

Rapport à monsieur le ministre de l'Éducation nationale,
de la Jeunesse et des Sports
madame la ministre de l'Enseignement supérieur,
de la Recherche et de l'Innovation

État de la discipline physique-chimie : bilan et perspectives

N° 2019-070 - juin 2021

*Inspection générale de l'éducation,
du sport et de la recherche*

État de la discipline physique-chimie : bilan et perspectives

Juin 2021

Dominique OBERT

Laurent MAYET

Pascal-Raphaël AMBROGI

Daniel ASSOULINE Robin BOSDEVEIX

Aristide CAVAILLES Édouard LEROY

Marie-Blanche MAUHOURLAT

Claudine PICARONNY

Christophe RÉHEL

Samuel VIOLLIN

*Inspecteurs généraux de l'éducation nationale, du
sport et de la recherche*

SOMMAIRE

SYNTHÈSE	1
Liste des recommandations	6
Introduction.....	8
Objectifs visés	8
Méthodologie	8
1. Pourquoi enseigne-t-on la physique-chimie ?	9
1.1. Enseigner la physique-chimie pour elle-même	9
1.2. La finalité culturelle de l'enseignement de la physique-chimie.....	9
1.3. L'éducation aux sciences du futur citoyen	10
1.4. Former les futures générations de scientifiques.....	11
2. Histoire récente de la discipline physique-chimie	11
2.1. Au collège et au lycée général et technologique	11
2.1.1. <i>Des connaissances aux compétences.....</i>	<i>12</i>
2.1.2. <i>L'évolution de la place et des enjeux de la pratique expérimentale</i>	<i>12</i>
2.1.3. <i>L'évolution de la place du numérique</i>	<i>12</i>
2.1.4. <i>Le rôle de la contextualisation</i>	<i>13</i>
2.1.5. <i>La place de la physique et de la chimie modernes</i>	<i>13</i>
2.1.6. <i>La question de l'évaluation</i>	<i>13</i>
2.1.7. <i>L'évolution des volumes horaires des élèves consacrés à la physique-chimie</i>	<i>13</i>
2.2. Au lycée professionnel	14
2.2.1. <i>L'ajout d'une composante expérimentale à la formation en 1996</i>	<i>15</i>
2.2.2. <i>L'accent mis sur la démarche d'investigation et sur l'expérimentation lors de la rénovation de la voie professionnelle de 2009</i>	<i>15</i>
3. État des lieux de la discipline physique-chimie	16
3.1. Les acteurs.....	16
3.1.1. <i>L'enseignement de la physique-chimie dans les cursus de formation des élèves et des étudiants....</i>	<i>16</i>
3.1.2. <i>Les enseignants</i>	<i>19</i>
3.1.3. <i>Les personnels de laboratoire</i>	<i>31</i>
3.1.4. <i>Les corps d'inspection territoriaux du second degré</i>	<i>33</i>
3.2. Les locaux et les équipements	35
3.2.1. <i>Salles spécialisées, laboratoires et équipements</i>	<i>35</i>
3.2.2. <i>Les enjeux de la sécurité des personnes et de l'environnement.....</i>	<i>36</i>
3.2.3. <i>Le rôle des collectivités territoriales.....</i>	<i>37</i>
3.3. Place de la didactique dans les enseignements de physique-chimie.....	38

3.4.	Les relations de la physique-chimie avec les autres disciplines scientifiques et technologiques	40
3.5.	Des différences entre filles et garçons en physique-chimie	41
3.6.	La place des partenaires de l'école	44
3.6.1.	<i>Une pluralité de partenaires et des formes d'engagement variées auprès des élèves et des enseignants</i>	<i>44</i>
3.6.2.	<i>Quelques réflexions et points de vigilance</i>	<i>47</i>
3.7.	À propos de l'enseignement de la physique-chimie dans quelques autres pays	48
4.	À propos de la qualité de l'enseignement de la discipline physique-chimie	49
4.1.	La qualité de l'enseignement à l'aune des contenus d'enseignement et de la fluidité des parcours des élèves	50
4.2.	La qualité de l'enseignement à l'aune des acquis des élèves	51
4.3.	La qualité de l'enseignement à l'aune de la perception de la discipline par les élèves.....	55
4.4.	La qualité de l'enseignement à l'aune du volet expérimental	56
4.5.	La qualité de l'enseignement à l'aune des compétences professionnelles des enseignants ..	57
4.6.	Focus sur l'enseignement des sciences au cycle 3 à l'école primaire	58
4.6.1.	<i>État des pratiques de l'enseignement en sciences et technologie</i>	<i>58</i>
4.6.2.	<i>Acquis des élèves en science à l'aune des tests nationaux CEDRE science fin d'école et internationaux TIMSS 4 2015</i>	<i>59</i>
4.6.3.	<i>Quelques leviers pour améliorer l'enseignement de sciences et technologie à l'École</i>	<i>60</i>
4.7.	Focus sur quelques enjeux de l'enseignement de la physique-chimie au collège.....	61
5.	Perspectives.....	63
Annexes	65

SYNTHÈSE

Ce rapport dresse, dans une première partie, un portrait de la discipline scolaire physique-chimie du cycle 3 au cycle terminal des voies générale, technologique et professionnelle du lycée. L'articulation avec les filières de l'enseignement supérieur est incluse dans ce panorama à visée synoptique.

Dans une seconde partie, la délicate question de l'évaluation de la qualité de l'enseignement de la discipline scolaire physique-chimie est traitée avec pragmatisme. Cette étude conduit à dégager des recommandations concrètes susceptibles de permettre l'amélioration significative de plusieurs composantes essentielles de la discipline qu'il s'agisse de son pilotage, du recrutement de ses enseignants, de leur formation initiale et continue, ou encore, des conditions matérielles et organisationnelles de son enseignement.

- **L'état de la discipline physique-chimie**

Examiner les objectifs conférés à l'enseignement de la discipline physique-chimie

Plusieurs raisons justifient la présence d'un enseignement de physique-chimie dans le parcours d'un élève : partager un domaine majeur de productions de connaissances incluant des composantes patrimoniales et expérimentales, éduquer aux sciences le futur citoyen et former les prochaines générations de scientifiques. Ce triple objectif est un marqueur fort de la discipline scolaire physique-chimie qui induit, en raison du caractère fondamental de la discipline savante, une forme de complexité dans la mise en œuvre de son enseignement ; ce point ne peut être ignoré dans la perspective d'une appréhension fine de cet état de la discipline.

L'histoire récente de la discipline physique-chimie

L'histoire récente de l'enseignement de la discipline révèle de grandes tendances, au collège comme au lycée, dans les voies générale et technologique comme dans la voie professionnelle : l'accent progressivement mis sur les compétences développées, la place croissante dévolue à la pratique expérimentale, au numérique – y compris au codage – ainsi qu'à la contextualisation des apprentissages. Les objectifs de formation sont de plus en plus ambitieux dans un cadre horaire de plus en plus contraint, en particulier dans les séries S et STI2D – où les pertes horaires sont très marquées entre 1997 et 2019 pratiquement l'équivalent d'une année de formation –, ces séries ayant paradoxalement comme mission première de former des scientifiques.

Les acteurs de la discipline physique-chimie

Le suivi de l'exposition des élèves à la physique-chimie en fonction des parcours montre que la discipline est identifiée très progressivement du cycle 1 au cycle 3 et que tous les élèves du cycle 4 sont exposés à son enseignement en tant que discipline physique-chimie. Au-delà, la situation varie en fonction des choix d'orientation des élèves, mais son enseignement concerne encore, après le lycée, bon nombre d'étudiants des filières scientifiques et technologiques.

Le corps professoral chargé de l'enseignement de la physique-chimie est plutôt masculin ; il se caractérise par une forte représentativité des professeurs agrégés et de chaire supérieure en raison du poids des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques et des sections de technicien supérieur. Le recrutement des professeurs des spécialités physique et électricité appliquée (L1510), mesures physiques et chimiques (L1511) et procédés physico-chimiques (L1512) ayant été arrêté, l'institution peine chaque année davantage à pourvoir les postes spécifiques des sections de technicien supérieur.

Depuis plus de dix ans, le recours aux professeurs contractuels est récurrent pour la spécialité mathématiques - physique-chimie en lycée professionnel ; il a connu, depuis quatre ans, une croissance très rapide dans la spécialité physique-chimie en collège et en lycée général et technologique. Outre les problèmes de formation et de sensibilisation aux questions de sécurité au laboratoire, ces contractuels sont préférentiellement affectés en collège où les équipes sont souvent très réduites en raison de faibles volumes des horaires d'enseignement. Une telle concentration des difficultés ne manque pas de soulever des questions : des professeurs contractuels peu formés sont chargés d'un nombre important d'élèves et confrontés à l'absence de personnel de laboratoire. Par ailleurs, le recrutement, ainsi que le suivi de ces personnels accroissent de manière importante la charge de travail des corps d'inspection.

En matière de recrutement des enseignants, si la situation pouvait sembler satisfaisante jusqu'en 2018 avec un taux de sélectivité des concours plutôt supérieur à la moyenne de l'ensemble des autres disciplines et un taux de remplissage très élevé, la dégradation rapide du niveau des candidats au CAPES externe de physique-chimie a conduit à n'attribuer que deux tiers des postes mis au concours à la session 2019. Cette situation préoccupante pour l'avenir est imputable à une maîtrise insuffisante des compétences expérimentales et des savoirs de base par les candidats.

Pour ce qui concerne la question de la formation initiale des professeurs de physique-chimie et des professeurs de lycée professionnel de mathématiques - physique-chimie (PLP MPC), les aspects liés à la bivalence – voire à la trivalence pour les PLP MPC –, à la grande hétérogénéité des viviers d'étudiants, à la dimension expérimentale de la physique-chimie et à la nécessaire sensibilisation au contexte d'exercice du métier en lycée ou en collège, contraignent très fortement les formations dispensées lors de la préparation aux concours externes. Celles-ci parviennent de plus en plus difficilement à compenser les lacunes des étudiants liés à des parcours antérieurs souvent monodisciplinaires, comme l'attestent, par exemple, les résultats du CAPES externe de la session 2019. La formation continue, plutôt restreinte en volume, est, quant à elle, encore très largement pilotée par les corps d'inspection territoriaux et concerne de manière relativement équilibrée les trois champs que représentent la didactique, l'actualisation disciplinaire et les thèmes transversaux. Un grand nombre de professeurs n'en font cependant pas une priorité pour le développement de leurs compétences professionnelles.

Les professeurs des écoles, quant à eux, sont, pour moins d'un cinquième d'entre eux, issus d'une licence relevant du domaine des sciences. La formation initiale proposée lors des deux années du master MEEF mention premier degré, n'accorde qu'une place très modeste aux sciences et à la technologie. La formation continue obligatoire, réorientée exclusivement vers les « fondamentaux », ne permet donc pas de compenser les insuffisances liées aux parcours universitaires antérieurs non scientifiques et à la formation initiale.

Les personnels de laboratoire exercent quasi exclusivement dans les lycées généraux et technologiques, et les lycées polyvalents. Les corps d'inspections et les inspecteurs santé et sécurité au travail identifient clairement « *un effet technicien* » sur la gestion des laboratoires, la sensibilisation à la sécurité et à la gestion des déchets, et *in fine*, sur la qualité de la formation dispensée aux élèves. La mission souligne que la quasi-absence de personnels de laboratoire dans les collèges et les lycées professionnels est assurément un obstacle à une pratique expérimentale authentique ; les mesures réglementaires – heure de laboratoire ou indemnité pour mission particulière – ne suffisent pas à compenser cette absence.

Ce tour d'horizon ne saurait être complet sans évoquer le pilotage académique de la discipline conduit par 74 inspecteurs d'académie - inspecteurs pédagogiques régionaux (IA-IPR) de physique-chimie et 57 inspecteurs de l'éducation nationale de la spécialité mathématiques - physique-chimie (IEN MPC) assistés par des chargés de mission. Les deux corps d'inspection soulignent le lien de confiance qu'ils entretiennent avec les professeurs. La mission recommande une mise en réseaux de ces corps d'inspection territoriaux qui permettrait assurément d'en renforcer le niveau de compétence et d'intervention auprès des autorités académiques.

Les locaux, les équipements, la sécurité et l'environnement

L'enseignement de la physique-chimie nécessite des locaux spécialisés et des équipements spécifiques. Dans le secteur public, les laboratoires, les salles de travaux pratiques et les équipements sont, dans l'ensemble, conformes aux attentes en lycée général et technologique et en lycée polyvalent ; la situation est plus contrastée en lycée professionnel et plus préoccupante en collège. L'implantation des paillasses est encore très traditionnelle malgré quelques belles réalisations ; les budgets de fonctionnement sont satisfaisants en lycée général et technologique, convenables en lycée professionnel, mais souvent insuffisants en collège. Enfin, de manière générale et avec une grande disparité, la situation semble moins favorable dans le secteur privé.

Sur le plan de la sécurité des personnes et de l'environnement, les conditions du stockage des produits chimiques et la présence des équipements individuels de protection courants se sont améliorées ces dernières années. Néanmoins, l'état des lieux reste perfectible et la plus-value apportée par la présence du personnel spécialisé en matière de tenue du laboratoire et d'éducation au risque et à la sécurité est

unanimement reconnue. La mission souhaite alerter sur la situation pour le moins contrastée de la collecte des déchets chimiques et celle des substances radioactives à ce jour non réglée.

D'une manière générale les collectivités territoriales sont très engagées dans la gestion des locaux et des équipements ; la mission a pu apprécier l'effectivité de la collaboration avec les IA-IPR ou les IEN MPC. Elle souligne néanmoins la grande hétérogénéité des niveaux et des modalités de cet engagement et, pour répondre à un souhait unanimement exprimé, recommande la rédaction de guides nationaux non prescriptifs relatifs aux locaux et aux équipements en physique-chimie et plus généralement en sciences et technologie.

La didactique, l'interdisciplinarité et les différences entre filles et garçons en physique-chimie

Concernant la didactique de la physique-chimie, le nombre de chercheurs ou d'enseignants-chercheurs dans ce domaine en France n'est pas suffisant, et ce notamment pour couvrir l'ensemble des besoins des écoles supérieures du professorat et de l'éducation (Espé). La mission, comme les enseignants-chercheurs auditionnés, constate que la mise à portée des résultats de la recherche en didactique de la physique-chimie en direction des enseignants n'est pas encore assez développée.

Les liens entre physique-chimie et mathématiques, distendus dans les programmes de physique-chimie de lycée ces dernières années, sont plus resserrés dans les nouveaux programmes entrant en vigueur à la rentrée scolaire 2019. Le constat est nuancé pour les autres disciplines expérimentales quant à la réalité et à la qualité du travail interdisciplinaire ; en particulier, la mission estime indispensable de promouvoir une plus grande intégration de l'enseignement de sciences et technologie en classe de sixième. L'enseignement scientifique, mis en place en classe de première dans la voie générale du lycée à la rentrée scolaire 2019, ouvre, sur ce plan, de nouvelles occasions qu'il conviendra d'accompagner.

La mission aborde ensuite la question des différences entre filles et garçons sous le prisme de la physique-chimie. Elle note une moindre représentation des filles dans les parcours scientifiques, des performances des filles en physique-chimie légèrement inférieures à celles des garçons et une appétence plus faible pour les sciences attestée par les enquêtes nationales et internationales. Il est enfin relevé que les actions d'information et de sensibilisation pour développer l'appétence et lutter contre les stéréotypes en sciences peinent à faire évoluer les taux d'orientation des filles vers les sciences.

Les partenaires de l'École chargés de la diffusion de la culture scientifique, technique et industrielle (CSTI)

La loi du 22 juillet 2013 relative à l'enseignement supérieur et à la recherche, souligne l'importance de la CSTI et confère aux régions et aux établissements d'enseignement supérieur un nouveau rôle en matière de diffusion de la CSTI. Les 1 200 acteurs de la CSTI se répartissent dans leur diversité et leur très grande richesse, entre micro-initiatives et missions dévolues à des établissements d'envergure nationale. La mission souligne l'apport de la CSTI à l'éducation aux sciences et à la technologie des élèves de l'enseignement primaire et secondaire en matière de motivation et de développement de l'appétence des élèves pour la science, mais elle juge aussi indispensable qu'une réflexion soit menée, notamment en partenariat avec les autorités académiques et régionales, pour en optimiser la qualité, l'efficacité et la couverture nationale des actions.

Pour compléter ce tour d'horizon, un rapide regard sur l'enseignement de la physique-chimie à l'étranger est proposé en soulignant les différences et les analogies constatées avec certains pays.

À propos de la qualité de l'enseignement de la discipline physique-chimie

Cette partie traite de la qualité de l'enseignement de la discipline physique-chimie, en tant que service public d'éducation rendu par l'État à la nation. Les réflexions proposées ne visent en aucun cas l'exhaustivité ; elles présentent une mosaïque de regards – contenus d'enseignement, fluidité des parcours, acquis des élèves, perception de la discipline par les élèves, volet expérimental de la discipline, compétences professionnelles des enseignants, situation au cycle 3 de l'école primaire et au collège – portés sur l'enseignement de la discipline permettant de mieux cerner le sujet et d'identifier des pistes d'amélioration.

Quelques points saillants

La mission souhaite mettre en avant les aspects suivants :

- les enseignants du supérieur jugent unanimement que l'enseignement de la physique-chimie dispensé actuellement au lycée prépare insuffisamment les élèves aux études supérieures

scientifiques ; ce point devrait être partiellement corrigé avec les nouveaux programmes en vigueur à la rentrée scolaire 2019 ;

- des transitions difficiles sont identifiées pour les élèves lors des passages du cycle 3 au cycle 4 et de la classe de troisième à la classe de seconde générale et technologique. Ces difficultés sont souvent attribuées à l'importance plus marquée prise par la modélisation dans l'enseignement de la discipline. Par ailleurs, l'attractivité de l'enseignement de physique-chimie repose essentiellement sur les activités expérimentales ; l'enseignement de physique-chimie peine à susciter l'intérêt des élèves dès qu'il aborde des aspects théoriques qui constituent précisément une part essentielle de son identité : inscrire l'observation du réel dans un ensemble de causes et d'effets que les mathématiques permettent de modéliser sous forme de relations entre des grandeurs (théories, principes, lois). Ces points méritent d'être pris en compte de manière volontariste dans les formations dispensées aux professeurs ;
- une tension existe dans les objectifs des programmes entre les savoirs fondamentaux portés par la discipline et les sujets sociétaux importants pour la formation de tous qui pèsent de plus en plus sur celle-ci. Une clarification de l'institution est nécessaire sur ce point ;
- un état des acquis des élèves est difficile à dresser à l'aune des examens nationaux qui, en l'état, n'apportent que peu d'informations ; cette situation pourrait être améliorée par la conduite d'une réflexion sur les examens ;
- les enquêtes internationales confirment les résultats des évaluations nationales et révèlent notamment la fragilité des connaissances en physique-chimie et des capacités à les mobiliser pour résoudre une tâche lors de la scolarité obligatoire, puis à nouveau un déficit de connaissances et une difficulté dans les applications qui engagent la maîtrise de langages scientifiques et notamment mathématiques en fin d'enseignement secondaire scientifique. Les recommandations formulées par la mission visent également l'amélioration des résultats des élèves dans ces contextes d'évaluation ;
- la réalité quantitative des pratiques expérimentales observées n'est globalement pas à la hauteur des préconisations des programmes, notamment au collège et au lycée professionnel et cela en partie, mais pas uniquement, en raison des conditions matérielles – notamment le travail en effectif allégé – offertes aux enseignants et aux élèves. Une mise en cohérence entre les préconisations des programmes et la réalité observée sur le terrain s'impose.

Relancer un « plan sciences » centré sur l'école et le collège

Le rapport met enfin l'accent sur la situation préoccupante de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école primaire – notamment au cycle 3 – malgré la grande motivation des élèves pour ces domaines et l'appui réel des Maisons pour la science là où elles sont présentes. Le rapport constate l'insuffisance de la formation en sciences d'une grande majorité de professeurs des écoles, un arrêt des formations obligatoires proposées dans ce domaine par l'institution, des horaires d'enseignement non respectés, un manque d'assurance des professeurs des écoles sur le champ des sciences et de la technologie et des résultats préoccupants à l'enquête TIMSS 4 2015 où la France arrive en avant-dernière position des pays de l'Union européenne.

Au niveau du collège, la mission recommande de renforcer la dynamique du travail interdisciplinaire concernant l'enseignement de sciences et technologie en classe de sixième ; elle constate une régression significative de la pratique expérimentale au collège qui concentre, du point de vue des conditions matérielles, de nombreuses difficultés, et présente la nécessité de rédiger des repères de formation pour l'enseignement de sciences et technologie en troisième prépa-métiers.

La mission propose donc de relancer un Plan sciences centré sur l'école et le collège et le suivi de sa mise en œuvre par un chargé de mission au niveau national.

En conclusion, la mission met l'accent sur quelques sujets d'importance qui nécessitent l'attention de l'institution pendant les prochaines années. Il s'agit avant tout de la gestion des ressources humaines et notamment de la fragilité des viviers de recrutement, de la dégradation du niveau des candidats au CAPES et de l'augmentation rapide du nombre de professeurs contractuels. Parallèlement, la qualité des enseignements scientifiques dispensés à l'école primaire doit impérativement faire l'objet d'une action

volontariste, en particulier sur le plan de la formation des professeurs des écoles. Enfin, il convient d'assumer le fait que, dans un monde façonné par les sciences et la technologie où des questions socialement vives concernant le climat, la transition écologique et la préservation des ressources et de l'environnement s'imposent à tous, l'éducation aux sciences et par les sciences des élèves, futurs citoyens ou futurs scientifiques, est essentielle et ne saurait se structurer sans que les élèves ne bénéficient d'un horaire suffisant d'exposition aux sciences fondamentales et tout particulièrement à la physique-chimie.

En complément de ce rapport, deux addenda rédigés en février 2021 figurent en annexes 9 et 10 du rapport. Le premier a trait à la mise en place de l'enseignement de spécialité physique-chimie de la classe de première de la voie générale et le second concerne l'implication des enseignants de physique-chimie dans l'enseignement scientifique de la voie générale.

Liste des recommandations

Les recommandations sont organisées par thématique, leurs numéros correspondent à leur ordre d'apparition dans le rapport.

Améliorer le pilotage de l'enseignement de la discipline

- Sur le plan des ressources humaines

Recommandation 1 : dresser un état des lieux prospectif des besoins en professeurs de physique-chimie pour les postes spécifiques de STS en vue de redynamiser le mouvement spécifique national en lien avec les inspecteurs territoriaux.

Recommandation 8 : densifier les échanges professionnels entre inspecteurs à l'échelle nationale afin de renforcer leur niveau de compétence et d'intervention au niveau des autorités académiques.

Recommandation 19 : inciter les chefs d'établissement, avec l'appui des corps d'inspections, à définir et à mettre en œuvre une organisation optimale de l'enseignement des sciences et de la technologie en classe de sixième dans le but de construire un enseignement plus intégré.

- Pour mieux appréhender les acquis des élèves

Recommandation 16 : exploiter davantage les examens – en amont, dans la conception des épreuves et, en aval, dans l'exploitation des résultats obtenus par les élèves – pour recueillir des informations sur les acquis des élèves.

- Pour renforcer les liens avec les partenaires de l'École

Recommandation 13 : lancer une étude sur les modalités d'un renforcement et d'une optimisation du partenariat entre l'École et les acteurs de la culture scientifique, technologique et industrielle.

Améliorer la formation initiale et le recrutement des enseignants

Recommandation 3 : renforcer la composante disciplinaire théorique et expérimentale de la formation en amont et en aval du concours du CAPES externe de physique-chimie.

Recommandation 4 : engager une réflexion sur l'articulation entre les concours externe et externe spécial de l'agrégation de physique-chimie, en lien avec les missions particulières pouvant être confiées aux agrégés.

Améliorer la formation continuée des enseignants

Recommandation 11 : inciter les laboratoires de recherche en didactique à proposer des ressources numériques (vidéos, cours en ligne ouverts à tous – CLOT ou MOOC en anglais – parcours M@gistère) pour accompagner les formations initiales et continue des enseignants en didactique.

Recommandation 12 : promouvoir, dès lors que c'est possible, la démarche d'interdisciplinarité lors de la conception des épreuves certificatives des élèves.

Recommandation 14 : concevoir et mettre en place des formations disciplinaires et didactiques axées sur la progressivité des apprentissages afin de faciliter les transitions durant le parcours de l'élève.

Recommandation 15 : mettre à disposition des professeurs des repères de formation interdisciplinaires ancrés sur les programmes et explicitant les liens avec certains sujets sociétaux auxquels la science peut apporter un éclairage spécifique.

Recommandation 17 : accompagner les professeurs par des actions de formation sur les enjeux liés à l'articulation entre expérimentation et conceptualisation.

Améliorer les conditions matérielles et organisationnelles de l'enseignement de la discipline

Recommandation 2 : généraliser l'existence d'une lettre de mission du recteur pour les enseignants exerçant la fonction d'attaché de laboratoire et compléter la circulaire n° 2015-057 du 29 avril 2015 pour préciser les contextes d'enseignement dans lesquels la mise à disposition d'un enseignant exerçant la fonction d'attaché de laboratoire est envisageable.

Recommandation 5 : publier une fiche de répertoire des métiers de technicien et d'adjoint technique de laboratoire en EPLE dans le référentiel des emplois-types de la recherche et de l'enseignement supérieur (REFERENS).

Recommandation 6 : renforcer la place des personnels de laboratoire dans la communauté éducative de l'établissement.

Recommandation 7 : rédiger un vade mecum identifiant les tâches associées au suivi d'un laboratoire de sciences en EPLE.

Recommandation 9 : régler définitivement la question de la présence de substances radioactives dans les établissements scolaires publics et privés.

Recommandation 10 : élaborer des guides nationaux non prescriptifs relatifs aux locaux et aux équipements en physique-chimie.

Recommandation 20 : rédiger des repères de formation concernant l'enseignement de sciences et technologie en troisième prépa-métiers.

Promouvoir un Plan sciences axé sur l'école et le collège

Recommandation 18 : dans le cadre d'un Plan sciences axé sur l'école et le collège :

- élaborer de nouvelles ressources de sciences et de technologie privilégiant l'articulation avec les apprentissages fondamentaux à l'École ;
- articuler la formation initiale et la formation continuée durant les premières années de carrière des professeurs afin d'apporter les compléments de formation nécessaire en sciences et technologie ;
- nommer un chargé de mission pour le suivi national de la mise en œuvre du plan.

La mission intitulée *État de la discipline physique-chimie : bilan et perspectives* est inscrite au programme de travail¹ des deux inspections générales pour l'année scolaire 2018-2019. Elle y figure dans la rubrique Études thématiques particulières de la partie Missions relatives à l'Éducation nationale.

La mission se déroule dans le contexte de la mise en œuvre de la réforme du baccalauréat et du lycée d'enseignement général et technologique, et de la transformation du lycée professionnel. Ce point est pris en compte dans les éléments constitutifs du rapport chaque fois que cela a été jugé opportun.

Introduction

Objectifs visés

Élaborer un document de référence

Ce travail porte l'ambition de permettre aux décideurs, membres des sociétés savantes, inspecteurs, formateurs et enseignants de disposer d'un document de référence mettant en avant les caractéristiques de la discipline tout en précisant les conditions de son enseignement et de ses évolutions. L'objectif est également d'éclairer les chefs d'établissement dans le cadre de la conduite de la politique pédagogique de leur établissement ainsi que les directeurs d'école. Enfin, ce rapport formule des recommandations qui visent à améliorer la qualité de l'enseignement de la discipline physique-chimie sous différents aspects.

Conduire une réflexion méthodologique exploratoire

Après avoir dressé, dans une visée synoptique, un état de la discipline physique-chimie, le rapport aborde la délicate question de la qualité de son enseignement du cycle 3 au lycée général et technologique et au lycée professionnel. Ce dernier point est abordé dans toute sa complexité au moyen d'une mosaïque de regards utilisant des indicateurs variés dont la pertinence est questionnée. Cette mission revêt donc un caractère exploratoire dans la mesure où elle permettra ensuite d'analyser la méthodologie suivie pour établir cet état, les indicateurs retenus pour juger de la qualité de l'enseignement, la pertinence et l'intérêt pour les décideurs des informations recueillies et des conclusions formulées et enfin, les conditions de la transférabilité dans la perspective de l'examen d'autres disciplines scolaires.

Méthodologie

La mission est constituée de huit inspecteurs généraux du collège « Expertise disciplinaire et pédagogique » – cinq du groupe physique-chimie, trois des groupes mathématiques, sciences et techniques industrielles et sciences et technologies du vivant, de la santé et de la Terre –, de deux inspecteurs généraux du collège « Établissements, territoires et politiques éducatives » et d'un inspecteur général du collège « Enseignement supérieur, recherche et innovation ». Dans le cadre d'une mission dont le sujet est *a priori* très disciplinaire, cette composition favorise une forme de décentrement et de prise de distance qui assure un enrichissement des regards portés sur les différents thèmes traités et une plus grande robustesse des constats formulés.

Six axes d'investigation sont privilégiés :

- un recueil complet de données statistiques auprès de la direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (DEPP), de la direction générale des ressources humaines (DGRH) et du service systèmes d'information et des études statistiques (SIES) du ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation ;
- une exploitation des rapports existants ;
- la diffusion d'une enquête nationale en direction des IA-IPR de physique-chimie, des IEN de l'enseignement général de la spécialité mathématiques - physique-chimie et des IEN du premier degré chargés de mission sciences ;
- des auditions de personnalités, de représentants des collectivités territoriales, de l'Académie des sciences, de sociétés savantes, de la Conférence des doyens et directeurs des unités de formation et de recherche (UFR) scientifiques, de l'Assemblée des directeurs d'instituts universitaires de

¹ Le programme de travail est publié au BOEN n° 32 du 6 septembre 2018.

technologique, du réseau national des écoles supérieures du professorat et de l'éducation, d'associations de professeurs, etc. ;

- des visites de terrain de trois jours dans cinq académies de typologies différentes : Grenoble, Lille, Limoges, Nancy-Metz et Rennes ;
- un regard sur l'international grâce aux contributions de la délégation aux relations européennes et internationales et à la coopération (DREIC) du ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse et à France éducation international (ex CIEP, Centre international d'études pédagogiques).

Ce recueil d'informations permet aux membres de la mission de disposer d'un ensemble particulièrement riche de données quantitatives et qualitatives aptes à nourrir l'essentiel des sujets traités dans ce rapport.

1. Pourquoi enseigne-t-on la physique-chimie ?

Un débat qui engage deux conceptions : science éducatrice ou science utilitaire

La question de la finalité de l'enseignement des sciences expérimentales est traversée par un débat qui oppose une approche culturelle et éducative à une vision pratique et utilitariste :

- l'éducation scientifique vise-t-elle le développement de qualités intellectuelles chez tous les jeunes ou la formation des futurs techniciens, scientifiques et ingénieurs ?
- l'enseignement des sciences expérimentales vise-t-il la formation des spécialistes ou une culture scientifique pour tous ?
- l'éducation aux sciences expérimentales vise-t-elle une formation professionnelle, une préparation « utilitaire » à l'entrée dans une société techno-scientifique devant maîtriser son impact environnemental, ou l'acquisition d'une culture générale, de méthodes d'analyses et de raisonnements contribuant à la formation du futur citoyen, éclairé et capable d'objectivité et de rationalité ?

Ces couples d'opposition balisent utilement la réflexion, mais ne sauraient trop la contraindre, car le curriculum de physique-chimie, par son histoire même et les réformes successives, recouvre une réalité plurielle et complexe qui engage l'articulation de plusieurs finalités.

La mission examine quelques finalités que le système éducatif souhaite attacher à l'enseignement des sciences expérimentales, particularisé autant que faire se peut, à l'enseignement de la physique-chimie.

1.1. Enseigner la physique-chimie pour elle-même

Les contenus scientifiques définissent en eux-mêmes un objectif de formation

La finalité de l'enseignement d'une discipline n'est pas uniquement à rechercher à l'extérieur de cette discipline. Ce à quoi répond par exemple une visée sociale (former le citoyen) ou une visée pratique (formation professionnelle). La raison de l'enseignement de la discipline scolaire est à chercher dans les contenus de la discipline savante dont la pertinence et l'authenticité sont garanties par la communauté scientifique. La discipline savante, en tant que corpus de connaissances structuré reposant sur la mise en œuvre d'une démarche expérimentale, s'exprimant sous la forme d'un système formel de lois mathématiquement énoncées, est le savoir accumulé par les chercheurs au cours des siècles. Ainsi conçus, les contenus scientifiques fournissent en eux-mêmes un but de formation et l'éducation aux sciences est définie en référence aux contenus des disciplines savantes ; cette position n'exclut pas des ajustements curriculaires ou didactiques.

1.2. La finalité culturelle de l'enseignement de la physique-chimie

La science comme production humaine majeure

Les sciences expérimentales font partie de l'histoire culturelle de l'Humanité et constituent un patrimoine immatériel (théories, méthodes, expériences) et matériel (instruments, techniques, etc.) vivant qu'il nous

revient de connaître, de transmettre et de cultiver². Cette approche culturelle veut réconcilier les sciences, l'histoire et la culture, en proposant aux élèves de considérer les sciences expérimentales comme une production humaine majeure. Il s'agit de mobiliser l'histoire et les questions de l'actualité pour montrer que la physique et la chimie ne sont pas des sciences sans rapport avec les problématiques humaines. Cette approche invite à aborder la rationalité techno-scientifique comme une composante majeure de notre civilisation et de notre culture dont l'empreinte sur nos sociétés n'a sans doute jamais été aussi forte. « *La visée culturelle de l'éducation scientifique revêt une dimension opérationnelle dans la rénovation pédagogique et curriculaire de l'enseignement des sciences expérimentales et de technologie* »³, l'élève se familiarisant « *avec les évolutions de la science et de la technologie, ainsi que leur histoire, qui modifient en permanence nos visions et nos usages de la planète* »⁴.

1.3. L'éducation aux sciences du futur citoyen

La culture scientifique, un enjeu majeur de formation pour tous

L'accélération des progrès scientifiques et technologiques et la multiplication des innovations qui en résulte dans notre environnement quotidien, simultanément à l'implication des sciences et des technologies dans les enjeux sociétaux et environnementaux, ont conduit à poser à nouveaux frais⁵ la question de la contribution de l'éducation scientifique à la formation du futur citoyen. De fait, la « culture scientifique » (en anglais, *scientific literacy*) est devenue depuis plusieurs années un enjeu majeur de formation pour tous à l'échelle internationale. Une formation à la citoyenneté est ainsi visée afin d'outiller les élèves pour qu'ils appréhendent des problèmes impliquant les sciences et les technologies dans leur vie future.

L'institution scolaire a repris l'objectif et la lettre de cette orientation socio-éducative de l'enseignement des sciences expérimentales dans le socle commun de connaissances, de compétences et de culture notamment dans le domaine quatre intitulé *Les systèmes naturels et les systèmes techniques* où il est indiqué que « *ce domaine a pour objectif de donner à l'élève les fondements de la culture mathématique, scientifique et technologique nécessaire à une découverte de la nature et de ses phénomènes, ainsi que des techniques développées par les femmes et les hommes* »⁶.

La référence institutionnelle à une « culture mathématique, scientifique et technologique » se comprend aussi dans le cadre de l'approche par compétences mise en œuvre dans le socle commun, qui vise à renouveler l'enseignement disciplinaire et à donner du sens à la culture scolaire fondamentale, en construisant des ponts entre les disciplines et leur mise en situation dans des contextes variés proches de la vie réelle.

Les principaux objectifs de formation visés par le domaine *Les systèmes naturels et les systèmes techniques* sont les suivants :

- comprendre le monde qui nous entoure et notre environnement quotidien ;
- former l'esprit scientifique ;
- développer une attitude positive à l'égard des sciences ;
- comprendre les défis sociétaux et environnementaux.

L'introduction de thèmes sociétaux et environnementaux marque un enrichissement en même temps qu'une rupture. Il s'agit ici de viser la compréhension par l'élève du fonctionnement des sciences et de leur implication dans la société. Cette évolution consiste à établir des relations entre divers contextes – histoire des sciences, environnement naturel immédiat, problématiques sociétales, etc. – et les apprentissages disciplinaires. Notons que sur les plans didactique et pédagogique, ce processus qui nécessite une

² Cette idée d'un patrimoine scientifique vivant est discutée depuis plusieurs années à l'UNESCO dans le cadre du paradigme du « Patrimoine Immatériel ».

³ Décret n° 2015-372 du 31 mars 2015 relatif au socle commun de connaissances, de compétences et de culture.

⁴ *Ibid.*

⁵ La formation du citoyen a été un enjeu majeur de l'instruction primaire sous la III^{ème} République mais les enjeux qui sous-tendent cette question aujourd'hui n'ont que peu à voir avec ceux qui prévalaient dans la France des années 1880 (anticléricalisme, laïcité, républicains contre monarchistes, etc.).

⁶ *Ibid.*

contextualisation forte n'est pas sans risques : une contextualisation excessive de la formation proposée aux élèves peut conduire à brouiller les enjeux scientifiques visés et à évaluer des compétences qui n'ont rien de scientifique.

C'est là l'enjeu et le pari de la « culture mathématique, scientifique et technologique » : pour mettre des savoirs en relation comme pour contextualiser des apprentissages disciplinaires, il faut une maîtrise relative des savoirs fondamentaux associés qui ne sont pas une dimension parmi d'autres de la « culture mathématique, scientifique et technologique », mais en sont les fondements. C'est donc la formation de l'esprit scientifique du futur citoyen qui est aujourd'hui visée : par les « attitudes » qu'elles développent chez les élèves, et en particulier l'esprit critique, la « culture mathématique, scientifique et technologique » sert potentiellement la promotion éclairée des sciences et des technologies par les futurs citoyens et futurs décideurs que sont les élèves.

1.4. Former les futures générations de scientifiques

Encourager les vocations pour les carrières scientifiques

L'objectif des séries scientifiques et technologiques du lycée est notamment de préparer les élèves à des études supérieures scientifiques et technologiques. S'agissant de la série scientifique S, le constat a été souvent fait : « L'enseignement des sciences en France fonctionne comme outil de sélection scolaire, un peu déconnecté de tout enjeu de culture ou de vocation scientifique »⁷. La réforme du lycée en vue d'un baccalauréat rénové en 2021, en personnalisant davantage les parcours, ambitionne d'offrir aux élèves de la voie générale la possibilité d'une meilleure préparation à une poursuite d'études scientifiques. Au sein de la voie technologique, les séries sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) et sciences et technologies de laboratoire (STL) accueillent moins de 10 % des effectifs des élèves scolarisés en première et en terminale des voies générale et technologique. La réforme du lycée de 2010 a précisé les objectifs de formation de ces séries : elles aspirent à mieux préparer les élèves à la poursuite d'études, y compris longues ; objectifs ambitieux, mais non remis en cause par la réforme du lycée actuellement en cours. L'enjeu socio-économique est d'importance. Il s'agit de pourvoir aux compétences scientifiques et techniques dont le pays a besoin pour maintenir sa place dans le monde de la recherche, de l'industrie et de l'économie.

Conclusion : une double finalité à préserver et renforcer

De ce tableau brossé à grands traits, il ressort que, par-delà des oppositions trop simples (science éducatrice ou science utilitaire), la question de la finalité de l'enseignement des sciences expérimentales engage la question de l'articulation entre la visée éducative de formation aux sciences et la visée sociale de formation aux sciences du futur citoyen. Eu égard à l'emprise des sciences et des technologies sur nos sociétés, il paraît indispensable de renforcer à la fois la formation des futurs scientifiques et la diffusion d'une culture scientifique et technologique pour que la pensée scientifique ne soit plus l'apanage des seuls scientifiques.

2. Histoire récente de la discipline physique-chimie

2.1. Au collège et au lycée général et technologique

L'enseignement de la physique-chimie, comme celui des autres disciplines, a connu plusieurs réformes⁸ au cours des XX^{ème} et XXI^{ème} siècles au lycée, comme au collège. Le choix a été fait de dégager les grandes tendances dans les évolutions récentes⁹ qui ont conduit aux programmes d'enseignement aujourd'hui en vigueur.

⁷ Rapport IGEN-IGAENR n° 2007-090, *La série scientifique au cycle terminal du lycée : articulation avec le cycle de détermination et orientation vers les études supérieures*, novembre 2007.

⁸ Huit réformes des programmes de physique-chimie au lycée sont identifiées au cours des XX^e et XXI^e siècles : 1902, 1920, 1942, 1980, 1992, 1999, 2010, 2019.

⁹ Le GRIESP, groupe de recherche et d'innovation pour l'enseignement des sciences physiques, piloté par le groupe physique-chimie de l'inspection générale de l'éducation nationale, a, en partie, contribué à ces évolutions et a accompagné leur mise en œuvre.

2.1.1. Des connaissances aux compétences

À partir des années 1980, les programmes successifs énoncent les attendus de la formation en matière d'apprentissage à travers des connaissances et capacités exigibles. Parallèlement, à partir de la réforme du lycée en 1999, la physique-chimie s'inscrit explicitement dans un cadre plus large, en se présentant comme une composante de l'enseignement des sciences¹⁰ permettant d'acquérir les compétences de la démarche expérimentale. En 2010, au lycée, les programmes de physique-chimie s'organisent non plus autour des domaines disciplinaires traditionnels – mécanique, optique, chimie des solutions, etc. – mais autour de thématiques sociétales – la santé, la pratique du sport et l'Univers en seconde, par exemple – et d'étapes de la démarche scientifique – observer, comprendre, agir en classes de première et de terminale S, par exemple. La discipline se met « au service des compétences et aptitudes de science »¹¹, s'attachant à la fois à la formation des citoyens et des futurs scientifiques. Les programmes de collège de 2016, comme ceux du lycée entrant en vigueur en 2019, forment à et par la démarche scientifique, et visent des compétences transversales liées à cette démarche ainsi qu'à des notions et des capacités exigibles désormais structurées en quatre domaines thématiques¹² identiques tout au long du cursus, ce qui facilite la spiralisation.

2.1.2. L'évolution de la place et des enjeux de la pratique expérimentale

D'exercices pratiques guidés à des démarches expérimentales avec prise d'initiative

La prise de conscience du rôle et de l'importance de la démarche personnelle (le « faire par soi-même ») dans l'apprentissage des sciences est apparue dans la seconde moitié du XIX^{ème} siècle. C'est en 1902 que furent introduits les exercices pratiques pour illustrer les phénomènes en physique-chimie ; les réformes successives de la fin du XX^{ème} siècle ont conduit à l'introduction d'un exercice à caractère expérimental dans l'épreuve écrite du baccalauréat, puis à l'institution en 2003 d'une épreuve pratique au baccalauréat scientifique (S et STL). Cette affirmation de la composante expérimentale de la physique-chimie s'est accompagnée ultérieurement d'un changement d'objectif : on est passé de capacités techniques à faire acquérir, l'élève étant en posture d'exécutant, au développement de compétences expérimentales, l'élève pratiquant désormais une démarche expérimentale avec davantage d'autonomie. L'évaluation par compétences de l'épreuve pratique des baccalauréats des séries scientifique (S) et sciences et technologie de laboratoire (STL) a été mise en place à partir de 2013, après qu'elle avait déjà été installée dès 2011 dans les contrôles en cours de formation (CCF) des baccalauréats professionnels du domaine de la production.

Ces épreuves pratiques organisées dans les établissements ont largement contribué à l'évolution des pratiques professionnelles, les enseignants parvenant plus aisément à associer tâches et compétences expérimentales notamment grâce à l'accompagnement des corps d'inspection autour de ces modalités d'évaluation.

2.1.3. L'évolution de la place du numérique

De l'ordinateur outil de laboratoire au codage et à la programmation en physique-chimie

L'utilisation des outils numériques en physique-chimie est l'un des marqueurs de l'histoire de la discipline¹³. L'usage des ordinateurs comme outils de laboratoire – expériences assistées par ordinateur, tableur, etc. –, de collecte d'informations, d'animation et de simulation a été encouragé dans les préambules des programmes successifs et fait l'objet de capacités exigibles dans les programmes de 2019. Dans ces nouveaux programmes, l'usage de la programmation et du codage dans certaines situations devient une composante à part entière de l'enseignement. Cette évolution a notamment pour objectif de rendre les élèves conscients des méthodes et des outils employés dans la simulation numérique de phénomènes physiques ou chimiques.

¹⁰ Voir l'introduction commune aux sciences au lycée en 2000, le plan de rénovation des sciences et de la technologie à l'école primaire en 2001 (PRESTE), le socle et la démarche d'investigation au collège en 2008.

¹¹ Programme de physique-chimie en classe de première de la série scientifique. BOEN spécial n° 9 du 30 septembre 2010.

¹² Constitution et transformations de la matière, Mouvement et interactions, Énergie : conversions et transferts, Ondes et signaux.

¹³ Dès les années 1980-1990, l'ordinateur a trouvé une place importante dans les laboratoires et dans les séances de travaux pratiques.

2.1.4. Le rôle de la contextualisation

D'une ouverture sur le quotidien pour éveiller la curiosité à des mises en situation contextualisées pour pratiquer des démarches expérimentales puis de modélisation

Bien que les programmes aient très longtemps été constitués uniquement des notions et des lois à travailler dans certains grands domaines de la physique et de la chimie, les préambules ont commencé à recommander, à partir des années 1980, une « *ouverture sur les phénomènes que les élèves côtoient dans la vie quotidienne pour éveiller leur curiosité et leur donner l'envie d'en savoir davantage et de le savoir mieux* »¹⁴. Les programmes se sont ensuite inscrits de manière très volontariste dans la contextualisation pour introduire les notions, puis pour les réinvestir, avec les premières entrées thématiques en lycée¹⁵, comme en collège, de manière à rendre l'enseignement moins formel et moins coupé du monde extérieur¹⁶. Les nouveaux programmes de lycée de 2019 n'identifient plus de contexte spécifique ; cependant, l'activité de modélisation, objectif prioritaire de la formation, ne peut se concevoir qu'à partir de situations réelles dont le choix du contexte est laissé à la liberté pédagogique de l'enseignant.

2.1.5. La place de la physique et de la chimie modernes

Une part accordée à la physique et à la chimie modernes dépendant des objectifs assignés aux programmes

L'introduction d'éléments de physique moderne a été fortement encouragée dans les années 1980 par la commission Lagarrigue¹⁷ pour mettre à portée des élèves des découvertes récentes et donner ainsi une image vivante de la discipline. Les réformes successives ont conservé ou supprimé certains de ces éléments ou en ont introduit de nouveaux¹⁸ en fonction des objectifs assignés aux programmes ; la volonté de développer l'appétence pour les sciences a conduit à renforcer ces éléments alors que le développement de compétences de la démarche scientifique, expérimentale et de modélisation, s'appuie moins aisément sur la physique et la chimie modernes. Les nouveaux programmes de physique-chimie proposés dans le contexte de la réforme du baccalauréat 2021 font le choix de convoquer moins souvent que les précédents des éléments de physique et de chimie modernes.

2.1.6. La question de l'évaluation

D'une évaluation des élèves centrée sur les connaissances à la prise en compte de tâches avec prise d'initiative

Dans les années 1980, une classification des questions posées dans les devoirs a été introduite pour construire des évaluations équilibrées en connaissances, applications et raisonnements. À partir de 2009, pour accompagner l'évaluation des compétences du socle commun, des banques nationales de situations disciplinaires et interdisciplinaires, comportant des tâches avec prise d'initiative (dites « tâches complexes »), ont été élaborées à destination des enseignants de collège. De même, l'approche par compétences de l'enseignement au lycée a conduit, lors de la réforme 2010, à engager une évolution des épreuves pratiques et écrites du baccalauréat vers des tâches avec prise d'initiative comme la « résolution de problème » ; un vade mecum sur la conception et l'analyse des évaluations¹⁹ a accompagné ces évolutions.

2.1.7. L'évolution des volumes horaires des élèves consacrés à la physique-chimie

Une diminution marquée de l'exposition des élèves à la discipline physique-chimie

La mission s'est attachée à quantifier l'évolution de l'exposition des élèves à la discipline physique-chimie dans leurs études secondaires au cours des vingt-cinq dernières années. Un indicateur a été conçu²⁰ dans une

¹⁴ Arrêté du 26 janvier 1981 relatif à la classe de seconde publié au BOEN spécial n° 1 du 5 mars 1981.

¹⁵ Notamment à partir de 1992 en chimie grâce à l'impulsion des Olympiades nationales de chimie qui, proposant des thèmes sociétaux tous les ans, mettent à disposition des ressources.

¹⁶ Par exemple en collège, pour la chimie : en classe de cinquième « L'eau dans notre environnement » ; en classe de quatrième « De l'air qui nous entoure à la molécule » et en classe de troisième « La chimie, science de la transformation de la matière », BOEN spécial n° 6 du 28 août 2008.

¹⁷ Radioactivité, accélérateurs de particules, éléments de relativité restreinte, etc.

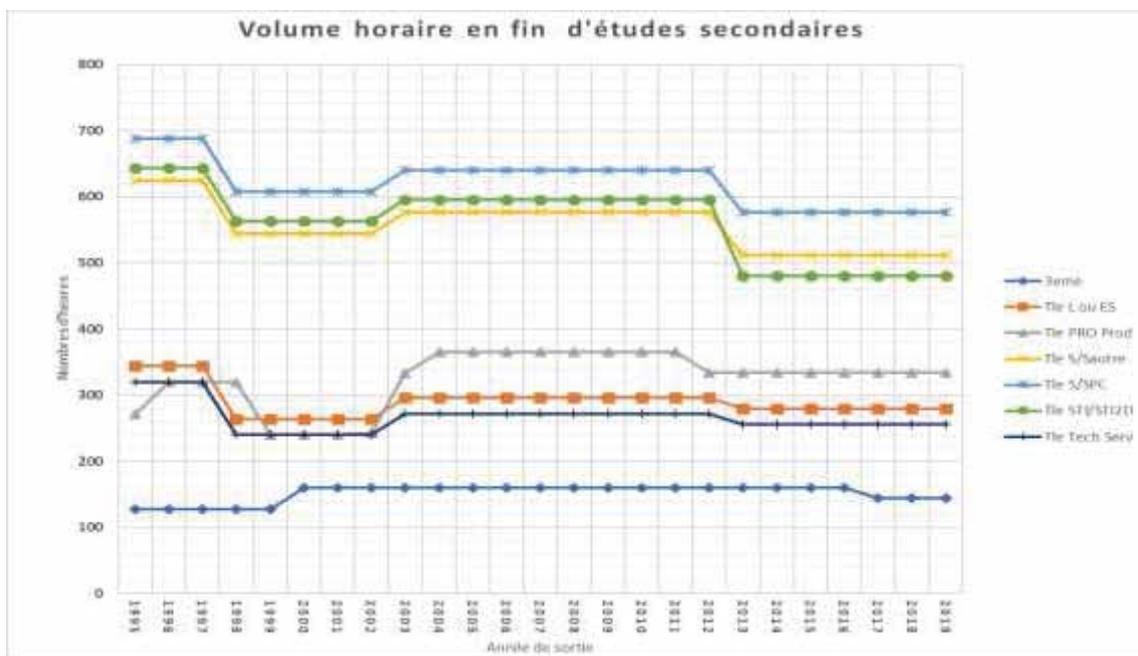
¹⁸ Notamment lors de la réforme de 2010 : physique quantique, relativité, spectroscopies IR et RMN.

¹⁹ <https://eduscol.education.fr/physique-chimie/se-former/regard-sur-lenseignement-de-physique-chimie/evolution-de-lenseignement-de-la-physique-et-de-la-chimie.html>

²⁰ La construction de cet indicateur est précisée en annexe 3.

logique de parcours individuel de l'élève : il comptabilise le nombre d'heures d'enseignement de physique-chimie qu'un élève, ayant suivi un parcours donné, a reçu au cours de toute sa scolarité secondaire, depuis la classe de sixième jusqu'à celle où il termine sa scolarité.

Figure 1 : volume horaire en fin de parcours d'un élève en fonction de l'année de sortie des études secondaires.
Exemples de parcours



Exemple : Un élève ayant suivi le parcours standard de terminale S, sans suivre la spécialité physique-chimie (item Tle S/Sautre) et ayant effectué son année de terminale en 2008-2009 aura bénéficié de 576 heures d'enseignement de physique-chimie pendant sa scolarité secondaire.

La figure 1 montre l'évolution du nombre total d'heures d'enseignement en physique-chimie en fonction de l'année où l'élève termine sa scolarité secondaire, pour plusieurs parcours des voies générale, technologique et professionnelle. En fin de collège le nombre d'heures dispensées a augmenté sur la période considérée – il passe de 128 heures en 1997 à 144 heures en 2018, avec un maximum de 160 heures entre 2000 et 2016. Dans la série scientifique de la voie générale, avec ou sans spécialité, ce nombre a considérablement diminué, perdant environ une centaine d'heures entre 1997 et 2018, soit l'équivalent de plus d'une année complète de physique-chimie en première S actuelle. La diminution est encore plus marquée pour les parcours technologiques²¹ de production comme la filière STI/STI2D, qui a perdu environ 160 heures d'enseignement de physique-chimie sur la même période. Ces volumes horaires sont restés beaucoup plus stables pour les autres parcours : voie générale non scientifique, voie professionnelle des secteurs de la production et des services. L'annexe 3 propose également une analyse prospective jusqu'à la session 2023 du baccalauréat qui conclut à une diminution probable de l'exposition moyenne des élèves de la voie générale à la physique-chimie, celle-ci sera particulièrement marquée pour les élèves qui ont un intérêt pour les sciences mais pas spécifiquement pour la physique-chimie ; la logique d'un choix progressif de trois puis de deux enseignements de spécialité est à l'origine de ce constat. Notons enfin que le volume horaire d'exposition à la physique-chimie des profils les plus « spécialisés » en physique-chimie augmentera d'environ 5 %.

2.2. Au lycée professionnel

L'enseignement de la physique-chimie au lycée professionnel a connu deux évolutions majeures au cours des deux dernières décennies.

²¹ On peut noter la disparition, avec la réforme du lycée de 2019, d'un enseignement de physique-chimie en classe de terminale de la série STD2A et en classes de première et terminale de la série S2TMD.

2.2.1. L'ajout d'une composante expérimentale à la formation en 1996

La première évolution fait suite à la révision des programmes du baccalauréat professionnel en 1996²². Les programmes ont alors installé une formation expérimentale, sous l'intitulé *Formation méthodologique de base* (FMB), pour toutes les spécialités de baccalauréats professionnels dispensant un enseignement de physique-chimie. Cette formation a été adossée à un programme constitué « d'unités de formation spécifiques » propres à chaque spécialité (80 baccalauréats professionnels à l'époque). Le programme de la formation méthodologique de base a identifié une série de compétences exigibles, consistant en méthodes, savoir-faire expérimentaux et aptitude au compte rendu d'une étude expérimentale. L'utilisation des ordinateurs et des interfaces était déjà encouragée « dès lors que l'équipement de l'établissement le permet », en particulier pour l'acquisition et le traitement de données et la modélisation. L'enseignement de physique-chimie était alors de deux heures par semaine ; ce qui, déduction faite des semaines de formation en entreprise, revenait à cent heures effectives sur le cycle terminal. En moyenne, vingt-cinq heures étaient consacrées à la formation expérimentale qui était dispensée lors de séances de travaux pratiques de deux heures. Une banque nationale de sujets a été mise en place et la FMB a fait l'objet d'une épreuve d'une durée de quarante-cinq minutes au baccalauréat, notée à part égale avec la partie écrite.

Cette organisation a eu le mérite de donner une forte impulsion à la mise en œuvre d'un enseignement expérimental de physique-chimie dans les lycées professionnels, en particulier grâce à un accompagnement financier très important de l'État et des régions pour les équipements²³.

Cependant, la formation de physique-chimie au sein des brevets d'études professionnelles (BEP) de deux ans, qui constituait alors une propédeutique au baccalauréat professionnel, est restée très inégale et hétérogène, en particulier dans le domaine expérimental ; et ce, d'autant plus que dans la plupart des établissements, la certification consistait en une épreuve écrite « théorique » – à l'exception de ceux qui pratiquaient le contrôle continu. En certificat d'aptitude professionnelle (CAP), la rareté de la pratique expérimentale était plus marquée, malgré les recommandations faites autour de « classes laboratoires ».

2.2.2. L'accent mis sur la démarche d'investigation et sur l'expérimentation lors de la rénovation de la voie professionnelle de 2009

La seconde évolution marquante est intervenue en 2009 avec la rénovation de la voie professionnelle et le passage à la préparation du baccalauréat professionnel en trois ans. Ce passage a permis de généraliser la démarche scientifique expérimentale à tous les élèves du lycée professionnel²⁴. Les nouveaux programmes de sciences physiques et chimiques du baccalauréat professionnel en trois ans mettent l'accent sur la démarche d'investigation et sur l'expérimentation²⁵. La démarche d'investigation est alors décrite par les compétences qu'elle permet de construire chez l'élève en s'appuyant sur un questionnement relatif au monde qui l'entoure. Le préambule insiste sur la nécessité de réaliser des activités de synthèse : « *Des activités de synthèse et de structuration des connaissances et des capacités visées concluent la séance d'investigation, d'expérimentation ou de résolution de problèmes* ». Il invite à utiliser les outils numériques chaque fois que leur utilisation apporte une plus-value et facilite la modélisation.

Les professeurs ont été incités à prendre appui sur des situations liées aux champs professionnels ou de la vie courante. Cependant, le programme s'est appuyé sur un socle commun important, complété d'unités spécifiques dans six champs professionnels regroupant tous les baccalauréats professionnels concernés.

Avec le temps, la facilité a conduit à s'appuyer davantage sur des situations de la vie courante, le lien au domaine professionnel se distendant dès lors ; ce que la « co-intervention » installée dans les nouveaux programmes applicables à la rentrée scolaire 2019-2020 devrait corriger.

²² BOEN n° 33 du 19 septembre 1996.

²³ Daniel Secrétan, *L'enseignement des sciences physiques dans les sections de baccalauréat professionnelle : compte rendu d'innovation*, in *Didaskalia* n 13, p. 145 à 165.

²⁴ Le changement d'échelle est considérable : avant la réforme (2005) on comptait 191 444 élèves de baccalauréat professionnel concernés par la FMB et 427 781 élèves de BEP non concernés ; après la réforme (2010), ce sont 517 274 élèves de baccalauréat professionnel et 117 000 de CAP qui bénéficient d'une formation expérimentale en physique-chimie.

²⁵ BOEN spécial n° 2 du 19 février 2009.

Les CAP n'ont pas été ignorés lors de cette rénovation. De nouveaux programmes²⁶ affichent également la double ambition de parvenir à la maîtrise des compétences du socle commun de connaissances et de compétences, et de généraliser dans ces formations la pratique expérimentale.

Le contrôle en cours de formation (CCF) en sciences physiques et chimiques du baccalauréat professionnel, du BEP et du CAP a été organisé en « situations d'évaluation » comportant une ou deux activités expérimentales composées d'une ou plusieurs expériences dont certaines peuvent être assistées par ordinateur. L'évaluation a été conçue comme un sondage probant sur des compétences du programme, les notions évaluées ayant été étudiées précédemment.

En conclusion : des objectifs de formation de plus en plus ambitieux

On constate que les objectifs de l'enseignement de la physique-chimie en lycée professionnel ont été de plus en plus ambitieux : d'abord, développer des compétences expérimentales scientifiques en situation observer, mesurer, interpréter, rendre compte – puis mettre en œuvre une démarche expérimentale scientifique – répondre à une problématique en suivant un protocole, modéliser – et enfin développer une démarche d'investigation – résoudre une problématique en s'appuyant sur une démarche expérimentale choisie.

La durée d'enseignement étant toujours à peu près la même au fil des rénovations, l'enseignement de la physique-chimie en lycée professionnel est demeuré en tension entre l'acquisition de connaissances et de compétences disciplinaires, et le développement des compétences expérimentales. Les modalités de certification ont eu une incidence directe sur les pratiques en classes qui ont fortement évoluées ces dernières années avec une prise en compte réelle des compétences de la démarche scientifique par les professeurs ; cependant le constat est fait par la mission d'une tendance à un formatage des séances qu'il est indispensable de questionner à nouveau avec pour objectif de proposer aux élèves une plus grande diversité d'approches pédagogiques.

3. État des lieux de la discipline physique-chimie

3.1. Les acteurs

3.1.1. L'enseignement de la physique-chimie dans les cursus de formation des élèves et des étudiants²⁷

À l'école et au collège, une discipline progressivement identifiée dans le parcours d'un élève

La physique-chimie est une discipline qui acquiert progressivement une identité propre lors du parcours d'un élève de l'école au collège à l'instar de la technologie ou des sciences de la vie et de la Terre, et contrairement aux mathématiques identifiées comme telles dès le début de la scolarité.

Ainsi dès le cycle 1, le programme d'enseignement de l'école maternelle²⁸ identifie des notions relevant de la physique-chimie notamment dans la sous-partie *Explorer le monde du vivant, des objets et de la matière*. Il en est de même²⁹ au cycle 2 dans la partie *Questionner le monde* puis au cycle 3 dans celle intitulée *Sciences et technologie*. Ce n'est qu'au cycle 4, à partir de la classe de cinquième, que les programmes d'enseignement identifient spécifiquement la discipline physique-chimie.

Au cours des cycles 3 et 4, le poids relatif des heures consacrées aux sciences et à la technologie³⁰ évolue de 8 % à 17 %.

²⁶ BOEN n° 9 du 30 septembre 2010.

²⁷ On pourra se rapporter au schéma de l'annexe 4.

²⁸ BOEN spécial n° 2 du 26 mars 2015.

²⁹ BOEN spécial n° 11 du 26 novembre 2015.

³⁰ Au cycle 2, 2 h 30 sur les 24 heures hebdomadaires sont consacrées à la partie « Questionner le monde ». Au cours des deux premières années du cycle 3, 2 h sur les 24 hebdomadaires sont consacrées à la partie « Sciences et technologie » ; en classe de sixième, ce sont 4 h sur les 24 heures hebdomadaires. Enfin au cycle 4, 1 h 30 sur les 26 heures hebdomadaires est affectée à l'apprentissage de la physique-chimie

En résumé, une formation aux sciences et à la technologie, forte d'une identification de la discipline physique-chimie au cycle 4, est proposée à tous les élèves dans le cadre de l'enseignement obligatoire³¹.

Durant cette période de formation de l'élève, l'accent est mis sur la mise en œuvre des démarches scientifiques avec une pratique expérimentale simple, mais authentique, et une mobilisation progressive de modèles, d'outils – notamment mathématiques et numériques – et de méthodes. Les questions citoyennes et d'éducation à la sécurité et au développement durable sont incluses dans les objectifs de formation.

Au lycée, une place de la discipline physique-chimie liée au parcours de l'élève

À l'issue de la scolarité obligatoire, deux situations sont possibles selon le choix d'orientation de l'élève.

• **Dans les voies générale et technologique**

Tous les élèves bénéficient d'un enseignement de physique-chimie en classe de seconde générale et technologique³². À compter de la rentrée scolaire 2019, cet enseignement sera de trois heures³³ pour un horaire hebdomadaire d'enseignements communs de 26,5 heures³⁴.

À compter de la rentrée scolaire 2019 :

- tous les élèves de la voie générale³⁵ bénéficieront en classe de première – et en classe de terminale à la rentrée 2020 – d'un enseignement scientifique de deux heures par semaine et auront la possibilité de suivre un enseignement de spécialité physique-chimie de quatre heures en classe de première et de six heures en classe de terminale à compter de la rentrée scolaire 2020³⁶ ;
- concernant les élèves de la voie technologique, seuls ceux³⁷ des séries³⁸ ST2S (sciences et technologies de la santé et du social), STL (sciences et technologies de laboratoire), STD2A (sciences et technologies du design et des arts appliqués), STI2D (sciences et technologies de l'industrie et du développement durable) bénéficieront d'un enseignement de physique-chimie³⁹ en classe de première et/ou de terminale à compter de la rentrée 2020. On peut souligner l'importance de la place de la physique-chimie dans la série STL option SPCL (sciences physiques et chimiques en laboratoire) et la nouvelle importance qu'elle prend dans la série STI2D.

En classe de seconde, le programme⁴⁰ mis en œuvre à la rentrée 2019 met en avant « *la pratique expérimentale et l'activité de modélisation* ». Cet accent mis sur la pratique expérimentale et l'activité de modélisation perdure dans les programmes de physique-chimie des voies générale et technologique avec une spