de 2011, les éléments d'une stratégie de promotion de l'enseignement des sciences et des technologies avec pour principales finalités d'accroître l'intérêt des élèves pour les sciences et les technologies au niveau CITE 2, notamment en enseignant les sciences en tant que matière intégrée; de promouvoir les études et les carrières scientifiques au niveau CITE 3, notamment chez les filles; et de tirer parti de l'impulsion donnée par les chantiers en cours, de type concours et olympiades scientifiques. Cette stratégie nationale n'introduit aucune nouvelle réforme ou initiative; elle vise à développer les programmes, projets et structures actuels, et à créer des synergies entre eux.

En **Autriche**, le programme national IMST (anciennement: Innovations dans l'enseignement des mathématiques, des sciences et de la technologie, aujourd'hui appelé «Les innovations entraînent les écoles au sommet») vise spécifiquement à améliorer l'enseignement des mathématiques, des sciences et des technologies de l'information. Lancé en 1998, il a atteint sa quatrième phase, qui durera jusqu'à 2012 (l'instruction en langue maternelle a été ajoutée en 2004). Le programme se concentre sur l'apprentissage des élèves et des enseignants. Il s'agit pour ces derniers de mettre à exécution des projets éducatifs innovants et d'obtenir du soutien au niveau du contenu, de l'organisation et du financement. Dans le cadre du projet, environ 5 000 enseignants de toute l'Autriche participent à des projets, assistent à des conférences ou contribuent à des réseaux régionaux et thématiques. Dans le cadre du volet «Culture de l'examen», les enseignants s'interrogent sur l'usage qu'ils font des différentes formes d'évaluation dans divers séminaires. Afin d'étudier l'impact de l'IMST, l'évaluation et la recherche sont intégrées à tous les niveaux. Le programme est piloté par l'Institution de développement éducatif et scolaire (IUS) de l'université de Klagenfurt, avec le soutien des Centres de compétence pédagogique d'Autriche (AECC). La sensibilité aux disparités entre les genres et l'intégration d'une démarche soucieuse de l'égalité des sexes sont des principes importants du programme dont la mise en œuvre est soutenue par le «Réseau pour l'égalité des genres». Le projet est financé par le «Fonds autrichien pour l'éducation et le développement scolaires». Les idées innovantes sont reflétées dans la recherche-action des

⁽²³⁾ Voir: http://www.regjeringen.no/upload/KD/Vedlegg/UH/Rapporter_og_planer/Science_for_the_future.pdf (EN)

enseignants et les résultats sont évalués par les chercheurs ⁽²⁴⁾. Les niveaux d'éducation couverts sont CITE 1, 2 et 3. Le ministère de l'Éducation, des Arts et de la Culture participe également au financement.

De même, au **Royaume-Uni (Écosse)**, le plan d'action «Sciences et ingénierie 21» (*Science and Engineering 21*) ⁽²⁵⁾ porte sur le renforcement des capacités et de l'expertise des enseignants; l'apport de soutien pratique aux enseignants et aux apprenants, particulièrement dans le domaine du curriculum, des qualifications, de l'évaluation et de l'orientation professionnelle; et le développement du rapport des enfants et des jeunes aux sciences, à l'ingénierie et aux technologies dans la réalité. En plus d'introduire de nouveaux domaines, le plan réunit les nombreux modèles de bonnes pratiques déjà appliqués dans les écoles et cherche à exploiter plus efficacement les ressources, l'expertise et l'expérience existantes dans le domaine plus général des sciences et de l'ingénierie.

Un groupe consultatif présidé par le «Principal conseiller scientifique pour l'Écosse» et constitué de représentants de la «Direction nationale de l'apprentissage», de l'enseignement supérieur, des autorités locales, de l'«Association pour l'enseignement des sciences» et du «Conseil écossais pour le développement et l'industrie», est responsable de l'exécution du plan d'action. Le calendrier s'étend d'avril 2010 à mars 2012 et les niveaux d'éducation couverts sont CITE 1 et 2. Le financement provient du gouvernement écossais et d'un large éventail de partenaires de l'enseignement des sciences. L'évolution du plan sera suivie selon une démarche générale de gestion de projet.

2.1.2. Évaluation des stratégies passées et suivi actuel

Les Pays-Bas, la Finlande, le Royaume-Uni et la Norvège ont suivi les résultats et publié des rapports d'évaluation sur les stratégies nationales passées ou présentes.

Dans l'ensemble, bien que les rapports d'évaluation considèrent toutes les stratégies comme relativement, voire très réussies, ils montrent également à quel point il est important de rationaliser les initiatives individuelles et de les rendre plus cohérentes. Une démarche plus coordonnée est jugée importante au niveau national, régional et local (comme, par exemple, dans le rapport d'évaluation du programme UK-STEM ⁽²⁶⁾). Dans ce dessein, afin d'encourager une évaluation utile des initiatives individuelles, le *National STEM Centre* au Royaume-Uni a élaboré des guides pour les organisations chargées des évaluations dans le domaine STEM ⁽²⁷⁾. Le rapport finlandais affirme également que le rôle des municipalités et des coordonnateurs/multiplicateurs au niveau local est très important, tout comme l'intervention des médias à des fins de promotion. Suivant une démarche semblable à celle des Pays-Bas, les Finlandais appliquent une approche du bas vers le haut qui s'avère très efficace pour les établissements et les enseignants ⁽²⁸⁾.

L'évaluation de la stratégie néerlandaise indique également que la mise en place d'accords de performance avec les institutions participantes est une question importante. Les Pays-Bas ont choisi une démarche à base de plateforme pour exécuter leur stratégie avec un certain niveau d'indépendance par rapport au ministère et à diverses parties prenantes. Elle s'avère particulièrement fructueuse. Le président de l'UE Manuel Barroso et le Parlement européen ont fait référence à la démarche néerlandaise en la qualifiant de «bonne pratique» ⁽²⁹⁾.

L'évaluation norvégienne de la stratégie pour 2002-2007 faisait remarquer qu'il serait important, dans les travaux futur, de veiller à ce que la stratégie soit ancrée localement, qu'elle ait des objectifs mesurables, et que les résultats soient efficacement diffusés afin de veiller à ce que les responsabilités des intervenants soient claires concernant la mise en œuvre, le suivi et la dissémination des bonnes pratiques. La nouvelle stratégie décrit désormais clairement les rôles des divers acteurs ⁽³⁰⁾.

⁽²⁴⁾ Voir: <https://www.imst.ac.at/> (DE)

⁽²⁵⁾ Voir: <http://www.scotland.gov.uk/Topics/Education/Schools/curriculum/ACE/Science/Plan> (EN)

⁽²⁶⁾ DfES: The Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) programme Report, 2006

⁽²⁷⁾ Voir: http://www.nationalstemcentre.org.uk/res/documents/page/STEM_Does_it_work_revised_Oct_09.pdf (EN)

⁽²⁸⁾ Voir: http://www.oph.fi/english/sources_of_information/projects/luma (FI, SV, EN)

⁽²⁹⁾ Voir: <http://www.platformbetatechniek.nl/?pid=36&page=Betatechniek%20Agenda%202011-2016> (NL, EN)

⁽³⁰⁾ Voir: http://www.regjeringen.no/upload/KD/Vedlegg/UH/Rapporter_og_planer/Science_for_the_future.pdf (EN)

En ce qui concerne les domaines d'amélioration, le renforcement des compétences des enseignants du primaire et du secondaire inférieur à travers la formation initiale et le développement professionnel continu est considéré comme particulièrement important dans toutes les évaluations. Comme le fait remarquer le rapport finlandais, des recherches supplémentaires dans ce domaine seraient très utiles. En outre, des efforts pour adapter les méthodes d'enseignement et coopérer avec la société dans son ensemble en vue d'accroître l'intérêt et la motivation des élèves sont également jugés importants dans toutes les recommandations de stratégies futures.

2.1.3. Stratégies en cours d'élaboration

Certains pays œuvrent actuellement à l'élaboration de stratégies de promotion des sciences ou d'activités de promotion à plus petite échelle. L'Estonie est en train de mettre au point un plan d'action tandis que l'Italie et la Suède ont créé des groupes de travail pour la promotion de l'enseignement des sciences.

Les principaux objectifs du plan d'action en cours d'élaboration en **Estonie** sont d'encourager le renforcement des capacités dans le milieu des mathématiques, des sciences et des technologies; d'augmenter les nombres d'élèves et de travailleurs dans le domaine MST; et de veiller à la durabilité de l'enseignement des disciplines MST.

Le document consultatif de la stratégie pour l'enseignement des sciences à **Malte**, publié en 2011, a été mis au point par plusieurs parties prenantes, dont l'université de Malte, la «Direction de l'éducation», des enseignants des secteurs public et privé, et des représentants de l'«Association des enseignants de sciences». Le document formule plusieurs recommandations dans le but d'explorer de nouvelles approches des processus d'enseignement et d'apprentissage. Il dresse un état des lieux de l'enseignement des sciences et explore diverses options de programmes et de ressources afin de déterminer les approches prédominantes pour l'enseignement et l'apprentissage des sciences. Il prédit les besoins, ressources et calendriers pour la mise en œuvre de la stratégie, tant sur le plan de la logistique que sur celui de la formation.

En **Italie**, en 2007, un groupe de travail ministériel sur le développement des sciences et de la technologie a été créé, aujourd'hui reconstitué sous le nom de «Comité pour le développement de la culture scientifique et technologique». Ses missions sont les suivantes:

- définition des actions et structures pour la dissémination de la culture scientifique et technologique dans le pays;
- suggestion des grandes lignes d'une politique de développement qui définit les attributions des organes publics et privés;
- proposition et définition d'actions en vue de projets et systèmes destinés aux établissements scolaires, aux citoyens adultes et à la société dans son ensemble;
- proposition, en particulier, d'actions et services pour la formation et l'encadrement des enseignants;
- formulation de suggestions pour l'amélioration du curriculum.

À ce jour, il a étudié des méthodes et stratégies pour améliorer le processus d'enseignement et d'apprentissage des sciences et le rendre plus efficace.

En **Suède**, la «Délégation technologie», créée en 2008, a publié son rapport final en 2010. Son objectif: trouver des moyens de contrecarrer un manque anticipé d'ingénieurs (en raison d'un très grand nombre de départs en retraite). La délégation avait pour mission de rechercher des moyens d'accroître l'intérêt des jeunes pour les disciplines MST et de proposer des moyens de renforcer la coopération entre les diverses organisations dans le domaine. Les propositions de la délégation ont été soumises au gouvernement.

2.2. Améliorer la motivation dans l'apprentissage des sciences: partenariats scolaires, centres d'éducation scientifique et autres activités de promotion

Les partenariats scolaires pour l'enseignement des sciences impliquent des activités ou des projets en collaboration, mis sur pied entre les enseignants et les élèves d'un côté, et des parties prenantes extérieures à l'école dans le domaine scientifique, de l'autre. Les principaux partenaires potentiels des établissements scolaires sont les entreprises privées et les institutions d'enseignement supérieur. D'autres organisations qui cherchent à stimuler l'intérêt pour les sciences, dont les musées ou les centres scientifiques, collaborent souvent avec les établissements scolaires (Ibarra, 1997; Paris, Yambor et Packard, 1998).

Le partenariat dans le cadre d'activités d'apprentissage en milieu scolaire présente des avantages mutuels pour les entreprises et les élèves. Pendant qu'ils travaillent avec les entreprises, les élèves ont accès à des modèles concrets, ainsi qu'à des informations sur les possibilités de carrière; les deux peuvent éveiller chez les élèves un désir de travailler dans le domaine concerné, voire dans la même société. Les entreprises cernent davantage les difficultés rencontrées par les établissements scolaires chargés d'instruire les scientifiques de demain, et les employés peuvent parfois bénéficier des partenariats au niveau de leur formation professionnelle. Par exemple, ils peuvent améliorer leurs compétences en matière de communication dans leur rôle d'ambassadeurs auprès des établissements scolaires (STEMNET, 2010).

Les universités collaborent avec les établissements scolaires pour diverses raisons. Elles utilisent les partenariats pour promouvoir l'étude des sciences, pour encourager les futures carrières dans le domaine et pour apporter une expérience enrichissante aux étudiants des programmes de formation des enseignants. Les élèves professeurs bénéficient du fait d'être en contact avec des élèves et des enseignants. Ils peuvent développer leurs compétences pédagogiques et se familiariser avec la profession d'enseignant. Les chercheurs universitaires peuvent, quant à eux, utiliser les établissements scolaires partenaires comme laboratoires de développement d'approches pédagogiques innovantes (Paris, Yambor et Packard, 1998).

Les enseignants bénéficient des partenariats avec les universités par le fait d'être en contact avec la recherche appliquée, ce qui leur permet d'améliorer leurs compétences, notamment en ce qui concerne l'enseignement des sciences dans des contextes spécifiques (voir le chapitre 5). En fait, la collaboration avec des entreprises ou des sections scientifiques d'universités peut soutenir l'enseignement fondé sur la démarche d'investigation. Non seulement les enseignants ont accès à un plus grand nombre de ressources et de supports pour leurs activités d'investigation mais, par le biais d'un partenariat, ils peuvent également devenir des agents du changement dans les approches pédagogiques au sein de leurs établissements.

En outre, lorsqu'un projet scientifique mené au niveau local fait intervenir un établissement scolaire dans son travail, les résultats finaux du projet peuvent avoir un impact plus significatif. En s'assurant l'engagement des élèves et des enseignants, un projet peut s'étendre à l'ensemble de la communauté locale à laquelle l'établissement scolaire appartient (Fougere, 1998; Paris, Yambor et Packard, 1998).

Ainsi la collaboration est-elle avantageuse pour tous. Il convient toutefois de ne pas oublier que ce sont les élèves qui sont au cœur d'un partenariat scolaire en sciences. Les partenariats scolaires peuvent leur apporter des expériences positives en stimulant leur intérêt pour les sciences et en les motivant à les étudier. L'efficacité du processus d'apprentissage est ainsi accrue. En soulignant la pertinence des sciences dans la vie de tous les jours, les expériences d'apprentissage dans le cadre d'un partenariat peuvent encourager les élèves à suivre une filière scientifique au niveau secondaire, puis dans l'enseignement supérieur (James et al., 2006). Des projets bien menés avec des partenaires extérieurs au cadre scolaire formel peuvent avoir des effets positifs sur la participation des filles aux activités scientifiques. Ils peuvent notamment augmenter leur niveau de motivation et améliorer leurs résultats dans ce domaine du curriculum.

En dépit des divers avantages que peut offrir un partenariat, les participants aux activités collaboratives peuvent rencontrer des difficultés communes. Les aspects organisationnels, comme la

gestion du temps et la distance physique, sont les premiers obstacles auxquels les partenaires peuvent être confrontés dans leur collaboration. Un manque de financement peut compromettre l'exécution et les résultats de tout un projet. Les enseignants peuvent avoir des difficultés à établir des liens entre les activités d'apprentissage du partenariat et le curriculum normal. En outre, une évaluation exacte des progrès des élèves en termes de connaissances, d'attitudes et de compétences peut être problématique dans le cadre d'une participation à des activités d'apprentissage innovantes (Paris, Yambor et Packard, 1998).

Les centres dédiés à l'éducation scientifique, par exemple les musées, jouent eux aussi un rôle important au niveau de l'amélioration de la motivation des élèves et des étudiants dans ce domaine. Un musée peut être défini comme «une institution permanente sans but lucratif [...], ouverte au public, qui acquiert, conserve, étudie, expose et transmet le patrimoine matériel et immatériel de l'humanité et de son environnement à des fins d'études, d'éducation et de délectation» (ICOM, 2007). Un musée des sciences, par conséquent, possède toutes ces caractéristiques mais en étant spécifiquement axé sur les sciences et technologies. Les centres scientifiques, cependant, établis principalement depuis les années 1960, sont une nouvelle forme de musée des sciences. Ils privilégient une approche directe et proposent des expositions interactives dédiées à des sujets scientifiques sans vraiment collectionner ou étudier des objets. Ils encouragent les visiteurs à adopter une approche ludique mais critique des sujets scientifiques et sensibilisent la plus jeune génération, plus particulièrement, aux sciences, à la technologie et à leurs liens avec les évolutions sociétales (Science Centre Netzwerk, 2011).

L'influence utile que ces centres peuvent avoir sur le parcours scientifique d'un élève a été confirmée par un projet réalisé par le «Centre norvégien pour l'enseignement des sciences». Selon les résultats préliminaires du projet, intitulé «Volonté et choix» (*Vilje-con-valg*), «20 % de tous les élèves qui ont commencé l'étude des sciences en 2008 font référence aux centres scientifiques comme 'source de motivation et d'inspiration du choix de filières scientifiques'. Les élèves citent les centres scientifiques comme 'un plus grand facteur de motivation de leur choix que les conseillers d'orientation scolaire et les campagnes de promotion'» (Ministère norvégien de l'Éducation et de la Recherche 2010, p. 17). Au Royaume-Uni (Angleterre), l'évaluation du «Réseau national pour l'apprentissage des sciences» (*National Network of Science Learning*) effectuée en 2008 aboutit à des conclusions analogues. L'enquête révèle que trois quarts des enseignants de sciences ayant eu recours aux services d'un «Centre d'apprentissage des sciences» (*Science Learning Centre*) signalent un impact sur l'apprentissage, l'intérêt, la motivation et les acquis des élèves (GHK 2008, p. 48).

2.2.1. Programmes, projets et initiatives pour encourager les partenariats scolaires

Au cours des cinq dernières années, environ deux tiers des pays européens ont élaboré des programmes, des projets et des initiatives pour encourager la formation de partenariats scolaires dans le domaine des sciences. Tous les partenariats scolaires sont établis avec le même objectif principal, à savoir accroître l'intérêt pour les sciences. D'après les exemples signalés par les pays, il semble a priori que divers types d'organisations d'un large éventail de domaines à caractère scientifique participent à des partenariats. Cependant, certains thèmes communs se profilent lorsque l'on prend en considération le partenaire principal qui collabore avec l'établissement scolaire.

Dans un nombre important de pays, les institutions d'enseignement supérieur (IES) sont en grande partie responsables de l'organisation des activités qui s'adressent aux établissements scolaires. Les objectifs sont généralement de sensibiliser au monde de la recherche scientifique et d'attirer les élèves vers les sciences. Par ailleurs, en collaborant avec les élèves et les enseignants, les IES ont la possibilité de consolider leur recherche sur l'enseignement des sciences. À leur tour, les conclusions des recherches peuvent améliorer l'enseignement, l'apprentissage et les ressources scientifiques dans les établissements scolaires.

En **République tchèque**, l'Université technique de Liberec a lancé, dans le cadre d'une initiative de trois ans, STARTTECH, «Premiers pas en technologie, le programme de l'Université des enfants» ⁽³¹⁾. Ce programme comprend le projet «Fondamentaux de la robotique et du génie électrique», à vocation ludique, dont le contenu pratique est conçu pour les élèves du premier et du deuxième cycle de l'enseignement de base, sans expérience préalable dans le domaine. L'Université technique de Liberec gère ce projet depuis août 2010, avec un apport financier de plus de 11 000 000 CZK du programme opérationnel «L'éducation pour la compétitivité» de l'Union européenne.

En **Allemagne**, aux termes d'une résolution de la Conférence permanente de 2005 des ministères de l'Éducation et des Affaires culturelles sur les activités des Länder pour le développement de l'enseignement des mathématiques et des sciences, plusieurs programmes axés sur les partenariats ont été réalisés. La «Cité des sciences, des technologies et des médias» à Adlershof – Berlin organise des activités destinées aux élèves du secondaire. L'une de ces activités, intitulée «Labos scolaires: apprendre en faisant» se déroule sous forme d'expériences sur divers sujets à caractère scientifique ⁽³²⁾. Dans le cadre du projet «Laboratoire expérimental for la culture scientifique» (ELAN – *Experimentierlabor Adlershof für naturwissenschaftliche Grundbildung*), des expériences chimiques sont réalisées depuis 2008, avec le parrainage du département de chimie de l'Université Humboldt de Berlin. Le projet s'adresse aux enseignants et aux élèves de 5^e année (CITE 2).

En **Lituanie**, le projet «Développement du système de repérage et d'éducation d'élèves en tant que jeunes chercheurs» (*Mokinių jaunųjų tyrėjų atskleidimo ir ugdymo sistemas sukūrimas*) a été lancé durant l'année scolaire 2009/2010 pour une période de deux ans. Le «Club des jeunes chercheurs» est chargé de la mise en œuvre du projet. Ses principaux objectifs sont d'aider les scientifiques à conseiller les jeunes chercheurs; de donner aux jeunes élèves chercheurs les moyens d'organiser leurs activités scientifiques; et d'apporter aux élèves les connaissances et les compétences nécessaires à la recherche scientifique. Les principaux partenaires des établissements scolaires sont les universités et les instituts publics de recherche. 600 élèves et étudiants ont participé en 2009/2010.

En **Autriche**, le ministère fédéral de l'Éducation, des Arts et de la Culture collabore avec le ministère fédéral des Sciences et de la Recherche dans le cadre du programme «Sciences éblouissantes» (*Sparkling Science*) ⁽³³⁾. Dans le cadre de ce programme sur dix ans, les élèves sont activement impliqués dans le processus de recherche; ils soutiennent les scientifiques dans leur travail et communiquent les résultats des recherches conjointes au public. Les établissements primaires et secondaires collaborent, par exemple, avec des universités et des institutions de recherche, ainsi qu'avec des universités de sciences appliquées et des instituts universitaires de formation des enseignants. L'élément crucial des projets est le processus de recherche ethnographique des élèves dans un environnement de recherche universitaire réel. D'un côté, les scientifiques sont «ceux qui sont observés», mais ils participent aussi activement au processus de recherche. Les élèves du secondaire, les enseignants et les futurs enseignants participent tous à la préparation et à l'analyse des données. Les résultats finaux sont présentés à la fois par les élèves et les scientifiques. On espère que le programme aboutira à un changement d'opinions de tous les participants à propos de la nature de la science et du rôle des scientifiques, notamment à l'égard des stéréotypes sexistes. On espère également qu'il motivera davantage d'élèves à étudier la physique.

«La physique face aux enjeux du XXI^e siècle» (*Fizyka wobec wyzwań XXI wieku*) (2009-2014) et «Le laboratoire national des technologies quantiques» (*Narodowe Laboratorium Technologii Kwantowych*) (2009-2011) ⁽³⁴⁾ sont deux exemples de partenariats en **Pologne**, organisés par la faculté de physique de l'Université de Varsovie dans le cadre du programme national «Domaines d'études ordonnés». Dans les deux projets, le département de physique se charge de promouvoir les sciences en organisant des ateliers et des expositions (pour de plus amples informations, voir la section 2.4 sur l'orientation scolaire.) Un troisième exemple intéressant en Pologne est celui de l'«Université des enfants» (*Uniwersytet dzieci*) ⁽³⁵⁾, mise en place conjointement par quatre universités: l'Université Jagellone de Cracovie, l'Université de Wrocław, l'Université de Varsovie et l'Université de Warmie et Mazurie à Olsztyn. Dans le

⁽³¹⁾ <http://www.starttech.cz/> (CS)

⁽³²⁾ <http://www.adlershof.de/schulen/?L=2> (DE, EN)

⁽³³⁾ <http://www.sparklingsscience.at/en/infos/> (EN, DE)

⁽³⁴⁾ <http://fizykaxxi.fuw.edu.pl/> (EN, PL) et <http://nltk.home.pl/> (PL)

⁽³⁵⁾ <http://www.uniwersytetdzieci.pl/uds?dc1> (PL)

cadre de ce programme, un projet intitulé «Maître et élève» (*Mistrz i Uczeń*)⁽³⁶⁾ est en cours de mise en œuvre. Il consiste en des sessions interactives basées sur l'observation et des expériences dans le domaine de la physique, de la génétique et de la biotechnologie. Ces activités sont destinées aux élèves de niveau CITE 1 (6^e année) et 2.

En Espagne, en France, en Italie et au Royaume-Uni, ce sont les ministères chargés de l'éducation et les organes officiels engagés à soutenir l'enseignement des sciences, en coopération étroite avec le milieu de la recherche et des sciences, qui sont à l'origine des partenariats existants.

En **Espagne**, le ministère de l'Éducation du gouvernement d'Aragon, à travers la «cellule Innovation de la direction générale des politiques éducatives» gère le programme «Sciences vivantes» (*Ciencia Viva*) depuis plus de vingt ans⁽³⁷⁾. Il s'agit d'un partenariat entre les centres de recherche scientifique, environ la moitié des établissements d'enseignement secondaire d'Aragon et quelques écoles primaires. Ces établissements ont la possibilité de participer à diverses activités scientifiques dont conférences, expositions, visites de centres de recherche, laboratoires, ateliers, conférences et séminaires pour enseignants. Les principaux partenaires sont la «Fondation espagnole pour les sciences et technologies» (FECYT – *Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología*), l'université de Saragosse, le Parc scientifique de Grenade, les centres de recherche espagnols, les centres de recherche et les associations scientifiques européens. En 2010/2011, environ 10 000 élèves de 58 établissements secondaires y ont participé. Le budget alloué était de 50 000 EUR.

Le «Haut conseil de la recherche scientifique dans les écoles secondaires»⁽³⁸⁾ (El CSIC – *Consejo Superior de Investigaciones Científicas – en la Escuela*) a, comme partenaires, le «Haut conseil de la recherche scientifique» (CSIC – *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*) – un organe du ministère des Sciences et de l'Innovation, et la fondation BBVA établie par la banque BBVA. Le programme, lancé en 2000, consiste en un projet collaboratif entre chercheurs et enseignants dans le but de présenter et de promouvoir l'enseignement des sciences du primaire au secondaire supérieur. L'objectif principal est de mettre l'élève dans le rôle du chercheur par la réalisation d'expériences simples. Le projet vise également à favoriser l'enseignement des sciences à l'école en tant que méthode efficace pour aborder certains problèmes, dont les différences entre les sexes et l'intégration culturelle. Les centres pédagogiques des différentes Communautés autonomes soutiennent le projet en invitant les enseignants à suivre une formation scientifique initiale assurée par les chercheurs du CSIC. Jusqu'à ce jour, ce projet a été mené dans sept Communautés autonomes, soit 300 écoles.

En **France**, l'organisation Sciences à l'École⁽³⁹⁾ est un dispositif créé à l'initiative du ministère de l'Éducation nationale et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Financée par le gouvernement et la fondation C.Génial, Sciences à l'école soutient et organise des projets scientifiques menés dans des établissements secondaires mais en dehors des cours de sciences, par exemple dans le cadre d'ateliers et de clubs. Au niveau national, Sciences à l'école établit des réseaux solaires comme Sismo à l'École⁽⁴⁰⁾, Météo à l'École⁽⁴¹⁾ et prochainement Génome à l'École. Le comité de pilotage national de Sciences à l'École est présidé par d'éminents chercheurs et comprend des membres des directions générales de la recherche et de l'innovation, de l'enseignement scolaire et de l'enseignement supérieur. Un groupe permanent de quatre enseignants et ingénieurs est chargé de la mise en œuvre des divers projets. Dans chaque académie, un représentant (généralement un inspecteur régional) assure le lien entre les établissements secondaires et Sciences à l'École.

En **Italie**, *EneaScuola*⁽⁴²⁾ est un partenariat entre des établissements scolaires et ENEA, l'«Agence nationale pour les nouvelles technologies, l'énergie et le développement économique durable» (*Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile*). *EneaScuola* soutient la dissémination de la culture scientifique et technologique dans les établissements scolaires. Dans le cadre de ce partenariat, le projet «Éduquer

⁽³⁶⁾ <http://www.uniwersytetdzieci.pl/lecturegroups/show/8> (PL)

⁽³⁷⁾ <http://www.catedu.es/ciencia/> (ES)

⁽³⁸⁾ <http://www.csic.es/web/guest/el-csic-en-la-escuela> (ES, EN)

⁽³⁹⁾ <http://www.sciencesalecole.org> (FR)

⁽⁴⁰⁾ www.edusismo.org (FR)

⁽⁴¹⁾ www.edumeteo.org (FR)

⁽⁴²⁾ <http://www.eneascuola.enea.it/> (IT)

pour l'avenir» (*Educarsi al futuro*)⁽⁴³⁾ prévoit une sortie scolaire de recherche pour chaque année d'études, axée principalement sur la durabilité des activités humaines.

En **Lettonie**, dans le cadre du programme national sur l'amélioration de la qualité de l'enseignement et de l'apprentissage MST au niveau secondaire, un réseau d'établissements scolaires a été formé en 2005⁽⁴⁴⁾ pour piloter et soutenir la mise en œuvre des nouveaux curricula et des nouveaux supports pédagogiques dans les établissements secondaires. Divers partenaires coopèrent à ce programme: le «Centre d'examens et de développement du curriculum», les institutions d'enseignement supérieur, la municipalité et les agences de développement régional. Pendant la période 2008-2011, trois types d'établissements scolaires y participent: les établissements pilotes avec ou sans expérience préalable (12 et 14 établissements respectivement) et 33 établissements de soutien. Dans la pratique, les établissements veillent au pilotage des nouveaux supports et organisent des activités de formation continue des enseignants tandis que les universités soutiennent le travail collaboratif dans les établissements. Entreprises et institutions scientifiques contribuent également à l'amélioration de l'engagement des élèves.

Au **Royaume-Uni**, SCORE (*Science Community Representing Education* – Le milieu scientifique représentant l'éducation)⁽⁴⁵⁾ est un partenariat avec l'«Association pour l'enseignement des sciences» (*Association for Science Education*), l'Institut de physique, la *Royal Society*, la Société de chimie et la Société de biologie. Le partenariat donne une voix cohérente au milieu de l'enseignement des sciences sur les problèmes au long terme de l'éducation scientifique. Sa création s'inscrit en appui de l'amélioration de la qualité des travaux pratiques en sciences. Parmi les nombreuses activités menées dans le cadre de ce partenariat, il convient de citer le projet *Getting Practical* (être pratique)⁽⁴⁶⁾, dirigé par l'Association pour l'enseignement des sciences, qui met l'accent sur l'élargissement des bonnes pratiques, ainsi que sur l'accent sur la qualité, plutôt que sur la quantité des travaux pratiques.

Dans certains pays, les organisations non gouvernementales et les fondations sont les principales responsables de la coordination et de l'organisation des activités d'enseignement des sciences pour les établissements scolaires.

En **Pologne**, le «Palais de la jeunesse à Katowice» (*Pałac Młodzieży w Katowicach*)⁽⁴⁷⁾ est une institution éducative gérée sous les auspices de l'association «Avec les sciences vers l'avenir». Elle a pour vocation de soutenir les établissements scolaires qui manquent de laboratoires de sciences bien équipés en proposant une variété d'ateliers de chimie encadrés, basés sur des expériences chimiques et destinés aux élèves de niveau CITE 2. Des cours à base d'expériences en physique sont également conçus conformément au nouveau curriculum commun pour CITE 2, ainsi que des cours de biologie reposant sur l'observation, l'expérimentation et le travail de terrain.

Au **Portugal**, la fondation Champalimaud, en coopération avec le ministère de l'Éducation, a lancé le projet «Motivation des jeunes pour les sciences – *Champimóvel*»⁽⁴⁸⁾ en 2008. Le projet cherche à promouvoir la recherche biomédicale au Portugal, ainsi qu'à stimuler l'intérêt et les talents dans le domaine des sciences biomédicales. La première action, destinée aux élèves des deuxième et troisième cycles d'enseignement élémentaire (CITE 1 et 2), consiste en une exposition interactive sur le fonctionnement du corps humain, présentée dans un simulateur itinérant baptisé le *Champimóvel*. Un large éventail d'informations et de supports pédagogiques vient compléter l'exposition afin d'aider les élèves et les enseignants à se familiariser avec les sujets liés à la biotechnologie, dont la thérapie génique, les cellules souches et les nanotechnologies.

En **Slovaquie**, l'organisation non gouvernementale *Schola Ludus*⁽⁴⁹⁾ valorise les sciences, la recherche et la connaissance scientifique d'une manière conviviale, auprès d'un public d'enfants et de jeunes du niveau préprimaire au

⁽⁴³⁾ http://www.eneascuola.enea.it/progetto_enea.html

⁽⁴⁴⁾ <http://www.dzm.lv/> (LV, EN)

⁽⁴⁵⁾ SCORE, ACME et la *Royal Academy of Engineering* sont les organisations chefs de file des programmes d'action 5-7 respectivement. Avec STEMNET, ces organisations chefs de file collaborent avec un grand nombre de prestataires de services d'amélioration et d'enrichissement STEM pour veiller à ce que tous les établissements scolaires aient un meilleur accès à l'information sur les activités à leur disposition, ainsi que sur les bénéfices de ces activités pour leurs élèves.

⁽⁴⁶⁾ <http://www.gettingpractical.org.uk/> (EN)

⁽⁴⁷⁾ <http://www.pm.katowice.pl/> (PL)

⁽⁴⁸⁾ <http://www.fchampalimaud.org/education/en/champimovel2/> (PT, EN)

⁽⁴⁹⁾ http://www.scholaludus.sk/new/?go=projektova_skupina&sub1=teplanova1 (SK, EN)

niveau secondaire inférieur. *Schola Ludus* coopère avec divers partenaires, dont des universités, des centres scientifiques et des musées, ainsi que des entreprises privées. En plus d'assurer une formation continue pour les enseignants, *Schola Ludus* aide les établissements scolaires à élaborer des programmes éducatifs en sciences. *Schola Ludus* organise en outre des expositions et des activités éducatives pour les colonies de vacances.

Au **Royaume-Uni (Écosse)**, la «Fondation scientifique d'Édimbourg» (*Edinburgh Science Foundation*), une association éducative créée en 1989, met au point des activités destinées à tous les âges, dont le festival scientifique annuel. Elle organise également un programme éducatif. La fondation gère depuis 20 ans le projet *Generation Science*, qui vise à donner vie aux sciences en classe à travers des représentations théâtrales éducatives et divertissantes, et des ateliers. En 2010, 56 000 élèves de 553 établissements de 30 administrations locales écossaises y ont participé ⁽⁵⁰⁾.

Les partenariats cités ci-dessus font principalement intervenir des parties prenantes d'organes publics ou d'organisations à but non lucratif. Dans trois pays cependant, le principal partenaire des établissements scolaires appartient au secteur privé, c'est-à-dire à l'industrie et au commerce.

Aux **Pays-Bas**, *Jet-Net* – le réseau néerlandais jeunesse et technologie ⁽⁵¹⁾ – a été établi en novembre 2002 en tant que partenariat entre l'industrie néerlandaise, le gouvernement et le secteur éducatif. *Jet-Net* a été créé pour aider les établissements du secondaire à rendre leur curriculum et l'enseignement des sciences plus attrayants. Depuis 2008, le réseau comprend trente entreprises nationales et internationales, des représentants des ministères de l'Éducation et des Affaires économiques, des organisations commerciales et la «Plateforme nationale sciences et technologies». Près d'un tiers des établissements d'enseignement secondaire supérieur général (HAVO) et pré-universitaire (WVO) participent actuellement au réseau (pour de plus amples informations, voir la section 2.3 sur l'orientation scolaire).

Au **Royaume-Uni**, STEMNET ⁽⁵²⁾, le «Réseau Sciences, Technologies, Ingénierie et Mathématiques», ouvre des possibilités d'inspirer les jeunes dans ces domaines (STEM) ce qui leur permet, à son tour, de développer leur créativité, leurs aptitudes à la résolution de problèmes et à l'insertion professionnelle, d'élargir leurs choix et de contribuer à la compétitivité future du Royaume-Uni. STEMNET aide à encourager les jeunes à être bien informés sur les disciplines STEM, capables de participer pleinement au débat et de prendre des décisions sur les questions concernant STEM. Financé par le ministère des Entreprises, de l'Innovation et des Compétences et le ministère de l'Éducation, il gère trois programmes pour concrétiser sa vision: «Ambassadeurs STEM» (*STEM Ambassadors*) ⁽⁵³⁾ dans le cadre duquel des individus ayant suivi un parcours STEM se portent volontaires pour servir de modèles à des jeunes et les inspirer; «Courtage des activités de renforcement et enrichissement STEM» (*Brokerage of STEM Enhancement and Enrichment*), par lequel STEMNET coordonne 53 organisations dans un rôle de courtage pour les écoles. Par le biais de liens solides avec les organisations professionnelles, le service de courtage veille à ce que les établissements scolaires puissent apporter à leurs élèves des programmes qui appuient le curriculum et accroissent la qualité et la quantité d'élèves choisissant la filière STEM (enseignement supérieur, formation et développement). STEMNET assure également la coordination du réseau de clubs périscolaires de sciences et ingénierie (ASSEC – *After School Science and Engineering Clubs*). En **Écosse**, *Determined to Success – DtS* (Résolus à réussir) est la stratégie du gouvernement écossais pour l'enseignement de l'entrepreneuriat. Les partenariats entre organisations professionnelles et établissements scolaires aident à rendre l'apprentissage plus applicable à la vie active, plus expérimental et plus intéressant.

En **Norvège**, le programme élaboré par la Confédération des entreprises norvégiennes (NHO) «Entreprises et Industrie», fut créé afin de permettre aux élèves de comprendre l'utilité des sciences et de considérer les sciences comme une option possible. Il donne aux établissements scolaires les moyens d'être en contact régulier avec le commerce et l'industrie, permet la formation d'accords de partenariat entre établissements scolaires et entreprises et aide ainsi les élèves à découvrir le rôle des sciences dans le monde réel. De même, afin de permettre aux entreprises

⁽⁵⁰⁾ <http://www.sciencefestival.co.uk/education> (EN)

⁽⁵¹⁾ <http://www.jet-net.nl/> (NL, EN)

⁽⁵²⁾ <http://www.stemnet.org.uk/home.cfm> (EN). Pour de plus amples informations sur l'envergure de ce projet, voir le rapport annuel 2009/2010 disponible en ligne: http://www.stemnet.org.uk/_db/_documents/STEMNET_Annual_review_FINAL.pdf (EN)

⁽⁵³⁾ Pour tout renseignement sur ce programme en Écosse, consulter le site internet spécifique: www.stemscotland.com (EN)

d'aider à renforcer l'éducation en mathématiques, sciences et technologies, le programme *Lektor 2* ⁽⁵⁴⁾ a été mis à l'essai. Ce programme a pour objectif d'encourager les employés à enseigner à temps partiel dans les établissements d'enseignement primaire et secondaire, spécifiquement dans les matières pour lesquelles l'établissement a besoin d'un complément d'aide. Il contribue à accroître le recrutement dans les disciplines MST, à créer de bonnes relations avec les entreprises et à apporter une meilleure formation en sciences. En outre, par la collaboration entre établissements scolaires et employeurs locaux, les établissements scolaires peuvent accéder à des équipements techniques modernes et recevoir une formation plus pertinente et plus pratique.

Dans deux pays seulement, les autorités locales jouent un rôle actif dans leurs partenariats scolaires. Cependant, dans les deux cas, ces contributions au niveau local se font dans le cadre d'une initiative gouvernementale.

Au **Danemark**, 25 municipalités ont été choisies dans cinq régions, soit 250 431 élèves du primaire et du secondaire (presque un tiers de la population scolaire nationale) pour participer au projet «Municipalités des sciences» (*Sciencekommuner*) ⁽⁵⁵⁾ entre 2008 et 2010. Consistant à créer un réseau d'apprentissage, il repose sur l'idée que l'intérêt des enfants et des jeunes pour les sciences et technologies pourrait être intensifié si toutes les forces positives à l'intérieur des frontières municipales agissaient de concert. *Dansk Naturvidenskabsformidling* (DNF) (Communication danoise des sciences), une organisation indépendante à but non lucratif spécialisée dans les nouvelles initiatives en matière de communication des sciences, soutient le projet, qui bénéficie également d'un apport financier du ministère de l'Éducation. Pour devenir une «Municipalité des sciences», les municipalités doivent posséder une stratégie de développement des sciences au long terme, qui soit reliée à leur stratégie pour les entreprises. Chaque municipalité doit désigner un coordonnateur scientifique chargé de maintenir le contact avec les établissements scolaires. Les objectifs spécifiques sont principalement d'ouvrir de nouvelles possibilités d'apprentissage fondé sur la recherche, mais aussi d'aborder des sujets qui tiennent compte de différentes stratégies d'apprentissage.

Au **Royaume-Uni (Écosse)**, le nouveau «curriculum pour l'excellence» (*Curriculum for Excellence*) adopté en Écosse a été conçu de manière à favoriser un partenariat plus efficace, tant à l'intérieur des établissements qu'entre les écoles et leurs collectivités. Les projets à caractère scientifique en font partie.

Les programmes et les initiatives cités ci-dessus favorisent l'enseignement des sciences à travers des partenariats scolaires portant sur une énorme variété d'activités. Il existe cependant d'autres partenariats scolaires, dédiés à un sujet ou à un type d'activité spécifique.

En Belgique et au Royaume-Uni, des partenariats ont été créés dans le but de permettre aux élèves d'exécuter des activités pratiques; ils fournissent des centres itinérants qui font le tour des établissements pendant l'année scolaire, quelle que soit leur situation géographique.

En **Belgique (Communauté française)**, le *Camion des Sciences* est un camion-laboratoire qui visite les écoles, fournissant aux enseignants et aux élèves un vrai laboratoire dans lequel effectuer des expériences dans huit domaines scientifiques différents. Il s'agit d'une initiative du muséum de sciences naturelles et d'une entreprise chimique privée, avec le soutien du ministère de l'Éducation.

Au **Royaume-Uni**, l'Institut de Physique est responsable du projet de camion-laboratoire *Lab in a Lorry* – un laboratoire scientifique itinérant dans un camion converti – qui amène les expériences pratiques de physique dans les établissements d'enseignement secondaire. De même, en **Écosse**, l'Université d'Édimbourg a créé un «roadshow scientifique» (*The Sci-Fun Roadshow*), un centre scientifique itinérant pour établissements d'enseignement secondaire qui parcourt tout l'Écosse, particulièrement les régions rurales sans accès facile à un centre scientifique. Il bénéficie d'un apport financier du gouvernement écossais depuis plusieurs années, dont 25 000 GBP en 2010/2011. Les deux projets sont menés dans le cadre des programmes de financement *Science Engagement* (participation à la science) destinés au grand public et aux écoles, dans l'objectif de réaliser le «curriculum pour l'excellence», de renforcer l'apprentissage des sciences et de soutenir l'enseignement.

⁽⁵⁴⁾ <http://www.lektor2.no/> (NO)

⁽⁵⁵⁾ <http://www.formidling.dk/sw7986.asp> (DA)

Au Danemark et en France, deux partenariats en éducation scientifique sont axés, en particulier, sur l'élaboration du curriculum et la conception des supports pédagogiques pour les matières scientifiques.

Au **Danemark**, *Anvendelsesorientering* (Méthodes en sciences appliquées) est un programme coordonné par l'organisation *Dansk Naturvidenskabsformidling* (DNF) (Communication danoise des sciences). Lancé en 2007, il existe sous sa forme actuelle depuis 2009 et se poursuivra ainsi pendant encore deux ans. Tous les projets doivent être conçus dans l'objectif de repenser l'enseignement des matières scientifiques au niveau secondaire supérieur dans une logique d'enseignement appliqué. Les approches pédagogiques doivent mettre l'accent sur les aspects à la fois professionnels et pédagogiques et les élèves doivent entreprendre l'investigation active d'une étude de cas. Le ministère de l'Éducation soutient fermement les projets et recommande que les établissements participants collaborent avec l'industrie ou les centres d'éducation scientifique. Ainsi, les élèves peuvent également découvrir comment les sciences sont appliquées dans la pratique, par exemple en ayant la possibilité de rencontrer des individus qui leur servent de modèles dans les universités ou les entreprises.

En **France**, «La main à la pâte» est un dispositif fondé en 1996 par Georges Charpak, Prix Nobel, et l'Académie des sciences/l'Institut de France avec le soutien du ministère français de l'Éducation. Le programme fut lancé en 1997 sous forme de partenariat entre l'Académie française des sciences et l'Institut national de recherche pédagogique (INRP). Des accords conclus en 2005 et 2009 sont venus renforcer le partenariat entre l'Académie des sciences, le ministère de l'Éducation nationale et le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, et le prolonger jusqu'en 2012 au minimum, tout en l'élargissant au niveau CITE 2. Les principaux objectifs sont la promotion de l'enseignement des sciences et technologies dans les écoles, la formation et l'encadrement des enseignants et la dissémination des méthodes d'investigation au niveau international. La main à la pâte a une dimension internationale, avec des partenaires directs dans 30 pays⁽⁵⁶⁾. En France, le dispositif est géré par une direction étroitement liée à l'Académie des sciences, et administré par une équipe établie à l'École normale supérieure à Montrouge. Un réseau de 14 centres pilotes se charge de sa mise en œuvre et cinq centres associés sont responsables du développement de projets et de partenariats avec les établissements scolaires⁽⁵⁷⁾. Reposant sur dix principes, la stratégie de «La main à la pâte» met l'accent sur les compétences scientifiques, langagières et sociales. Les élèves s'approprient progressivement des concepts et des méthodes scientifiques, puis améliorent leur communication orale et écrite. Différents professionnels dans le domaine des sciences et de l'éducation, par exemple enseignants, formateurs pédagogiques, inspecteurs, étudiants, ingénieurs et scientifiques participent à l'élaboration des divers supports pédagogiques réalisés.

En Allemagne et en Norvège, les partenariats sont plus particulièrement axés sur les filles; ils abordent leur participation aux activités d'éducation scientifique et leur choix de carrières scientifiques.

En **Allemagne**, le «Pacte national pour les femmes dans les carrières en mathématiques, informatique, sciences naturelles et technologie» (*Nationaler Pakt für Frauen in MINT – Berufen*), appelé «Go MINT!»⁽⁵⁸⁾, lancé en 2008, est à base de partenariats. Les «partenaires du pacte» et le ministère de l'Éducation et de la Recherche soutiennent et défendent des mesures spécifiques visant à encourager les filles à s'engager dans des carrières scientifiques. Les partenaires peuvent être des universités, des collèges universitaires et des associations d'enseignement supérieur; des associations d'employeurs et d'employés; des médias; des clubs et associations; des organisations et consortiums de recherche; des entreprises et fondations et les États fédéraux (pour de plus amples informations voir la section 2.3 sur l'orientation).

En **Norvège**, dans le cadre de la stratégie nationale pour le renforcement des mathématiques, des sciences et de la technologie (MST) pour la période 2010-2014, trois projets axés sur l'enseignement des sciences ont été menés à bien, avec une forte participation d'universités et d'entreprises. «Les filles et la technologie» est un projet collaboratif de l'Université d'Agder (UiA), avec pour partenaires la «Confédération des entreprises norvégiennes» (NHO), la «Société norvégienne des ingénieurs et technologues» (NITO), la «Société norvégienne des professionnels diplômés en

⁽⁵⁶⁾ <http://www.lamap.fr/international/1> (FR, EN)

⁽⁵⁷⁾ Pour de plus amples informations, voir le Rapport d'activité 2010: http://www.lamap.fr/bdd_image/RA2010.pdf. (FR)

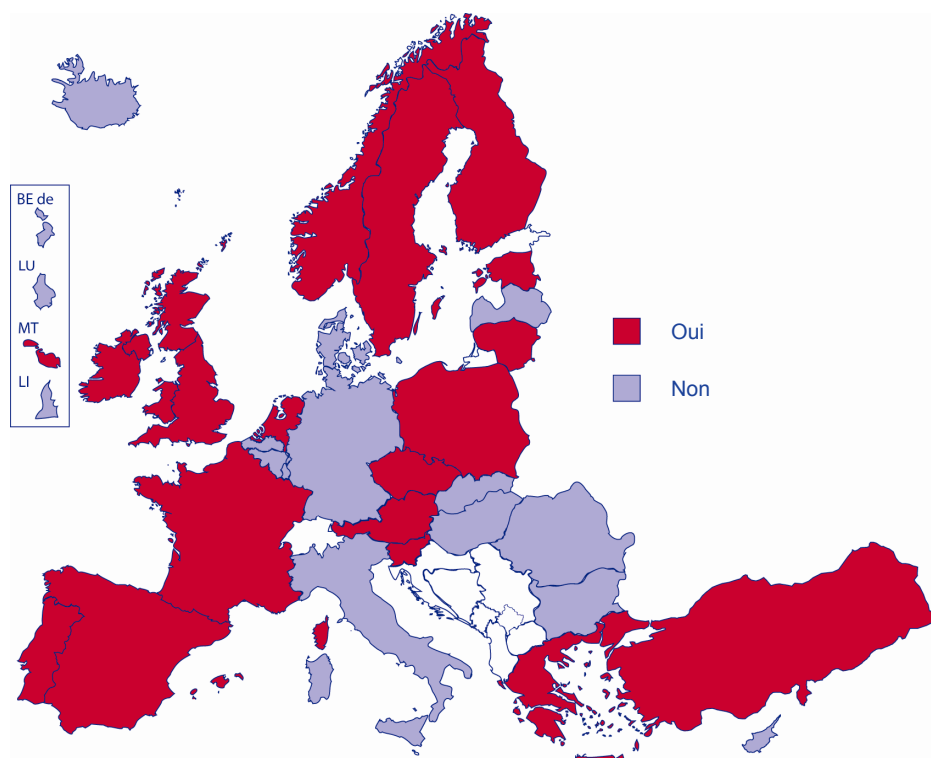
⁽⁵⁸⁾ www.komm-mach-mint.de (DE, EN)

sciences et technologies» (Tekna), la «Confédération des syndicats de Norvège» (LO) et les deux municipalités d'Øst- et Vest-Agder (pour de plus amples informations, voir la section 2.3 sur l'orientation).

2.2.2. Centres scientifiques et institutions analogues pour la promotion de l'enseignement des sciences

Promouvoir l'enseignement des sciences en dehors du milieu scolaire par la collaboration avec les élèves et les enseignants demande un large éventail d'activités, de la distribution de ressources d'apprentissage innovantes à l'organisation d'activités de formation professionnelle pour les enseignants. Deux tiers des pays du réseau Eurydice possèdent des institutions consacrées à la promotion de l'enseignement des sciences.

◆◆◆ **Figure 2.2. Existence de centres scientifiques nationaux ou d'institutions analogues pour la promotion de l'enseignement des sciences, 2010/2011.**



Source: Eurydice.

Note explicative

Seuls les centres scientifiques nationaux et institutions analogues sont pris en compte. Les centres scientifiques locaux et à petite échelle et autres institutions de petite envergure ne sont pas inclus.

◆◆◆

En Irlande, au Portugal, en Finlande, Norvège et Turquie, ces centres rassemblent plusieurs organisations et sont voués à la promotion des sciences au niveau national. Ils sont établis dans les universités ou ont une université comme partenaire principal.

En **Irlande**, le «Centre national pour l'excellence de l'enseignement et de l'apprentissage des mathématiques et des sciences» (*National Centre for Excellence in Mathematics and Science Teaching and Learning – NCE-MSTL*)⁽⁵⁹⁾ a pour mission d'améliorer l'enseignement des sciences et des mathématiques à tous les niveaux du système éducatif irlandais. Ses activités se déclinent sous forme de recherche sur l'enseignement des mathématiques et des sciences, de collaboration avec les universités et autres institutions en rapport avec cette recherche, de développement/

⁽⁵⁹⁾ <http://www.nce-mstl.ie/> (EN)

délivrance de FPC pour les enseignants et d'élaboration de ressources pour les enseignants en mathématiques et en sciences. Le centre est financé par le gouvernement et œuvre en partenariat avec plusieurs institutions du troisième cycle, dont l'Université de Limerick qui en est l'hôte.

Au **Portugal**, l'Agence *Ciência Viva* (science vivante) ⁽⁶⁰⁾ fut créée en 1996 en tant qu'unité du ministère des Sciences et de la Technologie. Son rôle est de promouvoir l'éducation scientifique et technologique dans la société portugaise, particulièrement parmi les jeunes élèves à partir du préprimaire, mais il inclut la population scolaire toute entière (CITE 1, 2 et 3). L'agence collabore avec 11 partenaires différents, dont des organes publics, *Agência da Inovação* (Agence pour l'innovation), *Fundação para a Ciência e Tecnologia* (Fondation pour les sciences et technologies), des centres de recherche, *Instituto de Estudos Sociais* (Institut d'études scientifiques), des organisations à but non lucratif, *Instituto de telecomunicações* (Instituts de télécommunications), des instituts d'enseignement supérieur et *Instituto de biologia molecular e celular* (Institut de biologie cellulaire et moléculaire). Les programmes de *Ciência Viva* se déclinent en trois principaux types d'activité. L'agence gère un programme en soutien des méthodes d'enseignement scientifique expérimental et de la promotion de l'enseignement des sciences dans les écoles. Dans le cadre de ce programme, un concours national annuel de projets scientifiques éducatifs est organisé et des activités d'investigation et d'expérimentation scientifiques sont organisées pendant les vacances. L'agence coordonne et gère également le réseau national de centres *Ciência Viva* régionaux.

En **Finlande**, le «Centre LUMA national» ⁽⁶¹⁾ (LU pour *luonnontieteet*, «sciences naturelles» en finnois, et MA pour «mathématiques») est une organisation de coopération qui regroupe établissements scolaires, universités, entreprises et industrie, coordonnée par la faculté de sciences de l'Université d'Helsinki. L'objectif est de soutenir et de promouvoir l'enseignement et l'apprentissage des sciences, des mathématiques et de la technologie, à tous les niveaux. Le Centre LUMA collabore avec des établissements scolaires, des enseignants, des élèves professeurs et plusieurs autres partenaires afin d'accomplir ses objectifs. Les principales activités sont des activités de FPC pour les enseignants, dont une journée scientifique LUMA annuelle; la semaine nationale d'action LUMA pour les écoles; des séjours MST pour les enfants; des centres de ressources en mathématiques et sciences. Le Centre LUMA est géré par une équipe composée de représentants de diverses institutions: le ministère de l'Éducation, le Conseil national de l'Éducation, les facultés de biosciences, sciences du comportement et sciences, l'Université technologique d'Helsinki, ainsi que le service de l'Éducation de la ville d'Helsinki, un représentant des municipalités finlandaises et diverses associations de l'industrie finlandaise. Le centre coopère avec, par exemple, le Centre Palmenia d'éducation permanente, les organismes publics, les ONG, associations, centres scientifiques et éditeurs de manuels scolaires.

Le Centre **norvégien** pour l'éducation scientifique ⁽⁶²⁾ à la faculté de mathématiques et sciences naturelles de l'Université d'Oslo, est un centre de ressources national pour tous les niveaux d'éducation. En plus des établissements scolaires, le centre bénéficie de divers collaborateurs, des universités et collèges universitaires aux musées et à l'industrie. Ses principaux objectifs sont de permettre aux élèves et aux enseignants de consolider leurs compétences et d'encourager l'intérêt pour les sciences naturelles. Le centre élabore des méthodes de travail et des ressources pédagogiques qui aident à rendre l'enseignement des sciences naturelles plus varié, plus vivant et plus stimulant pour les élèves. Il contribue par ailleurs à l'élaboration et aux essais de ressources d'apprentissage basées sur ordinateur, ainsi qu'à l'organisation d'environnements d'apprentissage en ligne pour les sciences naturelles. Il assure également des activités de formation professionnelle des enseignants. De nombreuses autres activités s'inscrivent au programme du centre, dont l'apport d'information et la dissémination de résultats de recherche; la contribution au développement d'attitudes positives et d'une vision réfléchie des sciences naturelles dans la société; le soutien et l'encadrement du ministère de l'Éducation et de la Recherche et de la Direction de l'Éducation et de la Formation au niveau de l'élaboration du curriculum et de l'évaluation des élèves en sciences naturelles; et la promotion de l'égalité des chances dans l'éducation, indépendamment du genre, des différences socioéconomiques et de la race.

⁽⁶⁰⁾ <http://www.cienciaviva.pt/home/> (PT)

⁽⁶¹⁾ <http://www.helsinki.fi/luma/english/index.shtml> (FI, SV, EN)

⁽⁶²⁾ <http://www.naturfagsenteret.no/> (NO, EN). Pour de plus amples informations sur la mission, voir la page du site internet en anglais: <http://www.naturfagsenteret.no/c1442967/artikkel/vis.html?tid=1442390>

Des centres scientifiques ont également été établis au niveau régional en Norvège, dans l'objectif spécifique d'accroître l'intérêt pour les mathématiques, les sciences et les technologies. En 2009, le ministère a alloué un total de 20 300 000 NOK à ces centres scientifiques régionaux. Ils fonctionnent en tant que centres éducatifs et ont accueilli plus de 164 000 élèves dans le cadre de visites scolaires organisées en 2008. Ils soutiennent la formation des enseignants et collaborent avec les parties prenantes locales existantes qui interviennent au niveau de l'information scientifique dans leur région, dont les musées scientifiques.

En **Turquie**, la «Fondation des centres scientifiques» (*Türkiye Bilim Merkezleri Vakfı*)⁽⁶³⁾ fut créée en 1995 suite à la consolidation des centres scientifiques existants. Au nombre de ses objectifs, elle cherche à accroître les connaissances de la société en sciences sociales et appliquées, ainsi qu'à créer un environnement qui stimule l'enthousiasme pour l'apprentissage; qui offre des possibilités de réaliser des expériences intéressantes; et qui favorise le plaisir de la découverte. La fondation est également chargée de renforcer la communication entre l'industrie, l'école et la société. Elle organise des projets, concours, ateliers et expositions spécifiques. Plusieurs universités, le ministère national de l'Éducation, le Conseil turc pour la recherche scientifique et technologique (TÜBİTAK), l'académie turque des sciences (TÜBA) et de nombreuses organisations à but non lucratif et organisations non gouvernementales sont au nombre de ses fondateurs.

Quelques pays possèdent également des centres dédiés à la promotion de l'enseignement des sciences qui soit sont hébergés par des institutions d'enseignement supérieur, soit collaborent étroitement avec celles-ci. Ils soutiennent les établissements scolaires dans l'enseignement des sciences et sont des lieux idéaux pour contribuer à la recherche dans le domaine de l'enseignement des sciences.

En **Irlande**, le «Centre pour l'avancement de l'apprentissage des mathématiques, des sciences et de la technologie» (*Calmast – Centre for the Advancement of Learning of Mathematics, Science and Technology*)⁽⁶⁴⁾ se propose de promouvoir l'étude des sciences et des matières connexes dans les écoles du sud-est de l'Irlande. Il publie des ressources à caractère scientifique pour les écoles et organise des activités locales de promotion, dont des foires scientifiques. Autre centre jouant un rôle pertinent, Castel – *Centre for the Advancement of Science and Mathematics Teaching and Learning*, est dédié à l'avancement de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences et des mathématiques⁽⁶⁵⁾. Cette organisation possède une équipe de recherche pluridisciplinaire composée de scientifiques, de mathématiciens et de pédagogues de la Dublin City University et du St Patrick's College, Drumcondra. Outre son objectif d'améliorer l'apprentissage des sciences à tous les niveaux d'éducation, le centre participe à des activités promotionnelles en partenariat avec des organisations locales et nationales.

En **Espagne**, au niveau régional, le «Centre de recherche sur l'enseignement des sciences et des mathématiques» (*Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica – CRECIM*) à l'Université autonome de Barcelone (UAB) dans la Communauté autonome de Catalogne⁽⁶⁶⁾ joue un rôle important dans la promotion et le soutien de l'éducation scientifique. Il définit sa mission ainsi: améliorer la formation professionnelle des enseignants afin de promouvoir la culture scientifique et technologique; contribuer à la communication et à la dissémination des sciences. Les objectifs du CRECIM sont accomplis à travers des projets de recherche, des séminaires et des formations professionnelles. Son travail se fait par le biais d'un réseau constitué d'enseignants et de chercheurs, appelé REMIC – *Recerca en Educació Matemàtica e Científica* (recherche sur l'enseignement des mathématiques et des sciences), actif depuis 2006 et financé par le gouvernement autonome⁽⁶⁷⁾.

En **Pologne**, le «Centre pour un enseignement innovant des biosciences» (*Biocentrum Edukacji Naukowej – BioCEN*)⁽⁶⁸⁾ facilite les expériences en biologie pour les élèves et les enseignants de niveau CITE 2 et 3 à travers des cours et des ateliers proposés dans les laboratoires éducatifs de l'Institut international de biologie moléculaire et cellulaire de l'Université des sciences du vivant de Varsovie (SGGW). L'un des objectifs officiels de BioCEN consiste à promouvoir la biologie expérimentale en Pologne. Il s'agit également de développer ce domaine de la biologie dans les

⁽⁶³⁾ <http://www.bilimmerkezi.org.tr/about-us.html> (TR, EN)

⁽⁶⁴⁾ <http://www.calmast.ie/> (EN)

⁽⁶⁵⁾ <http://www.castel.ie/> (EN)

⁽⁶⁶⁾ <http://crecim.uab.cat/> (ES, EN)

⁽⁶⁷⁾ <http://crecim.uab.cat/xarxaremic/> (CA)

⁽⁶⁸⁾ <http://www.biocen.edu.pl/> (PL, EN)

écoles par l'organisation de diverses activités de type cours magistraux, séminaires, ateliers, conférences, ainsi que par l'élaboration de supports d'enseignement de la biologie pour les écoles primaires et secondaires. BioCEN bénéficie du soutien de deux institutions d'enseignement supérieur ainsi que de trois instituts de recherche à Varsovie.

En **Suède**, trois centres de ressources sont dédiés au soutien de l'enseignement des matières scientifiques. Établis par le gouvernement, ils sont gérés par les universités et jouent un rôle au niveau national. L'un des trois centres, situé à l'Université d'Uppsala est le «centre national de biologie et biotechnologie scolaires» (*Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik*)⁽⁶⁹⁾, qui a pour mission de soutenir et d'inspirer les enseignants à tous les niveaux d'éducation, du préscolaire au secondaire supérieur, y compris dans le domaine de l'éducation permanente. Les activités proposées comprennent soutenir la discussion et l'échange d'idées entre enseignants; améliorer les compétences à tous les niveaux de l'enseignement de la biologie; apporter des conseils pour les travaux pratiques en laboratoire; promouvoir le développement de l'éducation en plein air; appuyer une optique intégrée des sciences du vivant; informer sur les évolutions en cours dans le domaine de la biologie; soutenir et promouvoir les contacts entre la recherche, l'école et l'industrie; et stimuler le débat sur le développement durable et les questions d'éthique.

Le «Centre national de ressources pour les enseignants en chimie» (*Kemiläramas Resurscentrum*)⁽⁷⁰⁾, hébergé par l'Université de Stockholm, vise à promouvoir et à encourager l'enseignement de la chimie dans les établissements d'enseignement obligatoire et secondaire supérieur. Ses missions: élaborer de nouvelles expériences pour les écoles et conseiller sur des questions relatives à l'enseignement de la chimie; encourager les enfants et les jeunes à participer à des activités scientifiques; proposer une formation professionnelle continue aux enseignants de chimie et les informer des nouvelles législations et réformes; créer et entretenir des contacts entre les établissements scolaires et l'industrie chimique. Le «Centre national pour l'enseignement de la physique» (*Nationellt ResursCentrum för Fysik*)⁽⁷¹⁾, géré par l'Université de Lund, a des objectifs similaires. Il représente un centre de ressources important pour tous les enseignants, du niveau préscolaire au niveau secondaire supérieur.

En Estonie, à Malte, en Norvège et en Turquie, des organes spécifiques ont été établis par les autorités officielles pour coordonner des mesures de soutien à l'enseignement des sciences.

En **Estonie**, une unité distincte pour la communication des sciences (L'unité de popularisation des sciences – SCU) a été créée en 2010 au sein de la Fondation Archimède⁽⁷²⁾, organe indépendant établi par le gouvernement estonien. Son objectif consiste à coordonner et mettre en œuvre des programmes et projets dans le domaine de la formation, de l'éducation, de la recherche, du développement technologique et de l'innovation. La SCU gère huit programmes différents. Elle est dotée d'un budget public annuel d'environ 0,2 million d'euros et compte plus de 1 300 participants chaque année.

Le Conseil **maltais** des sciences et technologies (MCST) est un organe public établi par le gouvernement central en 1988. Il a pour mission de conseiller le gouvernement, ainsi que d'autres organes, sur les politiques en matière de sciences et technologies. Le MCST organise également divers événements de vulgarisation des sciences au niveau national, dont le Festival des sciences et technologies et la Nuit des chercheurs. Il existe en outre un «Centre des sciences» qui coopère avec le service de gestion du curriculum et de l'enseignement en ligne au sein du ministère de l'Éducation, de l'Emploi et de la Famille. Le Centre collabore étroitement avec les établissements scolaires dans le domaine de l'enseignement des sciences. Il est également le siège d'une équipe de 21 professeurs de sciences qui rendent visite aux écoles primaires et délivrent le programme de sciences au quotidien.

En **Norvège**, la mission de l'équipe MST (mathématiques, sciences et technologies) du ministère de l'Éducation et de la Recherche⁽⁷³⁾ consiste à mettre en œuvre les politiques en matière de sciences, mathématiques et technologie par la coordination du travail de renforcement de ces matières dans le système éducatif norvégien. L'équipe est composée de membres du ministère de l'Éducation et de la Recherche ainsi que de représentants de tous les niveaux éducatifs et du milieu de la recherche. Elle a pour rôle de suivre les initiatives en cours et de veiller à ce que les nouvelles initiatives

⁽⁶⁹⁾ <http://www.bioresurs.uu.se/aboutus.cfm> (SV, EN).

⁽⁷⁰⁾ <http://www.krc.su.se/> (SV, EN)

⁽⁷¹⁾ <http://www2.fysik.org/> (SV, EN)

⁽⁷²⁾ <http://archimedes.ee/index.php?language=2> (ET, EN)

⁽⁷³⁾ <http://odin.dep.no/ufd/engelsk> (SV, EN)

correspondent aux objectifs généraux de la politique gouvernementale. Parmi ses autres responsabilités, l'équipe soutient le travail des trois centres scientifiques nationaux.

Le Conseil de la recherche scientifique et technologique de **Turquie** (TÜBİTAK), établi en 1963, est une institution autonome avec pour mission de faire avancer les sciences et technologies, de conduire des recherches et de soutenir les chercheurs turcs. TÜBİTAK est chargé de la recherche et du développement dans la logique des cibles et priorités nationales. Il organise plusieurs activités annuelles dans le domaine de l'éducation scientifique des élèves et soutient les villes souhaitant établir des centres scientifiques.

Dans de nombreux pays, les musées et centres scientifiques organisent des programmes et activités pour rehausser l'intérêt des élèves pour les sciences. Ces organisations aident aussi à consolider ce qui est enseigné et appris à l'école; elles jouent par ailleurs un rôle de conseil et soutien professionnels aux enseignants. Les activités spécifiques assurées par les musées et centres scientifiques peuvent considérablement influencer la manière dont les jeunes voient et comprennent les sciences, ainsi que leur degré de motivation vis-à-vis de l'étude et du travail dans ce domaine.

En **République tchèque**, deux centres scientifiques ont récemment ouvert: l'iQpark⁽⁷⁴⁾ en 2007 et, un an plus tard, le Centre scientifique Techmania⁽⁷⁵⁾. Le centre iQpark est situé dans l'ancien bâtiment de l'Institut national de recherche textile à Liberec et comporte plus d'une centaine d'expositions interactives. Fondé par l'organisation à but non lucratif *Labyrint Bohemia*, il est cofinancé par le Fonds européen de développement régional (FEDER). Le Centre scientifique Techmania fut fondé par la société anonyme Skoda Holding et l'Université de Bohême de l'Ouest à Plzeň (*Západočeská univerzita v Plzni*), dans l'intention de construire un centre interactif sur le parc industriel de Skoda, en réaction à la baisse d'intérêt pour les domaines techniques. Le centre propose des expositions qui expliquent les principes mathématiques ou physiques à travers des jeux et des activités interactives.

En **Estonie**, le ministère de l'Éducation et de la Recherche, l'Université de Tartu et la ville de Tartu ont, ensemble, fondé le centre scientifique AHHA⁽⁷⁶⁾ en 1998. Il est spécialisé dans le développement de nouvelles méthodes pour expliquer les sciences et technologies au public et plus particulièrement aux jeunes à tous les niveaux éducatifs. Le centre scientifique bénéficie du soutien financier de l'État, des Fonds structurels européens et du secteur privé. Il propose des expositions éducatives interactives, des animations de «théâtre scientifique», des cours en planétarium et des expériences amusantes en laboratoire.

En **France**, la Cité des sciences et le Palais de la découverte ont été fusionnés en 2010 en une seule organisation baptisée Universciences⁽⁷⁷⁾, une institution publique, industrielle et commerciale. L'objectif principal d'Universciences est de rendre la culture scientifique et technique accessible à tous. Son rôle, par conséquent, consiste à développer des produits scientifiques et culturels ainsi qu'à mettre en place des programmes éducatifs et à créer de nouvelles activités pédagogiques pour l'enseignement primaire et secondaire. L'institution fonctionne à un niveau régional, national et international. À compter de septembre 2010, sept enseignants du secteur public ont été détachés auprès d'Universciences pour gérer, par exemple, la coordination scientifique et technique et l'encadrement des visites; les activités et programmes destinés aux enseignants du primaire et du secondaire, dont des cours de formation; la production de ressources pédagogiques; et la mise en contact des enseignants avec le milieu scientifique à travers des réseaux numériques.

En **Grèce**, le service éducatif du muséum d'histoire naturel de Goulandris⁽⁷⁸⁾ est ouvert à la collaboration avec les enseignants, les élèves, les bénévoles, les pédagogues et les animateurs du muséum pour la mise en œuvre de programmes, projets et ateliers destinés aux enfants. Il a suivi les nouvelles démarches pédagogiques introduites par le biais des programmes scolaires interdisciplinaires de l'année scolaire 2006/2007 et créé des programmes éducatifs pour les visites de classes du primaire.

⁽⁷⁴⁾ <http://www.iqpark.cz/en/> (CS, EN)

⁽⁷⁵⁾ <http://www.techmania.cz/lang.php?lan=1> (CS, EN)

⁽⁷⁶⁾ <http://www.ahhaa.ee/en/> (EN)

⁽⁷⁷⁾ <http://www.universcience.fr/fr/education> (FR)

⁽⁷⁸⁾ <http://www.gnhm.gr/Museaelect.aspx?lang=en-US>

En **Lituanie**, le «Centre lituanien des jeunes naturalistes» (*Lietuvos jaunuju gamtininkų centras*)⁽⁷⁹⁾, établi par le ministère de l'Éducation, est responsable de l'éducation et de la formation non formelles dans les domaines de la nature, de l'environnement et de la santé humaine. Au nombre de ses activités: l'organisation d'événements nationaux et internationaux pour enfants et jeunes et la création de conditions leur permettant d'acquérir des compétences par le biais de l'éducation non formelle; la dissémination d'information; l'organisation d'activités de formation continue pour les enseignants; et l'élaboration de ressources pédagogiques. Le «Centre lituanien pour l'information et la créativité technique», également établi par le ministère de l'Éducation, joue un rôle semblable au niveau de l'éducation et de la formation non formelles dans le domaine des sciences et technologies.

En **Espagne**, la mission du musée national des sciences et technologies (MUNCYT)⁽⁸⁰⁾, situé à Madrid et très prochainement également à La Corogne (Galice), consiste à contribuer à l'éducation scientifique dans la société espagnole. Les programmes éducatifs sont l'une des priorités actuelles du musée, dans le cadre de son double objectif d'amélioration de la culture scientifique et de mise en valeur de l'importance de l'histoire des sciences et technologies. Relevant du ministère des Sciences et de l'Innovation, le musée est géré par la FECYT (*Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología*) dans le cadre du plan de «Réseau espagnol des musées des sciences et technologies». En 2008, le MUNCYT a démarré la création d'un réseau d'institutions partenaires à travers lequel il peut mener des activités dans différentes parties du pays.

Au niveau régional, le «Parc des sciences» (*Parque de las Ciencias*)⁽⁸¹⁾, dans la Communauté autonome d'Andalousie, est un musée interactif qui abrite diverses expositions permanentes et temporaires. Il est financé par le gouvernement autonome et d'autres institutions publiques et privées. Ses missions consistent à promouvoir les sciences et technologies dans l'éducation, et à favoriser des approches interactives et des expériences pratiques. Son travail prend la forme d'activités diverses, dont des ateliers d'été pour les enfants et les adolescents de 5 à 13 ans.

Le Conseil **maltais** des sciences et technologies bâtira un «Centre national des sciences interactives» en 2013. Il servira de plateforme éducative et ludique pour les élèves, les parents et les professionnels, dans l'objectif d'accroître l'intérêt pour les sciences, l'ingénierie et la technologie.

En **Pologne**, le «Centre scientifique Copernic» (*Centrum Nauki Kopernik*)⁽⁸²⁾ est une institution collective, établie et financée par la ville de Varsovie et la Trésorerie d'État, représentées par le ministre de l'Éducation nationale et le ministre des Sciences et de l'Enseignement supérieur. Il dissémine des informations sur les progrès nationaux et internationaux en sciences et technologies, expliquant la nature des phénomènes qui nous entourent par le biais de cours et dispositifs interactifs. Le Centre Copernic a pour mission d'éveiller l'intérêt, de soutenir la compréhension du monde et le processus d'apprentissage, ainsi que d'inspirer le discours social sur les sciences. Il organise des événements de promotion des sciences (de la physique en particulier), destinés principalement aux élèves de niveau CITE 1 et 2. Une exposition permanente de modèles interactifs est également en cours de préparation, ainsi que des laboratoires pour les expériences et la recherche. Le «Centre d'expériences scientifiques» (*Centrum Nauki Eksperyment*)⁽⁸³⁾ établi au sein du Centre de l'innovation de Gdynia au Parc des sciences et technologies de Poméranie⁽⁸⁴⁾, est un centre d'éducation non formelle constitué de 40 «laboratoires» différents, dont certains sont interactifs. Adaptés à des tranches d'âge différentes, ils permettent aux élèves de se familiariser avec un phénomène scientifique particulier. Le laboratoire de biotechnologie et environnement (*Wdrożeniowe Laboratorium Biotechnologii i Ochrony Środowiska*)⁽⁸⁵⁾ fait partie intégrante d'un module biotechnologique au Parc des sciences et technologies de Poméranie à Gdynia. Il est équipé de dispositifs de pointe et propose des cours de biologie et chimie en laboratoire pour groupes scolaires.

⁽⁷⁹⁾ <http://www.gamtininkai.lt/> (LT)

⁽⁸⁰⁾ <http://www.muncyt.es> (ES, EN)

⁽⁸¹⁾ <http://www.parqueciencias.com/>

⁽⁸²⁾ <http://www.kopernik.org.pl/index.php> (PL, EN)

⁽⁸³⁾ http://www.experyment.gdynia.pl/pl/dokumenty/main_page (PL, LT, EN)

⁽⁸⁴⁾ <http://www.ppnt.gdynia.pl/en.html> (PL, EN)

⁽⁸⁵⁾ <http://www.ppnt.gdynia.pl/lekcja-biologii-molekularnej.html> (PL)

Aux **Pays-Bas**, le musée des sciences Nemo ⁽⁸⁶⁾ accueille un public de tous âges mais cible principalement les 6-16 ans. Il propose un environnement d'apprentissage interactif des sciences et technologies extérieur à l'école. Le musée des sciences Nemo fait partie du Centre national des sciences et technologies (NCWT). Son objectif est d'utiliser les phénomènes et évolutions scientifiques et technologiques pour informer, inspirer et captiver le grand public et les écoliers de tous âges.

En **Slovénie**, plusieurs centres scientifiques jouent un rôle dans le soutien à l'enseignement des sciences. Par exemple, «La maison des expériences» (*Hiša eksperimentov*) ⁽⁸⁷⁾ accueille des groupes d'élèves et d'enseignants, ainsi que le grand public, à des expositions pratiques et autres animations et ateliers. Le Centre d'éducation en sciences naturelles pour le développement durable (FNM-UM) ⁽⁸⁸⁾ assure également des cours et ateliers en laboratoire moderne, destinés aux enseignants et aux élèves. L'ICJT (Centre d'éducation à la technologie nucléaire) ⁽⁸⁹⁾ coordonne des activités analogues destinées aux établissements scolaires à tous les niveaux d'éducation.

Le **Royaume-Uni (Écosse)** possède quatre centres scientifiques: *Glasgow Science Centre* ⁽⁹⁰⁾, *Our Dynamic Earth* (Notre Terre dynamique) ⁽⁹¹⁾, *Sensation'* ⁽⁹²⁾ et *Satrosphere* ⁽⁹³⁾ qui, ensemble, constituent le «Réseau écossais de centres scientifiques» (*Scottish Science Centres' Network – SSCN*). Ces quatre centres ont des missions diverses: promouvoir les capacités de l'Écosse en sciences, éducation et innovation; communiquer le rôle des sciences et technologies de pointe dans le façonnage de l'avenir de l'Écosse; forger des partenariats pour développer le rôle national en communication et enseignement des sciences; créer des expériences interactives qui inspirent, stimulent et intéressent; sensibiliser aux sciences; améliorer la qualité de l'apprentissage des sciences et technologies; promouvoir l'éducation scientifique à l'école et tout au long de la vie; renouveler l'intérêt pour les cours de sciences à l'université.

De nombreuses institutions actives dans le domaine des sciences peuvent aussi être à même de soutenir l'enseignement des sciences dans les écoles. Dans ce dessein, des réseaux ayant vocation de relier organisations, individus et établissements scolaires ont été établis en Espagne, en Autriche et au Royaume-Uni (Angleterre et pays de Galles).

En **Espagne**, la «Fondation des sciences et technologies» (FECYT) a mis sur pied, dans le cadre de son programme pour la culture et l'innovation scientifiques, un réseau d'«unités de culture scientifique» – le réseau CCU+i – qui relie les universités et les centres de recherche. Le réseau CCU+i sert de voie de communication entre les chercheurs scientifiques de 70 centres CCU+i et l'ensemble de la population. Certaines des activités menées par les centres sont spécifiquement conçues pour promouvoir et soutenir l'éducation scientifique.

En **Autriche**, le «Réseau de centres scientifiques» (*ScienceCenter-Netzwerk*) ⁽⁹⁴⁾ est une association d'organisations autrichiennes et de particuliers œuvrant à l'amélioration des connaissances scientifiques et technologiques. Il a vocation d'inspirer et de stimuler la pensée, ainsi que de favoriser une approche informelle et légère des sciences et technologies pour tous les âges. Le réseau cherche également à encourager les jeunes dans leur choix de carrière. Le concept éducatif repose sur le processus d'apprentissage individuel et autodirigé. Près de 100 partenaires ont actuellement rejoint le réseau et contribuent activement à la communauté en développant, en proposant ou en utilisant des activités scientifiques interactives. Les partenaires du réseau sont issus de divers milieux, de toute l'Autriche, et comptent plus de 70 institutions et 25 particuliers. Leurs domaines d'expertise sont très divers, notamment l'éducation, les sciences et la recherche, le design, les arts, les médias et l'industrie.

Au **Royaume-Uni (Angleterre et pays de Galles)**, l'Institut de physique et les centres d'apprentissage des sciences se sont associés dans le but d'établir et de gérer un réseau de soutien aux enseignants et aux élèves de physique. Baptimé *Stimulating Physics Network* (réseau pour favoriser l'étude de la physique) ⁽⁹⁵⁾, il soutient les élèves et les enseignants en s'intéressant plus particulièrement aux établissements scolaires où peu d'élèves et peu de filles

⁽⁸⁶⁾ <http://www.e-nemo.nl/?id=5&s=85&d=551> (NL, EN)

⁽⁸⁷⁾ <http://www.h-e.si/index.php?lang=en> (SL, EN)

⁽⁸⁸⁾ <http://www.fnm.uni-mb.si/default.aspx> (SL, EN)

⁽⁸⁹⁾ <http://www.icjt.org/> (SL, EN)

⁽⁹⁰⁾ <http://www.gsc.org.uk/> (EN)

⁽⁹¹⁾ <http://www.dynamicearth.co.uk/> (EN)

⁽⁹²⁾ <http://www.sensation.org.uk/> (EN)

⁽⁹³⁾ <http://www.satrosphere.net/> (EN)

⁽⁹⁴⁾ <http://www.science-center-net.at/> (DE, EN)

⁽⁹⁵⁾ <http://www.stimulatingphysics.org/overview.htm> (EN)

étudient la physique. Il propose des formations destinées aux enseignants, ainsi que des ressources et activités d'orientation professionnelle conçues pour motiver les élèves. Un soutien est proposé à tous les établissements scolaires par le biais des coordonnateurs du réseau, en étroite collaboration avec les universités et STEMNET, qui entretient des liens avec les écoles locales et spécialisées.

2.2.3. Autres activités de promotion des sciences: événements et concours nationaux

En dehors des partenariats et des activités scolaires développés dans des institutions et centres spécifiques, d'autres types d'événements, de type fêtes et concours scientifiques, ont été organisés dans certains pays européens en vue de promouvoir l'éducation scientifique.

Événements nationaux autour de l'enseignement des sciences

Des événements nationaux pour la promotion des sciences ont lieu chaque année dans certains pays. Bien qu'ils soient généralement ouverts au grand public, les élèves sont souvent la cible principale et des activités spécifiques sont organisées pour eux. Certains événements sont destinés exclusivement à la population scolaire. Il peut s'agir d'animations d'une seule journée ou d'une semaine entière. Les activités cherchent à rendre les sciences vivantes et accessibles, l'approche est ludique, pratique et interactive.

En **Espagne**, la «Semaine de la science» (*Semana de la ciencia*)⁽⁹⁶⁾ a lieu chaque année depuis 2002 dans le cadre du «Réseau régional pour l'innovation et la communication des sciences» de la FECYT⁽⁹⁷⁾. Au niveau régional, elle est organisée par les services ou organismes désignés comme coordonnateurs officiels de ces types d'actions dans chaque Communauté autonome participante.

In **France**, la Fête de la science⁽⁹⁸⁾ a lieu chaque année, la dernière semaine d'octobre, sous les auspices du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche qui en est le principal porteur financier. Les autorités régionales et les parrains contribuent également à l'initiative.

À **Malte**, un festival d'une semaine consacré aux sciences et technologies a lieu chaque année. Baptisé *Science is Fun* (Avec la science, on s'amuse)⁽⁹⁹⁾, il est organisé sur le campus de l'Université de Malte et coordonné par le Conseil maltais des sciences et technologies (MCST). *Science Week* (la semaine scientifique) est un autre événement annuel organisé par la NSTF (Fondation nationale d'aide aux études à l'étranger) durant lequel est organisée une exposition de travaux, expériences, conclusions de recherche et projets originaux d'étudiants, ainsi qu'un forum pour la promotion, l'explication et la discussion de divers thèmes.

En **Pologne**, le «Pique-nique scientifique» (*Piknik Naukowy*)⁽¹⁰⁰⁾ organisé en collaboration par la radio polonaise et le Centre scientifique Copernic, est un important événement de vulgarisation scientifique en plein air, organisé chaque année à Varsovie depuis 1997. Ouvert à tous les visiteurs, il est toutefois plus particulièrement axé sur les élèves du primaire et du secondaire. Environ 250 institutions de Pologne et d'ailleurs y prennent part, présentant leurs réalisations et révélant les coulisses de leurs travaux. La plupart des organisations participantes sont des institutions d'enseignement supérieur, des instituts de recherche, des musées et des organismes culturels, des fondations à caractère scientifique et d'autres groupes d'intérêt. En plus de cet événement dans la capitale, des festivals scientifiques régionaux ont lieu chaque année dans les villes principales de Pologne, faisant intervenir diverses organisations à caractère scientifique, dont des institutions d'enseignement supérieur, des centres scientifiques et culturels et des instituts de recherche. Ces festivals atteignent et attirent à la fois les écoliers et le grand public⁽¹⁰¹⁾.

⁽⁹⁶⁾ www.semanadelaciencia.es (ES)

⁽⁹⁷⁾ <http://www.convocatoria2010.fecyt.es/Publico/Bases.aspx> (ES)

⁽⁹⁸⁾ <http://www.fetedelascience.fr/>

⁽⁹⁹⁾ <http://www.mcst.gov.mt/> (EN)

⁽¹⁰⁰⁾ <http://www.pikniknaukowy.pl/2010/en/> (PL, EN)

⁽¹⁰¹⁾ Un exemple de festival scientifique régional annuel: <http://www.festiwal.wroc.pl/english/> (PL, EN)

En **Slovénie**, depuis 2009, le «Festival de sciences et d'aventures» (*Znanstival dogodivščin*)⁽¹⁰²⁾ est organisé par la «Maison des expériences». Expériences, ateliers, expositions et autres activités de promotion des sciences sont organisés sur plusieurs jours à Ljubljana et Piran.

Au **Royaume-Uni**, l'Association scientifique de Grande-Bretagne (*British Science Organisation*) organise une «Semaine nationale des sciences et techniques» (*National Science & Engineering Week*), dont le thème change chaque année⁽¹⁰³⁾.

Dans certains pays, les événements de promotion des sciences ciblent spécifiquement les établissements scolaires.

En **Belgique (Communauté française)**, le Printemps des Sciences⁽¹⁰⁴⁾ est un événement annuel destiné aux élèves du primaire, du secondaire et du tertiaire. Lancé en 2000 à l'initiative du ministère de l'Enseignement supérieur, il est organisé par les universités et les hautes écoles. Celles-ci jouent un rôle important aux côtés des soixante autres partenaires dont font partie musées, laboratoires et centres de recherche. Le Printemps des Sciences cherche à stimuler l'intérêt des plus jeunes élèves pour les sciences et à encourager les plus âgés à choisir des carrières scientifiques. Les activités proposées pendant l'événement sont alignées sur le curriculum.

Les pays nordiques et baltes participant au Programme-cadre Nordplus⁽¹⁰⁵⁾ c'est-à-dire le Danemark, l'Estonie, la Lettonie, la Lituanie, la Finlande, la Suède, l'Islande et la Norvège, partagent une initiative baptisée *Nordisk Klimadag* (Journée nordique du climat). Lancé par les ministres de l'Éducation en 2009, cet événement cherche à donner une impulsion à l'enseignement des problèmes climatiques, ainsi qu'à favoriser la coopération entre enseignants et élèves du primaire et du secondaire dans les pays participants. La Journée nordique du climat réunit un grand nombre de parties prenantes et offre aux établissements scolaires l'occasion de réaliser diverses activités et d'utiliser des outils et supports mis à leur disposition sur un portail internet spécifique⁽¹⁰⁶⁾.

Concours et compétitions scientifiques

Soucieux d'accroître l'intérêt et l'enthousiasme pour les sciences, plusieurs pays organisent des activités sous forme de concours et compétitions. Parce qu'ils ne sont pas obligatoires et allient compétition et jeu, ces événements peuvent accroître l'intérêt pour des sujets scientifiques déjà enseignés à l'école. Ils peuvent aussi motiver les élèves à approfondir leurs connaissances et à consacrer davantage de temps à des activités expérimentales.

Les Olympiades sont les plus grandes compétitions européennes, organisées au niveau régional, national et international. Deux autres compétitions européennes dans le domaine scientifique viennent s'ajouter à l'Olympiade: le concours EUCYS (*European Union Contest for Young Scientists – Concours européen de jeunes scientifiques*) lancé en 1989⁽¹⁰⁷⁾ et EUSO, l'Olympiade européenne de science⁽¹⁰⁸⁾, lancée en 2002. Presque tous les pays européens y participent.

Les concours dans le domaine des sciences peuvent également être organisés par le secteur privé ou des organisations à but non lucratif. En Italie, la compagnie d'électricité ENEL tient un concours annuel intitulé «L'énergie par le jeu», pour les élèves de tous les âges. Même scénario en Lettonie, où la compagnie d'électricité Latvernergo organise un concours annuel de physique appelé *Experiments*⁽¹⁰⁹⁾ et destiné aux élèves de 9^e année (CITE 2). Au Royaume-Uni, l'«Association Scientifique de Grande-Bretagne» (*British Science Association*)⁽¹¹⁰⁾ est une organisation volontaire qui se charge de la diffusion d'informations et de l'organisation de diverses activités, dont des compétitions.

⁽¹⁰²⁾ <http://www.znanstival.si/index.php> (SL)

⁽¹⁰³⁾ <http://www.britishtscienceassociation.org/web/NSEW/index.htm> (EN)

⁽¹⁰⁴⁾ <http://www.printemps-des-sciences.be>

⁽¹⁰⁵⁾ <http://www.nordplusonline.org/> (EN)

⁽¹⁰⁶⁾ <http://www.klimanorden.org> (NO)

⁽¹⁰⁷⁾ http://ec.europa.eu/research/youngscientists/index_en.cfm (EN)

⁽¹⁰⁸⁾ <http://www.euso.dcu.ie> (EN)

⁽¹⁰⁹⁾ <http://www.latvernergo.lv/> (LV, RU, EN)

⁽¹¹⁰⁾ <http://www.britishtscienceassociation.org/web/AboutUs/index.htm> (EN)

Les concours et compétitions scientifiques scolaires sont généralement organisés à l'initiative du ministère chargé de l'éducation ou d'autres organes responsables de la promotion de l'éducation scientifique, notamment les centres scientifiques. Tel est le cas en Belgique (Communauté française), en République tchèque, en Espagne, en Estonie, en Lettonie, en Lituanie, à Malte, en Hongrie, au Portugal, en Slovénie et en Turquie.

La majorité des concours et compétitions s'adressent aux élèves du secondaire, bien qu'un certain nombre visent ceux du primaire. Cependant, les activités de promotion de l'éducation scientifique commencent parfois à un plus jeune âge. En Norvège, le «Prix graines de science» (*Forskerfrøprisen*) est un concours destiné spécifiquement aux enfants de maternelle. Il est organisé chaque année par le Centre norvégien d'éducation scientifique. Les écoles maternelles candidates au prix sont celles qui démontrent l'application de bonnes pratiques pour stimuler l'exploration scientifique, et «stimulent la curiosité, l'émerveillement et la concentration des enfants» dans l'enseignement des matières scientifiques en maternelle ⁽¹¹¹⁾.

2.3. Encourager les jeunes à choisir des carrières scientifiques par le biais d'une orientation spécifique

Le manque d'intérêt des élèves pour les sciences et la relativement faible proportion d'étudiants en sciences préoccupent les décideurs au niveau européen (Commission européenne, 2007). Les enquêtes menées sur les attitudes et les perceptions des élèves concluent qu'ils ne voient pas l'intérêt d'étudier les sciences pour leur vie professionnelle future (Bevins, Brodie et Brodie, 2005; Cleaves, 2005). En outre, ils se font souvent une idée stéréotypée et étriquée des carrières scientifiques, ou ne sont simplement pas informés sur ce que signifie être un scientifique ou un ingénieur (Ekevall et al., 2009; Krogh et Thomsen, 2005; Lavonen et al., 2008; Roberts, 2002). Ainsi, la majorité des élèves d'Europe n'aspirent pas à devenir des scientifiques ou des ingénieurs (Sjøberg et Schreiner, 2008). Les aspects liés au genre influent également sur les aspirations professionnelles, les filles étant beaucoup moins intéressées par les carrières scientifiques (Furlong et Biggart, 1999; Schoon, Ross et Martin, 2007; van Langen, Rekers-Mombarg et Dekkers, 2006).

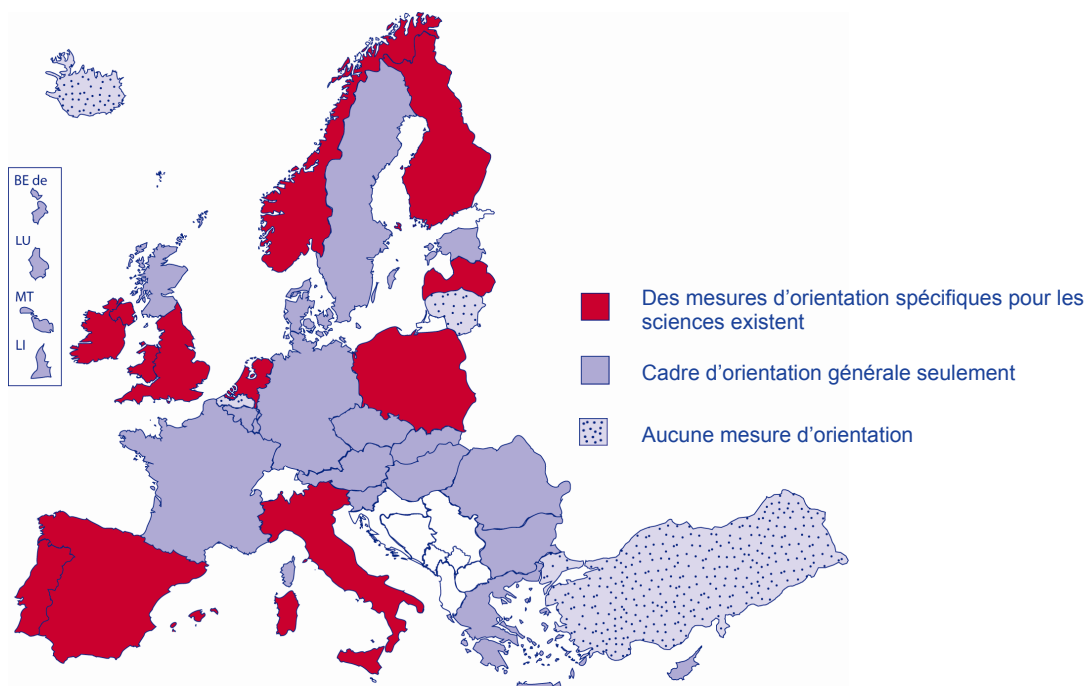
Outre celle de veiller à ce que les sciences soient enseignées en contexte (voir le chapitre 3), les suggestions pour remédier à cette situation comprennent celle d'inviter des experts scientifiques dans les écoles, d'organiser des visites sur le lieu de travail, et d'assurer des services d'orientation professionnelle ciblés. Les enquêtes menées auprès des élèves indiquent que les professionnels des sciences pourraient fournir des informations très utiles sur les débouchés en sciences et servir de modèles aux élèves (Bevins, Brodie et Brodie, 2005; Lavonen et al., 2008; Roberts, 2002).

Concernant l'orientation professionnelle, les recherches concluent souvent que les conseillers d'orientation, étant eux-mêmes insuffisamment informés sur les carrières scientifiques, ne sont pas bien équipés pour conseiller les élèves (Lavonen et al., 2008; Roger et Duffield, 2000). Aussi est-il important de renforcer la qualité de l'orientation professionnelle dans les écoles, en accordant une attention particulière aux besoins des filles. Les conseillers d'orientation ont besoin de comprendre comment enrayer l'idée que les sciences sont une activité masculine et rassurer les filles que, contrairement à l'une des principales objections soulevées, elles ne perdront aucunement de leur féminité en choisissant les sciences (Roger et Duffield, 2000). Cette dernière suggestion part de l'hypothèse que l'identité joue un rôle important dans le choix de carrière; et que le fait que les sciences soient considérées comme une discipline masculine contribue à décourager les femmes de s'y intéresser (Brotman et Moore, 2007; Gilbert et Calvert, 2003).

Une orientation scolaire et professionnelle à caractère scientifique, sensible aux aspects liés au genre, est donc nécessaire pour encourager à la fois les filles et les garçons à s'intéresser aux matières et aux carrières scientifiques.

⁽¹¹¹⁾ http://www.naturfagsenteret.no/c1557812/artikkel/vis.html?tid=1514469&within_tid=1557824 (NO)

◆◆◆ **Figure 2.3. Mesures d'orientation spécifiques pour encourager les élèves de niveau CITE 2 et 3 en Europe à viser une carrière scientifique, 2010/2011.**



Source: Eurydice.

Note spécifique par pays

Italie: les mesures d'orientation spécifiques concernent uniquement les élèves de niveau CITE 2.



Comme le montre la figure 2.3, dans la majorité des pays, l'orientation professionnelle concernant les débouchés en sciences fait partie du cadre d'orientation générale. Dans ces pays, les écoles ou autres organes concernés doivent généralement assurer un service d'orientation scolaire et professionnelle. Ils doivent fournir informations et conseils aux élèves et à leurs parents sur les diverses filières éducatives et les débouchés. Dans certains pays, plusieurs autres projets ou initiatives à petite échelle ont été mis en œuvre, consacrés à accroître l'intérêt des élèves pour les sciences.

Au **Danemark**, l'Université de Copenhague offre la possibilité d'une formation pratique auprès de certaines entreprises.

En **Estonie**, l'Unité de vulgarisation des sciences gère un programme intitulé «TeaMe» dont l'objectif principal est de stimuler l'intérêt des jeunes pour les carrières scientifiques et technologiques (des projets semblables sont décrits à la section 2.2).

En **Autriche**, l'initiative *Generation Innovation* ⁽¹¹²⁾ du ministère des Transports, de l'Innovation et des Technologies et du ministère de l'Éducation, des Arts et de la Culture, cherche à éveiller l'intérêt des enfants et des jeunes pour la recherche et l'innovation en sciences et technologies. L'une de ses trois principales activités consiste à aider les élèves à participer à des stages en entreprise. L'activité *ForschungsScheck* (Bon de recherche) fournit des bourses pour des projets scientifiques innovants, du préprimaire au secondaire supérieur.

Lorsque des mesures d'orientation spécifiques concernant les matières et les carrières scientifiques sont en place, elles concernent généralement les garçons et les filles au niveau secondaire inférieur et supérieur. La raison majeure de la mise en place de mesures d'orientation spécifiques pour les sciences citée par presque tous ces pays réside dans la nécessité d'éviter les manques d'effectifs scientifiques qualifiés en augmentant le nombre d'élèves qui choisissent des matières à caractère scientifique. En règle générale, elles ont pour objectif principal d'augmenter la proportion de jeunes

⁽¹¹²⁾ <http://www.generationinnovation.at/> (DE, EN)

qui choisissent des matières et carrières scientifiques en stimulant leur intérêt. Dans certains pays (par exemple, les Pays-Bas et la Pologne), cet objectif est explicitement lié à ceux de la stratégie de Lisbonne. La Norvège souligne l'importance de la compétence en mathématiques, sciences et technologie dans le contexte de la résolution des problèmes mondiaux liés à l'énergie, aux changements climatiques, à la santé, à la pauvreté et à l'habilitation.

Selon le pays, ces mesures prennent diverses formes, dont celle de programmes (en Espagne) ou de projets (en Italie) nationaux ou régionaux. Différentes parties prenantes, comme les autorités éducatives au niveau national ou régional; les établissements scolaires; les institutions d'enseignement supérieur (IES) et leurs étudiants, enseignants, chercheurs; et les employeurs, interviennent. Le contenu des programmes ou projets varie également d'un pays à l'autre. Dans la plupart des cas, il s'agit de visites d'universités, de visites d'études dans les entreprises, d'interactions avec des enseignants d'université, des élèves ou des employeurs. Des modèles et mentors sont souvent inclus. La chance est donnée aux élèves d'appliquer les connaissances acquises à l'école dans des situations professionnelles ou des activités de recherche réelles. Les écoles et les enseignants sont également aidés à introduire des innovations pédagogiques qui encouragent les élèves à envisager des carrières scientifiques.

En **Espagne**, les vocations scientifiques, ainsi que l'innovation et l'esprit d'entreprise sont encouragés par le biais de deux programmes nationaux. Le «Programme pour la promotion d'une culture des sciences et de l'innovation» est géré par la Fondation espagnole pour les sciences et technologies, un dispositif du ministère des Sciences et de l'Innovation et du ministère de l'Éducation.

Le deuxième programme, «Colonies de vacances scientifiques» (*Campus Científicos de Verano*) fait intervenir dix universités de six Communautés autonomes – Andalousie, Asturies, Cantabrie, Catalogne, Galicie et Madrid – dans le but de stimuler l'intérêt des élèves pour les sciences, les technologies et l'innovation. Des bourses spéciales sont offertes aux élèves ayant fait preuve d'aptitudes spéciales en sciences en quatrième (dernière) année de secondaire inférieur et première année de secondaire supérieur scientifique (*Bachillerato*). Les activités proposées au sein de ce programme permettent aux élèves de faire eux-mêmes l'expérience de la recherche en participant à des projets scientifiques conçus et dirigés par des universitaires, en collaboration avec des enseignants du secondaire.

Le projet intitulé *Rutas Científicas* (Parcours scientifiques) ⁽¹¹³⁾, actif depuis 2006 sous la responsabilité du ministère de l'Éducation, en coopération avec les ministères de l'Éducation des Communautés autonomes, concerne les élèves du secondaire supérieur qui étudient des matières scientifiques. La possibilité leur est offerte de faire des stages d'une semaine auprès de laboratoires, centres de recherche, industries technologiques, parcs naturels ou musées scientifiques. L'objectif est de compléter les connaissances scientifiques acquises en classe en découvrant leur application et leur utilité dans la vie de tous les jours. En 2010/2011, environ 1 500 élèves ont participé au programme.

Au niveau régional, le programme annuel de collaboration entre les établissements d'enseignement secondaire (CITE 2 et 3) et la faculté des sciences de l'Université de Saragosse vise à donner aux élèves de première et deuxième année du *Bachillerato* l'occasion de se familiariser avec la faculté de sciences. Les candidats retenus passent une semaine dans les départements de la faculté pour apprendre et participer aux tâches de recherche. Ils prennent également part à des cycles de conférences et d'expositions, tout au long de l'année, et les maîtres de conférence invités dans les établissements secondaires leur servent de modèles.

En **Italie**, le projet «Licences en sciences naturelles» (*Il Progetto Lauree Scientifiche*) est le résultat d'une collaboration entre le ministère des Universités et de l'Éducation, la «Conférence nationale des doyens de facultés de sciences et technologies» (*Conferenza Nazionale dei Presidi di Scienze e Tecnologia*) et la «Fédération des industries» (*Confindustria*). Démarré en 2004, il visait initialement à augmenter le nombre d'étudiants en licence de chimie, physique et mathématiques. Entre 2005 et 2009, environ 3 000 établissements scolaires et 4 000 enseignants du

⁽¹¹³⁾ <http://www.educacion.es/horizontales/servicios/becas-ayudas-subsenciones/centros-docentes-entidades/no-universitarios/becas-rutas-cientificas.html> (ES). Des informations spécifiques concernant l'Andalousie sont disponibles sur:
http://www.juntadeandalucia.es/educacion/nav/contenido.jsp?pag=/Contenidos/OEE/planesyprogramas/PROGRAMASEDUCATIVOS/VIAJES_ESCOLARES/CIENTIFICAS (EN)

secondaire, ainsi qu'environ 1 800 enseignants d'université ont participé aux différentes activités. Avec le soutien du «Comité technico-scientifique» (*Comitato Tecnico Scientifico* – CTS) du ministère, un réseau a été créé pour relier les partenaires aux niveaux national, régional et local.

En **Lettonie**, diverses initiatives pour les écoles et les élèves sont proposées dans le cadre du projet «Sciences et Maths»⁽¹¹⁴⁾. C'est au sein de ce projet qu'a lieu l'événement «Pensez autrement – soyez plus nombreux en sciences et mathématiques!». Pendant deux jours, les élèves rencontrent des scientifiques lettons et visitent des laboratoires et des entreprises industrielles. Lancée en août 2009, cette initiative sera reprise.

Aux **Pays-Bas**, *Platform Bèta Techniek*⁽¹¹⁵⁾, la plateforme commanditée par le gouvernement et les secteurs de l'éducation et du commerce, exécute le programme continu *JetNet* (Réseau jeunesse et technologie) pour l'enseignement secondaire. Celui-ci apporte une contribution importante aux efforts mis en œuvre pour encourager les élèves à choisir des carrières scientifiques. Les entreprises du réseau *Jet-Net* aident les établissements scolaires à rendre leur curriculum scientifique plus attrayant à travers diverses activités, ainsi qu'en permettant aux élèves de mieux comprendre leurs futurs débouchés dans l'industrie et la technologie. Les grands événements nationaux organisés dans le cadre du programme sont: la Journée des carrières *Jet-Net*, la Journée nationale *Jet-Net* des enseignants et la Journée des filles (25 entreprises participent). Un éventail de programmes et activités de plus petite envergure a également été élaboré, prévoyant activités d'accompagnement, recherche assistée en entreprise, conférences d'orateurs invités, réunions d'experts et ateliers pour enseignants.

En **Pologne**, le programme gouvernemental «Domaines d'étude ordonnés», lancé en 2008, cible principalement les étudiants des départements de sciences, mathématiques et technologie (CITE 4 et 5). Cependant, dans le cadre des activités du programme, des IES et universités individuelles organisent des activités de promotion dans des domaines à caractère scientifique, qui s'adressent à leurs futurs étudiants potentiels, c'est-à-dire les élèves du secondaire inférieur et supérieur (CITE 2 et 3). À l'occasion de ces festivals et pique-niques scientifiques, les IES et universités présentent leurs activités et leurs accomplissements. Lors des journées portes ouvertes des universités, les étudiants potentiels sont informés sur les cours proposés par l'institution et peuvent participer à des réunions, des cours magistraux et des ateliers en compagnie de professeurs et d'étudiants. Exemple de bonne pratique, l'«Université d'été de physique»⁽¹¹⁶⁾ est organisée par la faculté de physique de l'Université de Varsovie, en coopération avec l'Association polonaise de physique et la ville de Varsovie.

Au **Royaume-Uni**, le programme d'action en faveur des carrières STEM, géré par le Centre d'éducation scientifique (*Centre for Science Education* – CSE) à Sheffield Hallam University était destiné aux élèves de 11 à 16 ans. Le CSE créait et distribuait un large éventail de ressources en soutien du curriculum, des conseillers d'orientation professionnelle et de la formation professionnelle continue. Sa mission: «enthousiasmer les élèves, équiper les professionnels, soutenir les employeurs». Une campagne de communication intégrée comprenant publicité télévisuelle et cinématographique accompagnait le programme.

Au **Royaume-Uni (Irlande du Nord)**, en 2008, le ministre de l'Éducation a lancé le programme *Education, Information, Advice and Guidance* – CEIAG (éducation, information, conseils et orientation). L'objectif consiste à améliorer, chez les jeunes, la connaissance et la compréhension des possibilités de carrières nécessitant l'étude des disciplines STEM. Ce travail est axé sur l'élaboration de ressources pour informer les jeunes sur les carrières liées aux disciplines STEM et les avantages de la recherche d'un emploi dans ces domaines.

En **Norvège**, le programme national de motivation ENT3R⁽¹¹⁷⁾, engagé par le ministère de l'Éducation, est mis en œuvre, coordonné et évalué par le «Centre national pour le recrutement en sciences et technologies» (RENATE). Dans le cadre de ce programme, les jeunes de 15 à 18 ans sont mis en contact avec des étudiants à l'université ou dans un collège universitaire, dans le rôle de mentors. Ces mentors, qui leur servent de modèles, sont sensés pouvoir rendre les sciences et technologies plus attrayantes et inspirer les adolescents dans leur choix d'éducation et de carrière. Le

⁽¹¹⁴⁾ http://www.dzm.lv/skoleniem/events_for_students (LV, EN)

⁽¹¹⁵⁾ www.platformbetatechniek.nl ou www.deltapunt.nl (NL, EN)

⁽¹¹⁶⁾ <http://www.fuw.edu.pl/wo/lsf/> (PL)

⁽¹¹⁷⁾ <http://www.renatesenteret.no/ent3r/> (NO)

site internet de RENATE comprend également une base de données de «modèles» permettant d'accéder aux profils de divers individus de formation scientifique ou technologique. Depuis 2011, il est possible de réserver la visite d'un «modèle» à l'école. Une autre activité proposée par le programme ENT3R se présente sous forme de présentations mensuelles aux élèves par des entreprises des secteurs scientifique et technologique, sur l'intérêt et l'importance de l'enseignement des mathématiques et des sciences. Elle permet par ailleurs aux élèves de rencontrer de futurs employeurs.

Comme mentionné au début de cette section, le besoin spécifique se fait ressentir de mettre fin au déséquilibre des attitudes et de la motivation des filles et des garçons à l'égard des sciences et de leur étude, les filles étant beaucoup moins intéressés par les carrières scientifiques. Néanmoins, ces problèmes ne sont pas souvent abordés explicitement dans le cadre des mesures d'orientation spécifiques aux sciences actuellement en place. Quelques pays ont élaboré des programmes d'orientation particuliers pour les sciences; ils s'adressent aux jeunes femmes et/ou comportent des initiatives spéciales d'orientation des filles au sein de programmes d'orientation ou projets scientifiques existants.

En **Allemagne**, le «Pacte national pour les femmes dans les carrières en mathématiques, informatique, sciences naturelles et technologie» (*Nationaler Pakt für Frauen in MINT – Berufen*) – «Go MINT!»⁽¹¹⁸⁾, lancé en 2008, tente d'intéresser les filles aux matières MINT en proposant de les aider à choisir un parcours éducatif et de faciliter les contacts avec l'environnement professionnel. Dans l'un des plusieurs projets Go MINT, appelé «Cyber mentor», des femmes exerçant des professions liées aux disciplines MINT sont mises en contact avec des filles par courrier électronique afin de répondre à leurs questions. Dans d'autres projets, comme «goûter à MINT», des filles en fin de cycle secondaire se voient offrir la chance d'évaluer leur potentiel pour des études dans les disciplines MINT. Divers partenaires participent aux projets MINT (pour de plus amples informations sur les partenaires, voir la section 2.2).

En **France**, où le besoin de vocations scientifiques, plus particulièrement pour les filles, est cité dans le socle commun, un petit projet intitulé «Pour les Sciences»⁽¹¹⁹⁾ a été lancé en 2006 dans l'académie de Versailles. Il cherche à motiver les jeunes, et plus particulièrement les filles, à suivre des carrières scientifiques et soutient toute initiative dans le domaine des sciences et technologies.

Aux **Pays-Bas**, les filles en primaire et secondaire constituent l'un des groupes cibles définis dans le cadre de *Platform Bèta Techniek*. L'objectif est de permettre aux filles de prendre conscience de leur propre talent et d'acquérir des expériences d'ordre scientifique. Certaines actions spécifiques du programme *Jet-Net* (par ex. la journée des filles – voir ci-dessus) sont axées spécifiquement sur les filles; elles les mettent en contact avec des modèles féminins et leur donnent un aperçu général des débouchés en sciences.

En **Finlande**, le projet «Différences entre les genres, enseignement et apprentissage des sciences» (GISEL – *Gender issues, science education and learning*), porté par le département des sciences appliquées de l'éducation de l'Université d'Helsinki, a recherché des moyens d'influencer les attitudes des filles à l'égard des sciences et technologies dans leur choix de carrière, ainsi que celles des professionnels concernés. Dans la pratique, dans le cadre du projet et en coopération avec les enseignants, des méthodes d'enseignement des sciences ont été élaborées qui démontrent l'attrait des sciences et stimulent l'intérêt des jeunes pour les sciences, et plus particulièrement l'intérêt des filles. L'intention est de les motiver à étudier les sciences et à choisir les sciences au niveau secondaire supérieur.

Au **Royaume-Uni**, des initiatives nationales sont en place pour combattre le déséquilibre des genres en sciences et ingénierie. L'une des plus connues porte le nom de *Women into Science, Engineering and Construction* – WISE (les femmes dans les sciences, l'ingénierie et la construction). La campagne WISE collabore avec un éventail de partenaires pour encourager les filles d'âge scolaire à apprécier et suivre des cours de sciences, technologie, ingénierie et construction à l'école, puis à évoluer vers des carrières liées à ces domaines⁽¹²⁰⁾.

⁽¹¹⁸⁾ <http://www.komm-mach-mint.de> (DE, EN)

⁽¹¹⁹⁾ <http://www.pourlessciences.ac-versailles.fr/>

⁽¹²⁰⁾ <http://www.wisecampaign.org.uk> (EN)

En **Norvège**, le manque d'assurance des filles en mathématiques et en sciences est l'une des raisons à l'origine du lancement du programme ENT3R (voir ci-dessus). «Les filles et la technologie» est un autre projet collaboratif de l'Université d'Agder. Chaque année depuis 2004, le projet transporte des centaines de filles d'établissements secondaires (inférieur et supérieur) des comtés d'Agder à l'Université d'Agder pour une journée d'aventures technologiques. «Les filles et la technologie» donne aux filles la possibilité de rencontrer des modèles féminins du commerce et de l'industrie, d'assister à des démonstrations de travail en laboratoire et de voir des spectacles scientifiques et musicaux. UiA a directement bénéficié de cette activité d'orientation professionnelle à travers une hausse considérable du nombre de candidates à ses cours d'ingénierie et de technologie. En 2004, 45 étudiantes entamaient des études d'ingénierie à UiA. Après quatre années d'efforts ciblant les filles en général, et les filles et la technologie en particulier, ce nombre était monté à 114 en 2008.

Le projet *Realise*, démarré en 2010, vise à élaborer des mesures permettant d'accroître le recrutement des filles en sciences. Les filles de la 8^e à 13^e année constituent le groupe cible. Les mesures s'adressent aux élèves, aux enseignants, conseillers, administrateurs scolaires et propriétaires d'établissements scolaires. L'accent porte sur le recrutement de filles en sciences, notamment en mathématiques, physique, technologie, science de la Terre et TIC ⁽¹²¹⁾.

2.4. Actions d'encadrement des élèves particulièrement doués en sciences

Neuf pays accordent une attention spécifique aux élèves doués ou particulièrement intéressés par les matières scientifiques. Les actions d'encadrement dont ils font état consistent à élaborer et mettre en œuvre des activités spécifiquement adaptées aux besoins de ces élèves. Il s'agit de les encourager à maintenir leur intérêt pour l'étude des matières scientifiques et à choisir ce domaine pour leurs études supérieures et leur carrière. La plupart de ces activités d'encadrement sont assurées en dehors du temps de cours normal, pendant la pause déjeuner, après l'école et pendant les vacances scolaires.

Le Danemark, l'Espagne et le Royaume-Uni sont les seuls pays à avoir adopté des directives ou règlements spécifiques sur l'encadrement des élèves particulièrement doués.

Au **Danemark**, la législation en matière d'éducation exige l'organisation d'activités spécifiques destinées aux élèves particulièrement doués au niveau secondaire supérieur. Les directives communiquées aux établissements contiennent des exemples d'accompagnement individuel ou en groupes des élèves particulièrement doués. Elles couvrent l'organisation d'activités extracurriculaires dédiées à l'éducation scientifique. Les élèves et l'établissement décident ensemble des matières scientifiques auxquelles les activités seront dédiées ⁽¹²²⁾.

En **Espagne**, la Loi sur l'Éducation (LOE) de 2006 stipule que les élèves particulièrement doués et motivés doivent bénéficier d'un degré d'attention adapté à leurs besoins éducatifs. Les autorités éducatives des Communautés autonomes doivent, par conséquent, prendre des mesures adéquates et élaborer des plans d'action pour répondre à ces besoins.

⁽¹²¹⁾ <http://www.naturfagsenteret.no/c1515373/prosjekt/vis.html?tid=1514707> (NO)

⁽¹²²⁾ <http://www.uvm.dk/Uddannelse/Gymnasiale%20uddannelser/Love%20og%20regler/Bekendtgørelser.aspx> (DA, EN)

Au **Royaume-Uni** (Angleterre, pays de Galles et Irlande du Nord), des politiques et directives sont en place concernant l'accompagnement des élèves particulièrement doués⁽¹²³⁾. Des directives spécifiques pour l'enseignement des sciences sont prévues en Irlande du Nord⁽¹²⁴⁾.

Dans d'autres pays, les mesures d'encadrement des élèves particulièrement doués sont prévues dans le cadre soit d'un programme, soit d'un projet.

En **Bulgarie**, au sein du programme «Chaque élève accompagné», l'un des deux modules prend en charge l'encadrement des élèves particulièrement doués en sciences de la cinquième à la douzième année, afin de les préparer à participer aux concours scolaires. Le module couvre 50 classes par an. Les matières concernées sont la physique et l'astronomie, la chimie, la protection de l'environnement, la biologie et l'éducation à la santé. Le module est délivré dans les écoles, à la fin de la journée scolaire normale ou le week-end.

En **République tchèque**, deux projets pertinents sont en cours à l'initiative du NIDM (Institut national des enfants et de la jeunesse) du ministère de l'Éducation, de la Jeunesse et des Sports⁽¹²⁵⁾ (*Národní institut dětí a mládeže Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy*).

Dans le cadre du premier projet «Système d'encadrement pour l'épanouissement des enfants particulièrement doués dans les domaines scientifiques et techniques»⁽¹²⁶⁾, le NIDM collabore étroitement avec des experts externes à une enquête axée sur les employeurs et leur volonté de participer à l'épanouissement des élèves particulièrement doués intéressés par les sciences et technologies. L'enquête en question examine en détail ce que les employeurs attendent de ces jeunes, en tant que futurs employés potentiels de leurs entreprises. L'objectif est de déterminer, entre autres, dans quelles conditions et à quel degré les employeurs sont prêts à soutenir le travail effectué avec les élèves particulièrement doués.

L'autre projet, intitulé *Talnet*⁽¹²⁷⁾ cible les jeunes particulièrement doués de 13 à 19 ans intéressés par les sciences. Il cherche à repérer les élèves particulièrement doués et leur propose une multiplication systématique de leurs chances d'éducation dans les domaines des sciences naturelles et des technologies. Il fournit également un environnement en ligne adapté à leurs besoins. *Talnet* collabore avec des spécialistes de l'industrie, les enseignants, les parents et les psychologues. Bien que le projet soit organisé sous les auspices du NIDM, il est exécuté par le département de pédagogie de la physique de la faculté de mathématiques et de physique de l'Université Charles à Prague.

En **Estonie**, le «Centre de développement des élèves particulièrement doués» de l'université de Tartu⁽¹²⁸⁾ a élaboré et rassemblé diverses ressources pédagogiques qui soutiennent l'enseignement individualisé en classe et sont également utiles dans les activités extracurriculaires, dont les concours dans les établissements. L'objectif principal du Centre est de faciliter l'épanouissement des élèves qui manifestent un intérêt plus vif pour les sciences. Il offre à la fois les équipements nécessaires à l'enrichissement des connaissances des élèves au-delà du curriculum et les ressources nécessaires à un usage plus utile de leur temps libre. Le Centre organise des cours d'enrichissement en mathématiques, physique, chimie et sciences du vivant. Pendant l'année scolaire 2009/2010, environ 1 450 élèves ont participé à 36 cours. Ces activités sont principalement financées par le ministère de l'Éducation et de la Recherche.

Aux **Pays-Bas**, une programme de recherche pluridisciplinaire, intitulé *TalentenKracht* (esprits curieux)⁽¹²⁹⁾ a été lancé en 2005 dans le but de repérer, de préserver et de développer les talents des enfants de trois à six ans dans les domaines STEM (sciences, technologie, ingénierie et mathématiques). En plus des activités de recherche scientifique

⁽¹²³⁾ Informations complémentaires sur *Effective Provision for Gifted and Talented Children in Secondary Education* (Encadrement approprié des élèves particulièrement doués dans l'enseignement secondaire): <https://www.education.gov.uk/publications/standard/publicationDetail/Page1/DCSF-00830-2007> (EN). Voir également, pour le pays de Galles, le document intitulé «Quality Standards in Education for More Able and Talented Pupils» (Normes de qualité dans l'enseignement pour les élèves plus aptes et doués) sur <http://wales.gov.uk/topics/educationandskills/publications/circulars/qualitystandardseducation/?lang=en> (EN).

⁽¹²⁴⁾ http://www.nicurriculum.org.uk/docs/inclusion_and_sen/gifted/Gifted_and_Talented.pdf

⁽¹²⁵⁾ <http://www.nidv.cz/cs/> (CS, EN)

⁽¹²⁶⁾ <http://www.nidm.cz/projekty/priprava-projektu/perun/system-podpory-kognitivne-nadanych-deti> (CS)

⁽¹²⁷⁾ <http://www.talnet.cz> (CS)

⁽¹²⁸⁾ <http://www.teaduskool.ut.ee/> (ET)

⁽¹²⁹⁾ <http://www.talentenkracht.nl/> (NL)

menées par les diverses universités néerlandaises, il se concentre également sur l'influence du milieu social des élèves, et plus particulièrement des parents. Le programme est porté par le ministère néerlandais de l'Éducation et le programme VTB (élargir la technologie dans l'enseignement primaire) qui fait partie de *Platform Bèta Techniek* (voir la section 2.1.1).

En **Pologne**, le ministère de l'Éducation nationale a annoncé que l'année scolaire 2010/2011 était l'année de la découverte du talent (*Rok Odkrywania Talentów*)⁽¹³⁰⁾, notion qui inclut les domaines des sciences naturelles et de la recherche. Dans le cadre de la mise en œuvre du projet, le ministère de l'Éducation nationale a accordé le statut de «Centre de découverte du talent» à diverses institutions éducatives. L'initiative a été reprise par le «Centre de développement de l'éducation» (*Ośrodek Rozwoju Edukacji*)⁽¹³¹⁾.

En **Turquie**, les «centres sciences et arts» (*Bilim ve Sanat Merkezleri*) sont conçus pour apporter un soutien complémentaire aux élèves particulièrement doués du primaire et du secondaire. En assurant un enseignement complémentaire, ces centres cherchent à accomplir les principaux objectifs d'amélioration. Ils permettent en outre aux élèves inscrits en filière scientifique au niveau secondaire supérieur d'étudier les sciences et les mathématiques à un niveau avancé.

Au Danemark, en Espagne et en Pologne, les mesures d'encadrement des élèves particulièrement doués s'adressent spécifiquement au niveau secondaire supérieur, où les élèves sont prêts à choisir des options pour leurs études et leurs carrières.

Au **Danemark**, le projet *Forskspirer* (Germes de scientifiques)⁽¹³²⁾ vise les élèves particulièrement doués du niveau CITE 3 qui souhaitent faire l'expérience du monde de la recherche. L'Université de Copenhague assure la gestion du projet tandis que le ministère de l'Éducation et le ministère des Sciences, des Technologies et de l'Innovation le financent. Depuis le démarrage du projet en 1998, 60 à 80 écoles se portent volontaires chaque année et entre 120 et 180 élèves sont admis au programme. Le projet cherche à permettre aux élèves particulièrement doués de faire l'expérience de la recherche et tente de démystifier le travail des universités. Les élèves y participent pendant presque un an et ont le temps de se concentrer sur un thème spécifique, de visiter des universités, de participer à des séminaires, d'entrer en contact étroit avec un chercheur jouant le rôle d'un mentor, et d'obtenir une formation au travail scientifique sur un sujet particulier.

En **Espagne**, le projet de recherche pilote établi par la Communauté autonome de la région de Murcie en 2007 est aujourd'hui opérationnel: *Bachillerato de Investigación* (baccalauréat en recherche)⁽¹³³⁾. Différentes méthodes pédagogiques sont appliquées, permettant à la recherche, aux nouvelles technologies de l'information et de la communication, aux pratiques de laboratoire et au travail de terrain d'être optimisés dans toutes les matières. Ce projet est axé sur deux filières du *Bachillerato de Investigación*: «Sciences et Technologies», et «Lettres et Sciences sociales». L'objectif principal est de munir les élèves d'une excellente formation et de connaissances rigoureuses des diverses matières, ainsi que de les familiariser avec les méthodologies de recherche d'une manière pratique et agréable. Le *Bachillerato de Investigación* est proposé aux élèves qui obtiennent de bonnes notes à l'issue de leur 4^e année de cycle secondaire obligatoire (4^o ESO – *Educación Secundaria Obligatoria*) (CITE 2) et qui désirent améliorer leur apprentissage personnel. Des projets voisins sont engagés dans d'autres Communautés autonomes, notamment à Madrid⁽¹³⁴⁾.

En **Pologne**, le bureau de l'Éducation de la ville de Varsovie, avec le soutien du «Réseau d'accompagnement des élèves particulièrement doués de Varsovie» (*Warszawski System Wspierania Uzdolnionych*), a mis en place pour la période 2008-2012⁽¹³⁵⁾, un programme dont l'un des modules est consacré aux mathématiques et aux sciences pour les élèves particulièrement doués au niveau CITE 3. Le module consiste en des cours extracurriculaires délivrés par des enseignants des établissements scolaires de Varsovie.

⁽¹³⁰⁾ <http://www.roktalentow.men.gov.pl/projekt-strona-glowna> (PL)

⁽¹³¹⁾ <http://www.ore.edu.pl/odkrywamytalenty> (PL, EN)

⁽¹³²⁾ <http://forskspirer.ku.dk/> (DA)

⁽¹³³⁾ [http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=4772&IDTIPO=100&RASTRO=c1635\\$m](http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=4772&IDTIPO=100&RASTRO=c1635$m) (ES)

⁽¹³⁴⁾ http://www.madrid.org/dat_capital/deinteres/impresos_pdf/InstruccionesBExcelencia.pdf (ES)

⁽¹³⁵⁾ <http://www.edukacja.warszawa.pl/index.php?wiad=3025> (PL)

Les Pays-Bas et la Hongrie ont abordé le sujet des élèves particulièrement doués et particulièrement motivés en lançant des programmes nationaux de création de réseaux entre les écoles et les autres parties prenantes, à tous les niveaux d'éducation, y compris le niveau primaire.

Aux **Pays-Bas**, le programme Orion ⁽¹³⁶⁾ pour élèves particulièrement doués du primaire vise à encourager la création de pôles scientifiques régionaux. Un pôle scientifique est composé d'une université, de plusieurs écoles élémentaires et d'un organisme intermédiaire du type centre de formation continue ou centre scientifique. La création d'un pôle scientifique a pour objectif de proposer un éventail d'activités concrètes et d'élaborer des ressources éducatives capables de davantage inspirer les élèves du primaire en sciences. Plusieurs activités sont assurées, dont des cours pour les enseignants, l'élaboration de méthodes et de ressources pédagogiques, des leçons délivrées aux élèves par des scientifiques, des stages en entreprise et des colonies de vacances éducatives.

En **Hongrie**, le «Programme national de talent» ⁽¹³⁷⁾ cible également les enfants et les jeunes (CITE 0 à 3) particulièrement doués en sciences. L'organisme porteur est le «Conseil national d'encadrement du talent» (*Nemzeti Tehetségsegítő Tanács*) dont le rôle consiste à promouvoir et soutenir les organisations et initiatives dédiées à la reconnaissance, à la sélection et à l'accompagnement des jeunes particulièrement doués en Hongrie et au-delà des frontières. Le programme repose sur un réseau d'organisations diverses, dont des établissements scolaires et des ONG. Les sources de financement proviennent de l'Union européenne, du cofinancement public et du Fonds national pour le talent financé par le budget central, le Fonds du marché du travail et des sources du secteur privé. Les principales activités du programme comprennent le soutien à la formation continue des enseignants de sciences et le développement du talent dans le domaine de l'éducation scientifique. Des stages de formation de courte durée sont proposés aux enseignants et aux psychologues, ainsi qu'aux employés des écoles, ONG, etc. appartenant au réseau de développement du talent.

Synthèse

En conclusion, cet état des lieux des stratégies et politiques de promotion de l'éducation scientifique révèle que des cadres stratégiques globaux sont en place dans quelques pays seulement. Ces cadres sont tous articulés en plusieurs axes et comprennent divers programmes et projets à plus petite échelle. Bien qu'ils soient organisés différemment dans chaque pays, ils sont caractérisés, dans la plupart des cas, par une multitude de parties prenantes. Les objectifs exprimés dans ces stratégies sont soit liés aux objectifs éducatifs généraux pour la société dans son ensemble, soit clairement axés sur les établissements scolaires. Les domaines généralement considérés comme importants et nécessitant d'être améliorés dans le domaine de l'enseignement scolaire sont le curriculum, la formation des enseignants et les méthodes d'enseignement.

Les partenariats scolaires dans le domaine de l'enseignement des sciences sont organisés très différemment dans chaque pays européen. Les partenaires peuvent varier des organismes gouvernementaux aux établissements d'enseignement supérieur, et des associations scientifiques aux entreprises privées. Bien que certains partenariats s'intéressent à un sujet spécifique, la plupart englobent divers aspects de l'enseignement des sciences. Très peu de partenariats semblent chercher principalement à accroître l'intérêt des filles pour les sciences.

Même si les partenaires proviennent de divers domaines et apportent une contribution spécifique aux projets, ils cherchent généralement tous à accomplir un ou plusieurs des objectifs suivants:

- promouvoir la culture, les connaissances et la recherche scientifiques par la familiarisation des élèves avec les procédures scientifiques et la dissémination des résultats des recherches scientifiques dans les écoles (cela soutient également le travail des chercheurs dans le domaine de l'enseignement des sciences);

⁽¹³⁶⁾ <http://www.orionprogramma.nl/> (NL)

⁽¹³⁷⁾ <http://www.tehetsegprogram.hu/node/54> (HU, EN)

- faire comprendre l'utilité des sciences aux élèves, notamment par le contact avec des entreprises dans le domaine scientifique;
- renforcer l'enseignement des sciences en:
 - optimisant et en soutenant la mise en œuvre du curriculum scientifique, les disciplines et l'enseignement;
 - assurant une formation continue des enseignants, axée sur les travaux pratiques et l'apprentissage basé sur l'investigation;
 - encadrant les élèves dans leurs activités scientifiques à l'école;
 - accroître le recrutement en mathématiques, sciences et technologies en encourageant les élèves particulièrement doués et motivés à choisir des carrières dans ces domaines par le biais d'activités qui rapprochent les sciences scolaires du monde du travail.

Deux tiers des pays signalent l'existence de centres scientifiques nationaux et institutions analogues assumant des responsabilités officielles de promotion des activités scientifiques destinées aux élèves. Les partenariats scolaires et centres scientifiques se complètent souvent les uns les autres en partageant les objectifs susmentionnés.

La plupart des pays ne prévoient pas de mesures d'orientation professionnelle spécifique aux sciences pour chaque élève. Cependant, dans de nombreux pays, il existe des programmes et des projets dotés d'une mission d'orientation, qui tentent d'atteindre autant d'élèves que possible.

Pour la plupart des pays possédant une stratégie de promotion des sciences, l'orientation scolaire et professionnelle en fait partie intégrante. Quelques pays seulement ont en place des initiatives spécifiques cherchant à encourager davantage de filles à opter pour des carrières scientifiques.

Quelques pays seulement ont mis en œuvre des programmes et projets d'encadrement des élèves particulièrement doués et particulièrement motivés pour l'étude des sciences. Normalement, ces élèves se voient proposer un apprentissage supplémentaire, plus adapté à leurs besoins, sous forme d'activités extracurriculaires. Des parties prenantes extérieures à l'école, qu'il s'agisse d'organisations de recherche, d'enseignement supérieur ou du secteur privé, sont encouragées à apporter leur concours à ces initiatives.

CHAPITRE 3. ORGANISATION ET CONTENU DU CURRICULUM

Introduction

Les méthodes d'enseignement des sciences influent fortement sur les attitudes des élèves, sur leur motivation à l'étude et, par conséquent, sur leurs acquis. Ce chapitre traite de l'organisation de l'enseignement des sciences dans les établissements scolaires d'Europe.

La première section présente les principaux arguments de la recherche sur le débat entre enseignement intégré et enseignement par matières distinctes. L'examen de la pratique courante dans les pays européens s'intéresse à la durée de l'enseignement des sciences en tant que matière générale et aux pays dans lesquels il est par la suite divisé en matières individuelles. Nous nous interrogeons ensuite sur les matières distinctes enseignées et les intitulés qui leur sont donnés dans différents pays.

La section 3.2 se concentre sur la contextualisation des sciences dans les établissements scolaires. Elle examine les arguments théoriques sur lesquels repose ce principe et se penche sur les recommandations des documents d'orientation des pays européens à propos des sujets contextuels à aborder. Un panorama des théories et des recherches sur l'apprentissage des sciences, indiquant les démarches pédagogiques jugées efficaces, est donné en section 3.3, accompagné d'exemples des types d'activités scientifiques recommandées dans les documents d'orientation. La section 3.4 examine brièvement les mesures de soutien mises en place pour les élèves peu performants, tandis que la section 3.5 traite de l'offre d'enseignement des sciences dans l'enseignement secondaire supérieur. Les sections finales contiennent des informations sur les manuels scolaires et les ressources pédagogiques spécifiques aux sciences, ainsi que sur l'organisation d'activités extracurriculaires (section 3.6) avant de conclure par un inventaire des réformes récentes, en cours ou à venir de l'enseignement des sciences dans les pays européens (section 3.7).

3.1. Enseignement des sciences comme matière intégrée ou matières distinctes

L'enseignement des sciences à l'école primaire commence sous forme de matière unique et intégrée. Un débat permanent se poursuit cependant sur la question de savoir si l'enseignement des sciences devrait être organisé en plusieurs matières distinctes ou sous forme d'un seul programme intégré pendant les dernières années de scolarité.

Les termes *intégré*, *interdisciplinaire*, *pluridisciplinaire* et *enseignement thématique* sont souvent employés pour décrire divers types d'organisation du curriculum et degrés d'intégration. Dans la présente étude, le terme *enseignement intégré des sciences* désigne toutes les diverses organisations du curriculum qui fusionnent les éléments d'un minimum de deux disciplines scientifiques.

Il existe plusieurs groupes d'arguments en appui de l'approche intégrée de l'enseignement des sciences. Premièrement, l'intégration paraît être «logique» ou avoir une «validité apparente» (Czerniak, 2007) puisque dans la réalité, le savoir et l'expérience ne sont pas séparés en sujets distincts. Ce raisonnement insiste généralement sur le fait que les délimitations traditionnelles des disciplines ne correspondent pas aux besoins contemporains, et que la recherche scientifique elle-même devient de plus en plus intégrée et interconnectée (James et al., 1997; Atkin, 1998). Le deuxième raisonnement met en avant le processus de construction du savoir. Enseigner les sciences selon une approche intégrée et établir des liens entre les différentes disciplines est considéré comme un processus qui aboutit à de nouvelles façons de penser et à un savoir (Riquarts et Hansen, 1998) qui établit des liens entre les diverses aptitudes (Ballstaedt, 1995), qui développe la pensée critique, donne une vue d'ensemble et approfondit la compréhension (Czerniak, 2007). Il y a enfin l'idée fondamentale que l'enseignement intégré motive à la fois les enseignants et les élèves (St. Clair & Hough, 1992).

La critique de l'enseignement intégré des sciences tourne autour du manque de preuves empiriques de son impact positif sur la motivation et les acquis des élèves. En raison de l'usage vague ou varié

des définitions, la recherche tend à amalgamer les différents niveaux et objectifs de l'intégration. Il est en outre souvent impossible d'isoler les effets de l'enseignement intégré des autres variables qui influent sur l'apprentissage des élèves. Lederman & Niess (1997) vont jusqu'à soutenir que les élèves qui suivent des approches intégrées développent une compréhension moins fondationnelle et conceptuelle du fait que certains sujets spécifiques à certaines disciplines sont abordés de manière moins détaillée, voire omis.

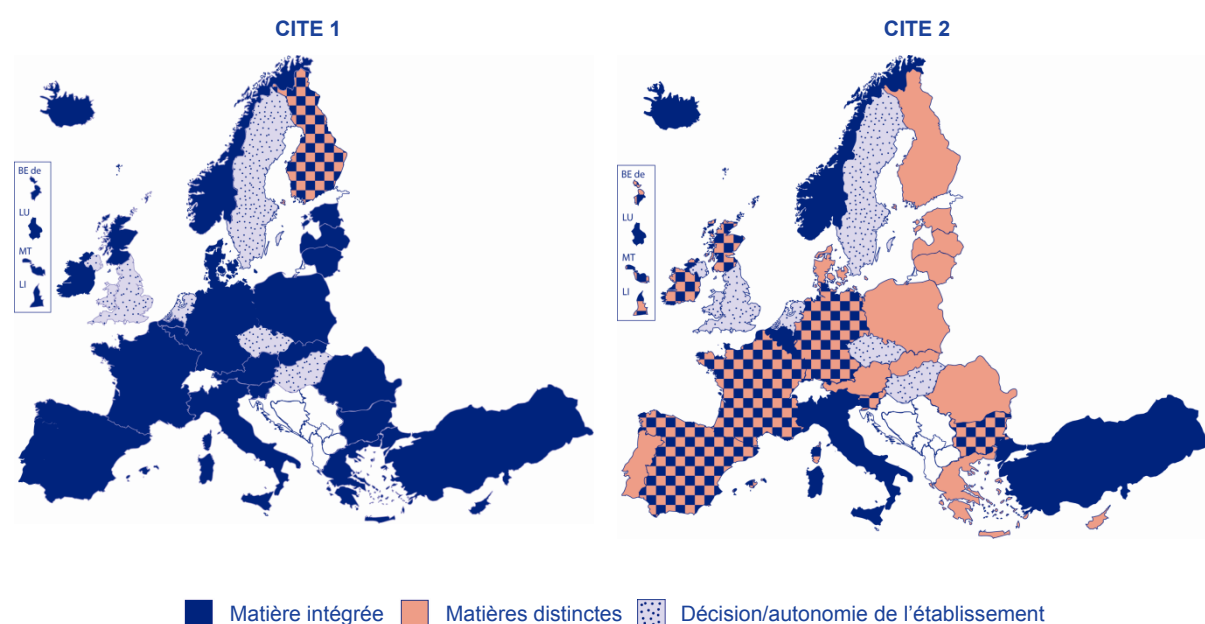
Les compétences des enseignants et leur maîtrise du sujet sont un autre aspect préoccupant des approches intégrées. Les enseignants sont habituellement formés à un nombre limité de disciplines et sont réticents à intégrer dans leurs cours une matière pour laquelle ils ne sont ni formés ni qualifiés au départ (Geraedts, Boersma & Eijkelhof, 2006; Wataname & Huntley, 1998). L'enseignement en équipe, d'autre part, peut entraîner des conflits au sujet du temps pris sur la journée scolaire et du contenu couvert.

Même si les arguments théoriques en appui soit de l'enseignement intégré, soit de l'enseignement par matières distinctes sont nombreux, peu de preuves empiriques de leur influence sur les résultats des élèves ont été mises en lumière (Czerniak, 2007; Lederman & Niess, 1997; George, 1996). Les deux formes d'enseignement des sciences, intégré ou séparé, se retrouvent dans les pays européens.

Organisation de l'enseignement des sciences dans l'enseignement primaire et secondaire inférieur

Dans tous les pays européens, l'enseignement des sciences commence sous forme de matière unique, générale et intégrée, sensée stimuler la curiosité des enfants à propos de leur environnement, leur transmettre des connaissances élémentaires sur le monde et les munir des outils qui leur permettront de pousser leur investigation plus loin. Les matières scientifiques intégrées favorisent le questionnement et l'investigation de l'environnement. Elles préparent les enfants à des études plus détaillées dans les années qui suivront. L'enseignement est généralement organisé en thèmes généraux, par exemple «les choses vivantes répondent à l'environnement» (Belgique – Communauté germanophone), «la diversité des créatures vivantes» (Espagne) ou «la vie et les créatures vivantes» (Turquie).

◆ ◆ ◆ Figure 3.1. Enseignement des sciences sous forme de matière intégrée ou de matières distinctes, selon les recommandations des documents d'orientation (CITE 1 et 2), 2010/2011.



Source: Eurydice.

Notes spécifiques par pays

République tchèque, Pays-Bas: dans la pratique, l'enseignement intégré des sciences domine au niveau CITE 1, et l'enseignement par matières distinctes au niveau CITE 2.

Luxembourg: dernière année de CITE 2 – autonomie de l'établissement.

Hongrie: 75 % des établissements assurent un enseignement intégré des sciences au niveau CITE 1.

Royaume-Uni (ENG/WLS/NIR): les documents d'orientation traitent les sciences comme une matière intégrée, mais les établissements jouissent de l'autonomie d'organiser leur enseignement comme ils l'entendent. Dans la pratique, l'enseignement intégré des sciences domine au niveau CITE 1, avant un plus haut degré de variation au niveau CITE 2.

Royaume-Uni (SCT): l'enseignement des sciences est intégré au niveau CITE 1, les élèves se spécialisent au niveau CITE 2, mais les niveaux de spécialisation (et le temps par matière) varient considérablement.



La figure 3.1 donne une vue d'ensemble des formes courantes de l'organisation de l'enseignement des sciences en primaire (CITE 1) et secondaire inférieur (CITE 2). Dans presque tous les pays européens, les sciences sont enseignées en tant que matière intégrée pendant tout le cycle primaire. Les exceptions sont le Danemark et la Finlande, où la séparation de l'enseignement des sciences en plusieurs matières débute pendant la dernière ou les deux dernières années du niveau CITE 1.

Par contraste, au secondaire inférieur, l'enseignement des sciences est généralement divisé en matières individuelles. Dans plusieurs pays, l'enseignement des sciences sous forme d'un programme intégré se poursuit au niveau CITE 2, puis est divisé en matières distinctes à la fin du niveau CITE 2 [(Belgique – Communauté germanophone), Bulgarie, Estonie, Espagne, France, Malte, Slovaquie et Liechtenstein]. Dans sept systèmes éducatifs européens seulement [(Belgique – Communautés française et flamande), Italie, Luxembourg, Islande, Norvège et Turquie], les sciences sont enseignées sous forme de matière intégrée sur toute la durée des niveaux CITE 1 et 2.

Étant donné que la rupture entre enseignement intégré et enseignement par matières distinctes n'est pas clairement alignée sur les niveaux scolaires, les informations données à la figure 3.2 sont par année de scolarité. Dans tous les pays européens, à l'exception du Liechtenstein et de la Turquie, l'enseignement des sciences débute pendant la première année du niveau CITE 1. Au Liechtenstein, les sciences ne sont pas enseignées pendant la première année, tandis qu'en Turquie, leur enseignement commence en quatrième année seulement.

Dans la plupart des pays européens, l'enseignement intégré des sciences dure six à huit ans. La durée de l'enseignement des sciences en tant que matière générale unique aux niveaux CITE 1 et 2 varie de quatre ans (en Autriche, Roumanie, Slovaquie et Finlande) à dix ans (en Islande et Norvège).

Dans quelques pays, l'enseignement intégré ou séparé des sciences peut avoir lieu aux mêmes années. Par exemple,

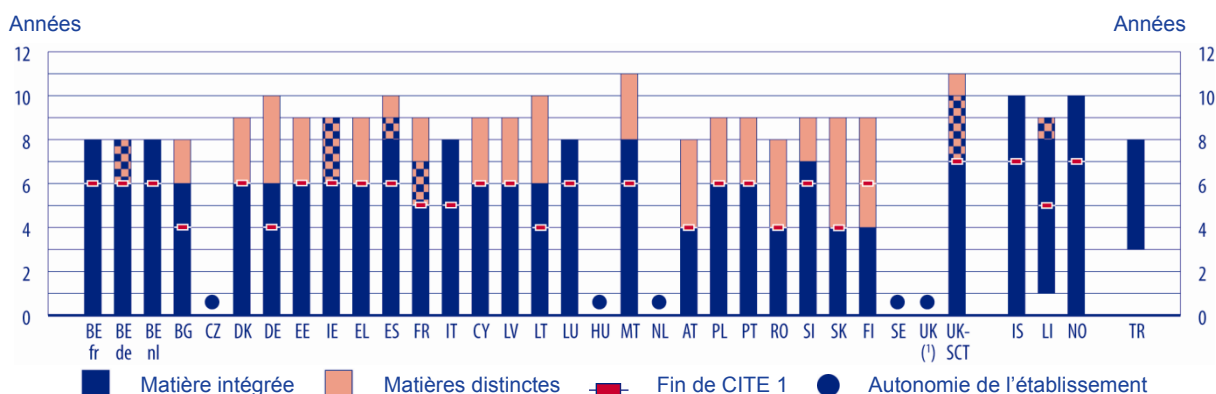
En **Irlande**, de la 7^e à la 9^e année, les sciences sont enseignées sous forme de matière unique. Cependant, le programme de sciences est présenté en trois sections distinctes correspondant aux trois matières: biologie, chimie et physique. Les enseignants ont le choix d'enseigner les trois matières séparément ou de manière coordonnée ou intégrée.

En **France**, en 6^e et 7^e années, environ 50 établissements scolaires mettent actuellement à l'essai l'enseignement des sciences sous forme de matière intégrée: l'EIST (enseignement intégré de science et technologie) ⁽¹³⁸⁾.

En **Espagne**, en troisième année de secondaire inférieur (9^e année de scolarité obligatoire), la matière intégrée appelée «sciences naturelles» peut être divisée en deux domaines («biologie et géologie» et «physique et chimie») si les Communautés autonomes en décident ainsi.

⁽¹³⁸⁾ Informations complémentaires sur <http://science-techno-college.net/?page=317>

◆◆◆ **Figure 3.2. Enseignement des sciences sous forme de matière intégrée ou de matières distinctes par année de scolarité (CITE 1 et 2), 2010/2011.**



Années d'enseignement	BE fr	BE de	BE nl	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FR	IT	CY	LV	LT	LU
Matière intégrée	8	6	8	6	●	6	6	6	6	6	8	5	8	6	6	6	8
Matière intégrée ou matières distinctes		2							3		1	2					
Matières distinctes				2	●	3	4	3		3	1	2		3	3	4	

Années d'enseignement	HU	MT	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK (1)	UK-SCT	IS	LI	NO	TR
Matière intégrée	●	8	●	4	6	6	4	7	4	4	●	●	7	10	7	10	5
Matière intégrée et matières distinctes	●		●								●	●	3		1		
Matières distinctes	●	3	●	4	3	3	4	2	5	5	●	●	1				

Source: Eurydice.

UK (1) = UK-ENG/WLS/NIR

Notes spécifiques par pays

Voir la figure 3.1.



Même lorsque les sciences sont enseignées en tant que matières distinctes, de nombreux pays insistent sur les liens entre les différentes matières. Le Danemark, l'Espagne, la Lettonie et la Pologne définissent des objectifs scolaires (objectifs pédagogiques) et/ou des référentiels communs pour la biologie, la chimie, la physique et la géographie ou la géologie. En France, le document d'orientation décrivant le curriculum du niveau CITE 2 commence par une introduction commune aux mathématiques, à la technologie et aux sciences. Dans plusieurs pays, l'enseignement de matières scientifiques distinctes est en outre organisé en thèmes, composantes de base ou activités d'apprentissage communs.

En **Lituanie**, les axes d'intégration entre biologie, chimie et physique sont les concepts de mouvement, d'énergie, de système, d'évolution de macro et micro systèmes et de changement. Tous les cours de sciences traitent des questions de développement durable en écologie, de protection de l'environnement et de santé et hygiène. Ils sont également centrés sur la place et le rôle de l'homme dans le monde.

Le curriculum national **roumain** contient des objectifs/compétences spécifiques qui relient les matières scientifiques distinctes les unes aux autres. Par ailleurs, la partie méthodologique de chaque programme est axée sur la nécessité de planifier les activités d'apprentissage intégré.

Intitulés employés pour le curriculum intégré de sciences

L'intitulé donné au curriculum intégré de sciences varie considérablement d'un pays européen à l'autre. En revanche, comme l'on pouvait s'y attendre, les matières distinctes sont habituellement intitulées biologie, chimie et physique (voir le tableau 1 en annexe).

En règle générale, l'enseignement intégré des sciences est simplement désigné par «sciences» ou par un intitulé évoquant le monde, l'environnement ou la technologie. L'objectif de stimulation de la curiosité des élèves pour le **monde** qui les entoure est mis en valeur dans l'intitulé «Orientation dans le monde» (Belgique – Communauté flamande, 1^{ère} à 6^e année), «Terre natale» (Bulgarie, 1^{ère} année), «Monde extérieur» (Bulgarie, 2^e année), «Les hommes et leur monde» (République tchèque),

«Exploration du monde naturel» (Grèce, 5^e et 6^e années), «Découverte du monde» [France (1^{ère} et 2^e années) et Lituanie (1^{ère} à 4^e année)], «Connaissance et compréhension du monde» (Royaume-Uni – pays de Galles, 1^{ère} et 2^e années) ou «Le Monde qui nous entoure» (Royaume-Uni – Irlande du Nord).

D'autres pays estiment que mettre l'accent sur l'**environnement** ou la **nature** est le moyen le plus approprié de développer l'intérêt des élèves; ils choisissent dès lors comme intitulés «La Nature et l'Homme» (ou les hommes) [Bulgarie (3^e à 6^e année), Hongrie et Lituanie (5^e et 6^e années)], «Étude de l'environnement» (Grèce, 1^{ère} à 4^e année), «Instruction environnementale» (Slovénie, 1^{ère} à 3^e année), «Les humains et l'environnement» (Pays-Bas, CITE 2), «Connaissance de l'environnement naturel, social et culturel» (Espagne), «Éducation à la nature» (Pologne, 1^{ère} à 3^e année), «Étudier l'environnement» (Roumanie, 1^{ère} et 2^e années), «Étude de l'environnement» (Portugal, 1^{ère} à 4^e année), «Sciences de la nature» (Portugal, années 5 et 6), «Nature et Société» (Slovaquie) ou «Histoire naturelle et éducation environnementale» (Islande).

Dans quelques pays, l'intitulé choisi illustre les liens avec la **technologie**: «Nature et Technologie» (Danemark et Pays-Bas, CITE 1), «Sciences expérimentales et Technologie» (France, 3^e à 5^e année), «Sciences naturelles et Techniques» (Slovénie, 4^e et 5^e années), «Science et Technologie» [Italie (6^e à 8^e année), Royaume-Uni (Irlande du Nord, *key stage* 3) et Turquie]. Les liens avec la technologie sont généralement soulignés pendant les dernières années d'enseignement des sciences en tant que matière intégrée.

La matière est simplement intitulée «Science» en Estonie, à Chypre, en Lettonie et au Royaume-Uni [(Angleterre, pays de Galles, *key stages* 2-3 et en Écosse] et «Science naturelle» en Norvège. En Belgique (Communauté flamande), en Espagne, au Portugal, en Roumanie et en Slovénie, l'intitulé devient «Sciences naturelles» pendant les 2 ou 3 dernières années d'enseignement des sciences sous forme de programme intégré.

Enseignement des sciences comme matières distinctes

Lorsque les sciences sont enseignées sous forme de matières distinctes, dans presque tous les pays, ces matières sont simplement intitulées biologie, chimie et physique (voir le tableau 1 en annexe). Dans certains pays, la géographie (ou science de la Terre) est également enseignée en tant que matière séparée. Dans la plupart des pays, ces trois ou quatre matières sont introduites immédiatement après la période d'enseignement intégré des sciences. Dans quelques-uns cependant (Grèce, Roumanie et Slovaquie), seule la biologie est enseignée pendant les premières années d'enseignement séparé, tandis qu'en Estonie, à Chypre et en Lettonie, l'enseignement des sciences commence par la biologie et la géographie. La Lituanie reporte l'enseignement de la chimie d'une année et commence par enseigner seulement la biologie et la physique.

Certains pays suivent une approche semi-intégrée au niveau CITE 2. En Espagne, les sciences sont divisées en deux matières conjointes: la biologie est enseignée avec la géologie, et la physique avec la chimie. De même, en France, les sciences du vivant et les sciences de la Terre sont enseignées ensemble, tandis que la physique et la chimie constituent une autre matière. Cependant, le nouveau programme de sciences français (mars 2011) encourage les établissements scolaires à enseigner les sciences du vivant et les sciences de la Terre, la chimie, la physique et la technologie sous forme de matière unique intégrée en 6^e et 7^e années.

Approches interdisciplinaires de l'enseignement des sciences

Il existe de nombreux liens naturels entre les sciences et d'autres matières et sujets interdisciplinaires. Qui plus est, l'enseignement des sciences est intrinsèquement lié à des sujets personnels et sociétaux. Ces liens sont souvent mis en évidence dans les documents d'orientation des pays européens, et les enseignants sont généralement encouragés à suivre des démarches transdisciplinaires autant que possible.

La loi sur la *Folkeskole* **danoise** (CITE 1 et 2) exige l'enseignement de sujets et problèmes interdisciplinaires.

Entre autres objectifs, l'enseignement secondaire en **Espagne** doit faire en sorte que les élèves «considèrent le savoir scientifique comme un savoir intégré, structuré en différentes disciplines»; ils devraient être capables de comprendre et d'appliquer les méthodes de résolution de problèmes à divers domaines de savoir et d'expérience ⁽¹³⁹⁾.

Au **Royaume-Uni (Irlande du Nord)**, les orientations relatives au curriculum traitent de l'importance d'un «apprentissage intégré» (*connected learning*), soulignant que «les jeunes ont besoin d'être motivés à apprendre et de cerner l'intérêt des connaissances qu'ils acquièrent, ainsi que les liens entre ces connaissances. Ce processus exige notamment d'être capable de comprendre que les connaissances acquises dans un domaine peuvent servir dans un autre et que des compétences similaires sont développées et renforcées sur l'ensemble du curriculum» ⁽¹⁴⁰⁾.

Les sciences sont souvent enseignées au sein de programmes/cadres transdisciplinaires ou comprennent des thèmes trans-curriculaires. Elles peuvent également être reliées à d'autres matières en appliquant les mêmes compétences transversales.

Au **Liechtenstein**, l'enseignement intégré des sciences relève de la matière «Les hommes et leur environnement», qui comprend des sujets sur «les modes de vie responsables/durables», «les questions clés sur l'être humain», «le rapport de l'homme à l'environnement» et «les vertus culturelles et morales».

En **Pologne**, les 1^{ère} et 2^e années, qui suivent le nouveau tronc commun, sont organisées autour de huit compétences clés transversales. Plus tard, de la 4^e à la 6^e année (l'ancien curriculum continue d'être suivi), les élèves doivent obligatoirement suivre l'une des voies pédagogiques (instruction écologique et éducation à la santé) qui intègrent divers éléments des différentes sciences.

Les documents d'orientation de certains pays spécifient les matières auxquelles l'enseignement des sciences devrait être relié. Les renvois habituels sont la compréhension de l'écrit (ou la langue d'instruction), les mathématiques, le design, la technologie, les TIC et les sciences sociales ou l'éducation morale.

3.2. Enseignement des sciences en contexte

De nombreux chercheurs concluent que le faible niveau ou la baisse d'intérêt des élèves pour les sciences s'explique en partie par le fait qu'elles sont présentées sous forme de collection de faits détachés, hors contexte et dépourvus de valeur, sans rapports avec le vécu des élèves (Aikenhead, 2005; Osborne, Simon & Collins, 2003; Sjøberg, 2002). Dans ce sens, les sciences scolaires traditionnelles sont perçues comme présentant des difficultés lorsqu'il s'agit d'éveiller la curiosité des élèves pour le monde naturel, notamment parce qu'ils n'arrivent pas à voir l'intérêt dans leur vie (Aikenhead, 2005; Millar & Osborne, 1998).

Si la tendance générale veut que ni les filles ni les garçons ne soient motivés par les sciences scolaires traditionnelles, ce manque d'intérêt semble être plus apparent chez les filles (Brotman & Moore, 2008). La situation est en partie due au fait que les centres d'intérêt à caractère scientifique des filles et des garçons peuvent être différents, les garçons étant souvent plus intéressés par les aspects technologiques qui font généralement partie du programme scolaire traditionnel. Par contraste, les centres d'intérêt des filles sont généralement sous-représentés dans l'enseignement des sciences, notamment dans le cas de la physique (Baram-Tsabari & Yarden, 2008; Häussler & Hoffman, 2002; Murphy & Whitelegg, 2006). Les différences d'attitudes entre les deux genres devraient être prises en compte dans les efforts d'amélioration des niveaux de motivation pour l'apprentissage des sciences.

L'un des moyens potentiels cités pour améliorer la motivation et l'intérêt des élèves pour les sciences consiste à prendre les contextes sociaux réels et les applications pratiques «comme *point de départ* du développement d'idées scientifiques» (Bennett, Lubben & Hogarth 2007, p. 348, italiques dans l'original). Il s'agit là de la méthode appelée enseignement des sciences en contexte ou approche sciences-technologie-société (STS).

⁽¹³⁹⁾ Décret royal 1631/2006 du 29 décembre, établissant le tronc commun national pour CITE 2 (BOE 5-1-2007). Le texte intégral est disponible sur <http://www.boe.es/boe/dias/2007/01/05/pdfs/A00677-00773.pdf> (ES)

⁽¹⁴⁰⁾ http://www.nicurriculum.org.uk/key_stages_1_and_2/connected_learning/ (EN)

L'enseignement des sciences en contexte met l'accent sur les aspects philosophique, historique ou sociétal des sciences et technologies; il met en rapport la compréhension des phénomènes scientifiques et le vécu quotidien des élèves. Certains chercheurs estiment que cette approche accroît la motivation des élèves à entreprendre des études scientifiques, aboutissant éventuellement à de meilleurs acquis scientifiques et une hausse des niveaux de recrutement d'étudiants (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007; Irwin, 2000; Lubben et al., 2005).

L'approche sciences-technologies-société nécessite que les sciences soient ancrées dans leur contexte social et culturel. Dans une perspective sociologique, il s'agit notamment d'examiner et de questionner les valeurs implicites dans les pratiques et les savoirs scientifiques; d'observer les conditions sociales ainsi que les conséquences du savoir scientifique et de son évolution; et d'étudier la structure et le processus de l'activité scientifique. Dans une perspective historique, les changements dans l'évolution des sciences et les idées scientifiques sont étudiés. Dans une perspective philosophique, l'enseignement des sciences en contexte soulève des questions concernant la nature de l'investigation scientifique et analyse les bases de sa validité (Encyclopædia Britannica Online, 2010). Il reconnaît également les sciences comme une «entreprise humaine» faisant intervenir l'imagination et la créativité (Holbrook & Rannikmae 2007, p. 1349).

L'enseignement des sciences en contexte et l'approche STS incorporent le vécu quotidien des élèves et les sujets sociétaux contemporains, dont les préoccupations éthiques ou environnementales, et devraient développer leurs capacités de pensée critique et leur responsabilité sociale (Gilbert, 2006; Ryder, 2002). Les cours de sciences STS visent à favoriser «l'utilité pratique, les valeurs humaines et un sens de rapport avec les sujets personnels et sociétaux, enseignés selon une démarche centrée sur l'élève» (Aikenhead 2005, p. 384). L'enseignement des sciences a pour objectif de faire des élèves de futurs citoyens responsables qui «comprennent les interactions entre les sciences et technologies et leur société» (Ibid.).

Comme nous l'avons vu plus haut, de nombreuses recherches concluent que les intérêts scientifiques des filles diffèrent à certains égards de ceux des garçons. Partant, il convient d'accorder une attention particulière à l'incorporation des besoins des filles dans l'enseignement des sciences, en le rendant «adapté aux filles» (*female-friendly*) (Sinnes, 2006). D'après les données de l'enquête ROSE (pour de plus amples détails, voir le chapitre 1), les chercheurs concluent que les filles sont particulièrement intéressées par le contenu du programme de sciences lié aux aspects humains, par exemple le corps humain, la santé ou le bien-être, tandis que les garçons privilégient les applications technologiques et leur dimension sociale (voir par exemple, Baram-Tsabari & Yarden, 2008; Christidou, 2006; Juuti et al., 2004; Lavonen et al., 2008). Cependant, étant donné que les centres d'intérêt des garçons et des filles se recouvrent dans une grande mesure, un enseignement des sciences en contexte, axé sur les aspects humains et sociaux des sciences peut intéresser les deux sexes. Ainsi, un curriculum adapté aux filles peut également être avantageux pour les garçons (Häussler & Hoffmann, 2002).

Mettant l'accent sur les centres d'intérêt communs des filles et des garçons, certains chercheurs critiquent l'idée d'un curriculum adapté aux filles et la forte catégorisation filles/garçons. Ils préfèrent parler d'enseignement des sciences «sensible aux différences entre les genres» (*gender-sensitive*) (Sinnes, 2006) ou «soucieux de l'égalité des genres» (*gender-inclusive*) (Brotman & Moore, 2008), reconnaissant «les différences entre tous les individus» et la diversité de leur vécu et de leurs centres d'intérêt (Sinnes, 2006, p. 79). Ils soutiennent qu'une telle redéfinition des curricula leur permet de répondre aux perspectives et expériences diverses de tous les élèves.

Sujets contextuels recommandés dans le curriculum scientifique

Comme l'indique la figure 3.3, les documents d'orientation des pays européens recommandent généralement divers sujets contextuels à aborder en cours de sciences, dans l'enseignement primaire et secondaire inférieur (voir les définitions dans la section Glossaire). Étant donné que, dans de nombreux pays, l'enseignement des sciences est séparé en plusieurs matières au niveau CITE 2 (voir la figure 3.1), des différences intéressantes entre les matières se profilent; celles-ci sont soulignées dans les notes et le texte. Il est important de mentionner dès le départ que les documents d'orientation ne peuvent donner que des indications quant aux dimensions contextuelles qui devraient être incorporées dans l'enseignement des sciences; ils ne nous informent pas sur la réalité au sein des établissements.

Sciences et environnement/durabilité traite des implications environnementales de l'activité scientifique. Ce sujet est recommandé par les documents d'orientation de presque tous les pays européens, à la fois en primaire et en secondaire inférieur. Il concerne généralement toutes les matières scientifiques (biologie, chimie et physique).

Le deuxième sujet contextuel le plus souvent recommandé est **science et technologies de tous les jours**. L'établissement de liens entre les sciences et technologies et la vie de tous les jours est recommandé dans les documents d'orientation au niveau primaire dans 29 pays européens. Au niveau secondaire inférieur, l'étude des applications technologiques au quotidien des phénomènes scientifiques est suggérée dans tous les pays pour toutes les matières scientifiques.

La mise en contexte des phénomènes scientifiques à travers des exemples relatifs au **corps humain** et à son fonctionnement est recommandée en primaire dans les documents d'orientation de 27 pays européens et en secondaire inférieur dans 29 pays. Lorsque les sciences sont enseignées sous forme de matières distinctes, le corps humain est un sujet évident en biologie; ce contexte n'a donc été étudié que dans l'optique de l'enseignement de la chimie et de la physique. Nous nous sommes intéressés à des sujets comme les forces à l'œuvre dans les muscles lorsque nous les utilisons pour le sport; le cœur, la pression artérielle et la circulation sanguine; les effets du rayonnement des solariums et du soleil sur la peau; l'influence des décharges électriques/de l'électricité sur les muscles et sur le corps; les effets de la radioactivité sur le corps humain; les produits pharmaceutiques et leurs effets sur le corps/la peau, etc.⁽¹⁴¹⁾. En physique et chimie, la contextualisation par le biais d'exemples relatifs au corps humain est recommandée dans moins de la moitié des pays européens (Bulgarie, Estonie, France, Lettonie, Lituanie, Pays-Bas, Autriche, Pologne, Portugal, Roumanie, Slovaquie et Finlande).

Sciences et éthique, ou l'examen des questions éthiques soulevées par le progrès scientifique et les innovations technologiques, est un sujet recommandé dans moins de pays en primaire qu'en secondaire inférieur. Les questions d'éthique sont plus souvent recommandées pour la discussion en cours de biologie qu'en cours de physique.

Les trois dernières dimensions contextuelles présentées à la figure 3.3 concernant la méthode scientifique, la nature de la science et la production de connaissances scientifiques. Il est peu surprenant de constater que ces questions plus abstraites sont plus souvent recommandées en secondaire inférieur qu'en primaire.

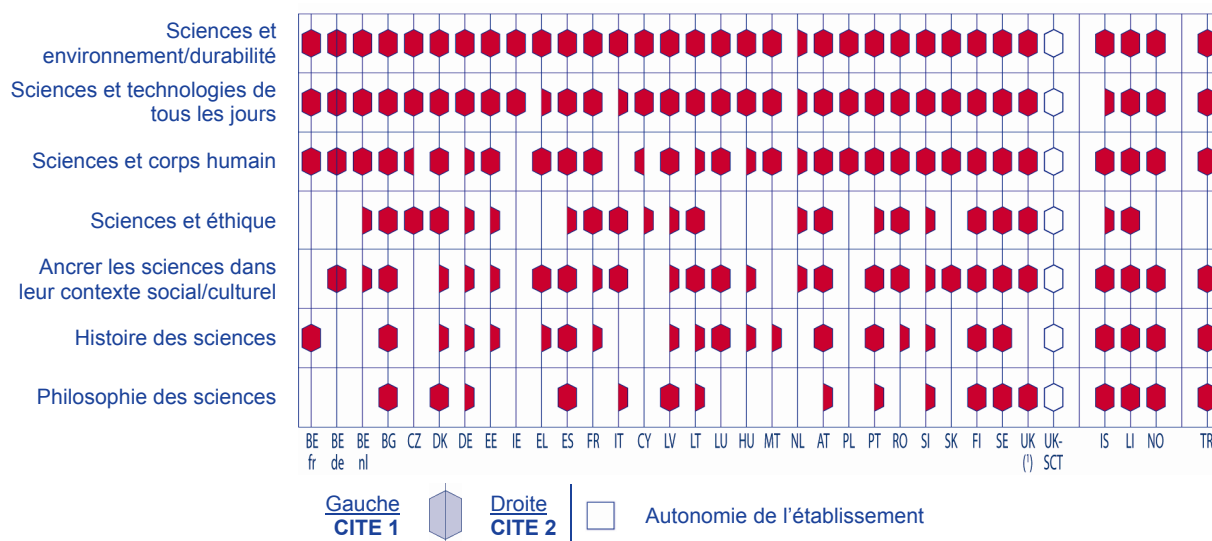
Ancrer les sciences dans leur contexte social/culturel est jugé important dans l'enseignement car le développement des connaissances scientifiques peut être considéré comme une pratique sociale dépendante des réalités politiques, sociales, historiques et culturelles de l'époque. Il s'agit d'examiner/questionner les valeurs implicites dans les pratiques et connaissances scientifiques; d'observer les conditions sociales ainsi que les conséquences du savoir scientifique et de son évolution; et d'étudier la structure et le processus de l'activité scientifique. En primaire, cette approche est recommandée dans environ la moitié des systèmes d'éducation européens. En secondaire inférieur, ancrer les sciences dans leur contexte social et culturel est suggéré dans 27 systèmes éducatifs.

L'**histoire de la science** est recommandée dans moins de la moitié des systèmes d'éducation européens en primaire. En secondaire inférieur, l'histoire de la pensée humaine à propos du monde naturel (de l'ère préhistorique au présent) est suggérée dans plus de la moitié des pays européens.

La dimension contextuelle la moins courante dans l'enseignement des sciences aux niveaux CITE 1 et 2 est celle de la **philosophie des sciences**. Environ un tiers seulement des systèmes éducatifs européens en primaire, et environ la moitié des pays en secondaire inférieur, suggèrent d'aborder des questions concernant la nature ou la validité de l'investigation scientifique.

⁽¹⁴¹⁾ Les exemples sont pour la plupart basés sur le questionnaire ROSE.

◆◆◆ **Figure 3.3. Sujets contextuels à aborder en cours de sciences, selon les recommandations des documents d'orientation (CITE 1 et 2), 2010/2011.**



Source: Eurydice.

UK (1) = UK-ENG/WLS/NIR

Note explicative

Au niveau CITE 2, un sujet contextuel particulier est marqué «recommandé» s'il est recommandé dans un cours de sciences intégré ou dans au moins une des trois matières scientifiques individuelles, à savoir biologie, chimie ou physique. Lorsqu'un certain sujet n'est pas recommandé dans toutes les matières scientifiques, les matières sont citées ci-dessous.

- Sciences et technologies de tous les jours** – Grèce, Lituanie: chimie et biologie. Pologne: physique.
- Sciences et corps humain** (la biologie n'est pas prise en compte – voir le texte ci-dessus). Danemark, Hongrie, Slovaquie: chimie. Grèce: physique.
- Science et éthique** – Slovénie: biologie et chimie. Danemark, Espagne, France, Chypre, Lettonie: biologie.
- Contexte social/culturel des sciences** – Autriche: physique et biologie. Danemark: biologie
- Histoire de la science** – Estonie: chimie et physique. Autriche: biologie et chimie.
- Philosophie des sciences** – Autriche: biologie.

Notes spécifiques par pays

- Royaume-Uni (ENG/WLS/NIR)**: histoire de la science uniquement en Angleterre et en Irlande du Nord.
- Royaume-Uni (SCT)**: les documents d'orientation ne contiennent aucune recommandation. Cependant, une importance particulière est accordée à l'apprentissage interdisciplinaire dans des cadres contextualisés et tous les sujets ci-dessus pourraient être inclus dans l'enseignement et l'apprentissage.



3.3. Théories de l'apprentissage des sciences et démarches pédagogiques

Cette section ne se propose pas de faire un exposé détaillé de l'énorme quantité de littérature de recherche sur la base théorique de l'enseignement des sciences, ni d'évaluer le large éventail de méthodes pédagogiques. L'objectif ici est de traiter brièvement des démarches pédagogiques les plus couramment considérées par les chercheurs dans le domaine comme «efficaces» dans le sens où elles améliorent la motivation et/ou les résultats des élèves.

Scott et al. (2007, p. 51) font remarquer que, bien que l'enseignement soit une activité réactive dépendant de plusieurs facteurs extérieurs, il est possible que certaines démarches pédagogiques soient plus efficaces que d'autres. Celles-ci seraient «étroitement liées à des objectifs pédagogiques clairs, ou impliqueraient [...] une activité motivante [...], ou remettraient en cause la pensée des élèves d'une manière stimulante, ou donneraient [...] aux élèves la chance d'articuler les idées qui se développent en eux».

Loin d'être inconciliables, les démarches décrites ci-dessous font fond l'une sur l'autre. Elles se recouvrent en grande partie et, surtout, elles sont potentiellement complémentaires. Harlen (2009) plaide, par conséquent, en faveur d'une combinaison de ces démarches pour produire une «meilleure pédagogie» pour l'enseignement des sciences.

Objectifs d'un bon enseignement des sciences

La notion de bonne démarche pédagogique est évidemment liée aux objectifs de ce que l'on estime être une «bonne éducation scientifique». Harlen (2009) résume ainsi ces objectifs: le développement de la culture scientifique et de l'aptitude à poursuivre l'apprentissage. Elle définit la culture scientifique comme «le fait d'être à l'aise et compétent avec les idées scientifiques générales, avec la nature et les limitations de la science et avec les processus scientifiques, et d'être apte à utiliser ces idées pour prendre des décisions en tant que citoyen informé et concerné» (Harlen 2009, p. 34).

Une grande variété de démarches pédagogiques et de théories sous-jacentes de l'apprentissage couvre ces objectifs de culture scientifique et de continuité de l'apprentissage. Ainsi, les moyens potentiels de les catégoriser ne manquent pas. En suivant le regroupement d'Harlen, nous distinguons les démarches suivantes: constructivisme individuel et social; discussion, dialogue et argumentation; investigation; et évaluation formative (Harlen 2009, p. 35).

Bien que les démarches pédagogiques et les méthodes d'évaluation soient manifestement reliées les unes aux autres, la question de l'évaluation formative ne sera pas traitée ici mais dans l'introduction théorique du chapitre 4 sur l'évaluation.

Changer les idées des enfants

Le constructivisme ou *changement conceptuel* dans le contexte de l'enseignement des sciences est un concept qui existe de longue date et qui a «le plus d'influence dans le milieu de l'enseignement des sciences» (Anderson 2007, p. 7). En substance, il donne lieu à l'idée que les enfants forment leur propre façon d'expliquer certains phénomènes naturels (appelées «conceptions erronées», «conceptions naïves», etc.) qui, cependant, sont très souvent en conflit avec les raisonnements scientifiques réels [pour une revue plus détaillée des théories de la construction de conceptions du sens commun par les apprenants, voir Eurydice (2006)].

Le but du changement conceptuel est, par conséquent, de réorienter la façon dont les élèves voient certains phénomènes et de remplacer leurs concepts «naïfs» par des concepts scientifiques. Pour réaliser cet objectif, les enseignants peuvent aider les élèves à tester leurs idées, les faire relier des idées issues d'expériences diverses et les exposer à des idées différentes (Harlen, 2009). La synthèse des recherches sur cette approche proposée par Appleton (2007) répertorie les questions, entretiens et observations des enseignants, ainsi que les dessins et cartes de concepts des élèves comme méthodes typiques à introduire dans le cadre de cette démarche de recensement des idées initiales des élèves.

Bien qu'Anderson, dans son compte rendu des théories de l'apprentissage des sciences, reconnaisse l'importance des théories du changement conceptuel pour améliorer l'apprentissage des sciences dans son ensemble, il soutient que les démarches pédagogiques engendrées par cette théorie ne s'accompagnent pas d'un impact positif sur la réduction de l'écart entre les élèves performants et peu performants (Anderson 2007, p. 14).

L'importance du langage

La discussion, le dialogue et l'argumentation dans le cadre de l'enseignement des sciences sont favorisés parce qu'il est établi que le discours oral et écrit est un aspect fondamental du processus d'apprentissage (des sciences). Évidemment, il ne s'agit pas d'une démarche isolée puisque le discours fait inévitablement tout autant partie des démarches pédagogiques axées sur le changement conceptuel que de celles qui reposent sur l'investigation.

Dans le contexte de l'enseignement des sciences, la notion de compétences d'argumentation désigne la capacité de «persuader ses collègues de la validité d'une idée spécifique... Dans l'idéal, l'argumentation scientifique est axée sur le partage, le traitement et l'acquisition de connaissances sur les idées» (Michaels, Shouse et Schweingruber 2008, p. 89). Évidemment, dans ce sens, le développement de ce type de compétences devrait également faire partie du contenu de l'enseignement en classe.

En effet, l'analyse des situations d'enseignement des sciences en classe réalisée par Lemke indique qu'«apprendre les sciences signifie apprendre à communiquer dans le langage des sciences et à se comporter comme un membre de la communauté des individus qui parlent ce même langage» (Lemke 1990, p. 16). Il analyse la manière dont les enseignants communiquent les sciences en classe et la manière dont le raisonnement scientifique est acquis en parlant. Il pousse plus avant ses réflexions sur les interactions linguistiques dans l'enseignement des sciences en évoquant l'importance de la culture multimédia dans ce contexte (Lemke, 2002). Au-delà du langage écrit et parlé, il y a les images, les diagrammes et toutes sortes de symboles à lire et comprendre dans le cadre de l'enseignement des sciences.

Se basant sur les théories et investigations de Lemke, Hanrahan se penche sur les pratiques discursives de l'enseignant en cours de sciences. Elle s'intéresse principalement aux aspects de la pratique discursive qui semblent le plus probablement contribuer à rendre les sciences accessibles aux élèves indépendamment du milieu socioculturel ou des aptitudes de ces derniers (Hanrahan, 2005). Harahan soutient que si l'équité dans l'éducation est un objectif, le «climat interpersonnel» dominant doit changer dans de nombreuses matières car les «enseignants peuvent, par mégarde, transmettre des attitudes qui isolent la plupart des élèves» (ibid, p. 2). De ses observations en classe dans des établissements australiens, elle conclut que l'approche de la différence en cours est importante en ce qui concerne le sentiment d'inclusion ou d'exclusion des élèves. Les exemples de pratiques positives comprenaient les cours dans lesquels les enseignants cherchaient à renforcer la «dialogicalité» avec les élèves; ils assumaient divers rôles et donnaient aux élèves un certain degré de souplesse dans leurs rôles correspondants; ils tentaient de trouver un équilibre entre discours formel et discours informel ainsi que «l'expression du détachement scientifique et de l'expérience subjective» (ibid, p. 8). Elle remarque toutefois que des cours isolés n'auraient pas en eux-mêmes d'effet durable sur les attitudes à l'égard des sciences scolaires. Par la répétition constante de telles pratiques discursives seulement, multipliées sur le temps, les élèves se sentent inclus comme apprenants «légitimes» des sciences (ibid, p. 8).

Aguiar, Mortimer et Scott (2010) analysent comment les questions des élèves peuvent avoir un impact sur le développement ultérieur du discours en classe. Ils s'intéressent plus particulièrement à l'influence des questions des élèves sur la «structure explicative de l'enseignement» et sur la manière dont elles modifient la forme du discours continu en classe. À partir de données rassemblées dans un établissement secondaire au Brésil, leur analyse fait paraître que les questions des élèves assurent une importante remontée d'information vers l'enseignant et permettent des ajustements de la structure pédagogique. Les données suggèrent ainsi la nécessité de tenir compte de la participation orale active des élèves dans la négociation tant du contenu que de la structure du discours en classe (Aguiar, Mortimer et Scott, 2010).

L'approche socioculturelle, y compris l'analyse du discours en classe, permet de mieux comprendre l'interaction entre langage, culture, genre et normes sociales. Elle montre que l'apprentissage des sciences est également un processus linguistique, culturel et émotionnel (Anderson, 2007).

Investigation

Le rapport «L'enseignement scientifique aujourd'hui» (Commission européenne 2007, p. 9) signale l'existence de deux approches jusqu'ici contrastées de l'enseignement des sciences: l'approche dite «déductive» et l'approche «inductive». Dans ce sens, la première peut être considérée comme la plus traditionnelle et la deuxième comme davantage orientée vers l'observation et l'expérimentation. Les auteurs soutiennent que la notion a évolué et qu'elle est aujourd'hui couramment appelée enseignement des sciences fondé sur la démarche d'investigation.

À partir de cette définition très générale se pose rapidement le problème principal du débat sur les approches d'enseignement fondées sur la démarche d'investigation: un manque de clarté terminologique. Ce problème est abordé par un grand nombre de chercheurs: (Anderson, Ch. 2007; Anderson, R., 2007; Appleton 2007; Brickman et al., 2009; Minner et al., 2009). Comme le font remarquer Minner et al. (2009, p. 476) dans leur récent compte rendu très détaillé de la recherche sur le sujet:

«Le terme 'investigation' est très employé dans l'enseignement des sciences. Il fait pourtant référence à au moins trois catégories d'activités distinctes: ce que les scientifiques font (par exemple, mener des investigations selon des méthodes scientifiques), comment les élèves apprennent (par exemple, en investiguant un problème ou un phénomène par la réflexion et l'action, souvent à l'image des processus employés par les scientifiques), et une approche pédagogique adoptée par les enseignants (par exemple, élaborer ou suivre des curricula qui permettent des investigations poussées)».

Un modèle permettant de prendre en charge les différentes formes d'approches basées sur l'investigation est proposé par Bell et al. (2005). Ils décrivent un modèle comprenant quatre catégories d'investigation qui varient en fonction de la quantité d'informations fournies à l'élève. La première catégorie, «l'investigation de confirmation», est la plus fortement dirigée par l'enseignant et l'élève reçoit le plus d'information. Les autres niveaux sont désignés par les termes «investigation structurée», «investigation guidée» et «investigation ouverte». Au niveau «confirmation», les élèves connaissent le résultat attendu. À l'autre extrême («investigation ouverte»), les élèves formulent les questions, choisissent les méthodes et proposent des solutions eux-mêmes.

Dans la synthèse réalisée par Minner et al. (2009) de 138 études ⁽¹⁴²⁾ sur l'impact de l'enseignement des sciences basé sur la démarche d'investigation, les auteurs attribuent ce manque d'interprétation commune du terme aux difficultés rencontrées dans l'examen de ses effets. Ils incluent ainsi dans leur enquête des études sur l'enseignement qui présentent les caractéristiques suivantes de l'instruction basée sur l'investigation: l'intérêt des élèves pour les phénomènes scientifiques, la pensée active des élèves, la responsabilité des élèves vis-à-vis de l'apprentissage et leur participation au cycle d'investigation. Tel est leur cadre conceptuel pour l'apprentissage basé sur la démarche d'investigation. Ils concluent que la majorité des études examinées font apparaître les impacts positifs de l'enseignement basé sur l'investigation sur l'acquisition et la rétention des connaissances par les élèves. Des effets positifs sur l'apprentissage conceptuel des activités interactives basées sur l'investigation sont également constatés. Dans l'ensemble, les résultats indiquent que «faire en sorte que les élèves réfléchissent activement et participent au processus d'investigation accroît leur apprentissage conceptuel des sciences» (p. 493). Cependant, rien n'indique qu'un usage intensif de l'enseignement basé sur l'investigation aboutit à de meilleurs acquis de l'éducation. Les chercheurs concluent néanmoins que cet aspect aurait besoin d'être analysé plus avant.

Brotman et Moore (2008), dans leur compte rendu de plusieurs études empiriques, remarquent que l'enseignement des sciences basé sur la démarche d'investigation, notamment s'il est introduit à un stade précoce, est dit avoir des effets particulièrement positifs sur les intérêts et les attitudes des filles à l'égard des sciences. D'autres études récentes, dont Brickman et al. (2009) indiquent que les élèves qui travaillent dans des laboratoires d'investigation font d'importants progrès au niveau de leur culture scientifique.

Activités d'apprentissage des sciences recommandées

Cette section s'intéresse à la question de savoir si les documents d'orientation (voir la définition sous Glossaire) des pays européens recommandent l'utilisation d'activités d'apprentissage spécifiques pouvant être considérées comme particulièrement motivantes pour les élèves de sciences. Il peut s'agir d'activités basées sur les méthodes d'investigation, le dialogue, la discussion, la verbalisation de problèmes, le travail collaboratif et indépendant, et l'utilisation des TIC.

Comme le montre la figure 3.4, les activités regroupées dans les catégories «discussions et argumentations» et «réalisation de projet» sont très fréquemment recommandées dans les documents d'orientation, tant au niveau primaire qu'au niveau secondaire inférieur. Cela n'est pas le cas pour l'utilisation d'applications TIC spécifiques.

L'activité la plus souvent recommandée dans les documents d'orientation pour le primaire est l'observation scientifique. Des activités de nature plus pratique, comme l'élaboration d'expériences, leur réalisation et leur présentation, sont également prises en compte. Cependant, les activités de type discussion et argumentation sont également citées dans les documents d'orientation de la plupart

⁽¹⁴²⁾ Les études analysées sont principalement menées aux États-Unis et couvrent la période de 1984 à 2002.

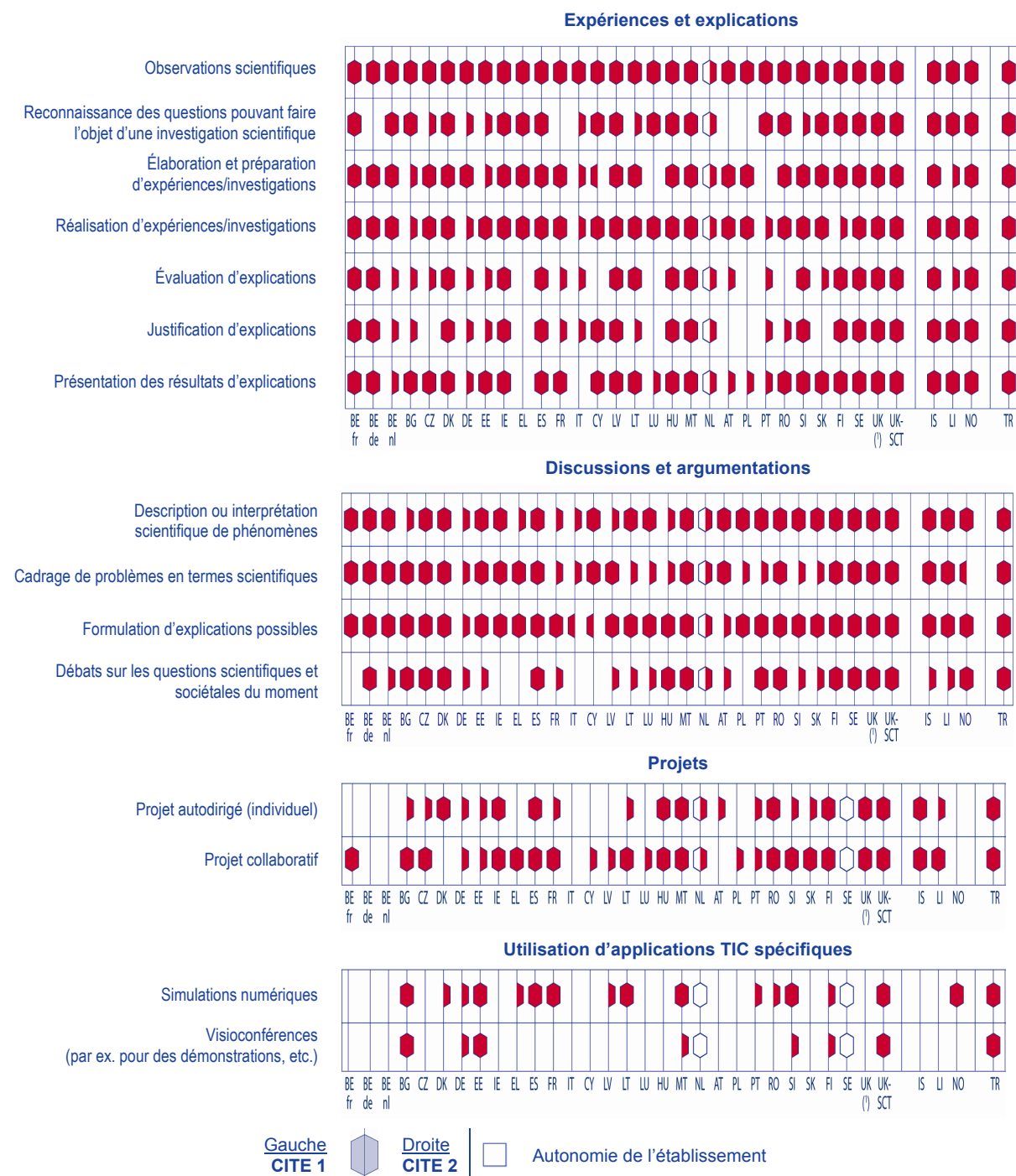
des pays, notamment la formulation d'explications possibles. Le projet collaboratif est une activité recommandée dans plus de la moitié des pays européens. Moins de pays recommandent toutefois le débat sur les questions scientifiques et sociétales du moment, les projets autodirigés et l'utilisation des TIC pour des simulations ou visioconférences à ce stade de la scolarité.

En secondaire inférieur, en dehors des activités déjà recommandées pour les élèves du primaire, des activités plus orientées vers la réflexion, par exemple l'élaboration et la réalisation d'expériences; la description et l'interprétation scientifiques de phénomènes; ou le cadrage de problèmes en termes scientifiques, sont recommandées dans quasiment tous les pays. Le débat sur les questions scientifiques et sociétales du moment et les projets autodirigés sont cités dans les documents d'orientation de la plupart des pays. L'utilisation des TIC en termes de simulations électroniques ou de visioconférences est beaucoup plus recommandée pour les élèves du secondaire que pour les élèves du primaire. Ces activités sont cependant citées dans les documents d'orientation de moins de la moitié des pays européens.

Il est intéressant de relever que presque tous les pays dans lesquels les sciences sont également enseignées en tant que matières distinctes dans le secondaire inférieur (voir la figure 3.2), il n'existe pas de différences entre les matières (physique, biologie ou chimie) dans les activités recommandées.

Nous constatons ainsi que les activités basées sur les méthodes d'investigation, le dialogue, la discussion et le travail collaboratif sont fréquemment recommandées dans les documents d'orientation des pays européens. Il convient toutefois de savoir que, aussi détaillés qu'ils soient, ces documents ne tentent pas de fournir des informations sur les pratiques adoptées en salle de classe.

◆ ◆ ◆ **Figure 3.4. Activités pédagogiques en sciences, selon les recommandations des documents d'orientation (CITE 1 et 2), 2010/2011.**



Source: Eurydice.

UK ⁽¹⁾ = UK-ENG/WLS/NIR

Notes spécifiques par pays

Italie: les données illustrées pour CITE 2 concernent la physique uniquement.

Lituanie: les données illustrées pour CITE 2 concernent les sciences enseignées sous forme de matières séparées.

Autriche: les données illustrées pour CITE 2 concernent la physique uniquement.



3.4. Mesures de soutien aux élèves peu performants

Les mesures de soutien aux élèves risquant de ne pas atteindre le niveau attendu en sciences sont régies et organisées de différentes manières.

Deux pays seulement ont défini des cibles nationales pour tenter d'améliorer les résultats en sciences.

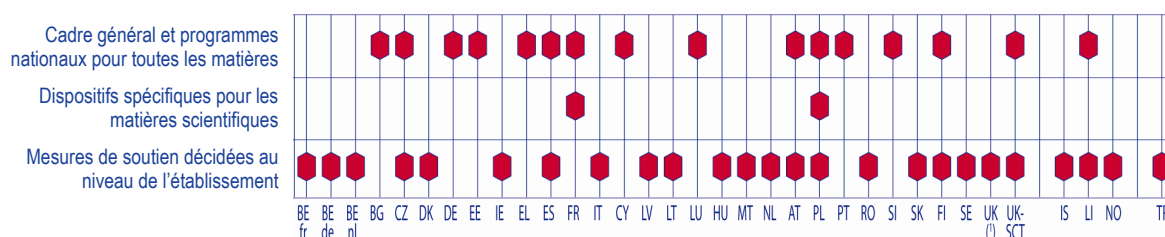
En **Lituanie**, le plan stratégique du ministère de l'Éducation et des Sciences pour 2010-2012 fixe une cible de 45 pour cent des élèves de 8^e année (CITE 2) correspondant aux critères (*benchmarks*) supérieurs (*advanced et high*), soit 550 points, dans l'enquête TIMSS 2012 pour les sciences naturelles ⁽¹⁴³⁾.

Aux **Pays-Bas**, dans le cadre de *Platform Bèta Techniek*, le niveau ciblé d'augmentation des nombres d'élèves dans les programmes de sciences et technologies du secondaire a été fixé à 15 pour cent.

Aucun pays ne possède de politique ou de stratégie de soutien spécifique aux élèves peu performants en sciences. Cependant, la majorité des pays soulignent qu'il appartient aux établissements ou aux enseignants eux-mêmes de prendre les décisions concernant les mesures d'encadrement des élèves en difficultés en sciences.

Dans la moitié des pays, des politiques générales de soutien des élèves sont en place mais aucune distinction n'est faite entre les matières. Les mesures et procédures prévues pour repérer les élèves en difficulté sont les mêmes pour les sciences que pour les autres matières. Deux pays cependant (la France et la Pologne) ont des dispositifs spécifiques en place pour l'encadrement des élèves en difficultés en sciences.

◆ ◆ ◆ **Figure 3.5. Offre de soutien aux élèves dans les matières scientifiques (CITE 1 et 2), 2010/2011.**



Source: Eurydice.

UK (*) = UK-ENG/WLS/NIR



Dans la plupart des pays, les établissements scolaires sont responsables de repérer les élèves peu performants et de les soutenir dans leur apprentissage. Le soutien qui leur est apporté dépend de leur situation particulière et peut varier d'un établissement à un autre dans le même pays. Cela est notamment le cas en Lituanie, en Suède, au Royaume-Uni (sauf Écosse) et en Norvège.

En **Lituanie**, le cadre curriculaire prévoit qu'il appartient aux établissements scolaires et aux enseignants d'élaborer des curricula spécifiques à chaque établissement et à chaque année en les adaptant aux besoins des années et des élèves concernés. Les résultats des élèves sont décrits à la fin de chaque période de deux ans, sur une échelle comprenant un niveau minimum, un niveau moyen et un niveau supérieur. Deux documents (orientations pédagogiques et directives en matière de contenu des curricula) définissent le contenu minimum à assimiler pour chaque matière afin d'atteindre le niveau minimum.

En **Suède**, pour toutes les matières, les écoles doivent fournir aux élèves le soutien dont ils ont besoin pour atteindre les objectifs fixés pour le niveau scolaire en question. Tel est le principe de base. Les établissements décident du type de soutien supplémentaire qui devrait être disponible et de la manière dont il devrait être fourni (par ex. enseignant, institution ou entreprise).

Tout soutien doit être financé par le budget de l'établissement. La situation est semblable en **Norvège**. Il vaut toutefois la peine de noter qu'en Suède, en 2011, un nouveau curriculum pour la scolarité obligatoire sera introduit, dans lequel

⁽¹⁴³⁾ http://www.smm.lt/veikla/docs/sp/2010/3_LENTELE.pdf

les objectifs et le contenu seront plus distincts. Il s'agit, entre autres, de donner aux établissements la possibilité de détecter les problèmes tôt dans la vie scolaire de l'élève et de prendre les mesures appropriées.

Le même principe s'applique au **Royaume-Uni** (sauf l'Écosse) où, selon un principe fondamental ancré dans les règlements, l'éducation devrait être adaptée à l'âge et à l'aptitude de l'enfant. Conformément à ce principe, la structure du curriculum est conçue de manière à tenir compte des différences d'aptitude et de performance des élèves. Le curriculum sépare le contenu des programmes des cibles à atteindre, qui définissent les normes nationales. Ces normes sont définies non pas en termes de progression à travers le programme d'année en année, mais selon une seule échelle englobant le primaire et le secondaire. En **Angleterre**, pour les élèves dont les acquis sont nettement inférieurs aux niveaux attendus à un âge particulier, les enseignants doivent parfois utiliser le contenu de programmes d'apprentissage comme ressource ou fournir un contexte, dans la planification d'un apprentissage adapté aux besoins de leurs élèves. Au **pays de Galles**, le curriculum national en sciences aux niveaux *key stage 2* et *key stage 4* stipule que: «Les établissements scolaires devraient utiliser les ressources de manières adaptées à l'âge, à l'expérience, à la compréhension et aux acquis des apprenants, afin de les faire participer au processus d'apprentissage. Pour les apprenants considérablement en dessous des niveaux attendus à l'un ou l'autre des stades clés, les établissements devraient utiliser les besoins de l'apprenant comme point de départ et adapter les programmes d'études en conséquences» (DCELLS/Gouvernement du pays de Galles 2008, p. 5). La situation est similaire en **Irlande du Nord**.

Dans la plupart des pays, un cadre général couvrant toutes les matières régit l'offre de mesures de soutien aux élèves peu performants. Les types d'activités à prévoir et les méthodes pour repérer les élèves en difficulté, ainsi que la durée de tout soutien, sont normalement définis au sein du cadre.

En **République tchèque**, les mesures de soutien les plus courantes pour les élèves peu performants sont les classes complémentaires, ou toute autre forme de préparation complémentaire, dont l'organisation et l'exécution sont l'entière responsabilité de l'établissement.

En **Espagne**, tous les établissements scolaires doivent inclure un «plan de mesures pour la diversité» dans leur plan scolaire. L'attention accordée à la diversité des besoins éducatifs des élèves individuels est l'un des principes fondamentaux de la scolarité obligatoire. Les établissements scolaires sont libres de sélectionner et de mettre en œuvre des mesures établies par la législation nationale, selon les besoins de leurs élèves. Les mesures peuvent prévoir, par exemple, de légères modifications du curriculum ou un regroupement flexible.

En **France**, les procédures de repérage des élèves en difficulté, quelle que soit la matière, utilisent les résultats des examens nationaux en français et en mathématiques (2^e et 4^e année de primaire) et le portfolio conçu pour évaluer les compétences du socle commun, ainsi que les supports d'évaluation mis au point par les enseignants. C'est à l'enseignant de la classe qu'il appartient d'assurer le soutien. En 2009/2010, une formation continue spécifique a été organisée pour les enseignants du primaire. Aux deux niveaux scolaires, les mesures de soutien sont basées sur le programme personnalisé de réussite éducative (PPRE)⁽¹⁴⁴⁾, conçu pour répondre aux besoins des élèves risquant de ne pas atteindre les objectifs du socle commun. Il repose sur un petit nombre d'objectifs, principalement en mathématiques et en français et, dans de rares cas, en sciences. Les mesures de soutien sont composées d'apprentissage différencié et d'instruction en petits groupes. Le groupement par niveau d'aptitude est parfois utilisé. Le soutien dure généralement quelques semaines mais varie en fonction des difficultés de l'élève et des progrès réalisés. À la fin du programme, une évaluation sur projet permet de prendre une décision sur le besoin ou non de soutien supplémentaire.

En **Grèce**, un programme de cours de rattrapage d'une à trois heures l'après-midi est proposé aux élèves du niveau CITE 2. Ils peuvent assister à l'un des cours de rattrapage ou à tous, à raison d'un maximum de 15 heures par semaine. De même, un programme de soutien supplémentaire est proposé aux élèves du niveau CITE 3, avec un maximum de 14 heures par semaine. L'enseignement de chaque matière ne dure pas plus que le nombre d'heures autorisé par le curriculum. Les programmes de soutien aux niveaux CITE 2 et 3 concernent des petits groupes d'élèves et font intervenir diverses méthodes pédagogiques. Ils sont assurés soit par les enseignants de l'unité spéciale de l'établissement, soit par des enseignants spécialistes supplémentaires.

⁽¹⁴⁴⁾ <http://eduscol.education.fr/cid50680/les-programmes-personnalisés-de-reussite-educative-ppre.html>

À **Chypre**, deux cadres sont en place pour chaque niveau éducatif. Au niveau primaire, le temps d'enseignement supplémentaire est attribué à chaque établissement par le ministère de l'Éducation et de la Culture au début de chaque année scolaire. Lorsque des élèves peu performants sont repérés par les écoles, le temps d'enseignement supplémentaire disponible aux enseignants est utilisé pour encadrer ces élèves par le biais de leçons individuelles ou en très petits groupes. Étant donné que ces leçons supplémentaires sont assurées pendant le temps de cours normal, les élèves doivent quitter la classe afin d'y assister. Au niveau secondaire, le ministère de l'Éducation et de la Culture encourage les enseignants à utiliser des stratégies pédagogiques – différenciation, instruction par les pairs, méthodes coopératives et activités basées sur l'investigation – pour aider les élèves en difficulté individuellement ou en groupes. Les classes de soutien pour élèves en difficulté ne doivent normalement pas dépasser 20 élèves. Si cela se produit, la classe doit être divisée en deux pendant la partie du cours consacrée à l'investigation expérimentale.

En **Slovénie**, au niveau CITE 2, des leçons supplémentaires sont assurées, quelle que soit la matière, par les enseignants de ces matières. Les élèves en difficulté peuvent assister à une leçon de 45 minutes une fois par semaine dans chaque matière. Les autres mesures de soutien couramment mises en œuvre en classe sont l'enseignement différencié et l'enseignement assisté par les pairs.

Au **Royaume-Uni (Écosse)**, tous les élèves peuvent bénéficier d'un soutien complémentaire. Les stratégies varient d'un établissement à l'autre et sont déterminées par les enseignants. Le soutien peut être assuré par le biais de ressources différenciées et groupements par aptitudes. Il est basé sur un modèle d'intervention progressive. Les enseignants peuvent être conseillés sur les stratégies de soutien des élèves au sein de la classe. Dans les cas de difficultés plus graves, le soutien est assuré soit par un auxiliaire d'enseignement, soit par des enseignants de soutien scolaire travaillant en coopération avec l'enseignant de la classe.

Au **Liechtenstein**, à compter de l'année scolaire 2011/2012, des auxiliaires d'enseignement seront en place au *gymnasium* (CITE 3) pour soutenir les enseignants dans les matières scientifiques, par exemple au niveau de la réalisation d'expériences.

Cinq pays ont lancé des programmes nationaux consacrés aux faibles performances scolaires dans toutes les matières, y compris les sciences.

En **Bulgarie**, dans le cadre du programme national «S'occuper de chaque élève», le module intitulé «Assurer un enseignement complémentaire pour aider les élèves à améliorer leur niveau» couvre toutes les matières de l'enseignement général, y compris les sciences naturelles. Les cours ont lieu à l'école, à la fin de la journée normale.

En **Allemagne**, la Résolution de la Conférence permanente du 4 mars 2010 est une stratégie nationale visant à accompagner les élèves dans toutes les matières pendant une période de plusieurs années, afin d'éviter l'échec scolaire et de favoriser l'acquisition de qualifications.

En **Espagne**, conformément au principe de diversité, trois types d'offre sont proposés aux établissements au niveau CITE 2. Premièrement, les «groupes de rattrapage scolaire spécifique» sont prévus pour aider à combattre les décrochages précoces. Il s'agit d'adapter l'offre scolaire aux besoins des élèves de moins de 16 ans qui, parce qu'ils sont défavorisés au plan socio-éducatif ou issus d'un milieu immigré, sont considérablement en retard dans la plupart des matières du curriculum, y compris les sciences naturelles. Deuxièmement, le «plan de diversification du curriculum» vise les élèves qui ont besoin de soutien afin d'atteindre les objectifs de l'enseignement secondaire obligatoire et d'obtenir les qualifications correspondantes. Les autorités éducatives des Communautés autonomes sont responsables de l'établissement du curriculum de ces programmes – les sciences et technologies constituent l'un des deux domaines spécifiques. Troisièmement, d'autres mesures de rattrapage scolaire sont en place pour les élèves des deux dernières années de scolarité obligatoire qui, en plus d'être très en retard dans la plupart des matières, ont une attitude négative à l'école et de sérieux problèmes d'adaptation, ou dont la scolarité est retardée ou irrégulière. Les matières concernées comprennent les sciences naturelles, la biologie, la physique et la chimie.

En **France**, une initiative nationale est en place dans certaines régions du pays en réponse à certains problèmes sociaux et éducatifs. Son but est de lutter contre l'impact des inégalités sociales, économiques et culturelles en améliorant l'éducation dans les régions où la performance scolaire est faible. Cette politique scolaire prioritaire implique de relier certains établissements du primaire et du secondaire aux Réseaux ambition réussite (RAR). Le nombre

d'établissements participants est de 254 établissements du secondaire inférieur et 1 750 écoles primaires (145). Un RAR est composé d'un établissement du secondaire inférieur et des écoles primaires et préprimaires voisines. Un contrat de quatre ou cinq ans avec l'académie et le RAR garantit un financement et un encadrement accrus. Les écoles sont responsables de la mise en œuvre de projets cohérents et de l'amélioration de l'enseignement, ainsi que de l'évaluation des résultats. Bien que le RAR se préoccupe des faibles performances scolaires en général, sans accorder d'attention particulière aux sciences, certains projets spécifiques cherchent à améliorer les acquis dans cette matière, notamment à travers une approche basée sur la démarche d'investigation (146). Deux exemples intéressants peuvent être cités: le projet «J'aime les sciences» mis en œuvre en avril 2010 par le RAR Pierre Mendès-France à La Rochelle (Académie de Poitiers) (147) et le projet «Une action pour développer la démarche d'investigation en sciences» porté par le RAR Gérard Philipe à Paris (148).

En **Pologne**, une série de règles nationales concernant les élèves particulièrement doués et les élèves en situation de difficultés d'apprentissage ou sociales a été adoptée en 2010. Les nouvelles règles insistent sur l'utilisation d'une approche personnalisée sensée favoriser le développement des talents et des centres d'intérêt des élèves, et soutenir les élèves en difficulté. Les mesures limitent également le recours au redoublement. Parmi les changements importants introduits, il convient de citer le fait que les mesures de soutien sont fournies à la demande des élèves ou de leurs parents, ainsi que l'abolition du nombre limite d'élèves pouvant participer aux cours. La forme de soutien la plus souvent recommandée est le cours de rattrapage. Ces nouvelles règles sont mises en œuvres progressivement, en commençant par les niveaux CITE 1 et 2 en 2010/2011, puis le niveau CITE 3 en 2011/2012.

Enfin, seuls deux pays signalent des initiatives spécifiques pour le soutien des élèves peu performants en sciences.

En **France**, dans le cadre de projets réalisés entre 2006 et 2009, un établissement secondaire à Besançon a assuré le soutien de ses élèves peu performants en sciences pendant les deux dernières années du niveau CITE 3 (149), avec évaluation sur contrat de confiance. Les objectifs étaient de repérer les problèmes dans chaque matière, de personnaliser le suivi des élèves en structurant le soutien apporté, de les remotiver à apprendre et de leur redonner confiance en eux. Quatre professeurs ont participé à cette initiative en soutien de 158 élèves dans cinq classes. Le temps consacré à chaque élève était de deux heures et demie par semaine.

La **Pologne** cite trois différents projets couverts par l'action «Égaliser les chances de scolarisation des élèves jouissant d'un accès limité à l'éducation et réduire les différences de qualité de l'éducation» au sein du Programme opérationnel d'investissement dans le capital humain, financé par le FSE. Ces trois projets concernent spécifiquement le soutien en sciences.

L'un d'entre eux, intitulé «Tout le monde a une chance de succès» (150) (mis en œuvre dans une école primaire de Poméranie occidentale depuis la première moitié de 2010) consiste en des cours de rattrapage en sciences pour les élèves de cinquième année. Ces cours consistent en des activités de développement et d'entretien des compétences scientifiques (par ex. utiliser un microscope), ainsi que de renforcement des connaissances acquises en cours de science.

Un deuxième projet, intitulé «Rêves à réaliser – Égaliser les chances d'éducation» est en œuvre dans un *gymnasium* (CITE 2) de Głogów pour la période de septembre 2009 à août 2011 (151). Dans le cadre de ce projet, des cours de rattrapage supplémentaires sont assurés en chimie et en physique. Les premiers résultats à la fin de chaque année indiquent des niveaux élevés de performance des élèves aux concours scolaires de sciences et chimie.

(145) <http://www.gouvernement.fr/gouvernement/l-education-prioritaire-et-les-reseaux-ambition-reussite>

(146) <http://www.educationprioritaire.education.fr/index.php?id=43>

(147) http://ww2.ac-poitiers.fr/ed_prio/spip.php?article94

(148) http://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p1_137774/rar-g-philipe-un-projet-au-service-de-l-acquisition-de-la-demarche-experimentale?cid=p1_90908andportal=piapp1_64152

(149) <http://www.ac-besancon.fr/spip.php?article1317>

(150) http://www.sp6.szkola.pl/pages/program_gosiak.pdf

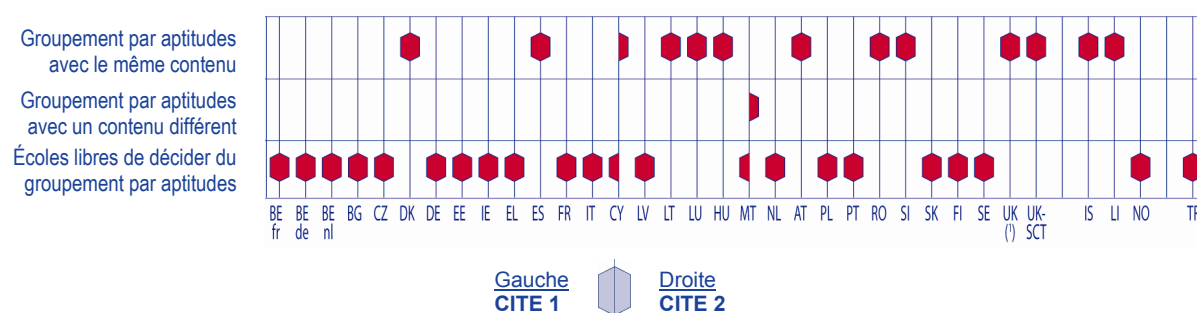
(151) http://www.marzenia.gim5.glogow.pl/viewpage.php?page_id=1

Un projet analogue, intitulé «Améliorer les résultats scolaires des élèves en CITE 1» (*Podnoszenie osiągnięć edukacyjnych uczniów szkół podstawowych województwa kujawsko-pomorskiego*)⁽¹⁵²⁾ est en cours dans la région de Kuyavie et Poméranie. Il est géré par le Centre de formation pédagogique de Bydgoszcz et implique 25 écoles primaires de la région, soit un total de 7 000 élèves de 6^e année. Des cours de rattrapage en sciences sont assurés pour ces élèves dans ces écoles.

Groupement par aptitudes

Le terme «groupement par aptitudes» désigne la pratique consistant à grouper les élèves en fonction de leurs aptitudes ou de leurs acquis de manière à ce que les niveaux d'aptitude d'une classe soient plus homogènes. Diverses formes de groupement par aptitudes sont employées dans les écoles, la plus courante étant le groupement par aptitudes au sein d'une même classe (Slavin, 1987). Bien que le groupement par aptitudes puisse également être utilisé avec les élèves ayant des besoins particuliers, ce type d'offre n'est pas pris en considération dans cette section.

◆ ◆ ◆ **Figure 3.6. Groupement par aptitudes en sciences dans une même classe, selon les recommandations des documents d'orientation (CITE 1 et 2), 2010/2011.**



Source: Eurydice.

UK (1) = UK-ENG/WLS/NIR

Note spécifique par pays

Royaume-Uni: le groupement par aptitudes n'est pas officiellement recommandé mais souvent utilisé dans les écoles.



Dans la majorité des pays, aux niveaux CITE 1 et 2, les documents d'orientation soit prescrivent, soit recommandent, que tous les élèves étudient le même contenu pour chaque matière, quel que soit leur niveau d'aptitude. À Chypre, ce principe s'applique uniquement au primaire; dans le secondaire inférieur, le groupement par aptitudes est pratiqué et le même contenu est recommandé pour tous les élèves mais enseigné à des niveaux de difficulté différents. En Italie, bien que le groupement par aptitudes ne soit pas recommandé, les documents du ministère de l'Éducation demandent que soient élaborés des plans personnalisés afin de tenir compte du rythme d'apprentissage de chaque élève. Chaque établissement est libre de décider du mode de mise en œuvre.

Treize pays (dont Chypre, comme mentionné plus haut) signalent que les recommandations stipulent que les élèves devraient être groupés par niveau d'aptitude dans les matières scientifiques mais que le même contenu devrait leur être enseigné aux niveaux CITE 1 et 2.

En **Espagne**, aux niveaux CITE 1 et 2, les établissements scolaires mettent en œuvre des actions et programmes conçus de manière à prévenir et à surmonter les difficultés d'apprentissage mineures en ajustant le curriculum sans en modifier les éléments de base. Cela permet à tous les élèves d'atteindre les objectifs généraux pour leur année ou leur niveau. Les mesures de soutien peuvent affecter l'organisation de l'enseignement ou du curriculum. Par exemple, l'une de ces mesures permet aux écoles de procéder à un groupement flexible, ce qui signifie que les élèves peuvent rejoindre des groupes correspondant à leur niveau d'aptitude en cours d'année scolaire, en fonction de leurs progrès. Les enseignants peuvent aussi apporter des modifications mineures au curriculum pour un ou plusieurs élèves, dont des variations au niveau du calendrier des objectifs ou de l'enseignement du contenu d'une matière, ou encore des

⁽¹⁵²⁾ http://projektunijny.cen.bydgoszcz.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=7

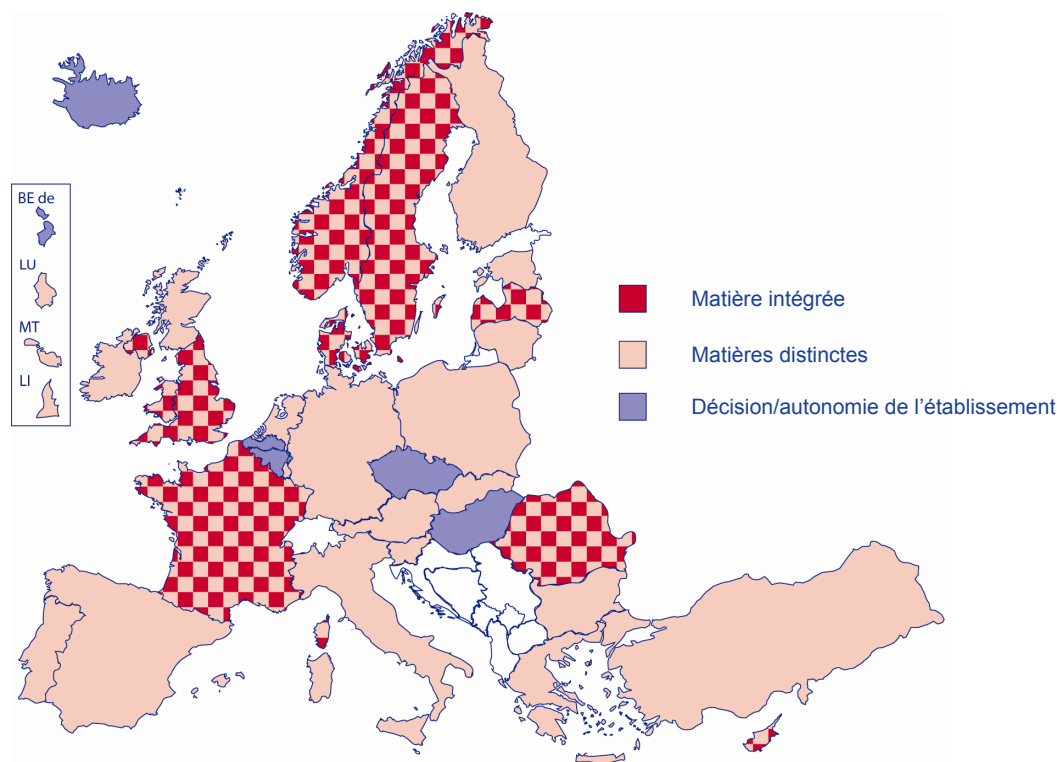
modifications au niveau des méthodes pédagogiques. Ce type de modifications ne devrait pas changer les éléments de base du curriculum (objectifs, contenu et critères d'évaluation).

Malte est le seul pays où les élèves peuvent être groupés par niveaux d'aptitude et recevoir un enseignement différencié au niveau du contenu des matières. Cette pratique n'est toutefois adoptée qu'au niveau CITE 2 et sera progressivement abolie dans les prochaines années.

3.5. Organisation de l'enseignement des sciences dans l'enseignement secondaire supérieur général

Comme dans le cas de l'enseignement obligatoire, les modalités d'enseignement des sciences dans le secondaire supérieur varient d'un pays à l'autre (voir la figure 3.7). En outre, étant donné que ce niveau d'enseignement est souvent organisé en filières, l'organisation de l'enseignement des sciences change en fonction de la filière de l'établissement. Évidemment, l'élément scientifique dans les filières artistiques et littéraires est moindre par rapport aux filières scientifiques spécialisées

◆◆◆ **Figure 3.7. L'enseignement des sciences dans l'enseignement secondaire supérieur général, selon les recommandations des documents d'orientation (CITE 3), 2010/2011.**



Source: Eurydice.

Notes spécifiques par pays

Italie: l'information concerne uniquement le *Liceo* spécialisé en sciences.

Royaume-Uni: en phase avec les nouveaux programmes scolaires du niveau *key stage 4*, les nouveaux critères spécifiques aux matières scientifiques du brevet d'études secondaires générales (GCSE) ont été publiés en 2009. Les organismes certificateurs sont en train de mettre au point les spécifications correspondant aux différentes matières d'après ces critères, pour l'enseignement à partir de 2011.

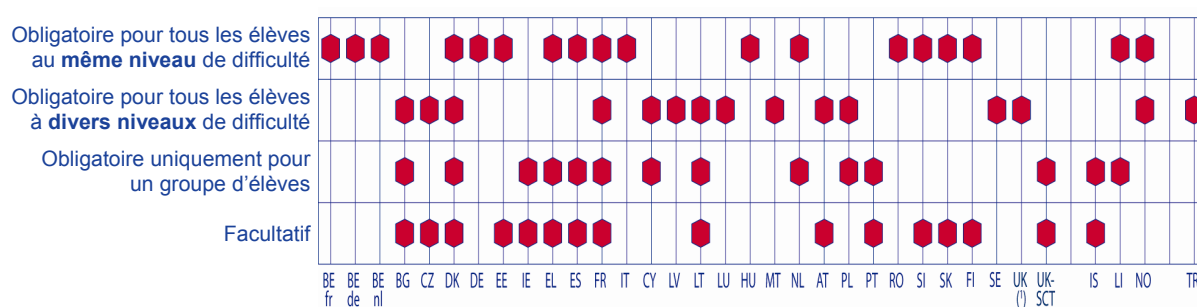
◆◆◆

Comme le montre la figure 3.7, dans presque tous les pays ou régions d'Europe, les curricula nationaux de l'enseignement secondaire supérieur général considèrent les sciences comme des matières distinctes. Dans certains pays [Danemark, France, Chypre, Lettonie, Roumanie, Suède, Royaume-Uni (Angleterre, pays de Galles, Irlande du Nord) et Norvège], une approche intégrée des sciences a également été adoptée. En France, par exemple, dans le cadre de la réforme du *lycée* lancée en 2010, le cours facultatif intégré «enseignement d'exploration» a progressivement été

introduit en plus des matières scientifiques distinctes. Il aborde certaines thématiques liées aux sciences et cherche à aider les élèves dans leur orientation scolaire et professionnelle. En Roumanie, l'approche intégrée de l'enseignement des sciences est adoptée dans certaines filières seulement. À Chypre et en Norvège, les sciences sont enseignées sous forme de matière intégrée uniquement pendant la première année du niveau CITE 3. Par la suite, elles sont enseignées sous forme de matières distinctes. Dans d'autres pays, à savoir la Belgique, la République tchèque, l'Irlande (pour la première année), la Hongrie et l'Islande, les établissements décident eux-mêmes des modalités d'enseignement des sciences. Par exemple, en République tchèque, les sciences sont incluses dans le curriculum national sous la thématique «Les hommes et la nature»; chaque établissement est toutefois libre d'organiser l'enseignement des sciences soit comme matière intégrée, soit comme matières distinctes.

Dans presque tous les pays européens, les matières scientifiques comprises dans le curriculum national sont obligatoires pour tous les élèves du niveau CITE 3. Néanmoins, tous les élèves n'étudient pas les matières scientifiques au même niveau de difficulté. L'enseignement dépend des années et/ou des filières choisies par les élèves (des informations complémentaires sur les différentes matières enseignées sont données au tableau 2 en annexe).

◆ ◆ ◆ **Figure 3.8. Statut des matières scientifiques dans l'enseignement secondaire supérieur (CITE 3), selon les recommandations des documents d'orientation, 2010/2011.**



Source: Eurydice.

UK (1) = UK-ENG/WLS/NIR

Notes spécifiques par pays

Grèce: les matières scientifiques sont obligatoires pour chaque élève, au même niveau de difficulté, en première année du niveau CITE 3 seulement.

Espagne: les matières facultatives sont régies par les Communautés autonomes et les établissements, conformément aux règles établies par le ministère de l'Éducation, qui stipulent qu'il appartient aux établissements de programmer leurs matières facultatives selon les demandes des élèves et en tenant compte de leur personnel enseignant.

Italie: l'information concerne le *Liceo* spécialisé en sciences.

Pologne: l'éducation scientifique au niveau élémentaire s'achève après la deuxième des trois années du programme de l'enseignement secondaire supérieur général. L'enseignement renforcé des sciences se poursuit sur toute la période du secondaire supérieur.

Slovénie, Finlande: en règle générale, les élèves du secondaire supérieur suivent des cours obligatoires en biologie, géographie, physique et chimie mais peuvent également choisir des options spécialisées.

Slovaquie: les matières scientifiques sont facultatives pendant la troisième année du niveau CITE 3 pour les élèves qui ne choisissent pas une matière scientifique pour l'examen de fin de scolarité.

◆ ◆ ◆

Cependant, dans sept pays (par exemple, le Danemark, la Grèce, la Hongrie, le Liechtenstein et la Norvège), toutes les matières scientifiques ne sont pas obligatoires pour toutes les années du niveau CITE 3. À Malte, au niveau CITE 3, tous les élèves doivent choisir au moins une matière parmi une série de matières scientifiques mais le niveau peut être différent.

Dans plusieurs cas (Bulgarie, République tchèque, Grèce, France, Chypre, Pologne, Slovénie et Royaume-Uni), les matières scientifiques sont obligatoires pour chaque élève uniquement pendant les premières années du secondaire supérieur. Dans certains pays [Irlande, Autriche, Portugal, Royaume-Uni (Écosse), Liechtenstein et Islande], ces matières sont soit obligatoires uniquement pour certains élèves dans des filières spécialisées du secondaire supérieur général, soit considérées comme non obligatoires/facultatives.

3.6. Manuels scolaires, supports pédagogiques et activités extracurriculaires

La qualité de l'enseignement des sciences est influencée non seulement par le choix d'approches pédagogiques et de contenu disciplinaire, mais aussi par les types de ressources pédagogiques employées en cours. Les activités scientifiques extracurriculaires, organisées en dehors du temps de cours normal, peuvent également contribuer à rehausser la motivation et les niveaux.

3.6.1. Manuels scolaires et supports pédagogiques

En règle générale, dans tous les pays, les manuels scolaires doivent respecter les exigences des objectifs éducatifs ou les recommandations établis dans les documents d'orientation. D'où l'absence de lignes directrices spécifiques pour les auteurs de manuels scolaires de sciences dans tous les pays. Comme pour les autres matières, les enseignants et les établissements, à tous les niveaux scolaires, sont normalement libres de choisir les manuels qu'ils emploient, bien qu'ils soient parfois obligés d'effectuer leur sélection parmi une liste approuvée dressée par le ministère.

En Lituanie, une enquête a été menée sur l'adéquation des manuels scolaires pour le développement des compétences. Toutes les séries de manuels scientifiques publiées entre 2004 et 2006 pour les années de la cinquième à la huitième ont été examinées. Le rapport d'enquête a été publié en novembre 2010 ⁽¹⁵³⁾.

En Irlande, une révision des programmes des trois principales matières scientifiques – physique, chimie et biologie – au niveau CITE 3 est en cours. Les raisons de la réforme de ces programmes sont, entre autres, la nécessité de les aligner sur le programme scientifique CITE 2 introduit en 2003; le faible niveau d'adoption des matières liées aux sciences physiques; et la nécessité d'un élément pratique à l'examen final, en complément de l'examen écrit. Les principaux objectifs des réformes sont la refonte des programmes en termes d'acquis de l'éducation; l'introduction d'une approche de l'apprentissage et de l'enseignement fondée sur l'investigation; l'établissement d'un modèle d'évaluation pratique valide et fiable; l'accentuation des résultats des élèves en pensée critique et créative, traitement de l'information, communication, efficacité personnelle et collaboration, qui sont autant de compétences clés. Une date de mise en œuvre des programmes remaniés n'a pas encore été arrêtée.

Dans plusieurs pays, l'élaboration des supports pédagogiques en sciences est l'objet d'initiatives particulières ou fait partie d'activités spécifiques de promotion de l'éducation scientifique. Les centres scientifiques, comme au Portugal et en Norvège, fournissent également des supports pédagogiques (pour de plus amples informations sur les centres scientifiques, voir le chapitre 2).

En **Norvège**, le ministère de l'Éducation et de la Recherche, en collaboration avec le ministère de l'Environnement, a lancé en 2008 «Le cartable naturel». Ce dispositif est ancré dans les curricula des matières du tronc commun sciences naturelles, société, alimentation et santé, et éducation physique. Il aide à stimuler la curiosité et la connaissance des phénomènes naturels, la prise de conscience du développement durable et l'engagement à la protection de l'environnement par les élèves et les enseignants du primaire et du secondaire inférieur.

Le partenariat **français** «La main à la pâte» accorde un haut niveau de priorité à l'élaboration de supports pédagogiques pour favoriser l'apprentissage fondé sur la démarche d'investigation. Le site internet permet un accès libre aux unités pédagogiques recommandées pour les niveaux scolaires spécifiques sur une grande variété de sujets liés aux sciences naturelles ⁽¹⁵⁴⁾.

De même, la version **allemande** du projet français «La main à la pâte» (*Sonnentaler*) fournit des supports organisés sous la même forme, gratuits pour les enseignants et les établissements scolaires ⁽¹⁵⁵⁾.

⁽¹⁵³⁾ http://mokomes5-8.pedagogika.lt/images/stories/Vadoveliu_analizes_failai/Vadoveliu%20tyrimo%20ataskaita%202011-01-14.pdf (LT)

⁽¹⁵⁴⁾ http://lamap.inrp.fr/?Page_Id=2

⁽¹⁵⁵⁾ <http://www.sonnentaler.org> (DE)

En **Lettonie**, dans le cadre du programme national de sciences et mathématiques ⁽¹⁵⁶⁾, des supports pédagogiques (électroniques, imprimés, films) ont été élaborés pour les établissements du secondaire.

Au **Royaume-Uni**, le site internet créé pour le «Programme de soutien des trois sciences» (*Triple Science Support Programme*), qui introduit les cours de physique, chimie et biologie en dixième année, fournit des supports pédagogiques et permet aux professionnels de partager idées et ressources, ainsi que d'accéder aux connaissances et à l'information.

Les projets européens fournissent également des guides sur les procédures d'apprentissage fondé sur la démarche d'investigation et des ressources pédagogiques en anglais, qui peuvent être téléchargés gratuitement. Par exemple, l'enseignement des sciences fondé sur la démarche d'investigation était un objectif prioritaire de *Pollen* ⁽¹⁵⁷⁾. Le projet était axé sur la création de 12 villes pépinières des sciences à travers l'Union européenne. (Une ville pépinière est un «territoire éducatif» qui soutient l'enseignement des sciences à l'école).

3.6.2. Activités extracurriculaires

Les activités extracurriculaires sont définies comme des activités conçues pour les enfants en âge scolaire afin qu'ils participent aux activités d'apprentissage en dehors du temps de cours normal. Certains systèmes éducatifs ou écoles proposent des activités financées ou subventionnées par des fonds publics en dehors des heures de cours – pendant la pause déjeuner, après l'école, le week-end ou pendant les vacances scolaires (EACEA/Eurydice, 2009a).

Dans moins de la moitié des pays européens, les lignes directrices nationales ou les recommandations spécifiques encouragent les établissements scolaires à proposer des activités scientifiques extracurriculaires. Dans sept pays, les autorités éducatives recommandent que les écoles proposent des activités à caractère scientifique en dehors du temps de cours normal. L'objectif le plus courant de ces activités est de compléter le curriculum scientifique et d'aider les élèves à atteindre les cibles définies. Tel est le cas en Estonie, en Slovaquie, en Finlande et en Norvège. En Belgique (Communauté germanophone) et en Turquie, en plus de renforcer ce qui est enseigné en classe, les activités extracurriculaires donnent une chance de favoriser les démarches d'apprentissage fondées sur l'investigation pour les élèves. En Lituanie, les activités extracurriculaires ont un troisième objectif, à savoir de motiver les élèves à apprendre les sciences. Dans six autres pays, les lignes directrices et recommandations spécifient que les activités extracurriculaires existantes en sciences devraient cibler des groupes d'élèves spécifiques.

En **Espagne**, des activités extracurriculaires facultatives sont proposées dans les établissements publics et sont parfois consacrées aux sciences. En parallèle, le ministère de l'Éducation a lancé un plan de renforcement, d'orientation et de soutien (*Programas de Refuerzo, Orientación y Apoyo – PROA*) ⁽¹⁵⁸⁾. Il cherche à améliorer la performance scolaire des élèves en difficultés d'apprentissage en leur proposant des activités extracurriculaires et un soutien personnalisé. Le PROA cherche par ailleurs à compléter le curriculum, en plus d'aider les élèves à atteindre les cibles du curriculum définies.

En Bulgarie, République tchèque, Estonie et Lituanie, les projets et programmes d'activités extracurriculaires en sciences s'adressent spécifiquement aux élèves particulièrement doués (pour de plus amples informations, voir la section 2.4).

Enfin, en République tchèque et en Espagne, s'il existe bien des lignes directrices et des recommandations concernant l'offre d'activités extracurriculaires, rien n'indique si ces activités devraient donner la priorité à l'éducation scientifique. En Espagne, où chaque Communauté autonome a mis en place sa propre législation pour régir l'organisation des activités extracurriculaires, toutes les matières du curriculum peuvent être couvertes, ainsi que n'importe quel autre domaine ne faisant pas partie du curriculum normal.

⁽¹⁵⁶⁾ <http://www.dzm.lv/> (LV, EN)

⁽¹⁵⁷⁾ www.pollen-europa.net (EN)

⁽¹⁵⁸⁾ <http://www.educacion.es/educacion/comunidades-autonomas/programas-cooperacion/plan-proa.html> (ES)

Bien que dans la majorité des pays aucune directive n'existe sur les activités extracurriculaires, les établissements ont le droit de proposer des activités en dehors du temps de cours normal et peuvent, par conséquent, décider de les consacrer à des sujets scientifiques. Certains pays citent des exemples de bonne pratique de promotion de l'éducation scientifique en dehors du temps de cours normal. L'activité la plus courante signalée est le club scientifique. Pendant la pause déjeuner ou en fin de journée, ces clubs cherchent à encourager la culture scientifique. Les élèves élaborent des projets de recherche sur des sujets qui les intéressent. Les clubs scientifiques sont proposés en France, en Lettonie, à Malte, en Autriche, en Pologne, au Portugal, en Roumanie et au Royaume-Uni.

En **Pologne**, des cours de sciences sont dispensés en dehors du temps de cours normal, dans le cadre du programme «Académie des élèves – Projets de mathématiques et de sciences dans le secondaire inférieur» *Akademia uczniowska. Projekty matematyczno-przyrodnicze w gimnazjach* ⁽¹⁵⁹⁾ mis en œuvre par le Centre de formation civique (CEO). L'objectif principal du programme est de promouvoir les méthodes de laboratoire dans les matières scientifiques. Plus de 300 établissements du secondaire inférieur en Pologne proposeront ces cours de sciences extracurriculaires au sein des clubs scientifiques. Environ 35 000 élèves seront concernés en 2010/2011.

Au **Royaume-Uni**, les écoles sont libres d'organiser leurs propres activités scientifiques aux niveaux CITE 1 et 2. Par ailleurs, deux dispositifs séparés sont en place au sein du cadre STEMNET. L'une, en **Angleterre**, à savoir les clubs périscolaires de sciences et technologies (*After School Science and Engineering Clubs – ASSEC*) a pour finalité d'inspirer les élèves de 11 à 14 ans (CITE 2) à apprendre les sciences et technologies et à y prendre plaisir. L'autre, en **Écosse**, est un projet sur deux ans qui a établi, en 2008, des clubs STEM dans certains établissements secondaires écossais et les écoles primaires qui les alimentent. Des clubs ont été créés avec un mélange d'élèves de dernière année de CITE 1 et de première année de CITE 2. Ils offrent une chance d'activités à caractère scientifique supplémentaires pour aider à renforcer l'éducation scientifique normale. Le projet a été maintenu en 2010/2011.

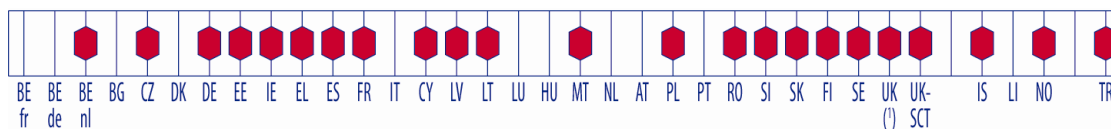
Seule l'Espagne prévoit des activités extracurriculaires destinées à motiver les filles à étudier les sciences.

Les écoles et les enseignants organisent des activités scientifiques extracurriculaires dans le but spécifique de motiver les filles à participer aux sciences et de les encourager à poursuivre des carrières scientifiques. Par exemple, dans la Communauté autonome de Galicie, les écoles invitent des femmes scientifiques membres du «Séminaire des femmes universitaires» (*Seminario Mulleres e Universidad – SMU*) de l'Université de Santiago de Compostelle à partager avec des élèves de niveau CITE 3 leurs expériences en tant que femmes acteurs de la recherche scientifique ⁽¹⁶⁰⁾.

3.7. Réforme curriculaire

Plusieurs pays sont en train de réformer leur curriculum ou ont récemment mené ce type de réforme. Entre 2005 et 2011, plus de la moitié des pays européens ont soit réformé leurs curricula primaires et secondaires ou entamé la préparation de réformes. La plupart de ces réformes ont été déclenchées par la nécessité de rapprocher les programmes (y compris les matières scientifiques) de la démarche européenne basée sur les compétences clés (Recommandations du Conseil, 2006).

◆ ◆ ◆ **Figure 3.9. Pays engagés dans une réforme du curriculum, y compris en sciences (CITE 1-3), entre 2005 et 2011.**



Source: Eurydice.

UK ⁽¹⁾ = UK-ENG/WLS/NIR



⁽¹⁵⁹⁾ http://www.ceo.org.pl/portal/b_au_o_programie (PL)

⁽¹⁶⁰⁾ <http://193.144.91.54/smu/>

Certaines de ces réformes, cependant, concernent plus particulièrement les sciences. Une réforme très complète du curriculum scientifique a eu lieu en Estonie, en Lettonie et en Pologne, couvrant les trois niveaux d'éducation.

En **Estonie**, le nouveau curriculum national pour les niveaux CITE 1, 2 et 3 a été approuvé par le gouvernement en janvier 2010. Il met l'accent sur la démarche basée sur l'investigation et recommande qu'une attention particulière soit accordée à favoriser des attitudes positives à l'égard des mathématiques, des sciences et des technologies. Les sujets pour toutes les matières scientifiques (sciences générales, biologie, chimie, physique) incorporent une liste d'activités pratiques, de travaux en laboratoire et d'orientations pour leur mise en œuvre. Les principaux objectifs de la refonte du curriculum étaient de favoriser la culture scientifique et technologique des élèves, de moderniser le contenu du curriculum, de réduire la charge d'étude des élèves, et d'inclure des approches dirigées par les élèves et des méthodes d'apprentissage actif. Des possibilités supplémentaires d'utilisation des TIC sont également indiquées. Les acquis de l'éducation sont formulés plus spécifiquement, ce qui donne une bonne base au développement de supports pour les enseignants et les élèves. Une plus grande importance est accordée au développement de la motivation personnelle des élèves et à la mise en œuvre de méthodes d'apprentissage actif. Autre changement très important, il est dorénavant possible de diviser les classes en plus petits groupes pour les cours de sciences. Le nouveau curriculum national pour les établissements du secondaire supérieur stipule que les établissements doivent développer leurs domaines d'étude (en tout, 3 domaines d'étude devraient être développés par chaque établissement). L'un des domaines doit être axé sur les sciences et technologies et proposer des cours obligatoires et optionnels. Les nouveaux curricula entreront en vigueur à compter du début de l'année scolaire 2011/2012.

En **Lettonie**, le programme national pour le développement du curriculum de sciences et mathématiques du secondaire supérieur a été mis en œuvre avec l'appui financier de l'Union européenne pendant la période de 2005 à 2008. Suite au projet, tous les établissements secondaires ont reçu de nouveaux supports pédagogiques modernes pour la chimie, la biologie, la physique, les mathématiques et les sciences, destinés aux élèves de la dixième à la douzième année. Les élèves du secondaire étudient les sciences et les mathématiques selon les nouveaux référentiels depuis l'année scolaire 2008/2009.

Dans le cadre du développement du nouveau curriculum, les experts ont tenté de changer la philosophie de l'éducation dans les écoles: ils ont essayé de s'éloigner de la transmission de savoirs vers l'acquisition de compétences; de l'acquisition de connaissances et algorithmes scientifiques vers les découvertes et les compétences des élèves; de l'élève en tant que participant passif au processus d'enseignement-apprentissage vers l'élève en tant que participant actif; et de l'enseignant en tant que source de savoir vers l'enseignant en tant que consultant. Entre autres résultats, le projet a abouti à la mise en œuvre d'un curriculum contemporain répondant aux demandes du monde moderne pour les élèves de la 10^e à la 12^e année de biologie, chimie, physique et sciences naturelles.

Les réformes pour le niveau CITE 3 sont au stade de la mise en œuvre; les réformes au niveau CITE 2 (7^e à 9^e année) sont encore au stade pilote. Les analyses des résultats de la phase pilote et le système de suivi sont en préparation.

En **Pologne**, la réforme curriculaire en sciences faisait priorité à l'enseignement à la fois des compétences pratiques (réalisation d'expériences en laboratoire et travaux de terrain) et des compétences intellectuelles (raisonnement de causalité, déduction, traitement et création de l'information, etc.); au rétablissement de l'importance de la méthode de laboratoire; à une plus grande différenciation entre les niveaux de connaissances au sein des programmes de base aux troisième et quatrième stades de l'éducation, tout en préservant leur cohérence; à la continuité de l'enseignement des sciences de CITE 1 à CITE 3 tout en conservant les niveaux appropriés de connaissances et de compétences et en utilisant des méthodes pédagogiques adaptées à chaque stade. Le tronc commun tient compte des recommandations européennes pour l'enseignement des sciences au niveau CITE 2 et est censé motiver, éveiller l'intérêt et munir les élèves des compétences nécessaires pour une étude plus poussée de ces matières à un stade ultérieur. En 2010, la Commission d'examen centrale a annoncé la reformulation de l'examen de fin de secondaire inférieur pour 2011/2012, dans lequel la partie scientifique (géographie, biologie, chimie et physique) a été séparée de la partie qui combinait précédemment les mathématiques et les sciences.

La Belgique (Communauté flamande), la Grèce et Chypre sont également en cours de réorganisation majeure de leurs curricula de sciences.

En **Belgique (Communauté flamande)**, le ministère de l'Éducation a organisé une enquête en 2005, dans le but d'établir dans quelle mesure les élèves du primaire atteignaient les objectifs finaux dans le domaine «orientation dans le monde». En 2006, une enquête semblable a été organisée pour la biologie au secondaire inférieur. Les résultats des deux enquêtes ont déclenché un débat entre toutes les parties prenantes sur la qualité dans la réalisation de ces objectifs. Des changements ont alors été mis en œuvre au premier stade de l'enseignement secondaire, notamment au niveau des objectifs finaux en biologie, de certains objectifs en physique et de quelques approches en chimie. Ils sont entrés en vigueur le 1er septembre 2010, dans le but fondamental d'améliorer la culture scientifique. Dans les quelques prochaines années, une mise à jour des objectifs finaux en sciences naturelles aux deuxième et troisième stades de l'enseignement secondaire est prévue suite aux changements déjà opérés au premier stade.

En **Grèce**, en 2009/2010, le ministère de l'Éducation, de l'Apprentissage tout au long de la vie et des Affaires religieuses a créé des comités chargés de limiter les sujets à enseigner et de préparer de nouveaux supports pédagogiques pour diverses matières, y compris les sciences. L'intention était d'éviter les répétitions et de veiller à une meilleure coordination entre les différentes années. Le ministère de l'Éducation a également annoncé des changements radicaux des curricula et une formation professionnelle continue systématique des enseignants en vue d'optimiser la qualité de l'éducation et de veiller à une meilleure continuité entre les niveaux CITE 1 et 2.

En **Irlande**, un examen majeur de l'ensemble du curriculum est en cours pour le niveau CITE 2. On propose de faire des sciences l'une de quatre matières fondamentales obligatoires. À l'heure actuelle, les sciences ne sont pas obligatoires bien qu'elles soient choisies pour l'examen final par près de 90 % de la cohorte.

À **Chypre**, dans le cadre d'une réforme plus générale de l'enseignement introduisant le concept de compétences clés, les principales modifications du nouveau curriculum scientifique portent sur la modernisation du contenu. Il s'agit notamment d'utiliser des situations réelles du quotidien comme outil ou objet d'étude, d'établir un lien entre compétences scientifiques et le développement des compétences clés des élèves et les exigences de la citoyenneté démocratique, de favoriser la résolution de problèmes et l'utilisation des TIC. Une attention accrue a également été apportée à l'incorporation de scénarios de la vie de tous les jours dans l'évaluation. Les modifications concernent les niveaux CITE 1 et 2. La formation du personnel et les essais des supports sont actuellement en cours, la mise en œuvre des nouveaux curricula étant prévue fin 2011.

Des réformes légèrement antérieures en République tchèque, en Espagne et au Royaume-Uni se sont concentrées sur l'introduction de réformes curriculaires plus générales et d'examens spéciaux en sciences en fin de scolarité (Royaume-Uni).

En 2007, la réforme des programmes en **République tchèque** permettait à différents modèles d'enseignement des sciences d'être appliqués selon les besoins des élèves et des établissements. L'enseignement des sciences est ancré dans le domaine «Les hommes et la nature» [«Les hommes et leur monde» au premier stade de l'école élémentaire (CITE 1)]; à partir de ce domaine, les établissements peuvent former des matières spécifiques, intégrées ou distinctes. Cela permet de créer une variété de matières obligatoires et d'options, ainsi que d'utiliser des projets et autres activités éducatives. Les acquis de l'éducation attendus, définis dans le curriculum, doivent toutefois être réalisés.

En **Espagne**, en 2006, les plus importantes modifications apportées au curriculum (en dehors de l'introduction des compétences clés dans l'éducation obligatoire) concernaient le niveau CITE 3: l'introduction de la nouvelle matière obligatoire «Les sciences pour le monde contemporain» (première année du baccalauréat) pour tous les élèves soulignait le fait que la culture scientifique fait également partie de la culture de base. La matière «Géologie» en dernière année de niveau CITE 2 (12^e année) a été remplacée par «La Terre et les sciences de l'environnement», couvrant le contenu des deux disciplines.

Au **Royaume-Uni**, depuis 2007/2008, le curriculum et le système d'examens ont été révisés dans le but, entre autres, d'accroître l'accès des jeunes à des cours de sciences séparés (GCSE) et réduire le contenu factuel du curriculum afin de permettre un enseignement plus stimulant et plus innovant aux niveaux CITE 2 et 3. Par exemple, en Angleterre, les élèves peuvent désormais accéder à l'enseignement de trois matières scientifiques (biologie, physique et chimie) au

niveau GCSE pour ceux qui atteignent au moins le niveau 6 aux tests de performance des 14 ans (*key stage 3*). Un programme générique a été élaboré par la «communauté des trois sciences» (*Triple Science Community*) du «réseau pour l'apprentissage et les compétences» (*Learning and Skills Network – LSN*) afin d'aider tous les établissements scolaires à planifier et à mettre en œuvre les trois sciences. Il apportera un soutien plus intensif à un petit nombre d'écoles en besoin d'aide supplémentaire.

Une évolution analogue peut aujourd'hui être constatée en Suède et en Norvège. En **Suède**, un projet pilote concernant les programmes de mathématiques et de sciences naturelles du secondaire supérieur – «enseignement des compétences supérieures» – a démarré et sera évalué. Un type nouveau d'établissement secondaire supérieur, avec contenu différencié des matières pour différents programmes, commencera en 2012 et appuiera le développement dans diverses matières, dont les sciences.

En **Norvège**, deux nouvelles matières «Technologie et théorie de la recherche» et «Géosciences» ont été introduites dans la filière sciences naturelles et mathématiques de l'enseignement secondaire supérieur.

Des discussions sur l'enseignement innovant des sciences ont eu lieu en Italie. À Malte, un plan national pour l'enseignement des sciences est en cours de rédaction.

En **Italie**, une étude sur le recours à des méthodes innovantes dans l'enseignement des sciences a récemment été proposée par le ministère et le Groupe Berlinguer. L'étude est le fruit de l'initiative d'un atelier qui s'est tenu à Rome en 2010, suivi d'une discussion en ligne entre des experts du domaine, et se propose d'élaborer des propositions de méthodes pédagogiques innovantes, y compris le recours aux technologies nouvelles. Les propositions sont attendues à la fin de 2011 et s'appliqueront aux niveaux CITE 1, 2 et 3.

À **Malte**, dans le cadre de la nouvelle stratégie d'enseignement des sciences, les réformes curriculaires proposées vont dans le sens d'un accent plus marqué sur l'enseignement des sciences en primaire, en termes à la fois de quantité et de qualité de l'enseignement; d'une meilleure approche pratique au niveau CITE 1 et d'une approche intégrée des sciences au niveau CITE 2.

Synthèse

D'après les données disponibles, il semblerait que l'enseignement des sciences commence par une matière générale intégrée dans tous les pays européens. Les sciences sont enseignées ainsi pendant toute la période de l'enseignement primaire presque partout, et continuent selon ce modèle pendant une ou deux années en secondaire inférieur, soit en tout six à huit années. Dans six systèmes éducatifs, les sciences sont enseignées en tant que matière intégrée pendant tout le cycle secondaire inférieur et le cycle primaire. Généralement, les sciences en tant que matière intégrée sont appelées tout simplement «sciences» ou un intitulé faisant référence au monde, à l'environnement ou à la technologie.

À la fin du secondaire inférieur, dans la plupart des pays, l'enseignement des sciences commence à être divisé en matières séparées, à savoir biologie, chimie et physique. De nombreux pays continuent cependant à mettre en relief les liens entre les différentes disciplines scientifiques; les documents d'orientation soulignent souvent les rapports entre les matières et encouragent les enseignants à appliquer des démarches transdisciplinaires autant que possible.

Pour améliorer les niveaux de motivation et d'intérêt pour les sciences, il est jugé utile de mettre l'accent sur les expériences vécues des élèves et sur la discussion autour des aspects sociétaux ou philosophiques des sciences. Dans les pays européens, les sujets contextuels les plus souvent recommandés concernent les questions sociétales du moment. Il est recommandé d'inclure dans les cours de sciences les préoccupations environnementales et l'application des progrès scientifiques à la vie quotidienne dans presque tous les pays européens. Les questions plus abstraites concernant la méthode scientifique, la nature des sciences ou la production de connaissances scientifiques sont le plus souvent réservées à l'enseignement des sciences sous forme de matières séparées, normalement enseignées pendant les dernières années du cycle scolaire dans la plupart des pays européens.

Les activités recommandées pour l'enseignement des sciences en primaire comprennent généralement le travail collaboratif, des expériences pratiques et des projets et, parfois, des activités plus abstraites de type débats sur des questions portant sur les sciences et la société. Ces derniers sont toutefois davantage cités pour des niveaux scolaires plus élevés. Dans l'ensemble, cependant, les documents d'orientation des pays européens semblent prévoir divers types d'approches actives participatives basées sur l'investigation, dès le primaire.

Aucun pays européen ne possède de politiques spécifiques de soutien aux élèves peu performants en sciences. D'une manière générale, le soutien des élèves en sciences est couvert par le cadre d'encadrement général des élèves en difficulté dans une matière quelconque. Les pays signalent très peu d'initiatives spécifiques aux sciences au niveau scolaire. Les types les plus courants de soutien sont l'enseignement différencié, l'enseignement individuel, l'enseignement assisté par les pairs, la préparation complémentaire et le groupement par aptitudes. Des petits groupes de soutien sont généralement proposés en dehors du temps de cours normal. Dans la majorité des pays, le groupement par aptitudes dans une même classe n'est pas appliqué aux matières scientifiques, que ce soit au primaire ou au secondaire inférieur. Dans les pays qui pratiquent le groupement par aptitudes, les documents d'orientation recommandent le même contenu didactique pour tous les niveaux d'aptitude mais enseigné à différents niveaux de difficulté.

Comme dans le cas de la scolarité obligatoire, les sciences au niveau secondaire supérieur (CITE 3) peuvent être enseignées sous forme de matières distinctes ou regroupées dans un domaine intégré du curriculum. La grande majorité des pays européens adoptent une démarche articulée en matières distinctes. Dans six pays, cependant, l'enseignement intégré des sciences existe en parallèle avec l'enseignement séparé. Dans certains pays, les établissements scolaires sont libres de décider eux-mêmes de la manière d'enseigner les sciences.

Dans la majorité des pays, les matières scientifiques sont obligatoires pour chaque élève au niveau CITE 3. Néanmoins, dans un grand nombre de pays, l'enseignement des sciences est organisé en filières, choisies par les élèves. Par conséquent, tous les élèves n'étudient pas les matières scientifiques au même niveau de difficulté ou pendant toutes les années du niveau CITE 3. Dans quelques pays, les élèves peuvent choisir des matières scientifiques en option.

Il n'existe pas de directives spécifiques pour les auteurs/éditeurs de manuels ou supports pédagogiques scientifiques, qui tendent cependant à être conformes aux exigences/recommandations des documents d'orientation. Les supports pédagogiques sont souvent réalisés dans le cadre d'activités de promotion des sciences faisant intervenir des partenariats ou des centres scientifiques.

L'organisation des activités extracurriculaires est la responsabilité des établissements scolaires dans la majorité des pays. Dans les quelques pays où les autorités éducatives formulent des recommandations sur les activités extracurriculaires, il s'agit généralement de compléter le curriculum et d'améliorer ainsi les niveaux d'acquis des élèves. Les clubs scientifiques où les élèves peuvent élaborer de petits projets de recherche sont des exemples de bonne pratique dans plusieurs pays.

Des réformes curriculaires générales ont été menées à différents niveaux d'éducation dans plus de la moitié des pays européens au cours des six dernières années. Ces réformes ont, naturellement, entraîné des changements au niveau du curriculum scientifique. Dans de nombreux pays, elles étaient principalement motivées par un désir de se conformer à l'approche européenne fondée sur les compétences clés.

CHAPITRE 4. ÉVALUATION DES ÉLÈVES EN SCIENCES

Introduction

L'évaluation des élèves prend de nombreuses formes différentes et remplit des fonctions plurielles. Quelle qu'en soit la forme, elle est toujours étroitement liée au curriculum et aux processus d'enseignement et d'apprentissage. Ce chapitre, divisé en trois sections principales, décrit les principales caractéristiques du processus d'évaluation en sciences dans les pays européens.

La première section présente un bref aperçu des problématiques de recherche autour de l'évaluation des élèves et, plus particulièrement, de l'évaluation en sciences. La deuxième donne une analyse comparative des principaux éléments de l'évaluation des élèves en sciences aux différents niveaux scolaires. Elle examine l'évaluation (formative et/ou sommative) des connaissances et des compétences des élèves par les enseignants en classe, et présente un aperçu des lignes directrices en matière d'évaluation pour les enseignants de sciences du primaire et du secondaire. Les méthodes ou approches recommandées pour l'évaluation de diverses compétences liées aux sciences sont ensuite décrites, puis le soutien apporté pour aider les enseignants à préparer et organiser le processus d'évaluation est examiné.

La troisième section décrit les problématiques liées aux tests nationaux standardisés en sciences aux niveaux primaire et secondaire (inférieur et supérieur). Elle décrit les dispositions mises en œuvre pour les tests standardisés en sciences, en termes de fréquence et de calendrier, et s'interroge sur les finalités des tests ainsi que sur leur cadrage et leur contenu (matières spécifiques incluses). Le chapitre conclut sur les données de l'enquête internationale TIMSS concernant les pratiques d'évaluation pour les matières scientifiques dans les établissements scolaires en Europe.

4.1. Évaluation des élèves en sciences: revue de la littérature de recherche

«Évaluation» est un terme employé pour désigner les appréciations du travail des élèves. Plus précisément, l'évaluation est définie comme un processus «sous forme de cycle impliquant l'obtention de données qui, interprétées de manière appropriée peuvent entraîner des actions, qui à leur tour peuvent produire d'autres données et ainsi de suite» (William & Black 1996, p. 537).

Selon ses finalités, l'évaluation est généralement dite «formative» ou «sommative». L'évaluation sommative est une forme plus traditionnelle. Il s'agit du «type d'évaluation employé en fin de trimestre, de cours ou de programme à des fins de notation, de certification et d'évaluation des progrès» (Bloom et al. 1971, p. 117).

La notion d'évaluation formative est plus récente. Elle est utilisée pour la première fois par Scriven (1967) en rapport avec l'amélioration du curriculum et des méthodes pédagogiques. Elle souligne le rôle joué par l'évaluation interne dans l'amélioration du processus d'enseignement-apprentissage et, au final, dans les acquis de l'éducation des élèves. Entreprise de manière systématique, l'évaluation formative est «utile pour l'amélioration des processus d'élaboration du curriculum, d'enseignement et d'apprentissage» (Bloom et al. 1971, p. 117).

Étant donné le nombre croissant d'évaluations nationales et internationales standardisées en sciences et dans d'autres matières, de nouvelles études ont récemment été entreprises sur l'évaluation à des fins de responsabilisation. Ces évaluations ont lieu dans un contexte global, où les changements de pratiques et de politiques sont motivés en tenant les individus responsables de l'accomplissement des objectifs pédagogiques nationaux ou des réformes voulues (National Research Council, 1999).

4.1.1. L'évaluation sommative: vers des évaluations alternatives pour tester un plus large éventail de compétences

Au cours des quelques dernières années, la recherche sur l'évaluation des élèves en sciences à des fins sommatives s'est principalement préoccupée de la mise en place d'évaluations pour un large éventail de compétences liées aux sciences. Parallèlement, elle s'est également intéressée à la

création de différentes tâches et différents formats d'évaluation, dont l'évaluation de performance, les cartes de concept, les portfolios, etc. Les principales problématiques à la base de ces récentes évolutions concernent la qualité de l'évaluation sommative, notamment sa validité et sa fiabilité (Bell 2007, p. 981).

L'évaluation des compétences de traitement de l'information en sciences (observation, mesure, expérimentation, investigation) présente effectivement des enjeux particuliers et ce, non seulement en raison des difficultés techniques qu'elle pose mais également parce que l'enseignement des sciences est parfois considéré comme limité exclusivement au développement des connaissances et des concepts scientifiques (Harlen 1999, p. 130). Par conséquent, une importance cruciale doit être accordée à la clarté: il convient de définir exactement ce que les enseignants doivent enseigner et, partant, ce qu'ils doivent évaluer (Gott et Duggan, 2002). Les recherches récentes traitent spécifiquement des modalités d'évaluation d'un large éventail de compétences liées aux sciences.

Certaines données suggèrent que l'investigation est une tâche essentiellement globale. La diviser en compétences individuelles pour l'évaluer plus facilement pourrait en fait faire abstraction totale de l'essence du travail, qui nécessite l'interaction de compétences intégrées les unes avec les autres (Matthews et McKenna, 2005). Le recours aux simulations informatiques pourrait être un moyen de surmonter cet écueil, car elles permettent aux enseignants de tester des investigations complètes. Gott et Duggan (2002) estiment cependant que la capacité réelle d'un appareil électronique à mesurer toutes les aptitudes nécessaires pour exécuter une investigation reste discutable. Ces auteurs conviennent néanmoins qu'il est utile d'envisager l'utilisation d'ordinateurs comme outil supplémentaire d'évaluation.

Les travaux pratiques ne sont pas évalués isolément, mais dans des contextes spécifiques et en relation avec des sujets particuliers. Ces éléments contextuels et liés au contenu influencent la performance des élèves; dans quelle mesure cela se produit reste matière à discussion. Ce type de subjectivité peut être réduit, entre autres moyens, en utilisant des tâches différentes pour des sujets différents. Cette option donne cependant naissance à d'autres difficultés dont celle de la longueur du test, qui devrait rester raisonnable. Quoi qu'il en soit, l'évaluation des travaux pratiques soulève la question de la fiabilité des tests puisque les résultats des élèves peuvent dépendre du sujet traité (Harlen, 1999; Gott et Duggan, 2002). Cet aspect revêt une importance particulière dans les cas où l'évaluation a lieu à des fins sommatives: lorsque les résultats des tests sont utilisés pour déterminer les options d'études continues ou de carrière des élèves, il convient de veiller à ce que les résultats ne dépendent pas du contexte dans lequel les travaux pratiques sont évalués (Harlen, 1999).

Le recours aux épreuves écrites pour évaluer les investigations pratiques peut aider à surmonter certaines difficultés étant donné qu'un plus grand nombre d'éléments peuvent être traités en un laps de temps raisonnable. Ces épreuves soulèvent toutefois la question de la validité (Harlen, 1999). Plusieurs études font apparaître des différences de performance des élèves dans le domaine des investigations pratiques, selon que le mode d'évaluation repose sur la pratique ou sur l'écrit. Il est suggéré que les épreuves écrites et les évaluations pratiques ne mesurent pas la même chose (Gott et Duggan 2002, p. 198).

Des recherches ont été menées sur d'autres formes d'évaluation, dont l'évaluation de performance, les portfolios, les cartes de concept, les entretiens, etc., en vue de trouver de nouveaux moyens d'évaluer des éventails plus larges de compétences et de connaissances scientifiques, ainsi que d'accroître la validité de l'évaluation (Bell, 2007).

Selon Ruiz-Primo et Shavelson (1996a), **l'évaluation de la performance** en sciences «combine (a) une tâche qui pose un problème intéressant et dont la solution nécessite le recours à des supports concrets qui réagissent aux actions de l'élève; (b) un format pour la réponse de l'élève; et (c) un système de notation qui implique d'apprécier non seulement la bonne réponse, mais aussi le caractère raisonnable de la procédure suivie pour exécuter la tâche» (1996a, p. 1046).

Les auteurs préconisent cependant de dépasser la rhétorique sur l'évaluation de la performance pour développer une «technologie et une ressource d'évaluation de la performance».

Ils définissent la **cartographie de concept** comme un outil d'évaluation composé des éléments suivants:

- (a) «une tâche qui expose la structure des connaissances d'un élève dans un domaine particulier;
- (b) un format pour la réponse de l'élève; et
- (c) un système de notation grâce auquel la carte de concept de l'élève peut être évaluée avec précision et méthode» (Ruiz-Primo et Shavelson 1996b, p. 569).

Pour Bell (2007) cependant, l'utilisation de systèmes de notation présente des problèmes de validité et de fiabilité.

Collins (1992, p. 453) définit le **portfolio** comme un «album de preuves rassemblées dans une finalité précise. Les preuves sont la documentation qui peut être utilisée par une personne ou des groupes de personnes pour en déduire les connaissances, les compétences et/ou la prédisposition d'une autre personne». Dans ce contexte également, les méthodes de notation nécessitent d'être examinées de près (Bell, 2007). Dans une revue de la recherche canadienne sur le recours aux portfolios, Anderson et Bachor (1998) mettent en avant trois raisons pouvant expliquer le ralentissement au fur et à mesure que les élèves avancent dans leur scolarité: une plus grande spécialisation, un nombre accru d'élèves par enseignant et un accent plus marqué sur les notes pour rendre compte des acquis des élèves aux parties prenantes extérieures à la classe, dont les parents. En tant qu'outil d'évaluation, les portfolios offrent cependant des avantages, dont une plus grande responsabilité des élèves pour leur propre apprentissage et le fait qu'ils sont davantage en phase avec un curriculum centré sur l'apprenant.

4.1.2. L'évaluation formative: nécessité de former les enseignants à une utilisation efficace

Les interactions apprenant-enseignant sont au cœur de l'évaluation formative (Bell, 2007). Parce qu'elle s'effectue pendant les activités d'enseignement-apprentissage, cette forme d'évaluation fait partie intégrante de l'enseignement (Harlen et James, 1997). Certains auteurs (Duschl et Gitomer, 1997; Ruiz-Primo et Furtak, 2006) utilisent le terme «conversation d'évaluation» pour désigner ces dialogues enseignant-apprenant qui ont lieu chaque jour dans le cours normal des activités d'enseignement/apprentissage.

Le retour d'information, ou dialogue entre enseignants et apprenants, est considéré comme un élément essentiel de l'évaluation formative (Black et William, 1998a; Gipps, 1994; Ramaprasad, 1983). Assurer un retour d'information vers les élèves ne consiste pas simplement à les informer sur l'écart entre ce qu'ils ont accompli et le niveau de référence; il s'agit également d'utiliser cette information pour modifier cet écart (Ramaprasad, 1983).

Black et William (1998a; 1998b) montrent que l'évaluation formative améliore l'apprentissage. Pour être réellement efficace, cependant, elle devrait être conçue et administrée de manière à permettre un retour d'information immédiat vers les apprenants et les enseignants (Ayala, 2008). Il s'agit en outre d'une tâche complexe nécessitant des compétences pointues (Torrance et Pryor, 1998). Les spécialistes du curriculum et de l'évaluation ne peuvent pas attendre des enseignants qu'ils utilisent l'évaluation formative efficacement en classe sans une formation appropriée. Par exemple, bien que capables de faire ressortir la compréhension des concepts scientifiques enseignés en cours, les enseignants n'utilisent pas forcément cette information pour pousser les élèves plus loin dans leur apprentissage. Ayala (2008, p. 320) suggère que les enseignants définissent une «trajectoire d'apprentissage» pour chaque unité d'enseignement lorsqu'ils élaborent l'évaluation formative formelle. Cela devrait les aider à cerner plus clairement ce qu'ils doivent savoir à propos de ce que les élèves ont compris de tel ou tel sujet avant de poursuivre leur enseignement. De manière plus générale, la formation professionnelle devrait compter parmi ses principaux objectifs celui d'aider les enseignants à re-conceptualiser le rôle de l'évaluation dans leur enseignement, en «reliant les évaluations formatives aux objectifs globaux» (Ayala 2008, p. 316).

4.1.3. Le continuum vers l'évaluation sommative

Nul n'est besoin pour les enseignants d'élaborer deux systèmes d'évaluation distincts, l'un à des fins formatives et l'autre à des fins sommatives. Bien que l'on reconnaisse l'existence inévitable de tensions lorsque la même évaluation est employée dans les deux buts, certains suggèrent de s'éloigner de la dichotomie formative/sommative (William et Black, 1996; Taras, 2005). Selon Taras (2005, p. 476), «une fausse séparation a été créée entre évaluation sommative et évaluation formative, à la fois autodestructrice et vouée à l'échec».

William et Black (1996) préconisent des recherches plus poussées dans le but de trouver un point commun entre les fonctions formative et sommative de l'évaluation, qu'ils considèrent comme les deux extrêmes d'un même continuum. Les mêmes données rassemblées pourraient servir aux deux fins à condition que leur obtention soit séparée de leur interprétation dans le cadre du processus d'évaluation. Autrement dit, au lieu d'agrèger les notes de l'évaluation formative pour produire les résultats de l'évaluation sommative, les enseignants devraient opérer un retour aux données originales rassemblées pour l'évaluation formative. Les données rassemblées devraient ensuite être réinterprétées en vue de l'évaluation sommative.

4.1.4. L'évaluation à des fins de responsabilisation

Dans de nombreux pays, les évaluations standardisées à grande échelle (voir la section 4.3), tant au niveau national qu'au niveau international, servent à suivre l'évolution des résultats des élèves et à fournir aux parties prenantes de l'éducation les informations pertinentes pour améliorer les systèmes éducatifs. Les tests en question peuvent être divisés en deux catégories principales selon leurs finalités. La première catégorie est composée des tests mis en place principalement à des fins de certification; ils permettent de dresser un bilan des acquis des élèves à la fin d'un niveau d'enseignement donné et présentent des enjeux importants pour le parcours scolaire de l'élève à titre individuel ou encore pour son accès au marché du travail. Les résultats des tests sont utilisés pour délivrer des certificats aux élèves individuels ou prendre des décisions importantes concernant l'orientation, le passage d'une classe à une autre ou la notation finale. La deuxième catégorie concerne les évaluations standardisées qui ont pour finalité essentielle l'évaluation des établissements et/ou du système éducatif dans son ensemble. Plus spécifiquement, elles permettent de mesurer la contribution aux mesures de responsabilisation des établissements et de comparer les performances des établissements. Les résultats des tests peuvent être utilisés avec d'autres paramètres comme indicateurs de la qualité de l'enseignement et des performances des enseignants. Ils servent également d'indicateurs de l'efficacité globale des politiques et pratiques éducatives et de l'amélioration ou non d'un établissement donné ou du système ⁽¹⁶¹⁾.

Dans un relativement petit nombre de pays, des enjeux de taille peuvent être associés aux résultats des élèves et des établissements, dont la menace de fermer un établissement si la performance reste médiocre. Dans un bien plus grand nombre de pays, cependant, l'évaluation pousse certains enseignants et établissements à se comporter comme si les enjeux étaient tout aussi élevés, souhaitant éviter d'être stigmatisés pour leur faible performance (OCDE, 2010d). Cette tendance ne touche pas seulement l'enseignement des sciences mais également d'autres domaines clés du curriculum, dont les mathématiques ou la compréhension de l'écrit. Britton et Schneider (2007) procèdent à un exposé général des principaux problèmes posés par ces évaluations.

Premièrement, les matières du curriculum soumises à des tests externes bénéficient généralement d'une attention particulière de la part des établissements et des enseignants, ce qui s'avère très positif. L'attention a cependant tendance à porter sur le contenu des tests plutôt que sur les référentiels ou les objectifs du curriculum. Par exemple, ce qui n'est pas testé risque de ne pas bénéficier de l'entière attention des enseignants ou de ne pas être enseigné du tout.

Deuxièmement, les évaluations standardisées à grande échelle reposent souvent sur des questionnaires à choix multiple et des questions demandant une courte réponse pour obtenir la

⁽¹⁶¹⁾ Les évaluations standardisées des élèves en Europe: objectifs, organisation et utilisation des résultats, Eurydice 2009.

preuve des connaissances et des compétences des élèves. Ces modes d'évaluation permettent certes de gagner du temps, de couvrir des domaines plus scientifiques et de rendre la notation plus facile et moins coûteuse. Cependant, ils ne parviennent généralement pas à évaluer le large éventail de compétences dont les élèves ont besoin pour réellement réussir en sciences.

Enfin, si les évaluations standardisées à grande échelle visent à donner aux enseignants et aux élèves un retour d'information pertinent afin d'améliorer les résultats des élèves, un certain degré de cohérence entre le curriculum et le contenu de l'évaluation est nécessaire. Certaines études (Britton et Schneider, 2007) font apparaître, par exemple, que les compétences et les connaissances testées ont tendance à être d'un niveau inférieur aux exigences du curriculum.

4.2. Lignes directrices officielles en matière d'évaluation dans les matières scientifiques

Comme le soulignent les recherches récentes sur les problématiques liées au processus d'évaluation des compétences en sciences (voir la section 4.1), l'évaluation effectuée par les enseignants en classe est une tâche particulièrement difficile. Ainsi, cette section cherche à savoir si des lignes directrices ou autres types de soutien sont fournis aux enseignants dans les pays européens.

4.2.1. Lignes directrices pour les enseignants

Dans la majorité des pays européens, l'évaluation interne des élèves est régie par des lignes directrices officielles qui définissent généralement les principes de base de l'évaluation, y compris les objectifs généraux et, dans certains cas, un éventail d'approches et/ou méthodes conseillées. D'autres aspects de l'évaluation, dont la notation possible des élèves, les critères de passage d'une classe à l'autre, etc., sont parfois inclus. Bien que, dans un grand nombre de ces pays, les établissements et/ou les enseignants jouissent d'un important degré d'autonomie dans la détermination de la base et le choix des critères sur lesquels reposera l'évaluation des élèves, cette liberté est souvent limitée et/ou exercée au sein d'un cadre éducatif spécifique qui implique le respect des conditions générales incluses dans les lignes directrices officielles ⁽¹⁶²⁾.

Les lignes directrices sur l'évaluation peuvent prendre la forme d'un cadre général couvrant l'ensemble du processus d'évaluation, indépendamment de la matière concernée, ou être spécifiques à chaque matière du curriculum. Dans les deux cas, elles sont établies par les autorités centrales et sont censées refléter et appuyer les objectifs et/ou les acquis de l'éducation associés au curriculum.

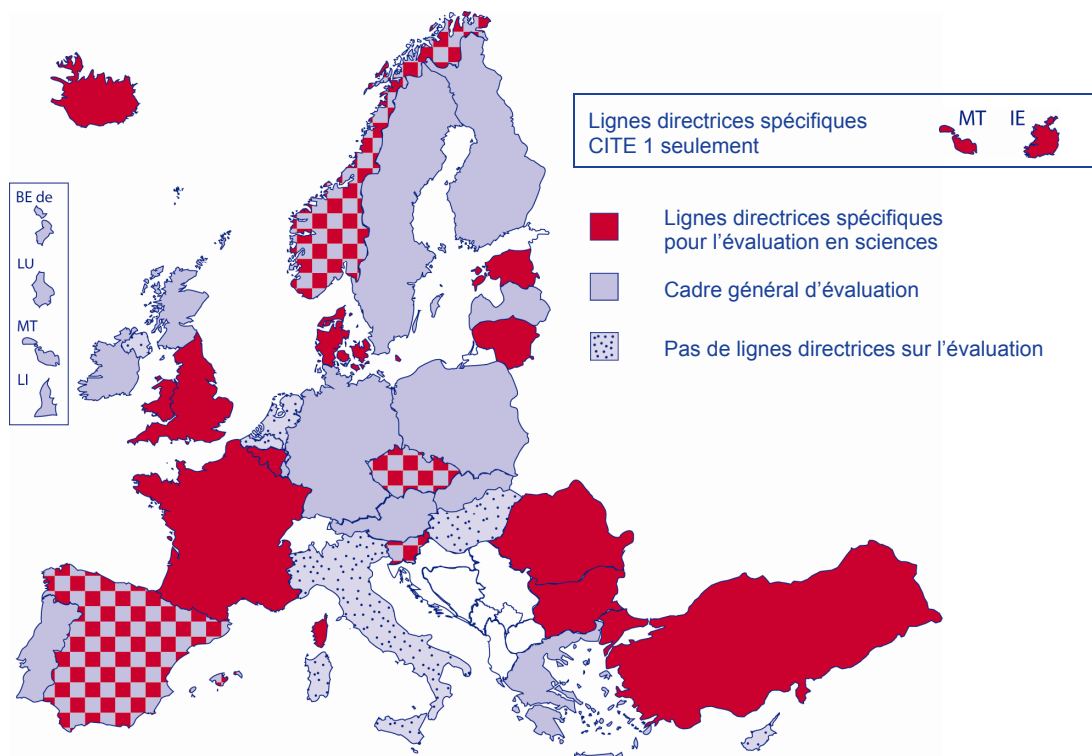
La moitié des pays européens étudiés prévoient des lignes directrices spécifiques pour l'évaluation des connaissances et des compétences des élèves en sciences, dans le primaire et secondaire inférieur. L'Irlande et Malte sont les seules exceptions; des lignes directrices spécifiques sont prévues pour le primaire uniquement.

D'autres pays n'ont qu'un cadre général d'évaluation, normalement axé sur les finalités de l'évaluation, les éléments à inclure, et les conditions et procédures que les enseignants et les établissements doivent prendre en compte dans l'élaboration de leurs propres procédures d'évaluation.

Certains pays ou régions ont très peu ou n'ont pas de lignes directrices fixées au niveau central en matière d'évaluation des élèves. Par exemple, en Belgique (Communauté flamande) et aux Pays-Bas, où les curricula scolaires indiquent uniquement les objectifs de l'éducation, les enseignants suivent la progression des élèves par le biais d'une évaluation en cours basée sur les plans de développement individuel des élèves. En Hongrie, seule une recommandation générale sur l'évaluation est établie dans la loi sur l'éducation publique; les procédures d'évaluation spécifiques sont régies à travers les curricula locaux.

⁽¹⁶²⁾ Pour de plus amples informations, voir: *Responsabilités et autonomie des enseignants en Europe*, Eurydice 2009.

◆◆◆ Figure 4.1. Lignes directrices sur l'évaluation en sciences (CITE 1 et 2), 2010/2011.



Source: Eurydice.



En République tchèque, en Estonie (depuis 2011), en Espagne, en Slovénie et en Norvège, des lignes directrices spécifiques sur l'évaluation en sciences sont prévues en parallèle aux exigences générales en matière d'évaluation des élèves.

En **République tchèque**, le «Manuel d'élaboration des programmes scolaires pour l'éducation de base» (*Manuál pro tvorbu školních vzdělávacích programů v základním vzdělávání*)⁽¹⁶³⁾ définit les règles que doivent suivre les enseignants et les établissements pour l'élaboration des critères et méthodes d'évaluation interne. En outre, les publications diffusées par l'«Institut pour l'information sur l'éducation»⁽¹⁶⁴⁾ suite aux résultats des enquêtes internationales, comprennent également des approches et méthodes différentes pour l'évaluation des élèves en sciences aux niveaux CITE 1 et 2.

En **Estonie**, le Curriculum national pour les écoles élémentaires (CITE 1 et 2) comporte des lignes directrices générales sur l'évaluation, ainsi que sur les critères d'évaluation pour chaque matière du curriculum, y compris les matières scientifiques. Des lignes directrices pour les matières individuelles sont également disponibles dans des classes virtuelles pour les enseignants⁽¹⁶⁵⁾.

En **Espagne**, la «Loi organique sur l'éducation» (*Ley Orgánica de Educación – LOE*) de 2006 et les décrets royaux sur le tronc commun national pour l'enseignement primaire et secondaire inférieur⁽¹⁶⁶⁾ comprennent quelques lignes directrices très générales sur l'évaluation. De même, les critères d'évaluation pour chaque matière du curriculum, y compris les matières scientifiques, sont stipulés dans les décrets royaux. Cependant, les Communautés autonomes émettent également des lignes directrices pour les enseignants sur les méthodes et techniques d'évaluation, ainsi que des critères correspondant à leurs propres curricula.

⁽¹⁶³⁾ http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2010/01/manual_kSVP_ZV.pdf (CS, EN)

⁽¹⁶⁴⁾ <http://www.csicr.cz> (CS, EN)

⁽¹⁶⁵⁾ <http://www.oppekava.ee> (ET)

⁽¹⁶⁶⁾ <http://www.boe.es/boe/dias/2006/12/08/pdfs/A43053-43102.pdf> (ES)
<http://www.boe.es/boe/dias/2007/01/05/pdfs/A00677-00773.pdf> (ES)

En **Slovénie**, les principales lignes directrices sont incluses dans les curricula et autres documents pertinents. Des lignes directrices pour les matières individuelles sont émises par l'Institut national de l'éducation et sont également disponibles dans des classes virtuelles où tous les documents d'intérêt pour les enseignants sont publiés ⁽¹⁶⁷⁾.

Les recommandations officielles sur l'évaluation (spécifiques ou non aux sciences) sont généralement incluses dans les curricula nationaux, les manuels pédagogiques et/ou dans des lois spéciales. Certains pays ont toutefois élaboré une approche ou une stratégie d'évaluation nationale globale.

Au **Royaume-Uni (Angleterre)**, une approche nationale structurée de l'évaluation des élèves, intitulée «Évaluer la progression des élèves» (*Assessing Pupils' Progress – APP*) ⁽¹⁶⁸⁾ a été élaborée par l'«Agence pour le développement des qualifications et du curriculum» (Qualifications and Curriculum Development Agency – QCDA). APP contient des orientations spécifiques aux sciences. Il s'agit d'une approche volontaire du suivi des élèves et il appartient à l'établissement de décider s'il souhaite ou non l'employer. Il n'est pas prévu de rendre APP obligatoire.

Au **Royaume-Uni (Écosse)**, le «Cadre stratégique pour l'évaluation» (*Strategic Framework for Assessment*) a été introduit en 2009 dans le cadre de la stratégie nationale pour la création d'un système d'évaluation efficace applicable au «curriculum pour l'excellence» ⁽¹⁶⁹⁾.

Dans certains pays, des sources «alternatives» de lignes directrices officielles en matière d'évaluation existent. En Lettonie, par exemple, les directives sur l'évaluation sont incluses dans les modèles de curriculum élaborés par le ministère de l'Éducation et des Sciences pour chaque matière (y compris les sciences) et sont conformes aux référentiels généraux et spécifiques.

4.2.2. Méthodes d'évaluation recommandées

Diverses méthodes et/ou approches sont à la disposition des enseignants pour l'évaluation interne des acquis des élèves en sciences. Le choix de la méthode ou de l'approche dépend de la finalité de l'évaluation (formative et/ou sommative) ainsi que du type de compétences évaluées. Les différentes méthodes répertoriées ici ont été choisies comme exemples soit d'approches plus conventionnelles, soit de méthodes dites «alternatives» pouvant être suivies pour évaluer un éventail plus large de compétences. D'autres techniques peuvent, bien entendu, être trouvées dans les établissements scolaires d'Europe.

Dans la majorité des pays européens où des lignes directrices générales ou spécifiques sont disponibles pour les enseignants, le recours à au moins une des méthodes traitées ci-dessous est explicitement recommandé (figure 4.2). Les mêmes méthodes d'évaluation sont mentionnées dans les deux types de lignes directrices. En outre, dans certains pays, les lignes directrices pour les sciences ne recommandent pas le recours à des méthodes particulières d'évaluation.

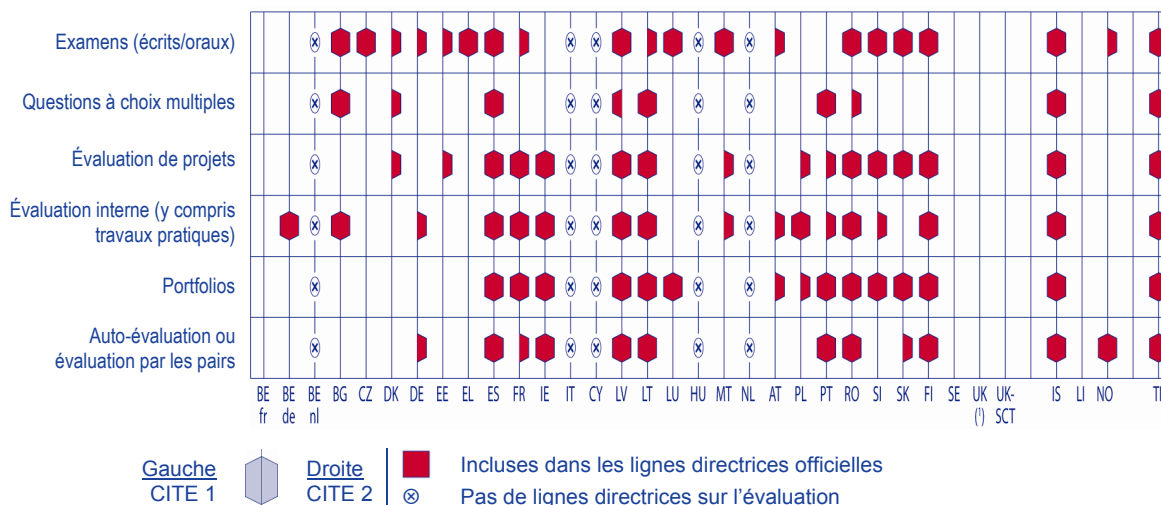
Dans plusieurs pays, les lignes directrices comprennent des références à toutes, ou presque toutes, les méthodes à utiliser pour évaluer les élèves et ce, plus particulièrement au niveau CITE 2. En France, par exemple, la récente mise en œuvre de l'approche fondée sur un socle commun de savoirs et de compétences a abouti à une transition des pratiques conventionnelles d'évaluation mises en œuvre par les enseignants (principalement sous forme de tests écrits) vers des techniques d'évaluation plus complexes et diverses. Par contraste, en Belgique (Communauté française), en Suède, au Royaume-Uni et au Liechtenstein, les lignes directrices officielles ne recommandent pas de méthodes particulières d'évaluation bien que les enseignants et les établissements soient, bien entendu, libres d'utiliser les méthodes ci-dessus dans la pratique. En outre, d'autres méthodes et/ou approches d'évaluation (dont la discussion, l'observation, l'interprétation des actions des élèves dans différents contextes, etc.) sont parfois incluses dans des documents officiels. Par exemple, au Royaume-Uni, les moyens d'évaluation mis en œuvre dans les établissements scolaires doivent tenir compte de la gamme complète de programmes d'étude ainsi que des données d'acquis dans divers contextes, y compris la discussion et l'observation.

⁽¹⁶⁷⁾ <http://skupnost.sio.si> (SL)

⁽¹⁶⁸⁾ <http://curriculum.qcda.gov.uk/key-stages-3-and-4/assessment/Assessing-pupils-progress/index.aspx> (EN)

⁽¹⁶⁹⁾ <http://www.ltscotland.org.uk> (EN)

◆ ◆ ◆ **Figure 4.2. Méthodes d'évaluation recommandées par les lignes directrices officielles (CITE 1 et 2), 2010/2011.**



Source: Eurydice.

Note explicative

Examens (écrits/oraux): des tests formels organisés sous la responsabilité de l'enseignant/établissement, consistant à répondre à des questions écrites et/ou orales à des fins formatives et/ou sommatives.

Questions à choix multiples: une forme plus divertissante d'examen, qui consiste en un questionnaire testant les connaissances générales ou spécifiques des élèves. Les réponses aux questions sont simples, en un ou quelques mots.

Évaluation de la performance en classe: une forme de test qui nécessite que les élèves exécutent une tâche au lieu de sélectionner une réponse sur une liste toute faite. Par exemple, il peut être demandé à l'élève de résoudre des problèmes ou de mener des recherches sur un sujet spécifique pendant le processus d'apprentissage et d'enseignement. Les enseignants jugent ensuite de la qualité du travail d'après des critères établis.

Évaluation de projets: implique la réalisation d'expériences ou d'autres tâches d'investigation, soit par la classe entière, soit par des élèves individuels ou en petits groupes. À travers cette méthode, les enseignants peuvent évaluer un large éventail de connaissances et compétences, dont la compréhension des concepts/théories, l'aptitude à l'observation scientifique et l'aptitude à la collaboration.

Portfolios: consistent généralement en une collection des travaux des élèves qui démontre leurs compétences. Ils peuvent également être considérés comme une plate-forme d'expression libre.

Auto-évaluation (ou évaluation par les pairs): les élèves participent au suivi et à la régulation de leur propre apprentissage ou de celui de leurs camarades.

Note spécifique par pays

Espagne: les cellules cochées correspondent aux différentes méthodes et techniques d'évaluation incluses dans les curricula de certaines Communautés autonomes et du territoire du ministère de l'Éducation (villes autonomes de Ceuta et Melilla).



En ce qui concerne les méthodes et approches particulières, les examens écrits/oraux, l'évaluation de la performance des élèves en classe et la réalisation de projets sont celles qui sont le plus souvent recommandées dans les lignes directrices officielles. Ces méthodes ne sont cependant pas toujours recommandées pour l'évaluation des élèves en primaire et en secondaire inférieur. Au Danemark, en Allemagne, en Estonie, en France, en Lituanie, en Autriche et en Norvège, les examens écrits/oraux sont recommandés uniquement en secondaire inférieur. L'Irlande et la Pologne sont les seuls pays dont les lignes directrices ne recommandent pas d'examens écrits/oraux. Cependant, en Pologne, des examens peuvent être prévus dans certaines conditions (par exemple, les élèves qui ne peuvent pas être notés en raison de leur taux élevé d'absentéisme ou ceux qui n'acquièrent pas suffisamment de connaissances et de compétences pour recevoir une note finale positive).

L'évaluation de la performance en classe et l'évaluation de projet sont généralement conseillées pour le primaire et le secondaire inférieur. Dans quelques pays cependant, ces méthodes sont limitées aux élèves du secondaire inférieur. Il est intéressant d'ajouter qu'en Pologne, à compter de 2011/2012, l'évaluation sur projet sera obligatoire pour compléter le secondaire inférieur. Les élèves devront présenter un projet de groupe dont la note sera ajoutée au certificat de fin de scolarité.

Quinze pays européens recommandent que les enseignants utilisent les portfolios en primaire et/ou secondaire inférieur. En France, par exemple, le livret personnel de compétences a deux fonctions:

rassembler les preuves que les compétences communes ont été acquises et permettre de suivre la progression d'un élève d'une année à l'autre de sa scolarité obligatoire. Neuf pays font référence aux questions à choix multiple.

Dans treize pays, les lignes directrices officielles recommandent l'auto-évaluation (ou l'évaluation par les pairs) pendant les années de scolarité obligatoire.

Les lignes directrices officielles n'incluent pas de recommandations de méthodes d'évaluation particulières à appliquer en physique, chimie ou biologie. Certains pays prévoient cependant le recours à différentes techniques pour l'évaluation des sciences en tant que matière intégrée ou matières distinctes.

4.2.3. Soutien à l'évaluation interne par l'enseignant

L'évaluation des élèves est une tâche complexe demandant un niveau élevé de compétence, à laquelle les enseignants ont besoin d'être préparés pendant leur formation initiale ainsi que dans le cadre de leur formation continue (voir le chapitre 5).

La plupart des pays ou des régions de l'Europe [à l'exception de la Belgique (Communauté flamande), de l'Italie, de la Hongrie, de la Suède, de l'Islande et du Liechtenstein], prévoient divers soutiens pour aider les enseignants à évaluer les élèves en classe. Dans la majorité des cas, ce soutien concerne toutes les matières du curriculum aux niveaux primaire et secondaire inférieur et n'est pas spécifique aux sciences.

Des sites web et portails internet contenant divers supports d'enseignement et d'évaluation sont la forme la plus courante de soutien apporté aux enseignants.

En **République tchèque**, un portail ⁽¹⁷⁰⁾ axé à la fois sur l'évaluation de l'éducation en général et sur l'évaluation de la performance dans des matières spécifiques a été élaboré dans le cadre du projet *Metodika II* (sous la responsabilité de l'Institut de recherche pédagogique et de l'Institut national de formation technique et professionnelle et cofinancé par le Fonds social européen et le budget d'État). Le portail est structuré par matières du curriculum, y compris les sciences.

La **Lettonie** apporte aux enseignants une aide spécifique pour l'évaluation en sciences en secondaire inférieur. Les mesures en place sont incluses dans le projet en ligne «Sciences et mathématiques» ⁽¹⁷¹⁾.

En **Pologne**, le programme «Évaluation formative» (*Ocenianie kształtujące*), animé par le «Centre pour l'enseignement de la citoyenneté» (*Centrum Edukacji Obywatelskiej*) ⁽¹⁷²⁾, constitue la principale source de lignes directrices pour les enseignants en matière d'évaluation des élèves en vue d'assurer leur encadrement dans le processus d'apprentissage.

En **Roumanie**, une base de données en ligne d'environ 15 000 items pour chaque matière du domaine «mathématiques et sciences» est en cours d'élaboration pour les 9^e, 10^e et 11^e années. Les enseignants pourront l'utiliser pour leurs tests d'évaluation.

Au **Royaume-Uni (Écosse)**, la «Ressource nationale pour l'évaluation» (*National Assessment Resource – NAR*) ⁽¹⁷³⁾ est un nouvel outil éducatif en ligne (disponible depuis 2010) qui aide les enseignants à développer leurs compétences professionnelles et leur aptitude à juger de la progression et des acquis dans l'évaluation. NAR donne des exemples d'un large éventail d'approches et de données d'évaluation couvrant tous les domaines du curriculum et tous les stades de l'éducation.

Une autre façon de soutenir les enseignants dans leurs tâches d'évaluation consiste à leur fournir des manuels spéciaux. Les éditeurs de manuels scolaires et de supports pédagogiques proposent généralement un guide de l'enseignant qui comporte des supports d'évaluation. En Estonie, un manuel est publié par le «Centre national d'examens et de qualifications».

⁽¹⁷⁰⁾ www.rvp.cz (CS)

⁽¹⁷¹⁾ dzm.lv (LV, EN)

⁽¹⁷²⁾ <http://www.ceo.org.pl/> (PL, EN)

⁽¹⁷³⁾ <http://www.ltscotland.org.uk/learningteachingandassessment/assessment/supportmaterials/nar/index.asp> (EN)

Aux Pays-Bas, des supports pédagogiques sont proposés aux établissements pour les aider à mettre au point leurs propres examens. CITO, l'organisation centrale chargée d'évaluation ⁽¹⁷⁴⁾, donne des exemples de questions d'examen aux établissements, moyennant paiement.

Une combinaison des mesures de soutien ci-dessus est disponible aux enseignants dans la plupart des pays.

4.3. Examens/tests standardisés en sciences

Bien que l'évaluation des sciences en classe présente plusieurs avantages importants, ses résultats ne sont pas facilement comparables. Afin d'obtenir des données standardisées sur la performance des élèves, des tests nationaux ont été élaborés par un grand nombre de pays européens.

Aux fins de cette étude, l'expression «examens/tests standardisés» sont des formes d'évaluation des élèves; ils sont organisés sous l'autorité d'un organe national/centralisé et assortis de procédures standard pour l'élaboration de leur contenu, pour leur administration et leur correction, ainsi que pour l'interprétation de leurs résultats ⁽¹⁷⁵⁾.

4.3.1. Organisation de l'évaluation standardisée en sciences

Dans la majorité des pays et/ou régions de l'Europe, les connaissances et les compétences scientifiques des élèves sont évaluées par le biais d'examens/tests standardisés au moins une fois pendant la scolarité obligatoire (CITE 1 et 2) et/ou l'enseignement secondaire supérieur (CITE 3).

Des variations importantes se manifestent d'un pays à un autre, à la fois au niveau de la fréquence à laquelle chaque élève passe des tests nationaux dans des matières scientifiques et des stades précis, en termes d'année de scolarité ou d'âge, auxquels ces tests sont conduits. Ces différences reflètent parfois les agendas politiques nationaux ou les priorités éducatives, tandis que d'autres peuvent être en partie attribuées aux structures organisationnelles variées des systèmes éducatifs européens. En ce qui concerne ce dernier facteur, il convient de tenir compte du fait que dans certains pays, une seule structure est prévue pour l'éducation obligatoire à temps plein, tandis que d'autres opèrent une distinction entre enseignement primaire et secondaire inférieur.

Dans neuf pays ou régions de l'Europe, à savoir la Belgique (Communauté française), la Bulgarie, le Danemark, la France, l'Italie, la Lituanie, Malte, la Finlande et le Royaume-Uni (Angleterre), les tests en sciences sont, ou peuvent être, organisés dans le cadre de la procédure d'évaluation standardisée à chaque niveau scolaire (CITE 1, 2 et 3). Par contraste, en République tchèque, en Allemagne, au Luxembourg, en Hongrie, au Portugal, en Suède, au Royaume-Uni (Irlande du Nord et pays de Galles) et en Norvège, cette évaluation est limitée au niveau CITE 3, sauf en Suède où des tests standardisés dans les matières scientifiques sont organisés uniquement au niveau CITE 2. Dans tous les autres systèmes éducatifs qui utilisent des tests standardisés, l'évaluation a lieu à deux des trois niveaux scolaires.

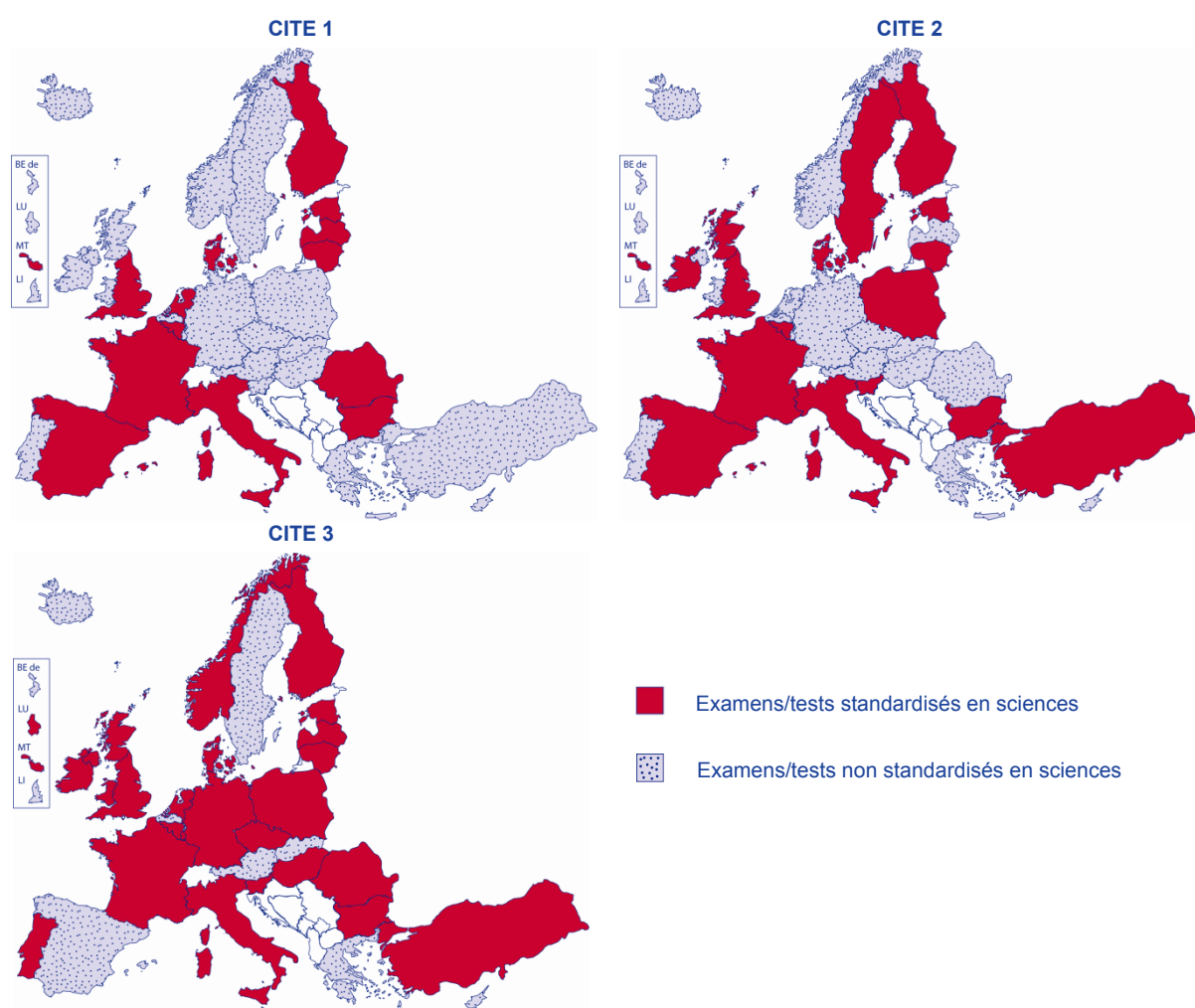
Dans la majorité des pays ou régions, les tests standardisés en sciences ont généralement lieu une fois seulement à un même niveau d'éducation, généralement en fin de cycle. Dans certains pays cependant, dont la Belgique (Communauté française), Malte, le Royaume-Uni (Écosse), les tests ont lieu plusieurs fois durant le cycle secondaire. À Malte, les élèves doivent passer des tests standardisés dans les matières scientifiques chaque année du secondaire. Ailleurs, les matières sont incluses dans les évaluations standardisées par rotation. En Estonie, par exemple, en fin de primaire, la maîtrise de la langue maternelle et des mathématiques est testée chaque année mais une troisième matière s'y ajoute, qui varie d'une année sur l'autre – les plus récents tests en sciences datent de 2010. En France, la rotation des matières se fait sur un cycle de cinq ans en fin de primaire et de secondaire inférieur (évaluation – bilan fin de l'école primaire et collège). Les derniers tests en biologie, chimie et physique datent de 2007/2008.

⁽¹⁷⁴⁾ http://www.cito.com/en/about_cito.aspx (EN)

⁽¹⁷⁵⁾ Voir *Les évaluations standardisées des élèves en Europe*, Eurydice 2009.

Lorsque des examens standardisés sont organisés pour évaluer la performance des élèves en vue de délivrer des certificats de scolarité, ils se déroulent généralement en fin de cycle. Par contraste, lorsque les examens ont une finalité de suivi et d'évaluation des établissements et/ou du système éducatif dans son ensemble, ils peuvent également être organisés à d'autres moments clés des cycles primaire et secondaire. En Belgique (Communauté française) par exemple, en plus de l'évaluation externe à des fins de certification en fin de primaire, des examens d'évaluation externes ont également lieu en 2^e et 5^e année de l'enseignement primaire. Les connaissances et les compétences des élèves sont testées en français, en mathématiques et en éveil scientifique. En Espagne, le système éducatif est soumis à des «évaluations de diagnostic général», qui comprennent des tests servant à évaluer les compétences des élèves en sciences à la fin du deuxième cycle (4^e année) de l'enseignement primaire ainsi qu'à la fin de la deuxième année (8^e année) de l'enseignement secondaire inférieur (ESO). À l'heure actuelle, il est prévu d'étendre ces tests aux 6^e et 10^e années. En plus de ces tests nationaux basés sur des échantillons, chaque Communauté autonome procède à une évaluation de diagnostic annuelle de tous les élèves du territoire, aux mêmes années.

◆◆◆ Figure 4.3. Examens/tests standardisés en sciences (CITE 1, 2 et 3), 2010/2011.



Source: Eurydice.

Note explicative

Seuls les examens ou tests standardisés (ou une partie des examens ou tests) qui couvrent les matières scientifiques intégrées et/ou la chimie/biologie/physique séparées sont pris en compte ici. D'autres formes d'évaluation standardisée qui n'incluent pas les sciences ne sont pas comprises ⁽¹⁷⁶⁾.

⁽¹⁷⁶⁾ Pour de plus amples informations sur les tests nationaux en Europe, voir *Les évaluations standardisées des élèves en Europe: objectifs, organisation et utilisation des résultats*, Eurydice 2009.

Notes spécifiques par pays

République tchèque: des tests nationaux devraient être lancés en 2013 pour CITE 1 et 2.

Autriche: pour la biologie, la chimie et la physique, des tests sont en cours d'élaboration et des essais pilotes sont en cours.

Pologne: au niveau CITE 2, les sciences et mathématiques font aujourd'hui partie de l'examen externe. À compter de 2012, les sciences seront séparées des mathématiques et constitueront une partie distincte de l'examen.

Slovénie: les tests nationaux ne sont que partiellement standardisés.

Royaume-Uni (ENG): suite à la recommandation du groupe d'experts sur l'évaluation, les tests standardisés pour les élèves de 8-11 ans ont été abandonnés. En 2009/2010, les niveaux nationaux en sciences ont été observés au moyen d'échantillons d'établissements.



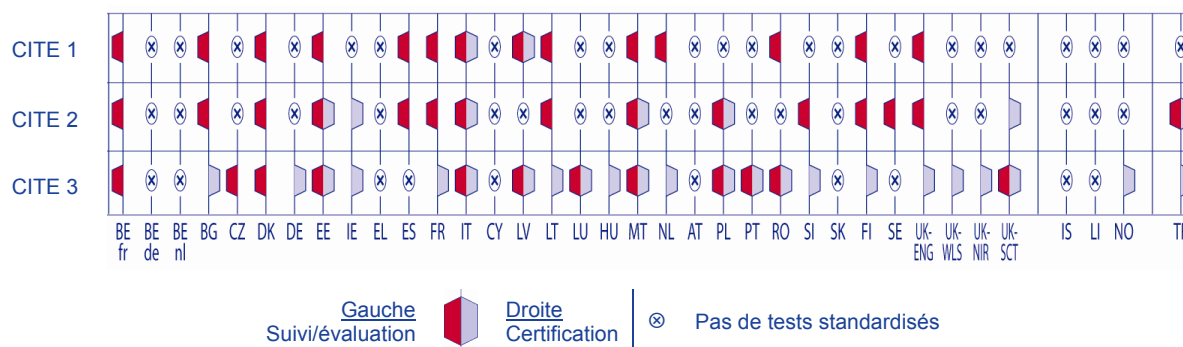
En général, l'évaluation standardisée prend la forme d'un examen «conventionnel» écrit et/ou oral. Dans certains pays (par exemple, le Danemark et les Pays-Bas), un système de tests informatisé a été mis au point. En France, l'évaluation des compétences des élèves en sciences pratiques fait partie de l'examen standardisé à l'issue de la filière scientifique du secondaire général supérieur. Elle dure une heure et consiste en une série d'exercices pratiques, standardisés sur l'ensemble du pays, sur la résolution de problèmes biologiques ou géologiques.

4.3.2. Finalités des tests standardisés en sciences

L'objectif principal de la majorité des tests en sciences menés au niveau secondaire supérieur est la délivrance de certificats aux élèves (voir la figure 4.4). Dans la moitié environ des pays concernés, le but est de munir les élèves d'un certificat final qui donne généralement accès à l'enseignement supérieur. Par contraste, lorsque ces tests sont effectués pendant la scolarité obligatoire (CITE 1 et 2), l'évaluation et le suivi des établissements individuels et/ou du système éducatif est établie comme finalité principale dans la majorité des pays.

L'évaluation standardisée à des fins de certification pendant la scolarité obligatoire a généralement lieu en secondaire inférieur (CITE 2) plutôt qu'en primaire (CITE 1).

◆ ◆ ◆ **Figure 4.4. Finalité des tests standardisés en sciences (CITE 1, 2 et 3), 2010/2011.**



Notes spécifiques par pays

Royaume-Uni: les tests conduits aux niveaux CITE 1 et 2 ont principalement une finalité sommative (c'est-à-dire la certification ou l'évaluation).

Turquie: au niveau CITE 2, les tests standardisés à des fins de certification sont conduits uniquement pour l'accès aux pensionnats publics gratuits.



En secondaire (CITE 2 et 3), les tests standardisés sont souvent prévus à des fins de certification et d'évaluation. Cependant, en Belgique (Communauté française) et en Turquie (sauf CITE 1), deux examens standardisés différents avec des finalités distinctes sont utilisés pour mesurer les acquis des élèves. En primaire, les résultats des tests standardisés ont les deux finalités en Italie et en Lettonie seulement.

4.3.3. Matières couvertes et statut

Le contenu précis des examens/tests standardisés varie d'un pays à l'autre. Il est déterminé par les priorités des politiques éducatives, le niveau d'éducation et le curriculum enseigné (voir le chapitre 3). Comme l'on pouvait s'y attendre, lorsque les sciences sont enseignées en tant que matière intégrée (ce qui est souvent le cas au niveau CITE 1 et/ou 2, voir le chapitre 3), les connaissances et compétences des élèves sont testées sur l'ensemble du curriculum. Lorsque les sciences sont enseignées en tant que matières distinctes (chimie/biologie/physique) (souvent au niveau CITE 2 et/ou 3), les élèves passent les examens distincts correspondants. Cependant, aux Pays-Bas où les établissements peuvent décider eux-mêmes des modalités d'organisation de l'enseignement des sciences, les tests standardisés prennent toujours la forme de tests individuels par matière. Au Royaume-Uni, les tests peuvent être intégrés ou distincts au niveau CITE 3. Les sciences, en tant que matière intégrée et/ou matières distinctes, sont généralement testées en même temps que les autres matières, selon une procédure d'évaluation standardisée. En primaire, ces matières comprennent généralement la langue maternelle et les mathématiques. En secondaire cependant, les langues étrangères, la géographie, l'éducation à la santé et/ou d'autres matières sont elles aussi souvent testées. Un grand nombre de pays utilisent une combinaison de matières obligatoires et optionnelles, en fonction du niveau d'éducation et/ou du type d'établissement.

En **Bulgarie**, la matière intitulée «L'homme et la nature» fait partie des matières obligatoires pour tous qui sont testées en fin de primaire et de secondaire inférieur. Dans le public, les examens de fin de secondaire supérieur comprennent la physique et l'astronomie, la chimie et la protection de l'environnement, la biologie et l'éducation à la santé, mais en option.

Au **Danemark**, selon le type d'éducation et la filière choisie, les élèves passent des examens à la fois oraux et écrits en biologie, chimie et physique, à différents niveaux de difficulté (A, B, C), en fin de secondaire supérieur général.

En **Estonie**, les tests externes en fin de primaire (langue maternelle, mathématiques et une autre matière déterminée chaque année) sont obligatoires. Les sciences ont été testées en 2002, 2003 et 2010. À l'issue du niveau CITE 3 (9^e année) les examens nationaux comprennent des tests dans trois matières, dont deux sont obligatoires: l'estonien et les mathématiques. Le troisième test peut être choisi parmi langues vivantes, physique, chimie, biologie, histoire, géographie et études sociales. Les examens de fin de secondaire supérieur général testent cinq matières dont la seule qui soit obligatoire est l'estonien. Les autres sont choisies parmi mathématiques, langues vivantes, physique, chimie, biologie, histoire, géographie et études sociales.

En **Pologne**, en fin de secondaire inférieur, les examens sont en trois parties (lettres, mathématiques/sciences et langue). «Mathématiques/sciences» couvre les mathématiques, la biologie, la chimie, la physique et la géographie. Les examens de fin de secondaire supérieur comprennent des éléments obligatoires et d'autres optionnels. La partie optionnelle comporte des examens dans une à six matières (y compris biologie, chimie et physique) choisies par les élèves et passés à un niveau de base ou supérieur.

En **Roumanie**, les tests par échantillonnage en fin de primaire comprennent le roumain langue maternelle ou la langue maternelle pour les minorités nationales reconnues (si l'élève appartient à une minorité), les mathématiques et les sciences naturelles. Toutes ces matières sont obligatoires. Le baccalauréat, en fin de secondaire supérieur, compte une épreuve optionnelle en physique, biologie ou chimie, selon le profil et la spécialisation de l'établissement, à l'exception des établissements spécialisés en lettres et des établissements d'enseignement professionnel.

En **Slovénie**, l'évaluation nationale en fin de cycle unique (CITE 2) comprend des épreuves en slovène (ou hongrois/italien dans des régions ethniquement mixtes), en mathématiques, et une troisième matière déterminée chaque année par le ministère. Les matières scientifiques aux examens de fin de secondaire supérieur sont optionnelles et peuvent être choisies par les élèves parmi les sciences naturelles, dont font partie la biologie, la chimie et la physique.

Comme les exemples ci-dessus l'illustrent, selon le pays et le niveau d'éducation concerné, les matières scientifiques intégrées et/ou distinctes peuvent faire partie du processus de tests standardisés soit en tant que matières obligatoires (normalement en primaire et secondaire inférieur) soit en tant que matières optionnelles (généralement en secondaire supérieur) (voir la figure 4.5).

◆◆◆ **Figure 4.5. Statut des matières scientifiques dans les examens/tests standardisés de fin de secondaire supérieur (CITE 3), 2010/2011.**

BE fr	BE de	BE nl	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FR	IT	CY	LV	LT	LU	HU
◆	⊗	⊗	◆	◆	●	◆	◆	◆	⊗	⊗	⊗	◆	◆	◆	◆	□	◆
MT	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK-ENG	UK-WLS	UK-NIR	UK-SCT	IS	LI	NO	TR
○	◆	⊗	◆	○	○	◆	⊗	◆	⊗	◆	◆	◆	◆	⊗	⊗	●	◆

⊗ Pas de tests standardisés ● Obligatoire ○ Option obligatoire ◆ Option facultative

Note explicative

Matière obligatoire: les matières scientifiques sont incluses dans les examens et sont obligatoires pour tous les élèves.
 Option obligatoire: les matières scientifiques sont incluses dans un groupe de matières optionnelles mais les élèves sont obligés de choisir au moins une option de ce groupe.
 Option facultative: les matières scientifiques sont incluses dans un groupe de matières optionnelles et les élèves sont libres de les choisir ou non.

Note spécifique par pays

Autriche: projet pilote en cours sur les tests nationaux.



Les matières scientifiques sont obligatoires pour tous les élèves dans le cadre du processus de tests standardisés en fin de secondaire supérieur dans trois pays européens seulement (Danemark, Luxembourg et Norvège). À Malte, au Portugal et en Roumanie, les élèves sont obligés de passer un examen dans une option scientifique. Dans tous les autres pays, les élèves peuvent choisir la biologie, la chimie et/ou la physique en option parmi un groupe de matières différentes.

4.3.4. Le débat actuel sur l'évaluation standardisée dans les pays européens

Le débat entre décideurs et autres professionnels de l'éducation sur l'évaluation standardisée est un débat permanent dans certains pays. En Belgique (Communauté française) par exemple, le débat actuel se préoccupe de la nécessité d'une plus grande harmonisation du contenu des matières entre les différents secteurs scolaires (public, privé subventionné) ainsi que d'une plus grande clarté de définition des niveaux de connaissances sur lesquels baser la certification externe.

En Autriche, la réforme actuelle qui vise à améliorer l'enseignement des sciences est axée sur le développement des référentiels et des tests. De nouveaux référentiels de matières sont à l'essai. La priorité a été donnée à l'élaboration des référentiels pour l'allemand, les mathématiques et l'anglais. Des référentiels pour les matières scientifiques (physique, chimie, biologie) sont également en cours d'élaboration ⁽¹⁷⁷⁾.

⁽¹⁷⁷⁾ Voir: <http://www.bifie.at/bildungsstandards>

4.4. L'évaluation dans les cours de sciences : résultats de l'enquête TIMSS 2007

Après avoir étudié les règles et les recommandations concernant l'évaluation en sciences dans les pays européens, il paraît intéressant de se pencher sur les pratiques réelles dans les établissements scolaires, à partir des données des enquêtes internationales. L'enquête TIMSS 2007 comprenait plusieurs questions concernant les formes d'évaluation en sciences employées par les enseignants d'élèves de huitième année (pour plus de renseignements sur TIMSS, voir le chapitre 1). L'enquête étudiait le degré d'importance apporté par les enseignants à l'évaluation des sciences en classe, à leur propre jugement professionnel ou aux résultats des tests nationaux ou régionaux dans le suivi de la progression des élèves en sciences. Les données montraient que les enseignants de sciences des élèves de huitième année accordaient davantage d'importance aux tests en classe (par exemple, des tests conçus par les enseignants ou dans les manuels). Les enseignants utilisaient les tests en classe, dans une certaine mesure, pour plus ou moins tous les élèves. Dans les pays participants de l'UE⁽¹⁷⁸⁾, en moyenne, les enseignants signalaient accorder une grande importance aux tests en classe pour 64 % des élèves et une importance moindre pour 32 %. Les enseignants déclaraient également se fier à leur jugement professionnel, dans une certaine mesure, pour la plupart des élèves. En moyenne, dans les pays de l'UE participants, les enseignants signalaient se fier fortement à leur propre jugement pour 54 % des élèves et dans une moins grande mesure pour 41 %. Pourtant, une importance modérée seulement était apportée aux tests nationaux ou régionaux, une certaine importance pour 37 % des élèves et peu ou aucune importance pour 34 % des élèves. Pour une proportion encore inférieure d'élèves, les enseignants accordaient au moins une certaine importance aux tests nationaux ou régionaux en République tchèque, en Suède, au Royaume-Uni (Écosse) et en Norvège (Martin, Mullis et Foy 2008, p. 334). Dans ces pays, soit les tests nationaux n'existent pas, soit ils sont basés sur un échantillon des élèves, ce qui signifie que tous les enseignants n'ont pas l'occasion de faire usage des résultats de cette méthode d'évaluation.

L'enquête TIMSS 2007 posait également des questions sur la fréquence à laquelle les enseignants de sciences d'élèves de huitième année faisaient passer des tests ou des examens en sciences. Les résultats indiquaient qu'environ la moitié (49 %) des élèves de huitième année devaient passer des tests en moyenne environ une fois par mois dans les pays de l'Union européenne participants. À peu près un cinquième (22 %) devaient passer un test ou un examen en sciences toutes les deux semaines (ou plus fréquemment). Cette fréquence variait cependant considérablement d'un pays à l'autre (voir Martin, Mullis et Foy 2008, p. 335). En République tchèque, la plupart des élèves (82 %) devaient passer un test au moins toutes les deux semaines. En Hongrie et en Roumanie, les enseignants signalaient eux aussi, dans de nombreux cas, faire passer des tests ou examens toutes les deux semaines ou plus (37 % et 45 % des élèves respectivement). Dans plusieurs pays, la majorité des élèves étaient soumis à des tests ou des examens en sciences quelques fois par an seulement, notamment à Malte (69 %), en Slovaquie (96 %) et en Suède (66 %).

Ces données mettent en relief l'importance de l'évaluation interne dans les pays étudiés, ainsi que le rôle majeur des enseignants dans son exécution. Elles témoignent ainsi également d'un besoin potentiel de lignes directrices et de soutien pour les enseignants dans le domaine de l'évaluation.

⁽¹⁷⁸⁾ Ici et ailleurs, la moyenne européenne calculée par Eurydice fait référence uniquement aux pays de l'EU-27 qui ont participé à l'enquête. Il s'agit d'une moyenne pondérée dans laquelle la contribution d'un pays est proportionnelle à sa taille.

Synthèse

Les lignes directrices officielles sur l'évaluation prennent deux formes différentes dans les pays européens. Soit elles fournissent un cadre général pour l'intégralité du processus d'évaluation, indépendamment de la matière concernée, soit elles sont spécifiques aux sciences. Dans tous les cas, ces documents ont pour finalité principale de refléter et d'appuyer les objectifs et/ou les acquis de l'éducation liés au curriculum. Dans la moitié des pays ou régions du réseau Eurydice, des lignes directrices spécifiques aux sciences sont en place. Certains pays ont très peu ou n'ont pas de règlements/lignes directrices fixés au niveau central en matière d'évaluation des élèves. Les procédures d'évaluation sont alors régies au niveau local et/ou au niveau de l'établissement ou par l'évaluation interne gérée par les enseignants en fonction des plans de développement individuel des élèves.

En règle générale, les lignes directrices en matière d'évaluation contiennent des recommandations sur les méthodes à employer par les enseignants pour évaluer la progression des élèves. Les examens écrits/oraux traditionnels et l'évaluation de la performance des élèves en classe, ainsi que les travaux pratiques sont les méthodes d'évaluation le plus souvent recommandées. Des différences importantes se constatent entre les pays concernant les méthodes d'évaluation recommandées à des niveaux particuliers du parcours scolaire. Il est également intéressant de noter que les mêmes méthodes font leur apparition à la fois dans les lignes directrices concernant l'évaluation générale et celles concernant spécifiquement les sciences. Il ne semble pas y avoir de forme particulière d'évaluation recommandée uniquement pour les matières scientifiques.

Presque tous les pays européens prévoient divers types de soutien pour les enseignants au niveau de l'évaluation interne des élèves. Ces divers types de soutien, cependant, s'appliquent habituellement à l'évaluation générale et concernent toutes les matières du curriculum; ils ne sont pas spécifiques aux sciences. Les formes les plus répandues de soutien comprennent l'apport de supports pédagogiques et d'informations sur les méthodes d'évaluation par le biais de sites web et portails internet officiels, ainsi que la fourniture de manuels pédagogiques préparés par les éditeurs de manuels scolaires.

Dans la majorité des pays et/ou régions de l'Europe étudiés, les connaissances et les compétences des élèves en sciences sont évaluées dans le cadre de procédures standardisées nationales, et ce au moins une fois pendant la scolarité obligatoire (CITE 1 et 2) et/ou au secondaire supérieur (CITE 3). Des variations importantes sont toutefois apparentes d'un pays à un autre, à la fois au niveau de la fréquence à laquelle chaque élève passe des tests nationaux dans des matières scientifiques et au niveau du moment précis, en termes d'année de scolarité ou d'âge, où ces tests sont conduits. Dans la majorité des pays ou régions, les matières scientifiques sont testées au moins une fois à deux ou trois niveaux d'éducation.

Dans presque tous les pays qui soumettent les élèves à des tests standardisés en sciences dans le primaire, ces tests ont pour finalité d'évaluer les établissements et/ou le système éducatif dans son ensemble. En secondaire inférieur, la situation est très proche de celle du primaire mais un plus grand nombre de pays organisent des tests nationaux en sciences en vue de délivrer des certificats aux élèves. En secondaire inférieur, la délivrance de certificats aux élèves est la seule finalité de la plupart des tests dans les matières scientifiques.

Les sciences en tant que matière intégrée et/ou matières distinctes du curriculum sont généralement testées selon une procédure d'évaluation standardisée en même temps que les autres matières, le plus souvent en même temps que les épreuves de langue maternelle et de mathématiques. Tandis qu'en primaire et en secondaire inférieur (CITE 1 et 2) les matières scientifiques testées dans le cadre de procédures d'évaluation standardisées sont obligatoires pour tous les élèves, elles sont souvent optionnelles en secondaire supérieur (CITE 3).

CHAPITRE 5. AMÉLIORER LA FORMATION DES ENSEIGNANTS DE SCIENCES

Introduction

La recherche sur les moyens d'améliorer la formation initiale et le développement professionnel des enseignants de sciences est étroitement liée à la fois au tronc commun et aux filières. Il s'agit d'un domaine complexe étant donné que les enseignants de sciences enseignent à des niveaux d'éducation différents, sont souvent formés à différentes matières scientifiques et appartiennent à diverses cultures, tant sur le plan éducatif que sur le plan social. La première section passe en revue la littérature de recherche couvrant ces dimensions et se penche sur les connaissances, les aptitudes et les compétences requises pour enseigner les sciences, sur les problématiques spécifiques à la formation des enseignants de sciences, et sur les stratégies pour les former. La deuxième section présente les initiatives nationales visant à améliorer la formation initiale et le développement professionnel des enseignants de sciences, qui se situent hors du cadre des initiatives déjà décrites au chapitre 2. Enfin, la troisième section présente quelques résultats d'une enquête de terrain pilote, conduite par l'EACEA/Eurydice auprès d'institutions de formation des enseignants, sur les pratiques actuelles dans la formation initiale des enseignants de sciences et de mathématiques.

5.1. Formation initiale et développement professionnel continu des enseignants de sciences: revue des résultats d'enquêtes récentes

Jens Dolin et Robert Evans

Département d'éducation scientifique, Université de Copenhague

Cette revue s'intéresse spécifiquement à la recherche publiée entre 2006 et 2011 dans les principales revues consacrées à l'enseignement des sciences, ainsi que dans les enquêtes et les manuels pertinents.

5.1.1. Compétences et aptitudes nécessaires pour l'enseignement des sciences

Pour devenir un enseignant de sciences, par opposition aux enseignants d'autres matières, et pour entretenir ses compétences professionnelles, certaines aptitudes spécifiques aux sciences sont nécessaires. La science est caractérisée par la modélisation, c'est-à-dire la construction de copies de la réalité, souvent sous forme abstraite ou mathématique, qui accentue les caractéristiques spécifiques de la réalité. La science a pour autres caractéristiques distinctives une épistémologie spécifique ou un moyen d'acquérir des connaissances souvent appelé «Nature de la science», son recours aux travaux pratiques (notamment les exercices en laboratoire), et divers autres attributs. Ces compétences et l'aptitude à enseigner ces aspects de la science doivent faire partie d'une «trousse à outils» de l'enseignant. Par ailleurs, les compétences pédagogiques générales, dont l'apprentissage par l'argumentation, ainsi que l'enseignement et l'utilisation de méthodes fondées sur la démarche d'investigation, sont particulièrement pertinentes pour l'enseignement des sciences. Cela est apparent lorsque l'on se penche sur les «connaissances professionnelles liées au contenu» ou PCK (*Professional Content Knowledge*) dans le contexte de l'enseignement des sciences selon le concept de Shulman (1986). Cette première section passe en revue la recherche sur ces aspects de l'enseignement des sciences spécifiques aux sciences.

La modélisation

La modélisation étant au cœur de l'acte scientifique, il est important de concevoir une intervention de la formation des enseignants axée sur les modèles et la modélisation. Une étude italienne récente fait apparaître que les connaissances à propos des modèles et de la modélisation des futurs enseignants après le diplôme de quatre ou cinq années restent assez faibles et confuses (Danusso, Testa et Vicentini, 2010). Des cours spécifiques, mettant l'accent sur l'apport d'expériences d'apprentissage de la modélisation et de supports pour la modélisation ont aidé les futurs enseignants à intéresser les élèves à la pratique de la modélisation (Kenyon, Davis et Hug, 2011). Valanides et Angeli (2008) ont fourni à de futurs enseignants du primaire un module sur la modélisation informatique couronné de succès. Le programme accompagnait efficacement les premières expériences de modélisation des futurs enseignants; il leur permettait de construire et de tester rapidement leurs modèles ainsi que de réfléchir à leur viabilité.

La nature de la science

Akerson et al. (2009) montrent comment la modélisation scientifique peut permettre de comprendre la nature de la science et les processus d'investigation scientifique plus en profondeur. Dans le cadre d'un programme de développement professionnel sur la modélisation scientifique, les enseignants ont amélioré leurs avis sur la nature de la science et sur l'investigation au fur et à mesure qu'ils ont élargi leurs définitions de la science, d'une orientation fondée sur les connaissances à une orientation fondée sur les processus. En outre, une compréhension informée de la nature de la science peut être renforcée par le recours aux stratégies métacognitives (Abd-El-Khalick et Akerson, 2009). Il semble que les futurs enseignants explicitement instruits sur la nature de la science en tant que sujet individuel, sont plus à même d'appliquer leur compréhension de la nature de la science de manière appropriée à des situations et des problématiques nouvelles que les enseignants dont l'instruction se fait dans le contexte, à titre d'exemple, de l'enseignement sur le changement climatique (Bell, Matkins et Gansneder, 2010).

Étant donné la grande variété de concepts de la nature de la science, de brèves expositions au sujet pendant la formation des enseignants peuvent ne pas aboutir à une compréhension suffisante pour influencer le comportement d'enseignement des sciences des nouveaux enseignants. Plusieurs études ont cherché à accroître l'expérience de la nature de la science et ont réussi à préparer les futurs enseignants à l'inclusion future de sujets liés à la nature de la science dans leur enseignement (Seung, Bryan et Butler, 2009; Lotter, Singer et Godley, 2009). Abd-El-Khalick et Akerson (2009) ont connu un succès analogue avec de futurs enseignants du primaire en utilisant, pour améliorer leur compréhension de la nature de la science, les stratégies métacognitives de la cartographie de concept, les idées de pairs et des études de cas sur la nature de la science.

Connaissances professionnelles liées au contenu

Peu de recherches ont été effectuées au sujet de la relation (controversée) entre la connaissance de leur sujet par les enseignants de sciences et leur pratique pédagogique. Les premières recherches indiquent que les enseignants de sciences possédant une faible connaissance du contenu ont tendance à éviter certains sujets, ou suivent de très près leurs manuels et posent des questions de faible niveau (Van Driel et Abell, 2010). La relation est traitée dans le concept de «connaissances professionnelles liées au contenu» ou PCK (*Professional Content Knowledge*) défini par Shulman (1986) comme «...les manières de représenter et de formuler le sujet qui le rendent compréhensible aux autres», c'est-à-dire l'aptitude à connaître le contenu et à l'enseigner d'une manière qui permette aux élèves de l'assimiler.

Un grand nombre d'études récentes traitent du renforcement du PCK des enseignants. Hume et Berry (2020) s'interrogent sur la façon dont les élèves enseignants peuvent le développer en se livrant à la construction de leur propre représentation du contenu de nouveaux sujets, et en se penchant sur le développement du PCK pour les futurs enseignants de physique. Sperandeo-Mineo et al. (2006) soulignent le fait qu'il s'agit d'un processus bidirectionnel impliquant l'approfondissement de la connaissance du sujet et une plus grande prise de conscience des problèmes pédagogiques. Ce processus peut être facilité par l'utilisation de portfolios (Park et Oliver, 2008) et de mentors dans le rôle d'amis critiques (Appleton, 2008). Nilsson (2008) et Loughran, Mulhall et Berry (2008) s'interrogent sur la manière dont différents éléments du PCK peuvent être améliorés dans la formation des enseignants de sciences et insistent sur l'importance de faire du PCK une notion concrète, par exemple en discutant des questions qui entourent un élément du contenu du sujet (par ex. les aspects que les élèves ont du mal à assimiler) ainsi que des moyens spécifiques d'enseigner ce contenu (par ex. les moyens d'intéresser les élèves au contenu, des vignettes d'épisodes d'enseignement et d'apprentissage particuliers, etc.).

Travaux pratiques

Relativement peu d'études se sont récemment intéressées aux travaux pratiques dans la formation des enseignants de sciences. Nivalainen et al. (2010) révèlent l'idée qu'ont les enseignants de physique, en formation et en exercice, des défis présentés par les travaux en laboratoire: limitations des installations, connaissance insuffisante de la physique, problèmes de compréhension des

démarches pédagogiques, et organisation générale des travaux pratiques. Towndrow et al. (2010) examinent les problèmes de l'évaluation des travaux pratiques à Hong Kong et Singapour. Ils constatent que certains enseignants se concentrent sur les aspects techniques de l'évaluation des compétences en travaux pratiques tandis que d'autres recherchent des évaluations ayant pour objectif l'intérêt des élèves.

L'enseignement par l'investigation

De nombreuses enquêtes portent sur l'utilisation par les enseignants de la démarche d'investigation dans les travaux pratiques des enseignants de sciences, ainsi que sur la place de la recherche dans l'apprentissage des enseignants. L'investigation est un domaine de recherche gigantesque, qui reste pourtant sans consensus quant à la définition de ce qui constitue l'investigation (Barrow, 2006). Tout apprentissage dépend des pré-conditions et de la réflexion des apprenants; la capacité des futurs enseignants de sciences à enseigner l'investigation dépend de leurs propres expériences de l'investigation et de leur aptitude à réfléchir aux difficultés présentées par sa mise en œuvre dans leurs classes (Melville et al., 2008). En outre, les programmes de formation des enseignants doivent développer l'aptitude des enseignants à critiquer, adapter et concevoir les supports afin de davantage les orienter vers l'investigation (Duncan, Pilitsis et Piegaro, 2010). L'importance des expériences pratiques comme déterminant clé des nouvelles opinions et pratiques des futurs enseignants concernant les sciences fondées sur la démarche d'investigation est soulignée par Fazio et al. (2010). Les nombreuses résistances à l'enseignement des sciences fondé sur la démarche d'investigation peuvent être modérées par le biais d'une stratégie d'apprentissage expérientiel, intitulée «s'utiliser soi-même comme laboratoire d'apprentissage» (Spector, Burkett et Leard, 2007): l'investigation systématique de son propre apprentissage par l'enregistrement, l'analyse et la synthétisation des données sur ses propres réponses à tous les événements du cours et leur communication aux autres élèves enseignants. Les descriptions érudites du questionnement de l'enseignant fondé sur l'investigation et de l'analyse du discours basé sur vidéo pourraient donner lieu à une plus grande prise de conscience des aspects sociaux du questionnement de l'enseignant, résultant en une augmentation des questions référentielles des enseignants (Oliveira, 2010). Des modèles entiers d'utilisation de l'investigation ont été élaborés, dont le modèle d'enseignement par l'investigation-application, mais ils n'enseignent pas nécessairement aux futurs enseignants de sciences tous les aspects de l'investigation (Gunckel, 2011). Il est tentant de conclure qu'il n'est pas facile de préparer les enseignants de sciences à favoriser l'apprentissage fondé sur la démarche d'investigation, même pour les programmes de formation des enseignants conçus dans ce sens (Lustick, 2009).

L'argumentation

L'argumentation et le discours étant au cœur du travail des scientifiques, leur rôle dans la formation des enseignants de sciences est pertinent; les enseignants ont en effet besoin de stimuler et de faciliter les deux en classe. L'argumentation et le discours contribuent en outre à un cadre socioculturel pédagogiquement pertinent pour l'apprentissage et peuvent accélérer le constructivisme actif qui peut aider les élèves à s'approprier leur apprentissage. Sadler (2006) décrit un cours de formation de futurs enseignants où les participants élaborent et évaluent des arguments sur des controverses scientifiques, réalisant ainsi la nécessité de donner à l'argumentation un axe pédagogique.

5.1.2. Stratégies pour la formation initiale et le développement professionnel continu des enseignants

La question des conflits cognitifs

Ce que les enseignants savent au sujet du contenu scientifique et des connaissances pédagogiques liées au contenu, à la fois avant qu'ils ne commencent à enseigner et au fur et à mesure de leur progression en tant qu'enseignants, influe sur chaque programme de développement professionnel des enseignants (DPE) puisque ce savoir est le «point de départ» de la formation. Lorsque les connaissances acquises par les enseignants, à travers leurs études scientifiques ou leurs expériences pédagogiques, varient par rapport aux perspectives fondées sur la recherche, il y a interaction entre le

conflit cognitif pour l'enseignant et le DPE. Il importe de tenir compte de ce que les enseignants pensent et savent dans la planification et l'exécution du DPE. Vanessa Kind (2009) s'intéresse aux effets de la connaissance du sujet par l'enseignant sur sa confiance en soi, en l'observant enseigner tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de son domaine d'expertise scientifique. Contrairement aux attentes, les enseignants se révèlent plus compétents en dehors de leurs spécialités. Lorsqu'ils enseignent un contenu moins bien maîtrisé, ils font plus souvent appel aux conseils d'enseignants spécialistes et recherchent des idées utiles, tandis que dans leurs domaines de spécialisation, ils éprouvent des difficultés à choisir, dans leur vaste répertoire, le contenu pédagogique et les stratégies les mieux adaptés.

Trouver des moyens de révéler et de comprendre les idées scientifiques intuitives des enseignants s'avère utile pour faire face à la question du conflit cognitif dans la formation des enseignants de sciences. Une étude menée auprès de futurs enseignants évalue dans quelle mesure la compréhension du contenu scientifique par les enseignants dépend d'un contexte donné, ainsi que leur certitude vis-à-vis de tous les aspects de leurs connaissances scientifiques, pour comprendre les positions cognitives et ainsi les aborder plus efficacement dans la formation des enseignants (Criado et García-Carmona, 2010). Un autre exemple d'inventaire des préconceptions des enseignants du primaire constate des conceptions erronées analogues à celles de leurs élèves ainsi qu'un rapport entre leurs idées personnelles et la manière dont ils expliquent les phénomènes scientifiques (Papageorgioua, Stamovlasis et Johnson, 2010). La corrélation est un moyen utile d'évaluer l'efficacité du DPE dans le sens où, comme le constate cette étude, lorsque les conceptions erronées des enseignants sont abordées, leurs explications en classe révèlent leurs idées remodulées.

À son tour, la question des préconceptions des élèves présente également un intérêt pour la réussite de l'enseignement. Susan Gomez-Zwiep (2008) s'est proposé d'établir ce que les enseignants du primaire savent des préconceptions des élèves à propos des sciences et les méthodes qu'ils emploient pour les modifier. Elle constate que bien que la plupart des enseignants soient tout à fait conscients des préconceptions de leurs élèves, ils ne se rendent pas compte de leur importance dans la réussite de leur enseignement. Réalisant que la simple prise de conscience de l'importance des conceptions des élèves ne suffit pas pour que les enseignants changent de comportement pédagogique, Rose Pringle (2006) cherche à apprendre aux futurs enseignants comment établir les conceptions des élèves et comment les influencer en utilisant les stratégies pédagogiques de manière diagnostique.

Les capacités personnelles

Le recours à la confiance en ses capacités personnelles, tant comme indicateur de la confiance en soi de l'enseignant que comme mesure de réussite du programme, a évolué au cours des dernières années. Cela est plus particulièrement le cas dans le domaine de la formation des futurs enseignants du primaire, où les chercheurs ont utilisé cette notion pour tracer l'évolution de la confiance en soi en cours de méthode (Gunning et Mensah, 2011) et constaté des effets des travaux de contrôle continu sur le contenu scientifique et des hausses des capacités personnelles (Hechter, 2011; Bleicher, 2007). Un groupe de chercheurs trouve une corrélation positive entre les environnements de formation initiale et les notes de capacités personnelles prises trois fois pendant la première année d'enseignement (Andersen et al., 2007). Utilisées pour révéler l'impact des programmes de développement professionnel continu, les hausses des capacités personnelles ont été mises en corrélation positive avec des recours accrus à l'enseignement fondé sur la démarche d'investigation (Lakshmanan, Heath, Perlmutter et Elder, 2011). Bien que les hausses des capacités personnelles pendant la formation initiale et le développement professionnel des enseignants soient chose courante, rares sont les hausses au niveau des attentes de résultats des enseignants, qui indiquent dans quelle mesure ils jugent probable que leurs efforts auront une influence (Lakshmanan, Heath, Perlmutter et Elder, 2011; Hechter 2011). Bandura (1982) établit un lien entre la confiance d'un enseignant en ses capacités d'exécution d'une tâche donnée et les chances que son enseignement ait de réels effets positifs sur les élèves. La question de savoir si les résultats n'indiquant aucun changement au niveau des attentes de résultats sont attribuables soit à des perceptions réalistes des classes soit à une expérience inadéquate d'un enseignement hautement confiant en ses capacités, mériterait un examen plus approfondi. Une étude (Settlage, Southerland, Smith et Ceglie, 2009) jette

un certain doute sur l'utilité des capacités personnelles pour évaluer les résultats des programmes, ne constatant que des changements mineurs sur une année finale de préparation à l'enseignement.

L'intensification de l'intérêt pour ce sujet a également produit de nouveaux instruments pour mesurer les capacités personnelles, ainsi que des techniques pour les améliorer pendant la formation initiale et continue des enseignants. Dans un effort d'orientation plus précise de l'instrument le plus couramment utilisé pour l'évaluation, le «questionnaire sur le sentiment d'efficacité des enseignants de sciences» (STEBI-B – *Science Teacher Efficacy Beliefs Instrument*) (Enochs et Riggs, 1990), Smolleck, Zembal-Saul et Yoder (2006) ont élaboré et validé un test pour mesurer les capacités personnelles d'enseignement des sciences selon les méthodes d'investigation. D'autres ont cherché à découvrir quelles méthodes ont eu le plus d'influence sur les changements au niveau des capacités personnelles (Brand et Wilkins, 2007; Bautista, 2011; Palmer, 2006; Yoon et al., 2006).

Développement professionnel des enseignants fondé sur la recherche

Andrew Lumpe (2007), en particulier, entama une synthèse de la recherche sur le développement professionnel des enseignants (DPE) à partir de la première moitié de la décennie écoulée, préconisant de mettre un terme aux programmes de développement des enseignants sous forme d'ateliers ponctuels. Leur popularité repose sur leur efficacité et non pas sur leur valeur prouvée. Il y passe en revue les conceptions récemment élargies du DPE, tenant compte des contextes scolaires, des convictions des enseignants, du soutien du corps enseignant, des applications en classe et du leadership, et note qu'elles ont toutes eu des impacts positifs sur l'apprentissage des élèves, mais que la recherche en dehors du milieu de l'enseignement des sciences offre également des idées utiles. Il suggère spécifiquement de considérer: le retour d'information utile, la coopération, la collégialité, le développement du personnel orienté sur la pratique et les cultures d'idées et de relations communes (Marzano, 2003; Marzano, Waters et McNulty, 2005). Il postule que tous ces facteurs sont le mieux utilisés à travers la mise en place de communautés de formation professionnelle au niveau de l'école, c'est-à-dire des groupes d'enseignants qui appliquent, de manière coopérative, des méthodes d'enseignement innovantes dans leurs classes, qui obtiennent un retour d'information les uns des autres ainsi que des formateurs des enseignants, qui réfléchissent et évaluent leurs cours puis qui ajustent leur pratique en fonction de ces données (Lumpe, 2007). Des ateliers formels suivant ce modèle peuvent fournir la base et l'impulsion organisationnelle nécessaires au lancement de communautés d'apprentissage professionnel. Carla Johnson (2010) préconise elle aussi une transition des ateliers à courte durée que peu d'enseignants d'un même établissement peuvent suivre vers une réforme à long terme, basée dans les établissements, qui pourrait inclure toute la communauté scolaire et être plus à même d'aboutir à des changements concrets. Ce type d'effort au niveau de l'école fait appel au retour d'information utile, à la coopération, à la collégialité, à la formation pratique du personnel et aux cultures d'idées et de relations communes que Marzano (2003) et Marzano, Waters et McNulty, (2005) préconisent.

La collégialité

Singer, Lotter, Feller et Gates (2011) ont testé la suggestion de Marzano (2003) – le développement du personnel orienté sur la pratique et les cultures d'idées et de relations partagées – à travers un programme visant à faire en sorte que les enseignants ramènent dans leurs classes les méthodes d'enseignement fondées sur la démarche d'investigation acquises pendant leur développement professionnel, par la mise en place d'un environnement d'apprentissage contextualisé en appui des transferts. Ils ont obtenu des résultats largement positifs au niveau du renforcement de l'utilisation des stratégies d'investigation et constaté l'importance de l'environnement institutionnel. Dans une étude antérieure, Dresner et Worley (2006) voient en la collégialité soulignée par Lumpe (2007) le mécanisme porteur qui permet aux enseignants de modifier leurs méthodes. Ils considèrent la collégialité entre enseignants, ainsi qu'entre scientifiques, comme utile pour soutenir les modifications de l'enseignement. Une autre expression de la collégialité, appelée accompagnement personnalisé (*mentoring et coaching*), est étudiée par Zubrowski (2007) à travers l'élaboration et le perfectionnement d'«outils» plus efficaces employés par les partenaires enseignants pour le retour d'information et la planification. Watson et al. (2007) confirment l'importance de la collégialité dans un programme de recyclage en physique d'enseignants d'autres matières sur une période de six mois.

L'adaptation de ces enseignants s'est avérée difficile sous de nombreux plans, mais ceux qui bénéficiaient du soutien d'enseignants expérimentés ont réussi la transition tandis que d'autres, dont les qualifications pour l'enseignement des sciences n'ont jamais été acceptées par les enseignants expérimentés, ont échoué. On constate que la collégialité entre scientifiques chercheurs a un effet positif sur l'enseignement des sciences lorsqu'ils dirigent les expériences de résolution de problèmes, bien que les avantages potentiels continus de la collégialité entre chercheurs/enseignants n'aient pas été explorés (Morrison et Estes, 2007). Dans une étude américaine de grande ampleur sur les caractéristiques du développement professionnel des enseignants fondé sur la recherche, dans lequel des districts scolaires locaux étaient mis en partenariat avec des institutions d'enseignement supérieur à caractère scientifique, Cormas et Barufaldi (2011) constatent que les enseignants développent davantage de compétences de communication et de connaissances des applications dans la réalité.

L'observation de cours et le co-enseignement

Les chercheurs continuent d'étudier les applications de l'observation de cours, principe selon lequel les enseignants s'observent et partagent leurs observations, puis apportent des changements par cycles itératifs. Roth et al. (2011) utilisent l'analyse de cours sur vidéo pour un programme de développement professionnel dont le but est d'aider les enseignants à analyser l'enseignement et l'apprentissage par un examen attentif de la pratique au moyen de la vidéo. Les résultats permettent d'établir des rapports entre un meilleur apprentissage par les élèves et la connaissance du contenu par l'enseignant, les connaissances pédagogiques liées au contenu concernant la pensée des élèves et quelques pratiques pédagogiques. Dans une autre utilisation innovante de l'observation de cours, des équipes de futurs enseignants du primaire préparent et délivrent des leçons communes dans trois classes différentes, avec analyse collective et révision entre chacune des trois applications de la leçon. Les résultats font apparaître des améliorations intéressantes de l'enseignement et de l'apprentissage (Marble, 2007). Un concept analogue, à savoir celui du co-enseignement pour les futurs enseignants de sciences, est exploré avec succès comme modèle d'apprentissage collaboratif par Scantlebury, Gallo-Fox et Wassell (2008). Plus récemment, Milne et al. (2011) se sont penchés sur les avantages du co-enseignement dans les cours universitaire de formation des futurs enseignants du primaire et du secondaire. Divers rôles et une réflexion mutuelle révèlent un élargissement des possibilités de préparation des enseignants.

Durée et orientation du développement professionnel des enseignants

En accord avec la thèse de Lumpe (2007), à savoir que le DPE à court terme est moins efficace que les efforts à plus long terme, plusieurs études ont sciemment employé le développement des enseignants sur le long terme comme un aspect essentiel d'un programme. Johnson et Marx (2009) utilisent ce type de programme à long terme en parallèle avec la collaboration pour influencer l'enseignement des sciences en milieu urbain. Ils constatent non seulement une amélioration de l'efficacité des enseignants participants mais aussi un changement positif du climat scolaire et des variables d'apprentissage de leurs classes. La durée du programme et l'attention portée aux besoins des enseignants se révèlent aussi d'une importance fondamentale dans une étude menée sur une année, dans laquelle les enseignants guident les priorités de leur programme et qui constate que la prise en compte des besoins des enseignants est une stratégie efficace (Lotter, Harwood et Bonner, 2006). De même, aborder les besoins individuels des futurs enseignants à travers un processus de «réglage» de l'enseignement sur la «fréquence» des élèves permet d'améliorer les acquis de l'éducation (Vogt et Rogalla, 2009). Dans une évaluation d'un modèle de changement conceptuel cognitif-affectif, Ebert et Crippen (2010) font du développement professionnel au long terme une composante essentielle de leurs efforts pour aider les enseignants à appliquer les méthodes d'enseignement fondé sur la démarche d'investigation.

Les outils pour le développement professionnel des enseignants

Plusieurs études récentes se sont plus particulièrement intéressées aux outils permettant d'améliorer le DPE. Hudson et Ginns (2007) élaborent un instrument orienté vers la conceptualisation pour suivre les enseignants pendant leur développement professionnel. Par le biais d'échantillonnages multiples des perceptions de soi des enseignants, ils constatent que l'instrument est utile pour évaluer la progression vers les acquis de la formation. Un autre moyen d'évaluation formative du DPE utilise les

réflexions exprimées par les enseignants dans des journaux, à propos de ce qu'ils ont appris et de la manière dont ils l'ont appris (Monet et Etkina, 2008). Ils découvrent que les enseignants éprouvent des difficultés à réfléchir sur leur apprentissage, mais que ceux qui comprennent leur raisonnement à partir des faits manifestent le plus haut niveau d'apprentissage, mesuré par diverses enquêtes et tests, tandis que ce qui ne sont pas en mesure d'expliquer l'apprentissage d'un concept progressent le moins.

Le développement professionnel continu sur base factuelle se fait par le biais de l'élaboration d'un portfolio, point de départ d'un dialogue professionnel et donc de l'apprentissage de l'enseignant (Harrison, Hofstein, Eylon et Simon, 2008). Les portfolios sont aussi un moyen d'adapter la formation aux besoins individuels, multipliant ainsi les effets du programme. Divers modèles généraux pour le DPE ont été testés. Par exemple, celui de Russell Tytler (2007) introduit «L'innovation scolaire en sciences» (*School Innovation in Science*) comme modèle pour collaborer avec des équipes scientifiques et des enseignants au niveau de l'établissement et encadrer le changement de près.

Le mentorat

Le mentorat des nouveaux enseignants de sciences a récemment été réexaminé par Bradbury et Koballa (2007) qui constatent que les mentors transmettent davantage de connaissances générales que de connaissances pédagogiques scientifiques spécifiques; ils offrent, par exemple, peu d'informations sur l'investigation, la nature de la science et la culture scientifique. Les auteurs suggèrent que les formateurs d'enseignants pourraient influencer les agendas de mentorat dans le sens d'un meilleur alignement sur la formation des enseignants. Schneider (2008) suggère de commencer le mentorat plus tôt afin que les enseignants puissent commencer à guider les futurs enseignants pendant leurs études pédagogiques. Elle fait observer que cela donnerait également une chance de former les mentors et de les aider à s'aligner sur le programme de formation des enseignants. John Kenny (2010) teste l'efficacité d'un partenariat analogue entre les futurs enseignants du primaire et un titulaire, dans le cadre duquel les futurs enseignants enseignent les sciences dans la classe du titulaire et sont encadrés dans leur réflexion sur ces expériences. Les conclusions indiquent que l'approche développe la confiance en soi chez les futurs enseignants et présente des avantages pour les titulaires. Julie Luft (2009) s'intéresse aux mérites relatifs de quatre programmes de familiarisation des enseignants. Elle conclut que lorsque les futurs enseignants du secondaire participent à des programmes de familiarisation spécifiques aux sciences, leur recours à des méthodes adaptées aux sciences, dont l'investigation, est renforcé. Il est intéressant de constater que la proximité de collègues pendant les divers programmes n'est pas estimée importante pour le bien-être des enseignants. Une équipe transculturelle de chercheurs d'Australie et des États-Unis propose un modèle de mentorat pour la formation des enseignants du primaire (Koch et Appleton, 2007). Ce modèle repose sur une image socialement construite du mentor dans l'enseignement des sciences et, une fois testé, révèle des composantes efficaces, dont l'aide à la compréhension du contenu scientifique et la valeur de l'exploitation des prédispositions des enseignants.

Problèmes et questions d'ordre sociétal du moment

Akçay et Yager (2010) s'intéressent à l'utilisation des événements et problèmes sociétaux du moment en tant qu'organismes du curriculum de formation initiale des enseignants. Les étudiants participent à la sélection des sujets, établissant diverses perspectives sur des questions controversées et des collaborations à la résolution de problèmes. Les résultats, de plusieurs points de vue, suggèrent que cette approche aboutit à un enseignement fondé, qui situe les sciences dans le vécu des étudiants. Visser et al. (2010) parlent d'un programme de promotion de la pluridisciplinarité dans l'enseignement des sciences axé sur diverses perspectives du contenu. Ils innovent en regroupant certaines parties de la physique, de la chimie, de la biologie, des mathématiques et de la géographie physique en une nouvelle matière pluridisciplinaire pour le développement professionnel des enseignants et recensent cinq caractéristiques essentielles à ce type de développement: les enseignants devraient acquérir de nouvelles connaissances dans le cadre de leur développement professionnel; ils devraient coopérer avec des pairs; participer avec d'autres enseignants à un réseau bien développé; être bien préparés et organisés pour les cours de DPE et être immergés dans des modules qui soient intéressants à la fois pour eux et pour leurs élèves.

La recherche-action

La recherche-action, principe selon lequel les enseignants s'interrogent sur leur pratique pédagogique en vue de l'améliorer, est utilisée dans divers cadres et avec différents éléments, en tant que stratégie continue du développement professionnel des enseignants. La recherche-action actuelle concernant le développement professionnel aborde cependant aussi le problème de son manque perçu de rigueur et de fondement scientifique, raison de son acceptation restreinte (Capobianco et Feldman, 2010). L'objectif récent a dès lors été d'accroître la qualité de la recherche-action et d'exploiter plus pleinement ses possibilités d'informer la pratique pédagogique. Karen Goodnough (2010) utilise la recherche-action collaborative sous forme de groupes d'investigation pédagogique qui soutiennent la pratique en classe par le biais des connaissances générées par les enseignants. Une autre étude, qui utilise la recherche-action collaborative au niveau secondaire, cherche à enseigner la modification de rôle par la négociation collective (Subramaniam, 2010). L'auteur conclut que ceux qui facilitent la recherche-action ont besoin d'expliquer leur perspective théorique avant de travailler avec les enseignants sur des projets de recherche, et d'accepter pleinement les enseignants en tant que confrères chercheurs.

Kimberly Lebak et Ron Tinsley (2010) appliquent un modèle qui suit la théorie de l'apprentissage adulte et transformatif jusqu'à la recherche-action avec des enseignants de sciences. Ils utilisent la vidéo pour faciliter les sessions hebdomadaires de réflexion collaborative entre pairs en vue d'établir les objectifs d'amélioration. Entre autres résultats, ils distinguent la transition des approches pédagogiques, de centrées sur l'enseignant à basées sur l'investigation.

5.2. Programmes et projets d'amélioration des compétences des enseignants de sciences

Comme le montre l'analyse des stratégies de promotion des sciences donnée au chapitre 2, le renforcement des compétences des enseignants est considéré être d'une importance particulière dans les pays européens. Lorsque des cadres stratégiques pour la promotion de l'enseignement des sciences sont en place, ils comptent généralement au nombre de leurs objectifs l'amélioration de la formation des enseignants de sciences. La France, l'Autriche et le Royaume-Uni (Écosse), en particulier, accordent une attention particulière à cette question.

Les activités de promotion des sciences, dont les partenariats scolaires, apportent souvent un soutien solide au développement professionnel des enseignants. Le contact direct avec la recherche appliquée et les ressources supplémentaires fournies par les entreprises privées ou les institutions de recherche peut être particulièrement avantageux. De bons exemples en sont l'important élément de formation du programme français «La main à la pâte»⁽¹⁷⁹⁾ et le «Haut conseil de la recherche scientifique dans les écoles secondaires» (*El CSIC – Consejo Superior de Investigaciones Científicas – en la Escuela*) en Espagne⁽¹⁸⁰⁾.

De même, les partenariats scolaires et autres institutions analogues contribuent également à l'apprentissage informel des enseignants et peuvent être sources de conseils très utiles. Dans plusieurs pays, ils animent des activités de développement professionnel continu ciblés et formels, comme en Irlande, en Espagne, France, Lituanie, Pologne, Slovaquie, Finlande, Suède, au Royaume-Uni et en Norvège. Des informations complémentaires sur ces types d'activités sont données à la section 2.2.

Cette section s'intéresse cependant aux initiatives d'amélioration des connaissances et des compétences des enseignants de sciences qui n'entrent pas dans le cadre des principales activités de promotion.

Presque tous les pays signalent que des activités spécifiques pour les enseignants de sciences font partie des programmes de développement professionnel continu officiels destinés aux enseignants en poste.

⁽¹⁷⁹⁾ Voir: http://lamap.inrp.fr/?Page_Id=1117

⁽¹⁸⁰⁾ Voir: <http://www.csic.es/web/guest/el-csic-en-la-escuela> (ES, EN)

Par exemple, en **Suède**, le programme de développement professionnel continu des enseignants forme la plus grande partie de l'initiative du gouvernement «Impulsion pour les enseignants». Avec pour but d'améliorer le statut des enseignants, cette initiative couvre la période 2007-2011 et est ouverte à 30 000 enseignants. Il s'agit principalement de renforcer la compétence des enseignants tant au niveau de la théorie de leur matière et qu'à celui de la méthodologie pédagogique ⁽¹⁸¹⁾.

Seules quelques initiatives nationales sont cependant axées sur la formation initiale des futurs enseignants de sciences.

Au **Danemark**, dans le cadre du nouveau programme de formation initiale des enseignants (2006), les sciences (*naturfag*) sont devenues l'une des trois matières centrales équivalentes à 72 crédits ECTS (avec les mathématiques et le danois). Les élèves doivent choisir l'une de ces trois matières comme première spécialisation. L'intention était de souligner l'importance de ces trois matières dans le système scolaire primaire et secondaire inférieur danois. En 2010, plusieurs essais standard ont été introduites dans la formation initiale des enseignants pour rendre la spécialisation en sciences plus attrayante aux yeux des étudiants. Il s'agit d'introduire les sciences (pour l'enseignement primaire ou secondaire inférieur) en tant que matières mineures (36 crédits ECTS). Ces matières mineures sont choisies par les élèves en deuxième ou troisième spécialisation. L'introduction des sciences comme matière mineure devrait encourager un plus large éventail d'élèves à se spécialiser en sciences, même si leur matière principale est le danois ou les mathématiques. Les résultats préliminaires indiquent un intérêt croissant pour les sciences en tant que spécialisation. Les essais se poursuivront jusqu'en 2012. La décision sera alors prise de prolonger la période d'essai, de cesser les essais ou de mettre en œuvre le nouveau système.

En Estonie, en Grèce, à Chypre et en Lettonie, les initiatives de formation des futurs enseignants et des enseignants en poste sont liées aux réformes curriculaires (voir le chapitre 3).

En **Estonie**, en lien avec la réforme curriculaire et à sa mise en œuvre en 2011, des discussions permanentes se poursuivent au sujet de la formation initiale des enseignants de sciences. Une attention accrue est apportée à la formation à la recherche pédagogique pour tous les intéressés (formateurs d'enseignants, enseignants, membres des associations professionnelles, etc.) y compris pour les enseignants de sciences ⁽¹⁸²⁾.

En **Lettonie**, dans le cadre des réformes du curriculum en cours, le centre national pour l'éducation élabore actuellement un programme de développement professionnel des enseignants pour les matières scientifiques, à base de modules. Les modules comprennent des orientations générales sur les sciences contemporaines à l'école; les diverses méthodes d'enseignement et d'apprentissage; l'investigation scientifique en laboratoire; et l'utilisation des TIC. La longueur du programme est de 54 heures pour les enseignants au niveau élémentaire; 36 heures pour les enseignants du secondaire expérimentés; et 72 heures pour les enseignants du secondaire supérieur. Ces formations sont introduites progressivement jusqu'en 2012. Elles s'adressent à tous les enseignants de matières scientifiques responsables de la mise en œuvre du nouveau curriculum. Ce programme est organisé et financé dans le cadre de la réforme curriculaire (voir le chapitre 3).

Des projets particuliers pour l'amélioration de l'enseignement des compétences pratiques en sciences sont en cours en Hongrie, au Portugal et en Slovaquie.

En **Hongrie**, les principales activités du «programme national de talent» ⁽¹⁸³⁾ comprennent le soutien au développement professionnel continu des professeurs de sciences et le développement du talent dans le domaine de l'éducation scientifique. Des stages de formation de courte durée sont proposés aux enseignants et aux psychologues, ainsi qu'aux employés des écoles, ONG, etc. faisant partie du réseau de développement du talent. Le programme repose sur un réseau d'organisations diverses, dont des établissements scolaires et des ONG. Les sources de financement proviennent de l'Union européenne, du cofinancement public et du Fonds national pour le talent, financé par le budget central, le Fonds du marché du travail et diverses sources du secteur privé.

Au **Portugal**, le programme national «Travail scientifique expérimental dans le primaire» a été conçu pour développer les connaissances des enseignants du primaire sur les différents types de travail pratique et son rôle dans l'enseignement des sciences. L'objectif est d'appliquer ces activités en classe avec un formateur. Les enseignants apprennent l'intérêt pédagogique des différents types de travaux pratiques et les moyens d'aborder l'investigation dans

⁽¹⁸¹⁾ Voir: http://www.skolverket.se/fortbildning_och_bidrag/lararfortbildning/in-english-1.110805 (SV, EN)

⁽¹⁸²⁾ Voir: <http://www.eduko.archimedes.ee/en>

⁽¹⁸³⁾ <http://www.tehetsegprogram.hu/node/54> (HU, EN)

les pratiques scolaires du primaire. Le travail expérimental devrait être exploré en classe selon une démarche générale de résolution de problème afin de développer la pensée critique des élèves, leurs aptitudes d'argumentation, leur raisonnement et leurs connaissances scientifiques élémentaires. Le programme est financé par le ministère de l'Éducation et des fonds européens depuis l'année scolaire 2006/2007 et continuera de l'être jusqu'en 2010/2011. Il n'est pas obligatoire.

Les rapports d'évaluation, effectués par la Commission nationale d'observation et par une équipe externe d'experts, citent les aspects suivants comme faisant partie des points forts du programme: développement professionnel, personnel et social des enseignants; amélioration de l'apprentissage des élèves; qualité de l'environnement de formation; bonne planification et bonne organisation; ressources/guides pédagogiques de haute qualité; corrélation étroite avec les questions liées au curriculum national.

En **Slovénie**, le projet «Développement des compétences en sciences»⁽¹⁸⁴⁾ entamé en 2008 se propose de développer et de tester des directives d'experts pour améliorer le niveau de culture scientifique dans les écoles. L'objectif consiste à élaborer des stratégies et approches pédagogiques spécifiquement dans les domaines des sciences naturelles pouvant avoir un impact significatif sur la société à l'avenir. Dans le cadre du projet, des stratégies, méthodes et techniques ont été élaborées qui assureront une bonne adaptation des conclusions scientifiques aux fins des établissements et, en même temps, permettront aux élèves de davantage apprécier les sciences naturelles. Les partenaires de ce projet sont l'université de Maribor et l'université de Ljubljana, auxquelles s'ajoutent un grand nombre d'établissements du primaire et du secondaire inférieur, ainsi que d'écoles maternelles. Les résultats prévus: de nouvelles directives pour l'enseignement des sciences naturelles; des modèles/supports didactiques élaborés pour des disciplines scientifiques spécifiques; des supports/modèles de tests dans les écoles; des ateliers de formation des enseignants.

Les enseignants du secondaire supérieur, du primaire et du préprimaire testent continuellement de nouveaux supports pédagogiques et rédigent des rapports d'évaluation. Le projet s'achèvera fin 2011.

Les questions du recrutement et de la spécialisation des enseignants de sciences sont abordées à travers des programmes au Danemark et au Royaume-Uni, ainsi que dans le cadre de la stratégie de promotion des sciences en Norvège.

En 2006, le gouvernement **danois** a mis de côté un total de 230 000 000 DKK pour la formation continue des enseignants du secteur public. Les fonds étaient principalement destinés à fournir aux enseignants une spécialisation en sciences ou mathématiques, bien que d'autres matières aient été incluses. L'initiative a duré pendant toute la période de 2006 à 2009. Plus de 800 enseignants ont acquis une spécialisation dans une matière scientifique et 430 autres ont achevé des formations de conseillers en orientation scientifique. Au niveau CITE 3, les enseignants en première année de poste doivent suivre une formation de quatre jours en didactique des sciences. Cette formation est une condition préalable à la titularisation et est financée par l'établissement employeur.

Les initiatives menées au **Royaume-Uni (Angleterre)** cherchent principalement à attirer davantage de candidats vers l'enseignement des sciences: le «programme de transition à l'enseignement» (*Transition to Teaching Programme*) s'adresse à ceux qui souhaitent changer de carrière pour enseigner les mathématiques, les sciences ou les technologies de l'information et de la communication (TIC) dans les établissements secondaires publics d'Angleterre. Pour accéder au programme, les candidats doivent posséder une licence en sciences, technologie, ingénierie, mathématiques ou une autre matière connexe et être recommandés par un employeur⁽¹⁸⁵⁾. Des cours de renforcement⁽¹⁸⁶⁾ sont également proposés aux diplômés universitaires intéressés par l'enseignement de la physique, des maths ou de la chimie mais qui ont besoin de développer leur connaissance du sujet pour enseigner dans le secondaire. Ces cours représentent généralement l'équivalent de deux semaines d'études. L'enseignement se fait soit en une fois, soit sur une plus longue période, éventuellement en cours du soir ou le week-end. Il s'adresse à ceux qui ont déjà obtenu une place en formation initiale des enseignants sous réserve d'achèvement d'un cours de renforcement des connaissances du sujet.

⁽¹⁸⁴⁾ Voir: <http://kompetence.uni-mb.si/oprojektu.html> (SL, EN)

⁽¹⁸⁵⁾ http://www.tda.gov.uk/Recruit/adviceandevents/transition_to_teaching.aspx (EN)

⁽¹⁸⁶⁾ <http://www.tda.gov.uk/get-into-teaching/subject-information-enhancement/age-groups/teaching-secondary/boost-subject-knowledge.aspx> (EN)

5.3. Formation initiale des enseignants de mathématiques/sciences: programmes généralistes et spécialistes – résultats de l'enquête SITEP

5.3.1. Introduction et méthodologie

La formation des enseignants est reconnue comme un facteur important pour veiller à des niveaux élevés d'enseignement et des résultats éducatifs positifs (voir Menter et al., 2010). Néanmoins, le manque actuel d'informations comparables sur le contenu des programmes de formation initiale des enseignants, dû à la grande autonomie des institutions, rend complexe la comparaison dans ce domaine au niveau européen. Pour cette raison, l'unité Eurydice de l'EACEA a mis au point une nouvelle enquête européenne sur les programmes de formation initiale des enseignants de mathématiques et de sciences naturelles (*Survey on Initial Teacher Education Programmes in Mathematics and Sciences – SITEP*).

Cette enquête a pour objectif d'obtenir des informations sur le contenu des programmes de formation des enseignants autre que les recommandations des autorités chargées de l'enseignement supérieur dans chaque pays. Elle vise également à montrer comment les compétences spécifiques, considérées comme cruciales pour les futurs enseignants de mathématiques et de sciences, sont enseignées au sein des programmes de formation initiale des enseignants et comment elles sont intégrées dans la charge de travail globale.

L'enquête ciblait 815 institutions d'enseignement supérieur en Europe proposant 2 225 programmes de formation initiale des enseignants pour l'enseignement général en primaire et/ou secondaire inférieur. Dans chaque pays, les programmes sont analysés conformément au cadre national de qualifications et aux critères spécifiques applicables au niveau et à la durée minimale de la formation initiale. Les autres parcours possibles vers le métier d'enseignant (formations professionnelles de courte durée pour les entrées latérales en provenance d'autres professions) sont exclus du cadre car ils suivent des règlements différents et ne sont possibles que dans certains pays.

L'élaboration du cadre théorique de l'enquête SITEP a démarré au début de 2010 et une liste exhaustive d'institutions assurant la formation initiale des enseignants a été dressée. En septembre 2010, une consultation a été organisée pour valider et tester le projet de questionnaire avec les unités nationales d'Eurydice, les chercheurs et les décideurs. Par la suite, la version finale du questionnaire a été développée et des versions en 22 langues ont été préparées en tenant compte de la terminologie et des interprétations spécifiques aux différents pays. La collecte de données a été effectuée entre mars et juin 2011.

L'enquête faisait appel à un outil de collecte de données en ligne. 205 institutions, représentant un total de 286 programmes, y ont participé. Étant donné la faiblesse générale des taux de réponse et/ou du nombre de réponses par pays, les sections suivantes se contentent de présenter les résultats regroupés des systèmes éducatifs dont les taux de réponse étaient les plus élevés, à savoir la Belgique (Communauté flamande), la République tchèque, le Danemark, l'Allemagne, l'Espagne, la Lettonie, le Luxembourg, la Hongrie, Malte, l'Autriche et le Royaume-Uni (un total de 203 programmes de formation des enseignants). Les taux de réponse exacts par pays sont donnés au tableau 3 en annexe.

En raison des faibles taux de réponse, les données ne sont pas entièrement représentatives et devraient donc être considérées comme indicatives uniquement. Une présentation des résultats par pays, ou même une présentation des erreurs types sont sans intérêt.

5.3.2. Description générale des programmes de formation des enseignants généralistes et spécialistes en mathématiques/sciences

L'enquête SITEP s'intéressait à deux types distincts de formation initiale des enseignants, à savoir les programmes pour enseignants généralistes et les programmes pour spécialistes. Le terme «généraliste» désigne un enseignant qualifié pour enseigner toutes, ou presque toutes, les matières du curriculum. Le terme «spécialiste» désigne un enseignant qualifié pour enseigner une matière, ou

au maximum deux matières différentes. L'enquête SITEP s'adressait uniquement aux programmes de formation des enseignants en mathématiques ou sciences naturelles.

L'analyse descriptive des résultats de l'enquête SITEP semble confirmer ce que l'on savait déjà des programmes de formation initiale des enseignants généralistes et spécialistes (voir la figure 5.1). Comme l'on s'y attendait, les programmes de formation des enseignants généralistes aboutissent généralement à une licence, tandis que les programmes spécialisés en mathématiques/sciences sont organisés au niveau master ou équivalent. En conséquence, la durée moyenne des programmes de formation des enseignants généralistes est supérieure à celle des programmes de formation des spécialistes. Il est cependant important de noter que l'accès aux programmes de niveau Master exige généralement l'obtention préalable d'une licence ou équivalent. Cela donne une durée totale d'études de 4 à 6 ans pour les spécialistes⁽¹⁸⁷⁾. Les programmes de formation des enseignants généralistes produisent généralement des licenciés qualifiés pour enseigner au niveau primaire ou préprimaire, tandis que la plupart des programmes de formation des enseignants spécialistes en mathématiques/sciences préparent des licenciés à enseigner aux niveaux secondaire inférieur et supérieur. Comme l'on pouvait le prévoir, la proportion de femmes titulaires de licence est supérieure dans les programmes de formation d'enseignants généralistes par rapport aux programmes de formation de spécialistes en mathématiques/sciences.

Les programmes de formation des enseignants, tant généralistes que spécialistes, sont normalement délivrés soit par une seule unité/un seul département, soit par une combinaison d'unités/départements dans une faculté ou une institution. Ce dernier modèle est plus courant pour la formation des enseignants spécialistes.

En dépit des faibles taux de réponse, les caractéristiques générales des programmes de formation des enseignants ayant participé à l'enquête SITEP correspondent aux caractéristiques habituelles ou aux distinctions entre enseignants généralistes et spécialistes. Par conséquent, une analyse plus poussée des résultats regroupés a été effectuée.

◆ ◆ ◆ **Figure 5.1. Informations générales sur les programmes de formation initiale des enseignants de mathématiques et sciences, 2010/2011.**

	Généraliste		Spécialiste	
	NOMBRE	SUR CENT	NOMBRE	SUR CENT
Nombre de programmes examinés	43	-	160	-
Qualification délivrée – Licence ou équivalent	38	88,4	43	26,9
Qualification délivrée – Maîtrise ou équivalent	3	7	75	46,9
Durée moyenne du programme (en années)	3,7	-	2,6	-
Qualifie pour enseigner au niveau préprimaire	17	39,5	6	3,8
Qualifie pour enseigner au niveau primaire	33	76,7	30	18,8
Qualifie pour enseigner au niveau secondaire inférieur	6	14	138	86,3
Qualifie pour enseigner au niveau secondaire supérieur	3	7	106	66,3
Proportion moyenne d'étudiantes	-	60,3	-	55,7

Source: Eurydice, enquête SITEP.

Note explicative

Étant donné que les institutions peuvent délivrer des qualifications pédagogiques pour plus d'un niveau d'éducation, l'addition des pourcentages peut ne pas donner 100 %.

En raison des faibles taux de réponse, les données ne sont pas représentatives et devraient donc être considérées comme indicatives uniquement.



⁽¹⁸⁷⁾ Pour en savoir plus sur la durée minimum de la formation des enseignants généralistes du secondaire inférieur, voir EACEA/Eurydice, Eurostat (2009), p. 155.

5.3.3. Connaissances et compétences dans les programmes de formation initiale des enseignants généralistes et spécialistes en mathématiques/sciences

L'enquête SITEP était principalement axée sur l'analyse des compétences ou des domaines de contenu spécifiques couverts pendant la formation initiale des enseignants de mathématiques/sciences. Des informations complémentaires ont été réunies sur la manière dont les compétences étaient abordées dans les programmes. Les catégories de réponses proposées opéraient une distinction entre «références générales»; compétences/contenu inclus «dans le cadre d'un cours spécifique» et compétences/contenu «inclus dans l'évaluation». Afin de faciliter les comparaisons directes, un coefficient de pondération différent a été attribué aux trois types de réponses. L'analyse repose sur l'hypothèse que le moins d'attention était apporté à une compétence/un domaine quand seule une référence générale y était faite dans le programme (un point). Le coefficient de pondération moyen (deux points) était attribué lorsque la compétence/le contenu était inclus dans un cours spécifique et le plus haut coefficient de pondération était accordé quand la compétence était incluse dans l'évaluation (trois points). Si plus d'une option de réponse était choisie, la plus haute valeur était attribuée. La figure 5.2 donne une liste des réponses sous forme de pourcentages par catégorie et sous forme de total pondéré.

L'enquête cherchait à réunir des informations sur certaines compétences qui, selon la littérature scientifique (voir la section 5.1), sont cruciales pour les futurs enseignants de mathématiques ou de sciences (voir la liste de la figure 5.2). La plupart des compétences et des domaines de contenu analysés étaient groupés en plusieurs catégories plus générales. Une seule compétence, à savoir «maîtriser et être capable d'enseigner le curriculum officiel de mathématiques/sciences» restait isolée. Le curriculum officiel de mathématiques/sciences est un document officiel qui décrit les objectifs et le contenu des cours de mathématiques/sciences, ainsi que les supports d'enseignement, d'apprentissage et d'évaluation disponibles. La connaissance du programme pourrait donc être vue comme une compétence primordiale et est analysée séparément. Les autres compétences, quant à elles, étaient groupées en trois grandes catégories.

La plus grande catégorie comprenait six compétences ou domaines de contenu relatifs aux approches d'enseignement et d'évaluation innovantes. Elle contenait l'application de l'apprentissage fondé sur la démarche d'investigation ou la résolution de problèmes, l'apprentissage collaboratif, l'évaluation par portfolio et l'utilisation des TIC (abordés aux chapitres 3 et 4). Deux compétences de cette catégorie nécessitent éventuellement un complément d'explication. L'enseignement et l'apprentissage personnalisés font référence à une approche très structurée et réactive de l'apprentissage de chaque enfant et de chaque jeune, afin de permettre à tous de progresser, d'accomplir et de participer. Cette approche implique le renforcement du lien entre apprentissage et enseignement par la participation des élèves – et de leurs parents – en tant que partenaires de l'apprentissage. La catégorie comprend également une compétence reliée à la compréhension de la production de connaissances scientifiques. La compétence «expliquer les aspects sociaux/culturels des mathématiques/sciences» fait référence à un mode de pensée qui conçoit le développement des connaissances scientifiques comme une pratique sociale dépendante des réalités politiques, sociales, historiques et culturelles du moment. Il s'agit d'examiner et de pouvoir expliquer les valeurs implicites des pratiques et connaissances scientifiques; d'observer les conditions sociales ainsi que les conséquences de la connaissance scientifique et de son évolution; et d'étudier la structure et le processus de l'activité scientifique.

Une autre catégorie distincte comprenait cinq compétences résumées sous l'intitulé «faire face à la diversité». Elle comprenait deux types de compétences: celles liées à la capacité d'enseigner à des élèves d'aptitudes et d'intérêts différents, et celles qui favorisent la sensibilité aux spécificités des garçons et des filles. Comme nous l'avons vu plus haut (voir le chapitre 3), ce type de compétences est important pour aborder les questions de faible performance, de stimulation des élèves particulièrement doués et de motivation des garçons et des filles.

◆ ◆ ◆ **Figure 5.2. La question des connaissances et des compétences dans les programmes de formation des enseignants généralistes et spécialistes en mathématiques et en sciences, pourcentages et totaux pondérés, 2010/2011.**

	Référen- ce gé- nérale %	Partie d'un cours spé- cifique %	Inclus dans l'évaluation %	Non inclus %	Total
Enseignants généralistes					
Maîtriser et être capable d'enseigner le curriculum officiel de mathématiques/sciences	46,5	83,7	76,7	0	2,7
Créer un riche éventail de situations pédagogiques					2,1
Appliquer l'apprentissage fondé sur la démarche d'investigation ou de résolution problème	51,2	72,1	65,1	2,3	2,4
Appliquer l'apprentissage collaboratif ou par projet	48,8	62,8	62,8	4,7	2,3
Utiliser les TIC pour enseigner les phénomènes mathématiques/scientifiques par la simulation	34,9	76,7	55,8	7	2,3
Expliquer les aspects sociaux/culturels des mathématiques/sciences	44,2	69,8	46,5	2,3	2,2
Appliquer les techniques d'apprentissage personnalisé	51,2	44,2	32,6	11,6	1,8
Appliquer l'évaluation par portfolio d'élève	37,2	41,9	25,6	32,6	1,4
Faire face à la diversité					1,6
Instruire un éventail divers d'élèves d'aptitudes différentes et de niveaux de motivation différents en mathématiques/sciences	44,2	58,1	39,5	11,6	2
Utiliser des outils de diagnostic pour une détection anticipée des difficultés d'apprentissage des élèves en mathématiques/sciences	39,5	58,1	37,2	23,3	1,8
Analyser les idées et attitudes des élèves à l'égard des mathématiques/sciences	46,5	58,1	23,3	14	1,7
Éviter les stéréotypes de genre dans l'interaction avec les élèves	55,8	34,9	23,3	20,9	1,4
Enseigner les mathématiques/sciences en tenant compte des différences d'intérêt des garçons et des filles	32,6	37,2	25,6	32,6	1,3
Collaborer avec les pairs et conduire des recherches					1,9
Appliquer les résultats de la recherche aux pratiques d'enseignement quotidien	62,8	62,8	34,9	7	2
Collaborer avec des collègues en matière de pédagogie et de démarches pédagogiques innovantes	53,5	53,5	34,9	18,6	1,8
Conduire des recherches pédagogiques	37,2	58,1	37,2	20,9	1,8
Toutes les compétences					1,9
Enseignants spécialistes					
Maîtriser et être capable d'enseigner le curriculum officiel de mathématiques/sciences	21,9	83,1	61,3	2,5	2,5
Créer un riche éventail de situations pédagogiques					2,1
Appliquer l'apprentissage fondé sur la démarche d'investigation ou de résolution problème	24,4	76,3	49,4	1,9	2,4
Appliquer l'apprentissage collaboratif ou par projet	25	78,8	46,3	4,4	2,3
Utiliser les TIC pour enseigner les phénomènes mathématiques/scientifiques par la simulation	21,3	76,9	44,4	6,9	2,2
Expliquer les aspects sociaux/culturels des mathématiques/sciences	31,3	70,6	29,4	6,9	2
Appliquer les techniques d'apprentissage personnalisé	35	63,8	36,9	8,8	2
Appliquer l'évaluation par portfolio d'élève	30,6	47,5	22,5	24,4	1,5
Faire face à la diversité					1,8
Instruire un éventail divers d'élèves d'aptitudes différentes et de niveaux de motivation différents en mathématiques/sciences	26,9	73,1	46,9	4,4	2,3
Utiliser des outils de diagnostic pour une détection anticipée des difficultés d'apprentissage des élèves en mathématiques/sciences	27,5	61,9	31,3	15	1,8
Analyser les idées et attitudes des élèves à l'égard des mathématiques/sciences	42,5	52,5	20,6	10	1,7
Éviter les stéréotypes de genre dans l'interaction avec les élèves	36,9	50	25	18,1	1,6
Enseigner les mathématiques/sciences en tenant compte des différences d'intérêt des garçons et des filles	35	48,8	18,1	15	1,6
Collaborer avec les pairs et conduire des recherches					2
Appliquer les résultats de la recherche aux pratiques d'enseignement quotidien	36,3	65	40,6	4,4	2,1
Collaborer avec des collègues en matière de pédagogie et de démarches pédagogiques innovantes	33,1	66,9	33,8	5	2
Conduire des recherches pédagogiques	28,8	56,3	39,4	18,1	1,9
Toutes les compétences					2

Source: Eurydice, enquête SITEP.

Note explicative

Les colonnes «Référence générale», «Partie d'un cours spécifique», «Inclus dans l'évaluation», «Non inclus» indiquent le pourcentage du nombre total de programmes qui comprennent ces éléments. Étant donné que les répondants pouvaient choisir plus d'une option, la somme des pourcentages peut dépasser 100 %. La colonne «Total» montre le plus haut score moyen pour une compétence/un domaine de contenu: Référence générale = 1; Partie d'une cours spécifique = 2; Inclus dans l'évaluation = 3; Non inclus = 0. Le total de l'échelle indique la moyenne par item de l'échelle.

En raison des faibles taux de réponse, les données ne sont pas représentatives et devraient donc être considérées comme indicatives uniquement.



Enfin, trois compétences ont été regroupées dans la catégorie «collaboration avec les pairs et recherche». Elle comprend des aspects importants du travail de l'enseignant, dont la conduite et l'application de la recherche, ainsi que la collaboration avec des collègues en matière de pédagogie et de démarches pédagogiques innovantes.

Puisque les réponses dans chacune des catégories étaient étroitement liées et présentaient des tendances identiques ⁽¹⁸⁸⁾, il a été possible de calculer le total des échelles. La figure 5.2 répertorie les moyennes de l'échelle par item afin de tenir compte des différents nombres de questions dans chaque catégorie.

Les programmes de formation d'enseignants généralistes et les programmes de formation d'enseignants de mathématiques/sciences étaient assez similaires dans leurs manières d'aborder les compétences et les domaines de contenu en mathématiques/sciences. En moyenne, une importance moyenne était accordée à l'ensemble des compétences/domaines de contenu, à l'instar de la catégorie «partie d'un cours spécifique» (voir la figure 5.2).

Maîtriser et être capable d'enseigner le programme officiel de mathématiques/sciences

La compétence primordiale «maîtriser et être capable d'enseigner le programme officiel de mathématiques/sciences» est la compétence la plus importante soulignée dans les programmes de formation des enseignants tant généralistes que spécialistes. La maîtrise du curriculum est évaluée dans 76,6 % des programmes de formation des enseignants généralistes examinés et 61,3 % des programmes de formation des enseignants de mathématiques/sciences. En outre, tous les programmes de formation des enseignants généralistes abordent la connaissance du programme de mathématiques/sciences au moins sous forme de référence générale.

Créer un riche éventail de situations pédagogiques

L'échelle «créer un riche éventail de situations pédagogiques» est souvent abordée dans les programmes proposés par les institutions qui ont participé à l'enquête SITEP. Ce type de compétence fait principalement «partie d'un cours spécifique» (la moyenne de l'échelle pour les enseignants généralistes et spécialistes est égale à 2,1 points).

L'apprentissage collaboratif, ou l'organisation des élèves en petits groupes pour travailler sur une ou plusieurs phases d'une tâche, est un aspect motivationnel important de l'apprentissage (voir le chapitre 3). Selon la recherche, la réalisation de projets sur des questions sans réponse connue ou sans solution précédemment apprise devrait devenir une activité pédagogique essentielle en sciences et en mathématiques, avec expériences ou construction de modèles (voir le chapitre 3). Les réponses à l'enquête SITEP montrent que ces formes innovantes d'apprentissage sont souvent abordées dans la formation des futurs enseignants. «Appliquer l'apprentissage collaboratif ou par projet» est inclus dans l'évaluation pour 62,8 % des programmes de formation des enseignants généralistes examinés

⁽¹⁸⁸⁾ Les coefficients alpha de Cronbach indiquaient une cohérence interne suffisante des échelles. «Création d'un riche éventail de situations pédagogiques et évaluation» avait un coefficient alpha de Cronbach de 0,68; «Faire face à la diversité», de 0,75 et «Collaboration avec les pairs et recherche», de 0,67. Le coefficient alpha de Cronbach est l'indice de fiabilité ou de cohérence interne d'une échelle le plus communément utilisé, basé sur la moyenne de toutes les corrélations inter-item dans un instrument d'enquête [pour une explication, voir Cronbach (1951), Steiner (2003)].

et 49,4 % des programmes de formation des enseignants de mathématiques/sciences. Cette compétence fait «partie d'un cours spécifique» dans 62,8 % des programmes de formation des enseignants généralistes et 76,3 % des programmes de formation des enseignants de mathématiques/sciences.

L'apprentissage fondé sur la démarche d'investigation et la résolution de problèmes est actuellement très préconisé pour l'enseignement des sciences et des mathématiques, en tant que moyen d'améliorer la motivation et les résultats. Ces formes d'apprentissage centré sur l'élève et autodirigés sont généralement abordées comme faisant «partie d'un cours spécifique». «Appliquer l'apprentissage fondé sur la démarche d'investigation ou de résolution de problèmes» fait «partie d'un cours spécifique» dans 72,1 % des programmes de formation des enseignants généralistes et 78,8 % des programmes de formation des enseignants de mathématiques/sciences.

L'utilisation des TIC pour l'enseignement des phénomènes mathématiques/scientifiques par la simulation est également largement abordée dans la formation des enseignants généralistes et spécialistes. On entend ici par simulation un logiciel qui tente de simuler un modèle abstrait d'un système particulier. L'utilisation des TIC pour l'enseignement par la simulation est incluse en tant que «partie d'un cours spécifique» dans plus de 70 % des programmes de formation des enseignants généralistes et spécialistes.

La compétence «appliquer l'évaluation par portfolio d'élève» se démarque de la catégorie «créer un riche éventail de situations pédagogiques» avec des valeurs inférieures aux autres items. L'évaluation par portfolio n'est pas abordée du tout dans environ un tiers des programmes de formation d'enseignants généralistes et environ un quart des programmes de formation d'enseignants de mathématiques/sciences. Cependant, les élèves enseignants sont eux-mêmes souvent évalués selon la méthode du portfolio (voir la discussion ci-dessous, figure 5.5), ce qui pourrait les préparer à utiliser ce type d'évaluation dans leur enseignement. Ces résultats peuvent indiquer que les formes innovantes d'évaluation sont pratiquées, mais ne sont pas explicitement abordées pendant la formation des enseignants.

Collaborer avec les pairs et conduire des recherches

Les deux autres catégories de compétences reçoivent moins d'attention dans les programmes de formation des enseignants qui ont participé à l'enquête SITEP. La catégorie «collaborer avec les pairs et conduire des recherches» a une importance moyenne dans les programmes pour enseignants spécialistes et généralistes. «Collaborer avec des collègues en matière de pédagogie et de démarches pédagogiques innovantes» et «conduire des recherches pédagogiques» ne sont pas abordées dans environ un cinquième des programmes de formation des enseignants généralistes. La collaboration avec des collègues est incluse dans le cadre d'un cours spécifique dans deux tiers des programmes de formation des enseignants de mathématiques/sciences tandis que «conduire des recherches pédagogiques» n'est pas abordée dans un cinquième de tous les programmes.

Faire face à la diversité

Répondre aux besoins d'un éventail divers d'élèves et satisfaire les intérêts différents des garçons et des filles est important pour motiver les élèves à apprendre (voir le chapitre 3). Cependant «faire face à la diversité» est la compétence la moins abordée dans les programmes tant pour enseignants généralistes que pour spécialistes selon les réponses à l'enquête. Plus particulièrement, les compétences concernant la diversité et les différences entre les genres sont moins fréquemment abordées dans les programmes de formation de généralistes que dans ceux destinés aux spécialistes. Ce constat pourrait être révélateur des politiques nationales courantes concernant le genre dans l'éducation, étant donné que l'enseignement sensible à la dimension de genre est promu dans environ un tiers seulement des pays européens (EACEA/Eurydice 2010, p. 57-59).

5.3.4. Tendances de l'approche des compétences/du contenu des programmes de formation des enseignants

Après avoir examiné l'importance générale attribuée aux compétences spécifiques dans les institutions de formation des enseignants ayant répondu à l'enquête, nous nous sommes interrogés sur l'existence de tendances significatives dans la manière dont les programmes abordent ces compétences. Cette section cherche ainsi à savoir si certains programmes accordent systématiquement la priorité à certaines catégories de compétences sur d'autres, ou si certains groupes de programmes de formation des enseignants abordent les compétences de manières particulières.

À ces fins, les programmes de formation des enseignants étudiés sont classés en fonction des moyennes pour les diverses catégories de compétences: «Créer un riche éventail de situations pédagogiques», «faire face à la diversité» et «collaborer avec les pairs et conduire des recherches»; et la compétence spécifique «maîtriser et être capable d'enseigner le curriculum officiel de mathématiques/sciences». Les réponses révèlent quatre groupes distincts au sein de chacun desquels les programmes abordent les compétences d'une manière analogue (voir la figure 5.3) ⁽¹⁸⁹⁾.

Deux des quatre groupes de programmes de formation des enseignants sont des opposés extrêmes. Au haut de l'échelle, un groupe obtient les plus fortes valeurs dans toutes les compétences analysées et pratiquement tous les programmes de ce groupe évaluent la maîtrise du curriculum chez les futurs enseignants. Les autres compétences analysées sont aussi évaluées dans ce groupe et relativement peu de compétences tombent dans les catégories de réponse à faible valeur. Environ un cinquième des programmes qui ont répondu à l'enquête appartiennent à ce groupe.

◆ ◆ ◆ **Figure 5.3. Moyennes des échelles de compétences/contenu et distribution des programmes de formation des enseignants, par groupes, 2010/2011.**

	Groupes			
	Valeurs élevées	Élevées/moyennes sauf diversité	Moyennes	Valeurs faibles
Maîtriser et être capable d'enseigner le curriculum officiel de mathématiques/sciences	3	2,8	2,4	2
Créer un riche éventail de situations pédagogiques	2,7	2,3	1,7	1,4
Faire face à la diversité	2,6	1,4	2	1
Collaborer avec les pairs et conduire des recherches	2,7	2	1,8	1,3
Programmes de formation de tous les enseignants	22,7 %	33 %	26,1 %	18,2 %
Programmes de formation des enseignants généralistes	25,6 %	34,9 %	14 %	25,6 %
Programmes de formation des enseignants spécialistes	21,9 %	32,5 %	29,4 %	16,3 %

Source: Eurydice, enquête SITEP.

Note explicative

En raison des faibles taux de réponse, les données ne sont pas représentatives et devraient donc être considérées comme indicatives uniquement.



Le groupe situé à l'autre extrémité de l'échelle enregistre les plus faibles valeurs dans toutes les compétences analysées. En moyenne, la maîtrise du curriculum dans les programmes de ce groupe est incluse comme faisant «partie d'un cours spécifique». Certains des programmes de ce groupe comprennent la maîtrise du curriculum dans leur évaluation des futurs enseignants, mais quelques-uns ne citent pas cette compétence du tout ou n'y font référence que de manière générale. Ce groupe

⁽¹⁸⁹⁾ Une analyse disjointe des groupes a été exécutée à partir des échelles de compétences/contenu analysées. Une solution à 4 groupes expliquait 63 % de l'écart total. Un modèle à 5 groupes expliquait 3,8 % seulement de l'écart additionnel, tandis que la solution à 3 groupes réduisait l'écart expliqué de 13 %.

comprend les programmes de formation des enseignants qui soit ne font pas référence du tout à certaines des compétences analysées, soit ne font référence que généralement à la plupart d'entre elles. Plus de la moitié des programmes de ce groupe ne comprennent aucune des compétences en question dans leur processus d'évaluation. En outre, «faire face à la diversité» est généralement soit omise soit mentionnée dans la catégorie «référence générale» uniquement dans ces programmes. 18,2 % seulement des programmes qui ont participé à l'enquête SITEP appartiennent à ce groupe dont les valeurs sont faibles dans toutes les dimensions.

Évidemment, les deux autres groupes se situent quelque part entre ces deux extrêmes. Le deuxième groupe enregistre les deuxièmes plus fortes valeurs dans tous les domaines de compétence sauf les questions de diversité et appartient à la catégorie «hautes/moyennes sauf diversité». Il comprend environ un tiers des programmes analysés. Le troisième groupe, qui comprend 26,1 % des programmes analysés, enregistre les deuxièmes plus hautes valeurs pour «faire face à la diversité», et les troisièmes plus hautes pour toutes les autres échelles. Il appartient à la catégorie «moyennes».

Chose intéressante, seules des différences mineures se remarquent entre les programmes de formation des enseignants généralistes et des spécialistes. Des proportions très rapprochées de programmes pour enseignants généralistes et spécialistes se retrouvent dans le groupe enregistrant des valeurs élevées dans toutes les dimensions ainsi que dans le groupe enregistrant des valeurs hautes/moyennes dans toutes les dimensions sauf la diversité. Dans le troisième groupe (avec des valeurs supérieures pour les questions de diversité), il y a proportionnellement plus de programmes pour enseignants spécialistes que pour généralistes, tandis que dans le quatrième groupe (avec les valeurs les plus faibles pour toutes les compétences) il y a davantage de programmes pour enseignants généralistes.

Ces résultats suggèrent une tendance à traiter la majorité des compétences d'une manière similaire sur toute la durée d'un programme donné. Par exemple, si une catégorie est incluse dans le processus d'évaluation, il est probable que les autres le seront également. Si une catégorie majeure de compétences est simplement mentionnée à titre de référence générale, les autres ne recevront probablement pas davantage d'attention. Il existe cependant quelques exceptions. La maîtrise du curriculum se démarque de cette tendance étant donné qu'il est fait référence au curriculum dans pratiquement tous les programmes et que la majorité d'entre eux incluent également cette compétence dans l'évaluation des futurs enseignants. En outre, environ un tiers des programmes de formation des enseignants analysés accordent une assez grande importance à toutes les dimensions autres que les questions de diversité. En règle générale, l'aptitude à faire face aux différences de niveaux et la sensibilité à la dimension de genre semblent être inadéquatement abordées dans de nombreux programmes de formation des enseignants.

L'enquête SITEP comprenait également des questions spécifiques sur quelques autres aspects importants des programmes de formation des enseignants. Les partenariats avec des parties prenantes externes et l'évaluation des programmes de formation des enseignants sont brièvement abordés dans les sections suivantes.

5.3.5. Partenariats entre prestataires de formation des enseignants et parties prenantes externes

Les prestataires de formation des enseignants généralistes et spécialistes qui ont participé à l'enquête ont donné des réponses très semblables concernant la collaboration avec les parties prenantes externes (voir la figure 5.4). Les principaux partenaires des institutions de formation des enseignants sont les établissements scolaires primaires et secondaires. Il y a coopération entre la majorité des programmes de formation des enseignants généralistes et spécialistes et les établissements dans le domaine de la mise en œuvre des programmes. Naturellement, les programmes de formation des enseignants coopèrent avec les établissements scolaires au niveau de l'organisation des stages en établissement. En outre, les établissements sont également les principaux partenaires dans l'élaboration du contenu des programmes et de la recherche.

◆ ◆ ◆ **Figure 5.4. Participation des institutions de formation des enseignants dans les partenariats/collaborations, pour enseignants généralistes et spécialistes (mathématiques/sciences), 2010/2011.**

	Contenu du programme		Mise en œuvre du programme		Recherche	
	Généraliste	Spécialiste	Généraliste	Spécialiste	Généraliste	Spécialiste
Etablissements du primaire ou du secondaire	53,5	46,3	76,7	85	23,3	22,5
Instances nationales ou locales	44,2	40,6	46,5	50	9,3	11,3
Entreprises	2,3	2,5	9,3	6,9	7	5,6
Organisations de la société civile	7	10	18,6	20	14	13,8

Source: Eurydice, enquête SITEP.

Note explicative

En raison des faibles taux de réponse, les données ne sont pas représentatives et devraient donc être considérées comme indicatives uniquement.



Les réponses d'environ la moitié des programmes de formation des enseignants indiquent qu'il y a collaboration avec les instances nationales et locales dans le domaine de la mise en œuvre des programmes. Un peu moins de programmes ont mis en place des activités ou projets de collaboration avec les organes publics concernant le contenu des programmes. Très peu ont établi des partenariats avec des organisations de la société civile et des entreprises. Étant donné que de nombreux pays font état d'un grand nombre d'initiatives faisant intervenir entreprises privées et établissements scolaires (voir le chapitre 2), il est assez inattendu que si peu de programmes de formation des enseignants collaborent avec le secteur privé.

Il est intéressant de relever que les institutions de formation des enseignants collaborent moins avec des parties prenantes externes sur les questions de recherche que dans les autres domaines. 20 % seulement des programmes de formation des enseignants signalent qu'ils utilisent les partenariats avec des établissements scolaires pour leur recherche. Par conséquent, il semble exister d'autres possibilités de collaboration avec des parties prenantes externes en matière de recherche et développement sur les approches pédagogiques innovantes pour la formation des futurs enseignants.

5.3.6. Évaluation des enseignants généralistes et spécialistes

L'évaluation est une partie importante du processus d'enseignement et d'apprentissage, qui peut prendre différentes formes et avoir différentes fonctions (voir le chapitre 4). Par conséquent, la question concernant l'évaluation dans les programmes de formation des enseignants traitait à la fois de la maîtrise du contenu et des compétences pédagogiques (voir la figure 5.5). La manière la plus courante d'évaluer la maîtrise du contenu dans les programmes de formation des enseignants, tant généralistes que spécialistes, est par le biais d'épreuves écrites et orales; tandis que l'observation de la pratique pédagogique est principalement employée pour évaluer les compétences d'enseignement.

L'évaluation par portfolio est la forme d'évaluation la moins courante en ce qui concerne la maîtrise du contenu, mais elle est utilisée dans 58,1 % des programmes de formation d'enseignants généralistes et 66,9 % des programmes pour spécialistes, afin d'évaluer les compétences d'enseignement. Ce résultat est assez encourageant puisque l'évaluation par portfolio est une forme d'évaluation non traditionnelle (ou innovante) qui, selon Collins (1992, p. 453) est un «album de justificatifs rassemblés dans une finalité précise» qui aide à accroître la responsabilité des élèves pour leur propre apprentissage.

◆ ◆ ◆ **Figure 5.5. Évaluation des enseignants généralistes et spécialistes dans les programmes de formation des enseignants en mathématiques et sciences, 2010/2011.**

	Maîtrise du contenu		Compétences pédagogiques	
	Généraliste	Spécialiste	Généraliste	Spécialiste
Tests écrits et oraux	95,3	86,9	69,8	55
Évaluation par portfolio	39,5	44,4	58,1	66,9
Observation de la pratique pédagogique	48,8	47,5	83,7	91,9
Rédaction de rapports de recherche	51,2	56,9	44,2	49,4
Thèse	44,2	61,9	25,6	51,9
Autre	62,8	46,3	51,2	46,9

Source: Eurydice, enquête SITEP.

Note explicative

Plus d'une catégorie de réponse étant permise, les pourcentages peuvent ne pas être égaux à 100.

En raison des faibles taux de réponse, les données ne sont pas représentatives et devraient donc être considérées comme indicatives uniquement.



Quelques différences se remarquent cependant entre les programmes de formation des enseignants généralistes et des spécialistes. Même si la rédaction d'articles de recherche est souvent utilisée dans les deux types de programme, la thèse est une forme beaucoup plus courante d'évaluation dans les programmes de formation des enseignants spécialistes que dans ceux destinés aux généralistes. Pour l'évaluation de la maîtrise du curriculum, la thèse est utilisée dans 44,2 % des programmes de formation des enseignants généralistes et 61,9 % des programmes de formation des enseignants de mathématiques/sciences examinés.

Cette section de l'étude a tenté de donner une indication de la manière dont les futurs enseignants sont aujourd'hui formés dans plusieurs pays européens. Il convient de ne pas oublier, cependant, que cette analyse du contenu et des compétences enseignés, ainsi que des formes d'évaluation employées dans les programmes de formation des enseignants généralistes et spécialistes ne donne qu'une indication des connaissances et des compétences attendues des enseignants européens; leurs connaissances réelles et leur aptitude pratique à enseigner en classe ne peuvent pas être directement déduites du contenu des programmes de formation.

Synthèse

La recherche sur les connaissances et les compétences requises par les enseignants de sciences, ainsi que sur les problèmes liés au développement professionnel des enseignants a été abondante au cours des six dernières années.

La connaissance et la compréhension du processus scientifique fondamental qu'est la modélisation fait partie des principaux domaines d'étude. On constate que ce processus modifie de manière positive la compréhension par les enseignants de la nature de la science, condition fondamentale pour être même d'en transmettre les caractéristiques essentielles aux élèves. Par ailleurs, la nature de la science peut être améliorée par le biais de stratégies métacognitives.

On constate que les connaissances pédagogiques des futurs enseignants liées au contenu sont améliorées à travers une combinaison d'assimilation d'un contenu spécifique et de possibilités de discussion des modalités d'enseignement de ce contenu.

Dans quelques études, l'enseignement des compétences pratiques dans le laboratoire scientifique scolaire apparaît faible en raison du manque de compétence au niveau de la préparation, de l'exécution et de la gestion du laboratoire. Les méthodes d'évaluation des compétences des élèves dans des situations de laboratoire nécessitent d'être améliorées.

Par contraste, de nombreuses études ont été menées sur l'enseignement et l'apprentissage fondés sur la démarche d'investigation, ainsi que sur la question de savoir s'il convient de transformer l'enseignement pour qu'il soit davantage orienté vers l'investigation et, le cas échéant, comment. Les complexités de la transition des enseignants des méthodes standard qu'ils ont eux-mêmes connues en tant qu'élèves ou qu'ils utilisent aujourd'hui vers une nouvelle démarche fondée sur l'investigation continuent d'être étudiées. Divers programmes et stratégies donnent des exemples à partir desquels développer ces compétences.

Pour la formation initiale et la formation continue des enseignants, plusieurs problèmes spécifiques émergent des recherches récentes. La question de la prise en charge des conflits cognitifs connus par les enseignants et les élèves lorsque leurs explications personnelles du monde scientifique ne correspondent pas à celles des scientifiques est largement explorée. Des progrès ont été réalisés au niveau de l'apprentissage des moyens d'exposer et de modifier ces préconceptions.

Plusieurs études font apparaître la nécessité de faire correspondre les besoins des enseignants aux objectifs des programmes de développement. Les faits confirment les suppositions intuitives que lorsque les demandes d'un enseignant en milieu scolaire et ses besoins personnels ne sont pas directement pris en compte dans le développement professionnel continu, le changement s'avère difficile. Les programmes de développement professionnel continu d'une longueur suffisante, avec renforcement intégré des messages clés ne sont pas chose courante, même si ces types de programmes ont des effets plus profonds sur les enseignants.

La confiance en ses capacités personnelles reçoit une attention considérable en tant que moyen à la fois d'améliorer activement la performance des enseignants et d'évaluer leur épanouissement et leur développement. Une attention considérable a également été apportée à la réduction des ateliers ponctuels pour le développement professionnel continu, qui s'avèrent avoir rarement un impact utile par comparaison avec les programmes plus longs.

Les autres stratégies d'amélioration de l'efficacité du développement professionnel continu, appuyées par la recherche récente, comprennent la promotion de la collégialité au sein des établissements où des véhicules comme l'observation de cours ou le co-enseignement sont employés pour permettre aux professionnels d'améliorer leur enseignement de manière constructive. Le mentorat à l'école (qui se concentre sur les problèmes et les questions du moment) et même la recherche-action ont donné des résultats positifs.

Les pays dotés d'un cadre stratégique pour la promotion de l'enseignement des sciences incluent généralement l'amélioration de la formation des enseignants comme objectif. Les partenariats scolaires, les centres scientifiques et les institutions similaires contribuent tous à l'apprentissage informel des enseignants et peuvent apporter des conseils utiles. Dans plusieurs pays, les centres scientifiques animent des activités de formation professionnelle continue pour enseignants.

Pratiquement tous les pays signalent que leurs autorités éducatives incluent des activités spécifiques de développement professionnel continu pour enseignants de sciences dans leurs programmes officiels de formation des enseignants en poste. Dans certains cas, cette formation est liée aux réformes curriculaires récentes. Peu fréquentes sont, cependant, les initiatives nationales spécifiques pour la formation initiale des enseignants de sciences.

La formation initiale des enseignants est une partie essentielle de l'apprentissage de l'enseignement et établit la base des compétences pédagogiques nécessaires. Étant donné la grande autonomie dont jouissent les institutions chargées des programmes de formation initiale des enseignants, l'EACEA a mené une enquête pilote auprès des programmes de formation initiale des enseignants de mathématiques et sciences (SITEP).

En dépit des faibles taux de réponse, les caractéristiques générales des programmes de formation des enseignants examinés dans l'enquête SITEP correspondent aux caractéristiques ou distinctions habituelles entre enseignants généralistes et spécialistes. Les indications données par les résultats agrégés de 203 programmes confirment à un plus ou moins grand degré les tendances établies par les recherches antérieures.

La compétence la plus importante abordée dans la formation des enseignants est la maîtrise et l'aptitude à enseigner le curriculum officiel de mathématiques/sciences. Elle est très souvent incluse dans l'évaluation des futurs enseignants. Créer un large éventail de situations d'enseignement ou appliquer différentes techniques pédagogique font, en général, partie d'un cours particulier tant dans les programmes de formation des enseignants généralistes que spécialistes. Appliquer l'apprentissage collaboratif ou à base de projet et l'apprentissage par l'investigation ou la résolution de problèmes sont des compétences souvent abordées dans les deux types de formation des enseignants.

La compétence «faire face à la diversité», c'est-à-dire enseigner à divers types d'élèves, tenir compte des intérêts différents des filles et des garçons, et éviter les stéréotypes liés au genre lors des échanges avec les élèves, est moins souvent prise en compte dans les programmes de formation des enseignants généralistes que dans les programmes qui préparent les enseignants de mathématiques/sciences. En règle générale, ces compétences sont les moins souvent abordées dans les deux types de programmes, bien que les questions de diversité soient importantes afin d'améliorer la motivation et de lutter contre les faibles performances.

En ce qui concerne les partenariats entre institutions de formation des enseignants et autres parties prenantes, le domaine de collaboration le plus courant est celui de la mise en œuvre des programmes, tandis que la recherche est le domaine qui compte le plus petit nombre de partenariats. Les établissements du primaire et du secondaire sont les principaux partenaires des institutions de formation des enseignants. De nombreuses institutions collaborent également avec les instances nationales ou locales. Il existe très peu de partenariats avec des entreprises ou des organisations de la société civile. Ce constat est assez surprenant compte tenu des nombreux projets de coopération et initiatives entre écoles et entreprises, notamment en matière d'enseignement des sciences (voir le chapitre 2).

Les formes traditionnelles d'évaluation, dont les tests oraux et écrits et l'observation de la pratique pédagogique, sont les méthodes les plus couramment utilisées dans les programmes de formation des enseignants qui ont participé à l'enquête. Bien que l'évaluation par portfolio soit la méthode la moins courante d'évaluation de la connaissance du contenu, elle est utilisée dans plus de la moitié des programmes pour évaluer les compétences pédagogiques. Cependant, l'application de l'évaluation des élèves basée sur un portfolio n'est pas souvent incluse dans les programmes de formation des enseignants examinés.

Il est intéressant de relever un plus grand nombre de similarités que de différences dans les compétences couvertes par les programmes de formation des généralistes et des spécialistes. Généralement parlant, les programmes de formation des enseignants, qu'ils soient généralistes ou spécialistes, traitent les compétences d'une manière analogue du début à la fin. Si une compétence est évaluée, la plupart des autres le sont aussi; si une compétence est incluse dans le cadre d'un cours spécifique, la plupart des autres compétences sont également incluses. De même, si un programme ne fait qu'une référence générale aux compétences principales d'enseignement des mathématiques/sciences, seules des références générales aux autres domaines de contenu sont également faites.

CONCLUSIONS

Cette étude a examiné les caractéristiques organisationnelles de l'enseignement des sciences à travers l'Europe et dressé un état des lieux des politiques et stratégies mises en place pour améliorer son enseignement et promouvoir son apprentissage à l'école. Elle s'est particulièrement intéressée au soutien disponible aux enseignants pour les aider à changer les attitudes des élèves à l'égard des sciences et à améliorer les niveaux d'intérêt pour cette matière importante. L'étude comprend également des revues de la littérature de recherche récente sur l'enseignement des sciences, les principales conclusions d'enquêtes internationales (PISA et TIMSS) ainsi que les résultats d'une enquête pilote d'Eurydice sur les programmes de formation initiale des enseignants.

A. Les pays soutiennent de nombreuses initiatives individuelles mais les stratégies globales pour améliorer l'enseignement des sciences sont rares

Seuls quelques pays ont en place des cadres stratégiques pour la promotion de l'enseignement des sciences. Lorsqu'ils existent, leurs objectifs déclarés sont soit liés aux objectifs éducatifs généraux et à la société dans son ensemble, soit clairement axés sur les établissements scolaires. Les domaines généralement considérés comme importants et nécessitant d'être améliorés au niveau de l'enseignement scolaire sont les curricula, les approches pédagogiques et la formation des enseignants. Si elles suivent parfois un axe différent, dans la plupart des cas ces stratégies impliquent une multitude de parties prenantes.

Les partenariats scientifiques scolaires existent dans de nombreux pays et peuvent être couverts par des stratégies plus générales ou constituer des initiatives autonomes; dans les deux cas, leur organisation diffère d'un pays européen à l'autre. Les partenaires peuvent varier des agences gouvernementales et des institutions d'enseignement supérieur aux associations scientifiques et aux entreprises privées. Bien que certains partenariats se concentrent sur un sujet spécifique, la grande majorité englobe divers aspects de l'enseignement des sciences. Néanmoins, très peu de partenariats semblent chercher principalement à accroître l'intérêt des filles pour les sciences. Tous les partenariats signalés ont un ou plusieurs des objectifs suivants en commun:

- promouvoir la culture, les connaissances et la recherche scientifiques en familiarisant les élèves avec les procédures scientifiques;
- permettre aux élèves de comprendre comment les sciences sont utilisées, particulièrement à travers les contacts avec les sciences appliquées dans les entreprises;
- renforcer l'enseignement des sciences en développant et en appuyant la mise en œuvre du curriculum de sciences; donner aux enseignants des possibilités de formation professionnelle continue axée sur les travaux pratiques et l'apprentissage fondé sur la démarche d'investigation; et soutenir les activités scientifiques pour les élèves;
- accroître le recrutement aux professions des mathématiques, sciences et technologies en encourageant les élèves particulièrement doués et en inspirant davantage d'élèves à choisir des carrières dans ces domaines, en rapprochant les sciences scolaires du monde du travail.

Les centres scientifiques et institutions similaires contribuent également à la promotion de l'enseignement des sciences en Europe. Deux tiers de tous les pays font état de l'existence de telles institutions au niveau national et proposent aux étudiants des activités qui vont au-delà de ce que les écoles ont à offrir en général. Ces centres scientifiques offrent également souvent des schémas de formation des enseignants.

Lorsque les pays possèdent une stratégie de promotion des sciences, l'orientation spécifique aux sciences en fait partie intégrante. Cependant, en dehors de ce groupe, les mesures d'orientation professionnelle spécifiques pour encourager les futurs scientifiques sont rares, bien que des programmes et projets dans de nombreux pays aient un objectif d'orientation vers les sciences, si limité soit-il. Il convient de noter que très peu de pays prévoient des initiatives cherchant spécifiquement à encourager les filles à choisir des carrières scientifiques.

De même, peu de pays ont mis en œuvre des programmes et projets spécifiquement destinés aux élèves et aux étudiants particulièrement doués. En règle générale, ces élèves se voient proposer des activités d'apprentissage scientifique supplémentaires qui sont plus adaptées à leurs besoins, en dehors du temps de cours normal.

Il semble exister un large éventail d'activités pour la promotion de l'enseignement des sciences dans un grand nombre de pays mais dont l'impact est souvent difficile à mesurer. Les évaluations entreprises dans le cadre des stratégies antérieures de promotion des sciences ont révélé qu'une approche coordonnée est un facteur de succès important. On a également démontré que les approches de la promotion des sciences «du bas vers le haut» pouvaient avoir des résultats très positifs pour les élèves et les enseignants.

Autres exemples de critères de succès importants:

- établir des accords de performance avec les institutions participantes;
- créer des objectifs mesurables et veiller à la clarté des responsabilités d'exécution;
- annoncer les résultats et disséminer les bonnes pratiques;
- veiller au suivi.

B. D'une approche intégrée des sciences aux niveaux inférieurs vers l'enseignement de matières distinctes aux stades ultérieurs de la scolarité

Dans tous les pays européens, l'enseignement des sciences commence sous forme de matière générale intégrée et se poursuit ainsi tout au long du cycle primaire. Dans de nombreux pays, la même démarche est suivie pendant un ou deux ans au secondaire inférieur.

En fin de secondaire inférieur, l'enseignement des sciences est réparti entre la biologie, la chimie et la physique. Les documents d'orientation font néanmoins apparaître que de nombreux pays continuent de mettre l'accent sur les liens entre les différentes matières scientifiques, et les enseignants sont généralement encouragés à suivre des démarches transdisciplinaires autant que possible.

Au niveau secondaire supérieur général (CITE 3), la grande majorité des pays européens adoptent une démarche articulée en matières distinctes et organisent l'enseignement des sciences différemment selon les filières et les parcours éducatifs choisis par les élèves. Par conséquent, tous les élèves n'étudient pas les matières scientifiques au même niveau de difficulté ou pendant toutes les années du niveau CITE 3. Dans la majorité des pays, cependant, les matières scientifiques sont obligatoires pour chaque élève pendant au moins un an du niveau CITE 3.

C. Attention accrue apportée aux sujets contextuels et aux activités pratiques dans les curricula de sciences

Afin d'accroître la motivation et l'intérêt pour les sciences, il est essentiel que le curriculum souligne les rapports avec les expériences individuelles des élèves. Les liens entre sciences et problématiques de la société contemporaine, et la discussion des aspects philosophiques des sciences sont importants. Les sujets contextuels les plus couramment recommandés dans l'enseignement des sciences concernent les sujets sociétaux contemporains. Dans presque tous les pays européens, il est recommandé d'inclure dans les cours de sciences les préoccupations environnementales et l'application des progrès scientifiques à la vie quotidienne. Les sujets plus abstraits concernant la méthode scientifique, la «nature de la science» ou la production de connaissances scientifiques sont plus souvent mentionnés dans les documents d'orientation en rapport avec les matières scientifiques distinctes, enseignées pendant les dernières années de scolarité dans la plupart des pays européens.

Les activités recommandées pour les sciences au niveau primaire englobent fréquemment des expériences pratiques et des projets collaboratifs. En règle générale, les documents d'orientation des pays européens favorisent diverses formes d'apprentissage actif et d'investigation participative, à partir du primaire.

Au cours des six dernières années, des réformes générales du curriculum ont été menées à différents niveaux d'éducation dans plus de la moitié des pays européens examinés, qui ont évidemment affecté les programmes de sciences. Dans de nombreux pays, ces réformes sont principalement motivées par un désir de se conformer à l'approche européenne fondée sur les compétences clés.

Dans ce contexte, les pays ont cherché à intégrer davantage de sujets contextuels et d'activités pratiques dans les programmes de sciences. Les réformes dans divers pays où les compétences en sciences ont été réalignées sur les compétences clés illustrent le désir des décideurs d'accroître l'importance de l'enseignement des sciences.

D. Absence d'encadrement spécifique des élèves peu performants dans les matières scientifiques

Aucun pays européen n'a mis en œuvre de politique spécifique en réponse aux besoins des élèves peu performants dans les matières scientifiques. L'aide pour ces apprenants est, cependant, généralement prise en charge dans un cadre général d'accompagnement des élèves qui s'applique à toutes les matières. Les formes les plus courantes de soutien sont l'enseignement différencié, l'enseignement individuel, l'enseignement assisté par les pairs, le tutorat et le groupement par aptitudes. Le soutien scolaire en petits groupes a généralement lieu en dehors du temps de cours normal. Dans la plupart des pays, le soutien apporté aux élèves est déterminé au niveau de l'établissement. Cette délégation de responsabilités permet aux enseignants de réagir à des situations particulières et des besoins individuels. Seuls quelques pays ont mis en place des programmes nationaux consacrés à l'échec scolaire, généralement dans les établissements.

E. Les méthodes d'évaluation traditionnelles continuent de dominer

L'objectif principal des lignes directrices en matière d'évaluation est de veiller à ce que les connaissances et les compétences des élèves soient évaluées conformément aux objectifs et/ou acquis de l'éducation définis dans le curriculum. Dans la moitié des pays ou régions du réseau Eurydice, des lignes directrices spécifiques aux sciences existent.

Ces lignes directrices contiennent généralement des recommandations sur les techniques à employer par les enseignants pour évaluer la progression des élèves. Les examens écrits/oraux traditionnels et l'évaluation de la performance des élèves en classe, ainsi que de leurs projets, sont les méthodes les plus couramment recommandées. Il est également intéressant de souligner qu'aucune distinction ne peut être opérée entre les lignes directrices spécifiques pour l'évaluation des sciences et celles qui s'appliquent à toutes les matières du curriculum; les techniques recommandées sont analogues. Dans l'ensemble, les guides officiels pour aider les enseignants à évaluer les compétences des élèves spécifiques aux sciences sont peu nombreux.

F. Évaluation standardisée en sciences au moins une fois pendant la scolarité obligatoire

Dans la majorité des pays et/ou régions d'Europe, les connaissances et les compétences en sciences des élèves sont évaluées dans le cadre de procédures standardisées au moins une fois pendant leur scolarité obligatoire (CITE 1 et 2) et/ou l'enseignement secondaire supérieur (CITE 3). Des variations importantes sont cependant apparentes d'un pays à un autre, à la fois au niveau de la fréquence à laquelle les élèves individuels passent des tests nationaux dans des matières scientifiques et du moment précis, en termes d'année de scolarité ou d'âge, où ces tests ont lieu. Dans la majorité des pays ou régions, les matières scientifiques sont testées au moins une fois à deux ou trois niveaux d'éducation concernés.

Tandis qu'en primaire et secondaire inférieur (CITE 1 et 2) les matières scientifiques testées dans le cadre de procédures d'évaluation standardisées sont obligatoires pour tous les élèves, elles sont souvent optionnelles dans l'enseignement secondaire supérieur (CITE 3). Il est clair que les sciences n'occupent actuellement pas la même place que l'enseignement des mathématiques et de la langue maternelle, bien qu'elles semblent être de plus en plus intégrées aux procédures de tests nationaux dans un nombre croissant de pays.

G. Formation des enseignants: de nombreuses initiatives nationales pour aider à améliorer les compétences des enseignants

Comme l'ont montré les évaluations précédentes des stratégies de promotion des sciences, renforcer les compétences des enseignants est une préoccupation particulièrement importante pour les décideurs.

La recherche sur l'enseignement des sciences s'est de nouveau axée sur les méthodes fondées sur la démarche d'investigation au cours des cinq dernières années. Cette étude a par conséquent exploré les complexités d'une transition de l'enseignement des méthodes traditionnelles à celles basées sur la démarche d'investigation, et a considéré les étapes nécessaires à l'exécution de ce changement d'approche fondamentale.

La recherche sur le développement professionnel des enseignants a recensé les difficultés présentées par le changement de pratiques pédagogiques; elle a confirmé ce que l'on savait déjà sur les méthodes d'enseignement efficaces et a trouvé de nouvelles directions. Par exemple, le développement professionnel des enseignants combinée avec l'évaluation des leçons dans l'établissement et le co-enseignement, a fait apparaître des résultats positifs pour les établissements et les enseignants utilisant ces méthodes.

Des enjeux plus spécifiques ont également suscité l'attention des chercheurs, notamment comment résoudre le problème des connaissances pré-conceptuelles dans les nouvelles situations d'enseignement/apprentissage, à la fois pour les élèves et pour les enseignants; comment faciliter la modélisation des processus scientifiques par les élèves; et comment appliquer des techniques d'enseignement et d'évaluation appropriées aux activités en laboratoire.

Les pays possédant un cadre stratégique pour la promotion de l'enseignement des sciences incluent généralement parmi leurs objectifs l'amélioration de la formation des enseignants. Les partenariats scolaires, les centres scientifiques et les institutions similaires contribuent tous à l'apprentissage informel des enseignants et peuvent apporter des conseils utiles. Dans plusieurs pays, les centres scientifiques proposent également des activités formelles spécifiques de développement professionnel continu destinées aux enseignants.

Presque tous les pays signalent que leurs autorités éducatives incluent des activités spécifiques de développement professionnel continu pour les enseignants de sciences dans leurs programmes officiels de formation des enseignants de matières scientifiques en poste. Moins fréquentes, cependant, sont les initiatives nationales qui ciblent spécifiquement la formation initiale des enseignants de sciences.

H. Formation initiale des enseignants: toujours axée sur le curriculum

En dépit des faibles taux de réponse, les institutions qui ont répondu à l'enquête SITEP confirment que leurs programmes de formation des enseignants correspondent aux schémas attendus de similarités et différences entre les programmes pour généralistes et ceux pour spécialistes. Par conséquent, une analyse élémentaire des résultats regroupés de programmes dans 12 systèmes éducatifs a été présentée.

Les indications des résultats agrégés de 203 programmes confirment à un plus ou moins grand degré les tendances déjà indiquées par la recherche. Le domaine de compétence le plus important abordé dans la formation des enseignants est la maîtrise et l'aptitude à enseigner le curriculum officiel de mathématiques/sciences; la majorité des futurs enseignants sont évalués dans ce domaine. Créer un large éventail de situations d'enseignement ou appliquer différentes techniques pédagogiques sont généralement cités comme éléments d'un cours spécifique tant dans les programmes de formation des enseignants généralistes que dans ceux destinés aux spécialistes. Appliquer l'apprentissage collaboratif ou à base de projet et l'apprentissage par l'investigation ou la résolution de problèmes est souvent traité dans les deux types de formation des enseignants.

Cependant, faire face à la diversité, c'est-à-dire enseigner à divers types d'élèves, prendre en compte les intérêts différents des filles et des garçons, et éviter les stéréotypes liés au genre lors des échanges avec les élèves, est une compétence moins souvent prise en compte dans les programmes de formation des enseignants généralistes que dans les programmes qui préparent les enseignants de mathématiques/sciences. En règle générale, ces compétences sont les moins souvent abordées dans les deux types de programmes, bien que les questions de diversité s'avèrent importantes pour améliorer la motivation et lutter contre les faibles performances.

Les partenariats entre institutions de formation des enseignants et autres parties prenantes sont importantes pour veiller à ce que les programmes d'enseignement répondent aux besoins des établissements et des élèves. Le domaine de collaboration le plus courant est la mise en œuvre des programmes, tandis que la recherche est le domaine comptant le plus petit nombre de partenariats. Les établissements du primaire et du secondaire sont les principaux partenaires des institutions de formation des enseignants. Cependant, contrairement aux attentes, il existe très peu de partenariats avec des entreprises ou des organisations de la société civile.

Évidemment, les résultats de cette enquête pilote ne font que donner des indications de la préparation des enseignants à l'enseignement étant donné que leurs connaissances et leur aptitude à enseigner ne peuvent pas être directement déduites du contenu des programmes de formation. Les résultats de l'enquête SITEP donnent néanmoins des données concrètes, provenant des institutions elles-mêmes, sur la manière dont les futurs enseignants sont formés aujourd'hui, qui viennent s'ajouter aux informations factuelles rassemblées dans les documents d'orientation nationaux.

RÉFÉRENCES

- Abd-El-Khalick, A., Akerson, V., 2009. «The Influence of Metacognitive Training on Preservice Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science», *International Journal of Science Education*, 31(16), 2009, p. 2161-2184.
- Adams, R., Wu, M., éd., *PISA 2000 technical report*, 2000 Paris: OCDE.
- Aguiar, O., Mortimer, E. F. & Scott, P., 2010. «Learning from and responding to students' questions: The authoritative and dialogic tension», *Journal of Research in Science Teaching*, n° 47, vol. 2, p. 174-193.
- Aikenhead, G.S., 2005. «Research into STS science education», *Educación Química*, n° 16, vol. 3, p. 384-397.
- Akerson, V. et al., 2009. «Scientific Modeling for Inquiring Teachers Network (SMIT'N): The Influence on Elementary Teachers' Views of Nature of Science, Inquiry, and Modeling», *Journal of Science Teacher Education*, n° 20, vol. 1, p. 21-40.
- Akcay, H., Yager, R., 2010. «Accomplishing the Visions for Teacher Education Programs Advocated in the National Science Education Standards», *Journal of Science Teacher Education*, n° 21, vol. 6, p. 643-664.
- Andersen, A.M., Dragsted, S., Evans, R. H. & Sørensen, H., 2007. «The Relationship of Capability Beliefs and Teaching Environments of New Danish Elementary Teachers of Science to Teaching Success», In: Pintó, Roser, Couso, Digna, éd., *Contributions from Science Education Research*, Springer, Dordrecht, 2010, p. 131-142. Springer, Dordrecht, p. 131-142.
- Anderson, Ch., 2007. «Perspectives on Science Learning». In: S. Abell, & N., Lederman, éd., *Handbook of Research on Science Education*, p. 3-31.
- Anderson, J., Bachor, D., 1998. «A Canadian perspective on portfolio use in student assessment», *Assessment in Education*, n° 5, vol. 3, p. 327-353.
- Anderson, R., 2007. «Inquiry as an Organizing Theme for Science Curricula». In: S. Abell, & N., Lederman, éd., *Handbook of Research on Science Education*, p. 807-831.
- Appleton, K., 2007. «Elementary Science Teaching», In: S. Abell, & N., Lederman, éd., 2007. *Handbook of Research on Science Education*, p. 493-537.
- Appleton, K., 2008. «Developing Science Pedagogical Content Knowledge Through Mentoring Elementary Teachers», *Journal of Science Teacher Education*, n° 19, vol. 6, p. 523-545.
- Atkin, J.M., 1998. «The OECD study of innovations in science, mathematics and technology education», *Journal of Curriculum Studies*, n° 30, vol. 6, p. 647-660.
- Ayala, C. et al., 2008. «From formal embedded assessments to reflective lessons: The development of formative assessment studies», *Applied Measurement in Education*, n° 21, vol. 4, p. 315-334.
- Baker, D., LeTendre, G.K., 2005. *National differences, global similarities: world culture and the future of schooling*, Stanford Social Sciences, Stanford, CA.
- Ballstaedt, S., 1995. *Interdisziplinäres Lernen: Aspekte des fächerverbindenden Unterrichts* [Apprentissage interdisciplinaire: Aspects des cours par matières intégrées], DIFF, Tübingen, 1995.
- Bandura, A., 1997. *Self-efficacy: The exercise of control*. W.H. Freeman, New York.
- Baram-Tsabari, A., Yarden, A., 2008. «Girls' biology, boys' physics: evidence from free-choice science learning settings», *Research in Science & Technological Education*, n° 26, vol. 1, p. 75-92.
- Barrow, L., 2006. «A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards», *Journal of Science Teacher Education*, n° 17, vol. 3, p. 265-278.

- Bautista, N., 2011. «Investigating the Use of Vicarious and Mastery Experiences in Influencing Early Childhood Education Majors' Self-Efficacy Beliefs», *Journal of Science Teacher Education*, n° 22, vol. 4, p. 333-349.
- Bell, B., 2007. «Classroom assessment of science learning», In: S. Abell, & N., Lederman, éd., *Handbook of Research on Science Education*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Mahwah, NJ, p. 537-559.
- Bell, L., Smetana L. & Binns I., 2005. «Simplifying inquiry instruction: assessing the inquiry level of classroom activities» *Science Teacher*, n° 72, vol. 7, p. 30-33.
- Bell, R., Matkins, J. & Gansneder, B., 2010. «Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science», *Journal of Research in Science Teaching*, n° 48, p. 414-436.
- Bennett, J., Lubben, F. & Hogarth, S., 2007. «Bringing Science to Life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-Based and STS Approaches to Science Teaching», *Science Education*, n° 91, vol. 3, p. 347-370.
- Bevins, S., Brodie, M. & Brodie, E., 2005. «A study of UK secondary school students' perceptions of science and engineering», Article présenté au colloque annuel de l'European Education Research Association, Dublin, du 7 au 10 septembre 2005, [pdf] disponible sur: <http://shura.shu.ac.uk/956/1/fulltext.pdf> [consulté le 20 septembre 2010].
- Black, P., Wiliam, D., 1998a. «Assessment and classroom learning», *Assessment in Education*, n° 5, vol. 1, p. 7-74.
- Black, P., Wiliam, D., 1998b. «Inside the black box: Raising standards through classroom assessment», *Phi Delta Kappan*, n° 80, vol. 2, p. 139-148.
- Bleicher, R., 2007. «Nurturing Confidence in Preservice Elementary Science Teachers», *Journal of Science Teacher Education*, n° 18, vol. 6, p. 841-860.
- Bloom, B., Hastings, J. & Madaus, G., 1971. *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*, McGraw-Hill book company, New York.
- Bradbury, L., Koballa, T., 2007. «Mentor Advice Giving in an Alternative Certification Program for Secondary Science Teaching: Opportunities and Roadblocks in Developing a Knowledge Base for Teaching», *Journal of Science Teacher Education*, n° 18, vol. 6, p. 817-840.
- Brand, B., Wilkins, J., 2007. «Using Self-Efficacy as a Construct for Evaluating Science and Mathematics Methods Courses.» *Journal of Science Teacher Education*, n° 18, vol. 2, p. 297-317.
- Breen, R., Jonsson J.O., 2005. «Inequality of Opportunity in Comparative Perspective: Recent Research on Educational attainment and Social Mobility», *Annual Review of Sociology*, n° 31, p. 223-43.
- Brickman, P., Gormally, C., Armstrong, N., & Hallar, B., 2009. «Effects of Inquiry-based Learning on Students' Science Literacy Skills and Confidence», *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, n° 3, vol. 2, p. 1-22.
- Britton, E., Schneider, S., 2007. «Large-Scale Assessments in Science Education». In: S. Abell, & N., Lederman, éd., *Handbook of Research on Science Education*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Mahwah, NJ, p. 1007-1040.
- Brotman, J.S., Moore, F.M., 2008. «Girls and Science: A Review of Four Themes in the Science Education Literature», *Journal of Research in Science Teaching*, n° 45, vol. 9, p. 971-1002.
- Capobianco, B., Feldman, A., 2010. «Repositioning Teacher Action Research in Science Teacher Education», *Journal of Science Teacher Education*, n° 21, vol. 8, p. 909-915.
- Cleaves, A., 2005. «The formation of science choices in secondary school», *International Journal of Science Education*, n° 27, vol. 4, p. 471-486.

- Cleaves, A., 1992. «Portfolios for science education: issues in purpose, structure, and authenticity», *Science Education*, n° 76, vol. 4, p. 451-463.
- Commission européenne, 2007. *L'enseignement scientifique aujourd'hui: une pédagogie renouvelée pour l'avenir de l'Europe*, [pdf] Commission européenne, Disponible sur: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_fr.pdf [consulté le 25 mars 2010].
- Cormas, P., Arufaldi, J., 2011. «The Effective Research-Based Characteristics of Professional Development of the National Science Foundation's GK-12 Program», *Journal of Science Teacher Education*, n° 22, vol. 3, p. 255-272.
- Criado, A., García-Carmona, A., 2010. «Prospective Teachers' Difficulties in Interpreting Elementary Phenomena of Electrostatic Interactions: Indicators of the status of their intuitive ideas.» *International Journal of Science Teacher Education*, n° 32, vol. 6, p. 769-805.
- Cronbach, L.J., 1951. «Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests», *Psychometrika*, n° 16, vol. 3, p. 297-334.
- Christidou, V., 2006. «Greek Students' Science-related Interests and Experiences: Gender differences and correlations», *International Journal of Science Education*, n° 28, vol. 10, p. 1181-1199.
- Czerniak, C.M., 2007. «Interdisciplinary science teaching». In: S. Abell, & N., Lederman, éd., *Handbook of Research on Science Education*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Mahwah, NJ, p. 537-559.
- Danusso, L., Testa, I. & Vicentini, M., 2010. «Improving Prospective Teachers' Knowledge about Scientific Models and Modelling: Design and evaluation of a teacher education intervention». In: *International Journal of Science Education*, n° 32, vol. 7, p. 871-905.
- DCELLS (ministère de l'Enfance, de l'Éducation, de l'Éducation et de la Formation tout au long de la vie et des Compétences)/Gouvernement du pays de Galles, 2008. *Science in the National Curriculum for Wales* [en ligne] Disponible sur: http://wales.gov.uk/dcells/publications/curriculum_and_assessment/arevisedcurriculumforwales/nationalcurriculum/sciencenc/scienceeng.pdf?lang=en [consulté le 11 octobre 2011].
- DELLS (ministère de l'Éducation, de l'Éducation et de la Formation tout au long de vie et des Compétences), 2001. «The Learning Country: Vision into Action», Cardiff, gouvernement du pays de Galles, [en ligne] disponible sur <http://wales.gov.uk/dcells/publications/publications/guidanceandinformation/learningcountry/learningcountryvis-e.pdf?lang=en> [consulté le 23 février 2011].
- Dillon, J., Osborne, J., 2008. *Science Education in Europe: Critical reflections*, [pdf] the Nuffield Foundation, Londres, Disponible sur: http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf [consulté le 20 décembre 2010].
- Dresner, M., Worley, E., 2006. «Teacher Research Experiences, Partnerships with Scientists, and Teacher Networks Sustaining Factors from Professional Development», *Journal of Science Teacher Education*, n° 17, vol. 1, p. 1-14.
- Duschl, R.A., Gitomer, D., 1997. «Strategies and challenges to changing the focus of assessment and instruction in science classrooms», *Educational Assessment*, n° 4, vol. 1, p. 37-73.
- Duncan, R., Pilitsis, V. & Piegaro, M. 2010. «Development of Preservice Teachers' Ability to Critique and Adapt Inquiry-based Instructional Materials», *Journal of Science Teacher Education*, n° 21, vol. 1, p. 1-14.
- EACEA/Eurydice, Eurostat, 2009. *Chiffres clés de l'éducation en Europe 2009*, Eurydice, Bruxelles.

- EACEA/Eurydice, 2009a. *L'éducation artistique et culturelle à l'école en Europe*, EACEA/Eurydice, Bruxelles.
- EACEA/Eurydice, 2009b. *Les évaluations standardisées des élèves en Europe: objectifs, organisation et utilisation des résultats*, EACEA P9 Eurydice, Bruxelles.
- EACEA/Eurydice, 2010. *Différences entre les genres en matière de réussite scolaire: étude sur les mesures prises et la situation actuelle en Europe*. EACEA/Eurydice, Bruxelles.
- EACEA/Eurydice, 2011. *Le redoublement dans l'enseignement obligatoire en Europe: réglementations et statistiques*, EACEA/Eurydice, Bruxelles.
- Ebert, E., Crippen, K. 2010. «Applying a Cognitive-Affective Model of Conceptual Change to Professional Development», *Journal of Science Teacher Education*, n° 21, vol. 3, p. 371-388.
- Ekevall, E. et al., 2009. *Engineering – What's That?* [pdf] Disponible sur: <http://www.sefi.be/wp-content/abstracts2009/Ekevall.pdf> [consulté le 20 septembre 2010].
- Encyclopædia Britannica Online, 2010a. *History of Science*, [en ligne] Disponible sur: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/528771/history-of-science> [consulté le 9 juin 2010].
- Encyclopædia Britannica Online, 2010b. *Philosophy of Science*, [en ligne] Disponible sur: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/528804/philosophy-of-science> [consulté le 9 juin 2010].
- Enochs, L., Riggs, I., 1990. «Further development of an elementary science teaching efficacy belief instrument: A preservice elementary scale», *School Science and Mathematics*, n° 90, p. 695-706.
- Eurydice, 2006. *L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe*. Eurydice, Bruxelles.
- Fazio, X., Melville, W. & Bartley, A. 2010. «The Problematic Nature of the Practicum: A Key Determinant of Pre-service Teachers' Emerging Inquiry-Based Science Practices», *Journal of Science Teacher Education*, n° 21, vol. 6, p. 665-681.
- Fougere, M., 1998. «The Educational Benefits to Middle School Students Participating in a Student/Scientist Project», *Journal of Science Education and Technology*, n° 7, vol. 1, p. 25-30.
- Furlong, A., Biggart, A., 1999. «Framing 'Choices': a longitudinal study of occupational aspirations among 13- to 16-year-olds», *Journal of Education and Work*, n° 12, vol. 1, p. 21-35.
- Geraedts, C., Boersma, K.T. & Eijkelhof, H.M.C., 2006. «Towards coherent science and technology education», *Journal of Curriculum Studies*, n° 38, vol. 3, p. 307-325.
- GHK, 2008 - *Evaluation of the National Network of Science Learning Centres: Final Report*. The Wellcome Trust and the DCSF, [en ligne] Disponible sur: http://www.wellcome.ac.uk/stellent/groups/corporatesite/@msh_peda/documents/web_document/wtd039212.pdf [consulté le 28 juin 2011].
- Gilbert, J., Calvert, S., 2003. «Challenging accepted wisdom: looking at the gender and science education question through a different lens.» *International Journal of Science Education*, n° 25, vol. 7, p. 861-878.
- Gilbert, J.K., 2006. «On the Nature of 'Context' in Chemical Education», *International Journal of Science Education*, n° 28, vol. 9, p. 957-976.
- Gipps, C., 1994. *Beyond testing: Towards a theory of educational assessment*, The Falmer Press, Londres.
- Goldstein, H., 2008. «Comment peut-on utiliser les études comparatives internationales pour doter les politiques éducatives d'informations fiables?» *Revue française de pédagogie*, n° 164, p. 69-76.

- Gomez-Zwiep, S., 2008. «Elementary Teachers' Understanding of Students' Science Misconceptions: Implications for Practice and Teacher Education», *Journal of Science Teacher Education*, n° 19, vol. 5, p. 437-454.
- Goodnough, K., 2010. «Teacher Learning and Collaborative Action Research: Generating a "Knowledge-of-Practice" in the Context of Science Education», *Journal of Science Teacher Education*, n° 21, vol. 8, p. 917-935.
- Gott, R., Duggan, S., 2002. «Problems with the Assessment of Performance in Practical Science: Which way now?», *Cambridge Journal of Education*, n° 32, vol. 2, p. 183-201.
- Gunckel, K., 2011. «Mediators of a Preservice Teacher's Use of the Inquiry-Application Instructional Model», *Journal of Science Teacher Education*, n° 21, vol. 1, p. 79-100.
- Gunning, A., Mensah, F., 2011. «Preservice Elementary Teachers' Development of Self-Efficacy and Confidence to Teach Science: A Case Study», *Journal of Science Teacher Education*, n° 22, vol. 2, p. 171-185.
- Harlen, W., 2009. «Teaching and learning science for a better future». The Presidential Address 2009 delivered to the Association for Science Education Annual Conference. *School Science review*, n° 333, p. 33-41.
- Harlen, W., James, M., 1997. «Assessment and learning.» *Assessment in Education*, n° 4, vol. 3, p. 365-379.
- Harlen, W., 1999. «Purposes and procedures for assessing science process skills», *Assessment in Education*, n° 6, vol. 1, p. 129-141.
- Harrison, C., Hofstein, A., Eylon, B. & Simon, S., 2008. «Evidence-Based Professional Development of Science Teachers in Two Countries», *International Journal of Science Education*, n° 30, vol. 5, p. 577-591.
- Häussler, P., Hoffman, L., 2002. «An Intervention Study to Enhance Girls' Interest, Self-Concept, and Achievement in Physics Classes», *Journal of Research in Science Teaching*, n° 39, vol. 9, p. 870-888.
- Hechter, R., 2011. «Changes in Preservice Elementary Teachers' Personal Science Teaching Efficacy and Science Teaching Outcome Expectancies: The Influence of Context», *Journal of Science Teacher Education*, n° 22, vol. 2, p. 187-202.
- Holbrook, J., Rannikmae, M., 2007. «The Nature of Science Education for Enhancing Scientific Literacy», *International Journal of Science Education*, n° 29, vol. 11, p. 1347-1362.
- Hopmann, S.T, Brinek, G. & Retzl, M., éd., 2007. *PISA zufolge PISA: hält PISA, was es verspricht? = PISA according to PISA: does PISA keep what it promises?* LIT, Vienne.
- Hudson, P., Ginns, I., 2007. «Developing an Instrument to Examine Preservice Teachers' Pedagogical Development», *Journal of Science Teacher Education*, n° 18, vol. 6, p. 885-899.
- Hume, A., Berry, A., 2011. «Constructing CoRes – a Strategy for Building PCK in Pre-service Science Teacher Education», *Research in Science Education*, n° 41, vol. 3, p. 341-355.
- Ibarra, H., 1997. «Partnership strategies», *Science Scope*, n° 20, vol. 6, p. 78-81.
- ICOM (Conseil international des musées), 2007. *ICOM status*, [en ligne] Disponible sur: http://archives.icom.museum/statutes_fr.html#3 [consulté le 10 février 2011].
- Irwin, A.R., 2000. «Historical Case Studies: Teaching the Nature of Science in Context», *Science Education*, n° 84, vol. 1, p. 5-26.
- James, E. et al., 1997. «Innovations in science, mathematics and technology education», *Journal of Curriculum Studies*, n° 29, vol. 4, p. 471-484.

- James, L.E., et al., 2006. «Science Center Partnership: Outreach to Students and Teachers», *The Rural Educator*, n° 28, vol. 1, p. 33-38.
- Johnson, C., 2010. «Making the Case for School-based Systemic Reform in Science Education», *Journal of Science Teacher Education*, n° 21, vol. 3, p. 279-282.
- Johnson, C., Kahle, J., Fargo, J., 2007. «A study of the effect of sustained, whole-school professional development on student achievement in science», *Journal of Research in Science Teaching*, n° 44, p. 775-786.
- Johnson, C., Marx, S., 2009. «Transformative Professional Development: A Model for Urban Science Education Reform», *Journal of Science Teacher Education*, n° 20, vol. 2, p. 113-134.
- Juuti, K. et al., 2004. «Boys' and Girls' Interests in Physics in Different Contexts: A Finnish Survey». In: A. Laine, J. Lavonen & V. Meisalo, éd., *Current research on mathematics and science education*, Research Report 253, Département de sciences de l'éducation appliquées, Université d'Helsinki, Helsinki.
- Kenny, J., 2010. «Preparing Pre-Service Primary Teachers to Teach Primary Science: A partnership based approach», *International Journal of Science Education*, n° 32, vol. 10), p. 1267-1288.
- Kenyon, L., Davis, E. & Hug, B., 2011. «Design Approaches to Support Preservice Teachers in Scientific Modeling», *Journal of Science Teacher Education*, n° 22, vol. 1, p. 1-21.
- Kind, V., 2009. «A Conflict in Your Head: An exploration of trainee science teachers' subject matter knowledge development and its impact on teacher self-confidence», *International Journal of Science Education*, n° 31, vol. 11, p. 1529-1562.
- Koch, J., Appleton, K., 2007. «The Effect of a Mentoring Model for Elementary Science Professional Development», *Journal of Science Teacher Education*, n° 18, vol. 2, p. 209-231.
- Krogh, L.B., Thomsen, P.V., 2005. «Studying students' attitudes towards science from a cultural perspective but with a quantitative methodology: border crossing into the physics classroom», *International Journal of Science Education*, n° 27, vol. 3, p. 281-302.
- Lakshmanan, A., Heath, B., Perlmutter, A. & Elder, M., 2011. «The impact of science content and professional learning communities on science teaching efficacy and standards-based instruction», *Journal of Research in Science Teaching*, n° 48, p. 534-551.
- Langworthy, M. et al., 2009. *ITL Research Design*. [pdf] Disponible sur: http://www.itlresearch.com/images/stories/reports/ITL_Research_design_29_Sept_09.pdf [consulté le 10 mars 2010].
- Lavonen, J. et al., 2008. «Students' motivational orientations and career choice in science and technology: A comparative investigation in Finland and Latvia», *Journal of Baltic Science Education*, n° 7, vol. 2, p. 86-102.
- Lebak, K., Tinsley, R., 2010. «Can Inquiry and Reflection be Contagious? Science Teachers, Students, and Action Research», *Journal of Science Teacher Education*, n° 21, vol. 8, p. 953-970.
- Lederman, N.G., Niess, M.L., 1997. «Integrated, interdisciplinary, or thematic instruction? Is this a question or is it questionable semantics?», *School Science and Mathematics*, n° 97, vol. 2, p. 57-58.
- Lemke, J.L., 1990. *Talking science. Language, learning and values*, Ablex, Norwood, NJ.
- Lemke, J.L., 2002. «Multimedia Genres for Scientific Education and Science Literacy». In: M.J. Schleppegrell & C. Colombi, éd. *Developing Advanced Literacy in First and Second Languages*, Erlbaum, p. 21-44.

- Linn, M.C., Davis, E.A. & Bell, P., 2004. «Inquiry and Technology». In: M.C. Linn, E.A. Davis, & P. Bell, éd., *Internet Environments for Science Education*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Mahwah, NJ, p. 3-28.
- Lotter, C., Harwood, W. & Bonner, J., 2006. «Overcoming a Learning Bottleneck: Inquiry Professional Development for Secondary Science Teachers», *Journal of Science Teacher Education*, n° 17, vol. 3, p. 185-216.
- Lotter, C., Singer, J. & Godley, J., 2009. «The Influence of Repeated Teaching and Reflection on Preservice Teachers' Views of Inquiry and Nature of Science», *Journal of Science Teacher Education*, n° 20, vol. 6, p. 553-582.
- Loughran, J., Mulhall, P. & Berry, A., 2008. «Exploring Pedagogical Content Knowledge in Science Teacher Education», *International Journal of Science Education*, n° 30, vol. 10, p. 1301-1320.
- Lubben, F., Bennett, J., Hogarth, S. & Robinson, A., 2005. «The effects of context-based and Science-Technology-Society (STS) approaches in the teaching of secondary science on boys and girls, and on lower-ability pupils». In: *Research Evidence in Education Library*, EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education, University of London, Londres. Disponible sur: <http://eppi.ioe.ac.uk/cms/Default.aspx?tabid=329> [consulté le 13 septembre 2010].
- Luft, J., 2009. «Beginning Secondary Science Teachers in Different Induction Programmes: The first year of teaching», *International Journal of Science Education*, n° 31, vol. 17, p. 2355-2384.
- Lumpe, A., 2007. «Research-Based Professional Development: Teachers Engaged in Professional Learning Communities», *Journal of Science Teacher Education*, n° 18, vol. 1, p. 125-128.
- Lustick, D., 2009. «The Failure of Inquiry: Preparing Science Teachers with an Authentic Investigation», *Journal of Science Teacher Education*, n° 20, vol. 6, p. 583-604.
- Marble, S., 2007. «Inquiring into Teaching: Lesson Study in Elementary Science Methods», *Journal of Science Teacher Education*, n° 18, vol. 6, p. 935-953.
- Martin, M.O. et al., 2008. *TIMSS 2007 International Science Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College, Chestnut Hill (MA).
- Marzano, R.J., 2003. *What works in schools: Translating research into action*. Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria, VA.
- Marzano, R.J., Waters, T. & McNulty, B.A., 2005. *School leadership that works: From research to results*. Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria, VA.
- Mathews, P.S.C., McKenna, P.J., 2005. «Assessment of practical work in Ireland: A critique», *International Journal of Science Education*, n° 27, vol. 10, p. 1211-1224.
- Melville, W., Fazio, X., Bartley, A. & Jones, D., 2008. «Experience and Reflection: Preservice Science Teachers' Capacity for Teaching Inquiry», *Journal of Science Teacher Education*, n° 19, vol. 5, p. 477-494.
- Menter, I., Hulme, M., Elliott, D. & Lewin, J., 2010. «Literature Review on Teacher Education in the 21st Century», Report for the Scottish Government. [pdf] Disponible sur: <http://www.scotland.gov.uk/Resource/Doc/325663/0105011.pdf> [consulté le 1er octobre 2011].
- Michaels, S., Shouse, A. W. & Schweingruber, H. A., 2008. *Ready, set, science! Putting research to work in K-8 science classrooms*. National Academies Press, Washington (DC).
- Millar, R., Osborne, J., éd., 1998. *Beyond 2000: Science education for the future*. Compte rendu d'une série de séminaires financée par la Nuffield Foundation. King's College London, School of Education, Londres, [en ligne] Disponible sur: <http://www.nuffieldfoundation.org/beyond-2000-science-education-future> [consulté le 13 septembre 2010].

- Milne, C., Scantlebury, K., Blonstein, J. & Gleason, S., 2011. «Coteaching and Disturbances: Building a Better System for Learning to Teach Science», *Research in Science Education*, n° 41, vol. 3, p. 413-440.
- Minner, D., Levy, A. & Century, J., 2009. «Inquiry-Based Science Instruction – What is it and does it matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002», *Journal of Research in Science Teaching*, n° 47, vol. 4, p. 474-496.
- Monet, J., Etkina, E., 2008. «Fostering Self-Reflection and Meaningful Learning: Earth Science Professional Development for Middle School Science Teachers», *Journal of Science Teacher Education*, n° 19, vol. 5, p. 455-475.
- Morrison, J., Estes, J., 2007. «Using Scientists and Real-World Scenarios in Professional Development for Middle School Science Teachers», *Journal of Science Teacher Education*, n° 18, vol. 2, p. 165-184.
- Mullis, I.V.S. et al., 2005. TIMSS 2007 assessment frameworks. TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, cop. 2005, Chestnut Hill, MA.
- Murphy, P. & Whitelegg, E., 2006. «Girls and physics: continuing barriers to 'belonging'», *The Curriculum Journal*, n° 17, vol. 3, p. 281-305.
- National Research Council, 1999. *The assessment of science meets the science of assessment*. National Academy Press, Washington (DC).
- Nilsson, P., 2008. «Teaching for Understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education», *International Journal of Science Education*, n° 30, vol. 10, p. 1281-1299.
- Nivalainen, V., Asikainen, M., Sormunen, K. & Hirvonen, P., 2010. «Preservice and Inservice Teachers' Challenges in the Planning of Practical Work in Physics», *Journal of Science Teacher Education*, n° 21, vol. 4, p. 393-409.
- Northern Ireland Curriculum, 2011. «Inclusion», [en ligne] Disponible sur http://www.nicurriculum.org.uk/inclusion_and_sen/inclusion/ [consulté le 23 février 2011].
- Ministère norvégien de l'Éducation et de la Recherche, 2010. *Science for the Future. Strategy for Strengthening Mathematics, Science and Technology (MST) 2010–2014*. [pdf] Disponible sur http://www.regjeringen.no/upload/KD/Vedlegg/UH/Rapporter_og_planer/Science_for_the_future.pdf [consulté le 10 février 2011].
- OCDE, 2003. *Cadre d'évaluation de PISA 2003: connaissances et compétences en mathématiques, lecture, science et résolution de problèmes*, OECD Publishing, Paris.
- OCDE, 2005. *PISA 2003 Technical report*. Les Éditions de l'OCDE, Paris.
- OCDE, 2007a. *PISA 2006: les compétences en sciences, un atout pour réussir. Volume 1: Analyse des résultats*, Les Éditions de l'OCDE, Paris.
- OCDE, 2007b. *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World. Executive Summary*. OECD Publishing, Paris.
- OCDE, 2009a. *PISA 2006 Technical report*, OECD Publishing, Paris.
- OCDE, 2009b. *Le cadre d'évaluation de PISA 2009. Les compétences clés en compréhension de l'écrit, mathématiques et sciences*. Les Éditions de l'OCDE, Paris.
- OCDE, 2010a. *Résultats du PISA 2009: savoirs et savoir-faire des élèves – Performance des élèves en compréhension de l'écrit, en mathématiques et en sciences (Volume I)*. Les Éditions de l'OCDE, Paris.

- OCDE, 2010b. *Résultats du PISA 2009: les clés de la réussite des établissements – Ressources, politiques et pratiques (Volume IV)*, Les Éditions de l'OCDE, Paris.
- OCDE, 2010c. *Résultats du PISA 2009: Tendances dans l'apprentissage: l'évolution de la performance des élèves depuis 2000 (Volume V)*, Les Éditions de l'OCDE, Paris.
- OCDE, 2010d. Groupe d'experts nationaux sur l'évaluation, 2010. «Student Formative Assessment within the Broader Evaluation and Assessment Framework», *Review on Evaluation and Assessment Frameworks for Improving School Outcomes*, réservé à un usage officiel. Les Éditions de l'OCDE, Paris.
- OCDE, 2011. *PISA à la loupe 5: Comment certains élèves parviennent-ils à surmonter leur milieu socio-économique?* Les Éditions de l'OCDE, Paris. [pdf] Disponible sur: <http://www.oecd.org/dataoecd/35/16/48363233.pdf> [consulté le 23 février 2011].
- Oliveira, A., 2010. «Improving teacher questioning in science inquiry discussions through professional development», *Journal of Research in Science Teaching*, n° 47, p. 422-453.
- Olson, J.F., Martin, M.O. & Mullis, I.V.S. éd., 2008. *TIMSS 2007 Technical report*, TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College, Chestnut Hill (MA).
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S., 2003. «Attitudes towards science: a review of the literature and its implications», *International Journal of Science Education*, n° 25, vol. 9, p. 1049-1079.
- Papageorgioua, G., Stamovlasis, D. & Johnson, P., 2010. «Primary Teachers' Particle Ideas and Explanations of Physical Phenomena: Effect of an in-service training course», *International Journal of Science Education*, n° 32, vol. 5, p. 629-652.
- Palmer, D., 2006. «Sources of Self-efficacy in a Science Methods Course for Primary Teacher», *Research in Science Education*, n° 36, p. 337-353.
- Paris, S.G., Yambor, K.M. & Packard, B.W-L., 1998. «Hands-On Biology: A Museum-School-University Partnership for Enhancing Students' Interest and Learning in Science», *Elementary School Journal*, n° 98, vol. 3, pp. 267-288.
- Park, S., Oliver, J., 2008. «National Board Certification (NBC) as a catalyst for teachers' learning about teaching: The effects of the NBC process on candidate teachers' PCK development», *Journal of Research in Science Teaching*, n° 45, p. 812-834.
- Pringle, R., 2006. «Preservice Teachers' Exploration of Children's Alternative Conceptions: Cornerstone for Planning to Teach Science», *Journal of Science Teacher Education*, n° 17, vol. 3, p. 291-307.
- Ramaprasad, A., 1983. «On the definition of feedback», *The Rural Educator*, n° 28, vol. 1, p. 4-13.
- Riquarts, K., Hansen, H.K., 1998. «Collaboration among teachers, researchers and inservice trainers to develop an integrated science curriculum», *Journal of Curriculum Studies*, n° 30, vol. 6, p. 661-676.
- Roberts, G., 2002. «SET for Success: The supply of people with science, technology, engineering and mathematics skills», The report of Sir Gareth Roberts' Review. [pdf] Disponible sur: http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/d/robertsreview_introch1.pdf [consulté le 20 septembre 2010].
- Roger, A., Duffield, J., 2000. «Factors Underlying Persistent Gendered Option Choices in School Science and Technology in Scotland», *Gender and Education*, n° 12, vol. 3, p. 367-383.
- Rogers, M. et al., 2010. «Orientations to Science Teacher Professional Development: An Exploratory Study», *Journal of Science Teacher Education*, n° 21, vol. 3, p. 309-328.
- ROSE (the Relevance of Science Education), 2010. Questionnaire ROSE. [En ligne] Disponible sur: <http://www.ils.uio.no/english/rose/key-documents/questionnaire.html> [consulté le 9 juin 2010].

- Roth, K. et al., 2011. «Videobased lesson analysis: Effective science PD for teacher and student learning», *Journal of Research in Science Teaching*, n° 48, vol. 2, p. 117-148.
- Ruiz-Primo, M., Furtak, E., 2006. «Informal formative Assessment and scientific Inquiry: Exploring teachers' practices and student learning», *Educational Assessment*, n° 11, vol. 3 & 4, p. 205-235.
- Ruiz-Primo, M., Shavelson, R., 1996a. «Rhetoric and reality in science performance assessments: An update», *Journal of Research in Science Teaching*, n° 33, vol. 10, p. 1045-1063.
- Ruiz-Primo, M., Shavelson, R., 1996b. «Problems and issues in the use of concept maps in science assessment», *Journal of Research in Science Teaching*, n° 33, vol. 6, p. 569-600.
- Russel, J.F., Flynn, R.B., 2000. «Commonalities across effective collaboratives», *Peabody Journal of Education*, n° 75, vol. 3, p. 196-204.
- Ryder, J., 2002. «School science education for citizenship: strategies for teaching about the epistemology of science», *Journal of Curriculum Studies*, n° 34, vol. 6, p. 637-658.
- Sadler, T., 2006. «Promoting Discourse and Argumentation in Science Teacher Education», *Journal of Science Teacher Education*, n° 17, vol. 4, p. 323-346.
- Scantlebury, K., Gallo-Fox, J. & Wassell, B., 2008. «Coteaching as a model for preservice secondary science teacher education», *Teaching and Teacher Education*, n° 24, vol. 4, p. 967-981.
- Schneider, R. 2008. «Mentoring New Mentors: Learning to Mentor Preservice Science Teachers», *Journal of Science Teacher Education*, n° 19, vol. 2, p. 113-116.
- Schoon, I., Ross, A. & Martin, P., 2007. «Science related careers: aspirations and outcomes in two British cohort studies», *Equal Opportunities International*, n° 26, vol. 2, p. 129-143.
- ScienceCenter Netzwerk, 2011. [en ligne] Disponible sur <http://www.science-center-net.at> [consulté le 14 mars 2011].
- Scott, Ph., Asoko, H. & Leach, J., 2007. «Student Conceptions and Conceptual Learning in Science». In: Abell, S. & Lederman, N. éd., 2007. *Handbook of Research on Science Education*, p. 31-57.
- Scriven, M., 1967. «The Méthodologie of évaluation». In: R. Tyler, R. Gagne & M. Scriven, éd., *Perspective on Curriculum Evaluation* (AERA Monograph Series – Curriculum Evaluation). Rand McNally and Co., Chicago.
- Seung, E., Bryan, L. & Butler, M., 2009. «Improving Preservice Middle Grades Science Teachers' Understanding of the Nature of Science Using Three Instructional Approaches», *Journal of Science Teacher Education*, n° 20, vol. 2, p. 157-177.
- Settlage, J., Southerland, S., Smith, L. & Ceglie, R., 2009. «Constructing a doubt-free teaching self: Self-efficacy, teacher identity, and science instruction within diverse settings», *Journal of Research in Science Teaching*, n° 46, p. 102-125.
- Shulman L., 1986. «Those who understand: Knowledge growth in teaching», *Educational Researcher*, n° 15, vol. 2, p. 4-14.
- Singer, J., Lotter, C., Feller, R. & Gates, H., 2011. «Exploring a Model of Situated Professional Development: Impact on Classroom Practice», *Journal of Science Teacher Education*, n° 22, vol. 3, p. 203-227.
- Sinnes, A., 2006. «Three Approaches to Gender Equity in Science Education», *NorDiNa*, n° 3, vol. 1, p. 72-83.
- Sjøberg, S., Schreiner, C., 2010. *The ROSE project: an overview and key findings*. [pdf] Disponible sur: <http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf> [consulté le 20 septembre 2010].

- Sjøberg, S., Schreiner, C., 2008. *Young People, Science and Technology. Attitudes, Values, Interests and Possible Recruitment*. [pdf] Disponible sur: <http://folk.uio.no/sveinsj/Sjoberg-ERT-background-Brussels2Oct08.pdf> [consulté le 20 septembre 2010].
- Sjøberg, S., 2002. «L'enseignement scientifique et technologique en Europe: défis du moment et solutions possibles», *Connexion: Bulletin international de l'enseignement scientifique et technologique et de l'éducation environnementale de l'UNESCO*, n° 27, vol. 3-4. [pdf] Disponible sur: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001463/146315f.pdf> [consulté le 13 septembre 2010].
- Slavin, R.E., 1987. «Ability Grouping and Student Achievement in Elementary Schools: A Best-Evidence Synthesis», *Review of Educational Research*, n° 57, vol. 3, p. 293-336.
- Smolleck, L., Zembal-Saul, C. & Yoder, E., 2006. «The Development and Validation of an Instrument to Measure Preservice Teachers' Self-Efficacy in Regard to the Teaching of Science as Inquiry», *Journal of Science Teacher Education*, n° 17, vol. 2, p. 137-163.
- Spector, B., Burkett, R. & Leard, C., 2007. «Mitigating Resistance to Teaching Science through Inquiry: Studying Self», *Journal of Science Teacher Education*, n° 18, vol. 2, p. 185-208.
- Sperandeo-Mineo, R., Fazio, C. & Tarantino, G., 2006. «Pedagogical Content Knowledge Development and Pre-Service Physics Teacher Education: A Case Study», *Research in Science Education*, n° 36, vol. 3, p. 235-268.
- St. Clair, B., Hough, D.L., 1992. *Interdisciplinary teaching: a review of the literature*, service de reproduction documentaire ERIC n° 373 056, Jefferson City (MO).
- Streiner, D.L., 2003. «Starting at the beginning: An introduction to coefficient alpha and internal consistency», *Journal of Personality Assessment*, n° 80, vol. 1, p. 99-103.
- Steiner-Khamsi, G., 2003. «The politics of League Tables», *Journal of Social Science Education* 1. [pdf] Disponible sur: <http://www.jsse.org/2003/2003-1/pdf/khamsi-tables-1-2003.pdf> [consulté le 20 septembre 2010].
- STEMNET, 2010. *Science, Technology, Engineering, and Mathematics Network resources*, [en ligne] Disponible sur: <http://www.stemnet.org.uk/resources/> [consulté le 5 novembre 2010].
- Subramaniam, K., 2010. «Understanding Changes in Teacher Roles through Collaborative Action Research», *Journal of Science Teacher Education*, n° 21, vol. 8, p. 937-951.
- Takayama, K., 2008. «The politics of international league tables: PISA in Japan's achievement crisis debate», *Comparative Education*, n° 44, vol. 4, p. 387-407.
- Taras, M., 2005. «Assessment – Summative and formative – some theoretical reflections», *British Journal of Educational Studies*, n° 53, vol. 4, p. 466-478.
- Torrance, H., Pryor, J., 1998. *Investigating formative assessment: Teaching learning and assessment in the classroom*. Open University Press, Buckingham, Royaume-Uni.
- Towndrow, P., Tan, A., Yung, B. & Cohen, L., 2010. «Science Teachers' Professional Development and Changes in Science Practical Assessment Practices: What are the Issues?» *Research in Science Education*, n° 40, vol. 2, p. 117-132.
- Tytler, R. 2007. «School Innovation in Science: A Model for Supporting School and Teacher Development», *Research in Science Education*, n° 37, vol. 2, p. 189-216.
- Valanides, N., Angeli, C., 2008. «Learning and teaching about scientific models with a computer-modeling tool», *Computers in Human Behavior*, n° 24, vol. 2, p. 220-233.
- Van Driel, J. H., Abell, S. K., 2010. «Science Teacher Education». In: P. Peterson, E. Baker & B. McGaw, éd. *International Encyclopedia of Education*, p. 712-718.

- van Langen, A., Rekers-Mombarg, L. & Dekkers, H., 2006. «Sex-related Differences in the Determinants and Process of Science and Mathematics Choice in Pre-university Education», *International Journal of Science Education*, n° 28, vol. 1, p. 71-94.
- Visser, T., Coenders, F., Terlouw, C. & Pieters, J., 2010. «Essential Characteristics for a Professional Development Program for Promoting the Implementation of a Multidisciplinary Science Module», *Journal of Science Teacher Education*, n° 21, vol. 6, p. 623-642.
- Vogt, F., Rogalla, M., 2009. «Developing Adaptive Teaching Competency through coaching», *Teaching and Teacher Education*, n° 24, vol. 4, p. 1051-1060.
- Watanabe, T., Huntley, M.A., 1998. «Connecting Mathematics and Science in Undergraduate Teacher Education Programs: Faculty Voices from the Maryland Collaborative for Teacher Preparation», *School Science and Mathematics*, n° 98, vol. 1, p. 19-25.
- Watson, K., Steele, F., Vozzo, L. & Aubusson, P., 2007. «Changing the Subject: Retraining Teachers to Teach Science», *Research in Science Education*, n° 37, vol. 2, p. 141-154.
- Wikipedia, 2010a. *Computer simulation*, [en ligne] Disponible sur: http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_simulation [consulté le 9 juin 2010].
- Wikipedia, 2010b. *Science project*, [en ligne] Disponible sur: http://en.wikipedia.org/wiki/Science_project [consulté le 10 juin 2010].
- Wikipedia, 2010c. *Electronic portfolio*, [en ligne] Disponible sur: http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_portfolio [consulté le 10 mars 2010].
- Wikipedia, 2010d. *Project*, [en ligne] Disponible sur: <http://en.wikipedia.org/wiki/Project> [consulté le 6 juin 2010].
- William, D., Black, P., 1996. «Meanings and consequences: A basis for distinguishing formative and summative functions of assessment?» *British Educational Research Journal*, n° 22, vol. 5, p. 537-549.
- Yoon, S. et al., 2006. «Exploring the Use of Cases and Case Methods in Influencing Elementary Preservice Science Teachers' Self-Efficacy Beliefs», *Journal of Science Teacher Education*, n° 17, vol. 1, p. 15-35.
- Zubrowski, B., 2007. «An Observational and Planning Tool for Professional Development in Science Education», *Journal of Science Teacher Education*, n° 18, vol. 6, p. 861-884.

GLOSSAIRE

Codes des pays

EU-27	Union européenne
BE	Belgique
BE fr	Belgique – Communauté française
BE de	Belgique – Communauté germanophone
BE nl	Belgique – Communauté flamande
BG	Bulgarie
CZ	République tchèque
DK	Danemark
DE	Allemagne
EE	Estonie
IE	Irlande
EL	Grèce
ES	Espagne
FR	France
IT	Italie
CY	Chypre
LV	Lettonie
LT	Lituanie
LU	Luxembourg
HU	Hongrie
MT	Malte

NL	Pays-Bas
AT	Autriche
PL	Pologne
PT	Portugal
RO	Roumanie
SI	Slovénie
SK	Slovaquie
FI	Finlande
SE	Suède
UK	Royaume-Uni
UK-ENG	Angleterre
UK-WLS	pays de Galles
UK-NIR	Irlande du Nord
UK-SCT	Écosse
AELE/EEE	Les pays de l'Association européenne de libre-échange membres de l'Espace économique européen
IS	Islande
LI	Liechtenstein
NO	Norvège
Pays candidat	
TR	Turquie

Code statistique

: Données non disponibles

Classification Internationale Type de l'Éducation (CITE 1997)

La classification internationale type de l'éducation (CITE) est un instrument adapté à la collecte des statistiques sur l'éducation au niveau international. Elle porte sur deux variables de classification croisée: les domaines d'étude 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 ⁽¹⁹⁰⁾ distingue sept niveaux d'enseignement.

Niveaux de la CITE 97

Suivant le niveau et le type d'éducation concerné, il est nécessaire de définir une hiérarchie entre les critères: critères principaux et critères subsidiaires (titres généralement exigés pour l'admission, conditions minimales d'admission, âge minimal, qualifications du personnel, etc.).

CITE 1: Enseignement primaire

Ce niveau commence entre 4 et 7 ans, est obligatoire dans tous les pays et dure généralement de 5 à 6 ans.

CITE 2: Enseignement secondaire inférieur

Ce niveau complète l'éducation de base commencée au niveau primaire, bien que l'enseignement soit généralement davantage axé sur les matières. En règle générale, la fin de ce niveau coïncide avec la fin de la scolarité obligatoire à temps plein.

⁽¹⁹⁰⁾ <http://unesco.stat.unesco.org/en/pub/pub0.htm>

CITE 3: Enseignement secondaire supérieur

Ce niveau commence généralement à la fin de scolarité obligatoire à temps plein. L'âge d'admission est normalement 15 ou 16 ans. Des qualifications (accomplissement des années de scolarité obligatoire) et autres conditions minimales d'admission sont généralement exigées. L'enseignement est souvent plus orienté sur les matières qu'au niveau CITE 2. La durée typique du niveau CITE 3 varie entre deux et cinq ans.

Définitions

Apprentissage collaboratif: les élèves travaillent ensemble en petits groupes sur un ou plusieurs éléments d'une tâche. Les bons exemples d'activités collaboratives demandent aux élèves d'assumer des rôles/domaines d'expertise différents et de créer des produits interdépendants (Langworthy et al. 2009, p. 30).

Auto-évaluation (élèves): les élèves assument la responsabilité de leur propre apprentissage. Ils doivent planifier et contrôler eux-mêmes leurs tâches. Ils connaissent les critères qui définissent la «réussite» pour la tâche en question, et ils doivent réviser leur travail en fonction du retour d'information de leurs enseignants ou de leurs pairs, ou en se basant sur l'autoréflexion (Langworth et al. 2009, p. 30).

Documents d'orientation: les documents officiels contenant les programmes d'étude/curricula pouvant inclure l'un ou plusieurs des éléments suivants: contenu de l'enseignement, objectifs de l'éducation, niveaux à atteindre et lignes directrices en matière d'évaluation des élèves ou modèles de programme. Plusieurs types de documents avec différents degrés de souplesse au niveau de leur application peuvent exister en même temps et au même niveau d'enseignement dans un pays. Cependant, ils établissent tous le cadre de base dans lequel il est demandé aux enseignants (ou conseillé, en l'absence d'exigences obligatoires) d'élaborer leur propre enseignement en fonction des besoins des élèves.

Écart type: mesure la dispersion ou l'étalement autour de la moyenne. Dans les enquêtes PISA, le score moyen des pays de l'OCDE est fixé à 500 points, tandis que l'écart-type est de 100. Une différence de score de 50 points indique ainsi une différence de 0,5 de l'écart-type.

Erreur type: l'écart-type de la distribution de l'échantillonnage d'un paramètre de population. Il s'agit d'une mesure du degré d'incertitude associé à l'estimation d'un paramètre de population déduite d'un échantillon. En effet, en raison de la nature aléatoire de la procédure d'échantillonnage, un échantillon différent pourrait avoir été obtenu, à partir duquel des résultats plus ou moins différents pourraient avoir été déduits. Supposons que, d'après un échantillon donné, la moyenne estimée de la population soit de 10 et l'écart-type associé à l'estimation de cet échantillon soit de deux unités. On pourrait dès lors déduire avec 95 % de confiance que la moyenne de population doit se situer entre 10 plus et 10 moins deux écarts-types, c'est-à-dire entre 6 et 14.

Évaluation sur projet: méthode d'évaluation reposant sur les projets.

Fins de certification: les résultats des tests nationaux sont utilisés pour délivrer des certificats ou prendre des décisions importantes concernant l'orientation des élèves, leur passage d'une classe à une autre, leur notation finale, etc. (EACEA/Eurydice 2009b, p. 23).

Fins d'évaluation: les résultats des tests nationaux standardisés ont pour finalité le pilotage et l'évaluation des établissements ou du système éducatif dans son ensemble. Les objectifs peuvent comprendre la comparaison des performances entre établissements, la contribution aux mesures de responsabilisation des établissements et l'évaluation des performances de l'ensemble du système. Les résultats des tests sont utilisés avec d'autres paramètres comme indicateurs de la qualité de l'enseignement. Ils peuvent également servir d'indices de l'efficacité globale des politiques et pratiques éducatives et d'indicateurs d'amélioration ou non au niveau d'un établissement donné ou du système. (EACEA/Eurydice, 2009b).

Modèles de régression multi-niveaux: permettent d'analyser l'écart des variables des acquis à plusieurs niveaux hiérarchiques, tandis que dans le cas de la régression linéaire simple et la régression linéaire multiple, les effets sont modélisés de manière à se produire à un seul niveau. Les données des élèves sont considérées comme nichées au sein des classes et des écoles. Ces modèles reposent sur l'hypothèse de corrélations entre les performances des élèves d'une même classe ou d'un même établissement. Ces corrélations doivent être prises en compte pour assurer des interprétations correctes. Au moyen de ces modèles, il est possible d'opérer une distinction entre

l'impact des variables contextuelles selon si elles concernent ou non les établissements ou les élèves de ces établissements. Sous leur forme la plus simple, ces modèles servent à subdiviser l'écart total des performances des élèves en un écart entre les écoles et un écart entre les élèves au sein des écoles.

Politique: désigne une démarche adoptée par les autorités nationales/régionales en vue de favoriser telle ou telle pratique permettant d'atteindre les résultats désirés.

Portfolio (ou e-portfolio si électronique): sert de démonstration des compétences des élèves. Il est également considéré comme une plateforme d'expression libre. Un portfolio est un type de dossier d'apprentissage qui fournit des preuves concrètes d'acquis (Wikipedia, 2010c).

Programme: un groupe de projets dont les objectifs sont similaires, généralement à l'initiative des autorités nationales/régionales et financé par celles-ci.

Projet: une collaboration soigneusement préparée pour atteindre un objectif particulier (Wikipedia, 2010d). L'échelle des projets et l'étendue de la collaboration peuvent varier considérablement.

Questions contextuelles:

- **Ancrage social/culturel des sciences:** un mode de pensée qui conçoit le développement des connaissances scientifiques comme une pratique sociale dépendante des réalités politiques, sociales, historiques et culturelles du moment. Il s'agit d'examiner/questionner les valeurs implicites des pratiques et connaissances scientifiques; d'observer les conditions sociales ainsi que les conséquences de la connaissance scientifique et de ses changements; et d'étudier la structure et le processus de l'activité scientifique. Elle peut inclure les sujets suivants (liste non exhaustive):
 - raisons d'accepter ou de rejeter les nouvelles découvertes scientifiques (par exemple, l'exécution des scientifiques pour motifs religieux);
 - accès et obstacles aux professions scientifiques (c'est-à-dire qui pourrait être un scientifique – seuls les hommes ayant reçu une certaine éducation);
 - comment la science est/était utilisée pour justifier l'infériorité intellectuelle et physique des femmes (fonction de reproduction, hystérie, différences cérébrales);
 - concepts changeants de la santé publique (hygiène, par exemple, la découverte de la nécessité de se laver les mains avant les interventions chirurgicales; conceptions changeantes du tabagisme).
- **Histoire des sciences:** l'histoire de la pensée humaine sur le monde naturel, de l'ère préhistorique au présent. Elle peut inclure les sujets suivants (liste non exhaustive):

La science, philosophie naturelle; la science grecque; Aristote et Archimède; Hippocrate; la science, Rome et la chrétienté; la science et l'Islam; la science en Europe médiévale; la montée de la science moderne (Léonard de Vinci, la Renaissance); la révolution scientifique (Copernic, Tycho, Kepler, Galilée, Newton); l'ère classique de la science; science et révolution industrielle; la révolte romantique (Kant, la théorie des champs); fondation de la biologie moderne; et la révolution du XX^e siècle (Encyclopædia Britannica, 2010a).
- **Philosophie des sciences:** une branche de la philosophie qui tente d'expliquer la nature de l'investigation scientifique – procédures d'observation, schémas de raisonnement, méthodes de représentation et de calcul, présuppositions métaphysiques – et d'évaluer les fondements de leur validité dans la logique de l'épistémologie, de la logique formelle, de la méthode scientifique et de la métaphysique. Elle peut inclure les sujets suivants (liste non exhaustive):

Le positivisme logique et l'empirisme logique; la logique de la découverte et de la justification; l'éliminativisme et la falsification; la sous-détermination; l'explication comme déduction; la conception sémantique des théories; la conception historique; unification et réduction; changement scientifique (T. Kuhn), réalisme scientifique (Encyclopædia Britannica, 2010b).
- **Sciences et corps humain:** contextualisation des phénomènes scientifiques par les exemples du corps humain et de son fonctionnement. Elle peut inclure les sujets suivants (liste non exhaustive):

Les forces à l'œuvre dans les muscles lorsque nous les utilisons pour le sport; le cœur, la pression artérielle et la circulation sanguine; les effets du rayonnement des solariums et du soleil sur la peau; l'influence des décharges électriques/de l'électricité sur les muscles et sur le corps; les effets de la radioactivité sur le corps humain (ROSE, 2010); les produits pharmaceutiques et leurs effets sur le corps/la peau; la santé et la nutrition.

- **Sciences et environnement/durabilité:** les implications environnementales de l'activité scientifique. Elle peut inclure les sujets suivants (liste non exhaustive):

L'impact des matières synthétiques sur la qualité de vie et l'environnement; l'industrie et la pollution; le recyclage des ordures; les énergies renouvelables; les effets du progrès scientifique sur le climat (réchauffement planétaire, couche d'ozone, pluie acide); l'industrie alimentaire; les adjuvants dans les aliments.

- **Sciences et éthique:** l'examen des conséquences éthiques du progrès scientifique et des innovations technologiques. Elle peut inclure les sujets suivants (liste non exhaustive):

- la bioéthique (limites de la vie: avortement, euthanasie; droits des animaux: expériences sur les animaux, leur utilisation dans l'industrie cosmétique et pour la recherche médicale; l'ingénierie génétique: clonage, OGM, cellules souches);

- les applications militaires (explosifs, poisons, bombe atomique).

- **Sciences et technologies du quotidien:** les applications technologiques des phénomènes scientifiques au quotidien; le lien entre les sciences, les technologies et leurs pratiques dans la vie de tous les jours. Elle peut inclure les sujets suivants (liste non exhaustive):

Comment fonctionnent les ordinateurs; comment les téléphones portables peuvent envoyer et recevoir des messages; comment les cassettes, CD et DVD stockent et jouent des sons et de la musique; comment utiliser et réparer du matériel électrique et mécanique de tous les jours; l'utilisation des satellites pour les communications et autres usages; les instruments optiques et leur fonctionnement (lunettes, télescope, appareil photo, microscope, etc.); les détergents et les savons et comment ils fonctionnent; l'usage médicinal des plantes; comment les rayons x, les ultrasons, etc. sont employés en médecine (ROSE, 2010).

Signification statistique: fait référence à un niveau de confiance de 95 %. Par exemple, une différence significative signifie que la différence est statistiquement significative à partir de zéro, à un degré de confiance de 95 %.

Simulation informatique: un logiciel qui tente de simuler un modèle abstrait d'un système particulier. Les simulations peuvent être utilisées pour explorer et mieux comprendre les technologies nouvelles, ainsi que pour estimer la performance de systèmes trop complexes pour les solutions analytiques (Wikipedia, 2010a).

Travaux dirigés: en science, les travaux dirigés sont une activité pédagogique sous forme d'expériences ou de construction de modèles. Dans le cas des travaux dirigés scientifiques, les élèves élaborent eux-mêmes le processus, de la conception à l'évaluation (individuellement ou en groupe). Les travaux dirigés scientifiques peuvent être classés en quatre catégories: les travaux expérimentaux, les travaux techniques, les travaux d'exposition et les travaux théoriques (Wikipedia, 2010b). Les travaux dirigés intéressent les élèves à des questions ou problèmes ouverts, à long terme (1 semaine ou plus), généralement sans réponse connue ou sans solution précédemment apprise (Langworthy et al. 2009, p. 30).

Variance: une mesure de dispersion, qui calcule la distance carrée de ses valeurs possibles à partir de la valeur attendue (moyenne). L'unité de variance est le carré de l'unité de la variable d'origine. La racine carrée positive de la variance, appelée **écart type**, a les mêmes unités que la variable d'origine et peut être plus facile à interpréter pour cette raison.

TABLE DES FIGURES

Chapitre 1. Acquis des élèves en sciences: résultats des enquêtes internationales

Figure 1.1.	Score moyen et écart type en sciences chez les élèves de 15 ans, 2009.	16
Figure 1.2.	Pourcentage d'élèves de 15 ans peu performants en sciences, 2009.	18
Figure 1.3.	Scores moyens et écarts types en sciences, élèves de quatrième et huitième années, 2007.	20
Figure 1.4.	Pourcentage de la variance totale expliqué par la variance entre les établissements sur l'échelle des sciences pour les élèves de 15 ans, 2009.	24

Chapitre 2. Promouvoir l'enseignement des sciences: stratégies et politiques

Figure 2.1.	Existence d'une stratégie nationale globale pour l'enseignement des sciences, 2010/2011.	26
Figure 2.2.	Existence de centres scientifiques nationaux ou d'institutions analogues pour la promotion de l'enseignement des sciences, 2010/2011.	40
Figure 2.3.	Mesures d'orientation spécifiques pour encourager les élèves de niveau CITE 2 et 3 en Europe à viser une carrière scientifique, 2010/2011.	50

Chapitre 3. Organisation et contenu du curriculum

Figure 3.1.	Enseignement des sciences sous forme de matière intégrée ou de matières distinctes, selon les recommandations des documents d'orientation (CITE 1 et 2), 2010/2011.	60
Figure 3.2.	Enseignement des sciences sous forme de matière intégrée ou de matières distinctes par année de scolarité (CITE 1 et 2), 2010/2011.	62
Figure 3.3.	Sujets contextuels à aborder en cours de sciences, selon les recommandations des documents d'orientation (CITE 1 et 2), 2010/2011.	67
Figure 3.4.	Activités pédagogiques en sciences, selon les recommandations des documents d'orientation (CITE 1 et 2), 2010/2011.	72
Figure 3.5.	Offre de soutien aux élèves dans les matières scientifiques (CITE 1 et 2), 2010/2011.	73
Figure 3.6.	Groupement par aptitudes en sciences dans une même classe, selon les recommandations des documents d'orientation (CITE 1 et 2), 2010/2011.	77
Figure 3.7.	L'enseignement des sciences dans l'enseignement secondaire supérieur, selon les recommandations des documents d'orientation (CITE 3), 2010/2011.	78
Figure 3.8.	Statut des matières scientifiques dans l'enseignement secondaire supérieur (CITE 3), selon les recommandations des documents d'orientation, 2010/2011.	79
Figure 3.9.	Pays engagés dans une réforme du curriculum, y compris en sciences (CITE 1-3), entre 2005 et 2011.	82

Chapitre 4. Évaluation des élèves en sciences

Figure 4.1.	Lignes directrices sur l'évaluation en sciences (CITE 1 et 2), 2010/2011.	92
Figure 4.2.	Méthodes d'évaluation recommandées par les lignes directrices officielles (CITE 1 et 2), 2010/2011.	94
Figure 4.3.	Examens/tests standardisés en sciences (CITE 1, 2 et 3), 2010/2011.	97
Figure 4.4.	Finalité des tests standardisés en sciences (CITE 1, 2 et 3), 2010/2011.	98
Figure 4.5.	Statut des matières scientifiques dans les examens/tests standardisés de fin de secondaire supérieur (CITE 3) 2010/2011.	100

Chapitre 5. Améliorer la formation des enseignants de sciences

Figure 5.1.	Informations générales sur les programmes de formation initiale des enseignants de mathématiques et sciences, 2010/2011.	114
Figure 5.2.	La question des connaissances et des compétences dans les programmes de formation des enseignants généralistes et spécialistes en mathématiques et en sciences, pourcentages et totaux pondérés, 2010/2011.	116
Figure 5.3.	Moyennes des échelles de compétences/contenu et distribution des programmes de formation des enseignants, par groupes, 2010/2011.	119
Figure 5.4.	Participation des institutions de formation des enseignants dans les partenariats/collaborations, pour enseignants généralistes et spécialistes (mathématiques/sciences), 2010/2011.	121
Figure 5.5.	Évaluation des enseignants généralistes et spécialistes dans les programmes de formation des enseignants en mathématiques et sciences, 2010/2011.	122

ANNEXE

Table 1 (Figure 3.2). Intitulés des domaines d'étude intégrée des sciences et des matières scientifiques distinctes aux niveaux CITE 1 et 2 (2010/2011).

	Intitulé du domaine d'étude intégrée des sciences	Intitulés des matières scientifiques distinctes
BE fr	- «Les êtres vivants» - «La matière» - «L'énergie» - «L'air, l'eau, la terre» - «Les hommes et l'environnement» - «L'histoire de la vie et des sciences»	Enseignement intégré uniquement
BE de	- «Les êtres vivants ont un métabolisme» - «Les êtres vivants se reproduisent» - «Les êtres vivants bougent» - «Les êtres vivants réagissent à leur environnement» - «L'énergie dans notre vie»	Autonomie de l'établissement (biologie, chimie, physique)
BE nl	1 ^{ère} -6 ^e année «Orientation dans le monde» 7 ^e -8 ^e année: «Sciences naturelles»	Biologie, chimie, physique
BG	1 ^{ère} année: «Terre natale» 2 ^e année: «Le monde extérieur» 3 ^e -6 ^e année: «L'homme et la nature»	«Physique et astronomie», «biologie et éducation à la santé», «chimie et protection de l'environnement»
CZ	Autonomie de l'établissement. Domaine éducatif défini «Les hommes et leur monde», l'organisation dépend de l'établissement.	Autonomie de l'établissement. La biologie, la chimie et la physique, matières distinctes, sont définies dans le «Programme éducatif cadre pour l'enseignement de base».
DK	Années: «Nature/Technologie»	7 ^e -9 ^e année: biologie, chimie, physique, géographie
DE	«Études régionales et sociales et sciences élémentaires»	7 ^e -10 ^e année: biologie, chimie, physique. Astronomie (uniquement dans les <i>Länder</i> Mecklembourg-Poméranie-Occidentale et Thuringe)
EE	«Sciences»	7 ^e année: biologie, géographie, sciences (intégrant chimie et physique) 8 ^e -9 ^e année: biologie, chimie, physique, géographie
IE	Éléments de biologie, physique, chimie et sciences de l'environnement (appelés volets), intitulés respectivement «Choses vivantes», «Énergie et forces», «Matériaux» et «Prise de conscience et soin de l'environnement»	Biologie, chimie, physique
EL	1 ^{ère} -4 ^e année: «Études environnementales» 5 ^e -6 ^e année: «Exploration du monde naturel»	7 ^e année: biologie 8 ^e année chimie, physique 9 ^e année biologie, chimie, physique 10 ^e année: chimie, physique 11 ^e année: biologie, chimie, physique
ES	1 ^{ère} -6 ^e année: «Connaissance de l'environnement naturel, social et culturel» 7 ^e -9 ^e année: «Sciences naturelles»	9 ^e année: «biologie et géologie», «physique et chimie» 10 ^e année: option «biologie et géologie», «physique et chimie»
FR	1 ^{ère} -2 ^e année: «Découverte du monde» 3 ^e -7 ^e année: «Sciences expérimentales et technologie»	6 ^e -9 ^e année: «Sciences de la vie et de la Terre», «Physique et chimie»
IT	1 ^{ère} -5 ^e année: «Sciences naturelles et expérimentales» 6 ^e -8 ^e année: «Sciences et technologie»	
CY	«Sciences»	7 ^e année: biologie, géographie 8 ^e année: chimie, physique, géographie 9 ^e année: biologie, chimie, physique
LV	«Sciences»	7 ^e année: biologie, géographie 8 ^e -9 ^e année: biologie, chimie, physique, géographie
LT	1 ^{ère} -4 ^e année: «Découverte du monde» (cours intégré de sciences naturelles, éducation sociale et morale) 5 ^e -6 ^e année: «La nature et l'homme» (cours intégré de sciences naturelles)	7 ^e année: biologie, physique, 8 ^e -10 ^e année: biologie, chimie, physique

	Intitulé du domaine d'étude intégrée des sciences	Intitulés des matières scientifiques distinctes
LU	«L'homme, la nature, la technologie, l'enfant et son environnement, la citoyenneté, l'espace, le temps»	Intégré uniquement
HU	Autonomie de l'établissement. «Les humains et la nature» est généralement enseigné de la 1 ^{ère} à la 6 ^e année.	Autonomie de l'établissement. Enseignement séparé des sciences dans la plupart des établissements en 7 ^e -8 ^e année: biologie, chimie, physique, géographie
MT	Sciences intégrées	Physique obligatoire, biologie et chimie en option
NL	Autonomie de l'établissement. CITE 1: «Nature et technologie» CITE 2: «Les humains et l'environnement»	Autonomie de l'établissement (biologie, chimie, physique, géographie)
AT	«Études régionales et sociales et sciences élémentaires»	Biologie et éducation environnementale, chimie, physique, géographie
PL	1 ^{ère} -3 ^e année: «La nature» (domaine d'étude, pas une matière séparée) 4 ^e -6 ^e année: «Sciences naturelles» (ancien programme)	7 ^e -8 ^e année: biologie, chimie, physique, géographie 9 ^e année: biologie, chimie, physique, géographie, éducation à la santé, éducation écologique
PT	1 ^{ère} -4 ^e année: «Étude de l'environnement» 5 ^e -6 ^e année: «Sciences de la nature»	7 ^e -9 ^e année: «Sciences naturelles' (biologie et géologie) et «Sciences physiques» (chimie et physique)
RO	1 ^{ère} -2 ^e année: «Étude de l'environnement» 3 ^e -4 ^e année: «Sciences naturelles»	5 ^e année: biologie 6 ^e année: biologie, physique 7 ^e -10 ^e année: biologie, chimie, physique
SI	1 ^{ère} -3 ^e année: «Instruction environnementale» 4 ^e -5 ^e année: «Sciences naturelles et techniques» 6 ^e -7 ^e année: «Sciences naturelles»	8 ^e -9 ^e année: biologie, chimie, physique
SK	«Nature et société»	5 ^e année: biologie 6 ^e -9 ^e année: biologie, chimie, physique
FI	Étude de l'environnement et de la nature	Biologie, chimie, physique, géographie, éducation à la santé
SE	Autonomie de l'établissement. «Orientation en sciences naturelles»	Autonomie de l'établissement (biologie, chimie, physique)
UK-ENG	Autonomie de l'établissement. «Sciences»	Autonomie de l'établissement
UK-WLS	Autonomie de l'établissement. Niveau initiation: «Connaissance et compréhension du monde» KS2-3: «Sciences»	Autonomie de l'établissement
UK-NIR	Autonomie de l'établissement. Niveau initiation: «Le monde qui nous entoure» KS1-2: «Le monde qui nous entoure» (sciences et technologies) KS3: «Sciences et technologies»	Autonomie de l'établissement
UK-SCT	«Sciences»	7 ^e -11 ^e année: «Vivre en bonne santé et en sécurité», «Initiation aux matériaux», «L'énergie et ses emplois», «Étude des environnements»
IS	«Histoire naturelle et environnement»	Intégré uniquement
LI	«Réalités» (comprend biologie, chimie et physique)	9 ^e année: Biologie et physique (obligatoires pour tous les élèves)
NO	«Sciences naturelles»	Intégré uniquement
TR	4 ^e -8 ^e année: «Sciences et technologies»	Intégré uniquement

Table 2 (Figure 3.8). Matières scientifiques dans le curriculum au niveau CITE 3 (2010/2011).

	Années selon le système national	Matières obligatoires pour tous les élèves (au même niveau de difficulté ou à des niveaux différents)	Matières obligatoires pour un groupe d'élèves	Facultatif
BE fr	9 ^e à 12 ^e	Biologie, chimie, physique		
BE de	9 ^e à 12 ^e	Matières déterminées par les conseils d'établissement		
BE nl	11 ^e et 12 ^e	Biologie, chimie, physique		
BG	9 ^e et 10 ^e	Biologie et éducation à la santé, chimie et protection de l'environnement, physique et astronomie		Biologie et éducation à la santé, chimie et protection de l'environnement, physique et astronomie
	11 ^e et 12 ^e		Biologie et éducation à la santé, chimie et protection de l'environnement, physique et astronomie (formation spécialisée)	Biologie et éducation à la santé, chimie et protection de l'environnement, physique et astronomie
CZ	10 ^e et 11 ^e	Domaine éducatif: les hommes et la nature Matières: biologie, chimie, physique, géologie et une part de géographie, en tant que matières distinctes ou intégrées (selon l'établissement)		
	12 ^e et 13 ^e			Biologie, chimie, physique, géologie et une part de géographie: l'inclusion dans le programme scolaire est déterminée par chaque établissement
DK	10 ^e	Filière générale (stx) - sciences intégrées: bases scientifiques, y compris la géographie physique - matières distinctes: biologie, chimie, géographie de la nature (deux de trois matières) Filière générale (hf): - sciences intégrées: bases scientifiques, y compris la géographie mais pas la physique Filière technique (htx): science technique, physique, chimie, technologie, biologie	Sciences intégrées: selon les filières Matières distinctes: biotechnologie et physique (filière biotechnologie)	
	11 ^e	stx : physique (au même niveau de difficulté), l'une des matières: chimie, biologie, géographie de la nature, physique (à différents niveaux de difficulté) htx : physique, chimie	Biologie, chimie, biotechnologie: selon la filière	Biologie, chimie, physique: selon la filière
	12 ^e		Biologie, chimie, physique, biotechnologie: selon la filière	Biologie, chimie, physique: selon la filière
DE	11 ^e ou 11 ^e et 12 ^e	Une ou deux matières parmi: biologie, chimie, physique		
EE	10 ^e et 12 ^e	Biologie, chimie, physique		

	Années selon le système national	Matières obligatoires pour tous les élèves (au même niveau de difficulté ou à des niveaux différents)	Matières obligatoires pour un groupe d'élèves	Facultatif
EL	10 ^e	Chimie, physique		
	11 ^e	Biologie, chimie, physique	Filière sciences naturelles et mathématiques: physique, chimie Filière technique: physique	Biologie ou chimie
	12 ^e	Biologie, physique	Filière sciences naturelles et mathématiques: physique, chimie, biologie Filière technique: physique, chimie/biochimie ou informatique	
ES	11 ^e	Sciences pour le monde contemporain	Biologie; Biologie et géologie; Terre et sciences environnementales; Physique et chimie; chimie; Physique (Filière sciences et technologies)	Décision de l'établissement
	12 ^e			Décision de l'établissement
FR	10 ^e	Biologie et géologie, chimie, physique	Sciences intégrées (méthodes et pratiques scientifiques) proposé à compter de septembre 2010 dans le cadre de l'option intégrée «enseignements d'exploration».	Biologie et géologie, chimie, physique: proposé par certains établissements
	11 ^e	Biologie et géologie, chimie, physique	Projets individuels suivis (scientifiques ou non). À compter de 2011, sera remplacé par l'option intégrée «enseignements d'exploration».	
	12 ^e		Jusqu'en 2012: biologie et géologie ou physique/chimie À compter de 2012, sera remplacé par l'option intégrée «enseignements d'exploration».	
IE	10 ^e		Décision de l'établissement	Physique, chimie, biologie, science agricole, physique et chimie
	11 ^e et 12 ^e			Physique, chimie, biologie, science agricole, physique et chimie
IT	9 ^e à 13 ^e	Sciences naturelles/physique		
CY	10 ^e	Biologie, chimie, physique		
	11 ^e	Sciences (tous les élèves qui ne choisissent pas des matières distinctes)	Physique, chimie (selon le choix de l'élève)	Sciences environnementales
	12 ^e		Physique, chimie, biologie (selon le choix de l'élève)	
LV	10 ^e à 12 ^e	Biologie, chimie, physique ou sciences	Biologie, chimie, physique ou sciences	
LT	11 ^e	Biologie, chimie, physique (l'une des matières est obligatoire au niveau élémentaire ou renforcé)		Une ou deux des matières scientifiques restantes peuvent être choisies.
	12 ^e	Matière choisie en 11 ^e année. Les élèves peuvent changer de niveau de difficulté ou de matière.		Matière(s) choisie(s) en 11 ^e année. Les élèves peuvent changer de niveau de difficulté ou de matière.
LU		(:)	(:)	(:)

	Années selon le système national	Matières obligatoires pour tous les élèves (au même niveau de difficulté ou à des niveaux différents)	Matières obligatoires pour un groupe d'élèves	Facultatif
HU	9 ^e	Physique, géographie et environnement		
	10 ^e	Biologie, chimie, physique, géographie et environnement		
	11 ^e	Biologie, chimie, physique		
	12 ^e	Biologie, chimie		
MT	12 ^e et 13 ^e	Au moins l'une des matières suivantes: biologie, chimie, sciences environnementales, physique		
NL	11 ^e à 13 ^e	Sciences générales	Biologie, chimie, physique	
AT	9 ^e à 12 ^e	Biologie et éducation environnementale, chimie, physique, géographie		Approfondissement ou élargissement du contenu des matières obligatoires: biologie, chimie, physique, géographie
PL	10 ^e à 12 ^e	Filières: éducation écologique, éducation à la santé Matières: biologie, chimie, physique, géographie	Biologie, chimie, physique, géographie (comme option obligatoire, au niveau avancé)	
PT	10 ^e et 11 ^e		Biologie et géologie, physique et chimie	
	12 ^e		Une des matières suivantes: biologie, géologie, physique, chimie	
RO	11 ^e à 13 ^e	Biologie, chimie, physique (selon la filière)		
SI	10 ^e à 12 ^e	Biologie, chimie, physique		
	13 ^e			Biologie, chimie, physique
SK	10 ^e	Enseignement intégré des sciences		
	11 ^e	Biologie, chimie, physique		
FI	7 ^e à 12 ^e	Biologie, chimie, géographie, physique		Biologie, chimie, géographie, physique
SE	10 ^e à 12 ^e	Sciences naturelles	Biologie, chimie, physique	Biologie, chimie, physique, sciences environnementales
UK- ENG/ WLS/ NIR	10 ^e et 11 ^e	Cours de sciences (biologie, chimie, physique) défini dans les programmes d'étude du brevet d'enseignement général (GCSE)		
	12 ^e et 13 ^e			Biologie, chimie, physique
UK- SCT	12 ^e et 13 ^e			Biologie, chimie, physique et biologie humaine
IS	11 ^e à 14 ^e		Biologie et/ou chimie, physique (selon le programme d'études)	Biologie et/ou chimie, physique (selon le programme d'études)
LI	10 ^e et 11 ^e	Biologie, chimie, physique	Physique et chimie (un cours supplémentaire)	
	12 ^e	Physique	Biologie, chimie	

	Années selon le système national	Matières obligatoires pour tous les élèves (au même niveau de difficulté ou à des niveaux différents)	Matières obligatoires pour un groupe d'élèves	Facultatif
NO	11 ^e	Sciences naturelles	Géographie	
	12 ^e		Géographie, une des matières suivantes: biologie, physique, géosciences, chimie, technologie, théorie de la recherche	Biologie, physique, géosciences, chimie, technologie, théorie de la recherche
	13 ^e		Une des matières suivantes: biologie, physique, géosciences, chimie, technologie, théorie de la recherche	Biologie, physique, géosciences, chimie, technologie, théorie de la recherche
TR	9 ^e	Géographie, biologie, chimie, physique et «connaissance de la santé»	Géographie, biologie, chimie, physique	
	10 ^e	Géographie	Géographie, biologie, chimie, physique	Biologie, chimie, physique et «connaissance de la santé»
	11 ^e et 12 ^e		Géographie, biologie, chimie, physique	Géographie, biologie, chimie, physique et «connaissance de la santé»

Table 3. Taux de réponse par pays à l'enquête sur les programmes de formation initiale des enseignants de mathématiques et de sciences (SITEP).

	Programmes disponibles	Institutions	Réponses par programme	Réponses par institution	Taux de réponse par programmes	Taux de réponse par institution
Belgique (Communauté française)	39	16	2	2	5,13	12,50
Belgique (Communauté germanophone)	:	:	SO	SO	SO	SO
Belgique (Communauté flamande)	31	18	13	9	41,94	50
Bulgarie	33	8	2	2	6,06	25
République tchèque	80	12	25	12	31,25	100
Danemark	14	7	6	6	42,86	85,71
Allemagne	469	144	41	32	8,74	22,22
Estonie	11	2	2	1	18,18	50
Irlande	23	20	2	2	8,70	10
Grèce	33	9	4	4	12,12	44,44
Espagne	110	51	26	16	23,64	31,37
France	91	33	4	4	4,40	12,12
Italie	24	24	4	3	16,67	12,50
Chypre	5	4	0	0	0	0
Lettonie	19	5	7	5	36,84	100
Lituanie	24	8	3	1	12,50	12,50
Luxembourg	2	1	2	1	100	100
Hongrie	38	17	8	7	21,05	41,18
Malte	2	1	2	1	100	100
Pays-Bas	96	45	10	8	10,42	17,78
Autriche	35	18	14	8	40	44,44
Pologne	163	95	12	8	7,36	8,42
Portugal	93	42	8	8	8,60	19,05
Roumanie	80	27	5	4	6,25	14,81
Slovénie	29	3	1	1	3,45	33,33
Slovaquie	24	11	3	2	12,50	18,18
Finlande	14	8	2	2	14,29	25
Suède	55	22	1	1	1,82	4,55
Royaume-Uni (Angleterre)	347	70	45	33	12,97	47,14
Royaume-Uni (pays de Galles)	21	6	4	4	19,05	66,67
Royaume-Uni (Irlande du Nord)	12	4	3	1	25	25
Royaume-Uni (Écosse)	35	8	7	6	20	75
Islande	2	2	0	0	0	0
Liechtenstein	:	:	SO	SO	SO	SO
Norvège	16	16	1	1	6,25	6,25
Turquie	155	58	13	10	8,39	17,24
TOTAL	2 225	815	282	205		

REMERCIEMENTS

**AGENCE EXÉCUTIVE
ÉDUCATION, AUDIOVISUEL ET CULTURE
P9 EURYDICE**

Avenue du Bourget 1 (BOU2)
B-1140 Bruxelles
(<http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice>)

Direction scientifique

Arlette Delhaxhe

Auteurs

Bernadette Forsthuber (coordination), Akvile Motiejunaite, Ana Sofia de Almeida Coutinho avec la collaboration de Nathalie Baïdak et Anna Horvath

Experts externes

Renata Kosinska (co-auteure)
Jens Dolin et Robert Evans, département d'éducation scientifique, Université de Copenhague
(compte rendu de la littérature de recherche pour le chapitre 5)
Christian Monseur, Université de Liège (analyse des données statistiques)
Svetlana Pejnovic (gestion des données SITEP)

Mise en page et graphiques

Patrice Brel

Coordination de la production

Gisèle De LeI

UNITÉS NATIONALES D'EURYDICE

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;
expert: Philippe Delfosse

Eurydice Vlaanderen / Afdeling Internationale Relaties
Ministerie Onderwijs
Hendrik Consciencegebouw 7C10
Koning Albert II – laan 15
1210 Brussel
Contribution de l'unité: Willy Sleurs (conseiller à l'Agence pour le contrôle de la qualité de l'éducation et de la formation – AKOV), Jan Meers (inspecteur), Liesbeth Hens (membre du personnel de la division de l'enseignement supérieur)

Eurydice-Informationsstelle der Deutschsprachigen
Gemeinschaft
Autonome Hochschule in der DG
Hillstrasse 7
4700 Eupen
Contribution de l'unité: Johanna Schröder

BULGARIA

Eurydice Unit
Human Resource Development Centre
Education Research and Planning Unit
15, Graf Ignatiev Str.
1000 Sofia
Contribution de l'unité: Silviya Kantcheva

CESKÁ REPUBLIKA

Eurydice Unit
Centre for International Services of MoEYS
Na počťi 1035/4
110 00 Praha 1
Contribution de l'unité: Helena Pavlíková;
experts: Svatopluk Pohořelý, Jan Maršák

DANMARK

Eurydice Unit
Ministry of Science, Technology and Innovation
Danish Agency for International Education
Bredgade 36
1260 København K
Contribution de l'unité: responsabilité collective

DEUTSCHLAND

Eurydice-Informationsstelle des Bundes
Project Management Agency
Part of the German Aerospace Center
EU-Bureau of the German Ministry for Education and
Research
Heinrich-Konen-Str. 1
53227 Bonn

Eurydice-Informationsstelle des Bundes
Project Management Agency
Part of the German Aerospace Center
EU-Bureau of the German Ministry for Education and
Research
Rosa-Luxemburg-Straße 2
10178 Berlin

Eurydice-Informationsstelle der Länder im Sekretariat der
Kultusministerkonferenz
Graurheindorfer Straße 157
53117 Bonn
Contribution de l'unité: Brigitte Lohmar

EESTI

Eurydice Unit
SA Archimedes
Koidula 13A
10125 Tallinn
Contribution de l'unité: Imbi Henno (expert en chef, ministère de l'Éducation et de la Recherche)

ÉIRE / IRELAND

Eurydice Unit
Department of Education & Skills
International Section
Marlborough Street
Dublin 1
Contribution de l'unité: George Porter (inspection post-primaire, ministère de l'Éducation et des Compétences)

ELLÁDA

Eurydice Unit
Ministry of Education, Lifelong Learning and Religious Affairs
Directorate for European Union Affairs
Section C 'Eurydice'
37 Andrea Papandreou Str. (Office 2168)
15180 Maroussi (Attiki)
Contribution de l'unité: Nikolaos Sklavenitis;
expert: Konstantinos Ravanis

ESPAÑA

Unidad Española de Eurydice
Instituto de Formación del Profesorado, Investigación e
Innovación Educativa (IFIIE)
Ministerio de Educación
Gobierno de España
c/General Oraa 55
28006 Madrid
Contribution de l'unité: Flora Gil Traver, Ana Isabel Martín Ramos, María Pilar Jiménez Aleixandre (expert), Fins Iago Eirexas Eirexas Santamaría (expert), Alicia García Fernández (stagiaire)

FRANCE

Unité française d'Eurydice
Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance
Mission aux relations européennes et internationales
61-65, rue Dutot
75732 Paris Cedex 15
Contribution de l'unité: Thierry Damour;
expert: Jean-Louis Michard (inspecteur général de l'Éducation nationale, groupe des sciences de la vie et de la Terre)

HRVATSKA

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa
Donje Svetice 38
10000 Zagreb

ÍSLAND

Eurydice Unit
Ministry of Education, Science and Culture
Office of Evaluation and Analysis
Sölvhólgötu 4
150 Reykjavík
Contribution de l'unité: Védís Grönvold

ITALIA

Unità italiana di Eurydice
Agenzia Nazionale per lo Sviluppo dell'Autonomia Scolastica (ex INDIRE)
Via Buonarroti 10
50122 Firenze
Contribution de l'unité: Erika Bartolini;
expert: Filomena Rocca (professeur de physique, *Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca*)

KYPROS

Eurydice Unit
Ministry of Education and Culture
Kimonos and Thoukydidou
1434 Nicosia
Contribution de l'unité: Christiana Haperi;
Experts: Andreas Papastilianou (direction de l'enseignement secondaire), Georgios Matsikaris (direction de l'enseignement primaire) – ministère de l'Éducation et de la Culture

LATVIJA

Eurydice Unit
Valsts izglītības attīstības aģentūra
State Education Development Agency
Valņu street 3
1050 Riga
Contribution de l'unité: Dace Namsone (directrice de projet «Sciences et mathématiques» du Fonds structurel de l'Union européenne, Centre national pour l'éducation)

LIECHTENSTEIN

Informationsstelle Eurydice
Schulamt des Fürstentums Liechtenstein
Austrasse 79
9490 Vaduz
Contribution de l'unité: unité Eurydice

LIETUVA

Eurydice Unit
National Agency for School Evaluation
Didlaukio 82
08303 Vilnius
Contribution de l'unité: Saulė Vingelienė (expert);
Sandra Balevičienė (consultante)

LUXEMBOURG

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

MAGYARORSZÁG

Eurydice National Unit
Ministry of National Resources
Szalay u. 10-14
1055 Budapest
Contribution de l'unité: responsabilité collective;
experte: Julianna Szendrei

MALTA

Eurydice Unit
Research and Development Department
Directorate for Quality and Standards in Education
Ministry of Education, Employment and the Family
Great Siege Rd.
Floriana VLT 2000
Contribution de l'unité: G. Bugeja (chargé d'éducation);
coordination: Christopher Schembri

NEDERLAND

Eurydice Nederland
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
Directie Internationaal Beleid / EU-team
Kamer 08.022
Rijnstraat 50
2500 BJ Den Haag
Contribution de l'unité: responsabilité collective

NORGE

Eurydice Unit
Ministry of Education and Research
Department of Policy Analysis, Lifelong Learning and International Affairs
Kirkegaten 18
0032 Oslo
Contribution de l'unité: responsabilité collective

ÖSTERREICH

Eurydice-Informationsstelle
Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur
Ref. IA/1b
Minoritenplatz 5
1014 Wien
Contribution de l'unité: Claudia Haagen-Schützenhöfer, Patricía Jelemenská, Anja Lembens, Günther Pass (experts, Université de Vienne)

POLSKA

Eurydice Unit
Foundation for the Development of the Education System
Mokotowska 43
00-551 Warsaw
Contribution de l'unité: Beata Kosakowska (coordination),
Urszula Poziomek (experte de l'Institut de recherche
pédagogique)

PORTUGAL

Unidade Portuguesa da Rede Eurydice (UPRE)
Ministério da Educação
Gabinete de Estatística e Planeamento da Educação
(GEPE)
Av. 24 de Julho, 134 – 4.º
1399-54 Lisboa
Contribution de l'unité: Teresa Evaristo, Carina Pinto,
Sílvia Castro (en qualité d'experte)

ROMÂNIA

Eurydice Unit
National Agency for Community Programmes in the Field of
Education and Vocational Training
Calea Serban Voda, no. 133, 3rd floor
Sector 4
040205 Bucharest
Contribution de l'unité: Veronica – Gabriela Chirea
en collaboration avec les experts:

- Daniela Bogdan (ministère de l'Éducation, de la
Recherche, de la Jeunesse et des Sports)
- Gabriela Noveanu (Institut des sciences de l'éducation)
- Steluța Paraschiv (Centre national d'évaluation et
d'examens)
- Cristina Pârvu (Centre national d'évaluation et
d'examens)

SCHWEIZ/SUISSE/SVIZZERA

Foundation for Confederal Collaboration
Dornacherstrasse 28A
Postfach 246
4501 Solothurn

SLOVENIJA

Eurydice Unit
Ministry of Education and Sport
Department for Development of Education (ODE)
Masarykova 16/V
1000 Ljubljana
Contribution de l'unité: experts: Andreja Bačnik,
Saša Aleksij Glazar

SLOVENSKO

Eurydice Unit
Slovak Academic Association for International Cooperation
Svoradova 1
811 03 Bratislava
Contribution de l'unité: responsabilité collective

SUOMI / FINLAND

Eurydice Finland
Finnish National Board of Education
P.O. Box 380
00531 Helsinki
Contribution de l'unité: Matti Kyrö; expert: Marja Montonen
(Conseil national finlandais de l'éducation)

SVERIGE

Eurydice Unit
Department for the Promotion of Internalisation
International Programme Office for Education and Training
Kungsbrogatan 3A
Box 22007
104 22 Stockholm
Contribution de l'unité: responsabilité collective

TÜRKIYE

Eurydice Unit Türkiye
MEB, Strateji Geliştirme Başkanlığı (SGB)
Eurydice Türkiye Birimi, Merkez Bina 4. Kat
B-Blok Bakanlıklar
06648 Ankara
Contribution de l'unité: Dilek Gulecyuz, Bilal Aday,
Osman Yıldırım Ugur

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: Claire Sargent, Linda Sturman

Eurydice Unit Scotland
Learning Directorate
Area 2C South
Victoria Quay
Edinburgh
EH6 6QQ
Contribution de l'unité: Jim Braidwood

EACEA; Eurydice

L'enseignement des sciences en Europe: politiques nationales, pratiques et recherche

Bruxelles: Eurydice

2011 – 162 p.

ISBN 978-92-9201-219-9

doi:10.2797/72447

Descripteurs: sciences naturelles, évaluation des étudiants, test normalisé, normes éducatives, égalité des sexes, programme d'études, soutien pédagogique, dispositif de soutien, moyens d'enseignement, méthode d'enseignement, manuel d'enseignement, activités hors programme, formation continue des enseignants, capacités professionnelles, formation des enseignants, recherche en éducation, PISA, TIMSS, enseignement primaire, enseignement secondaire, enseignement général, analyse comparative, Turquie, AELE, Union européenne

FR



Le **réseau Eurydice** fournit de l'information sur les systèmes éducatifs européens ainsi qu'une analyse de ces systèmes et des politiques menées en la matière. Il est constitué de 37 unités nationales basées dans les 33 pays qui participent au programme de l'Union européenne dans le domaine de l'éducation et de la formation tout au long de la vie (les États membres de l'UE, les pays de l'AELE, la Croatie et la Turquie); il est coordonné et géré par l'Agence exécutive «Éducation, Audiovisuel et Culture» de l'UE, située à Bruxelles, qui élabore ses publications et bases de données.

Le **réseau Eurydice** s'adresse en priorité à tous ceux qui participent au processus de décision politique en éducation tant aux niveaux national, régional et local que dans les institutions européennes. Il se concentre sur la manière dont l'éducation se structure et s'organise en Europe, à tous les niveaux d'enseignement. Ses publications sont principalement constituées de descriptions nationales des systèmes éducatifs, d'analyses comparatives sur des thèmes spécifiques, et d'indicateurs et de statistiques. Elles sont disponibles gratuitement sur le site internet d'Eurydice ou sur papier.

EURYDICE sur Internet –

<http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice>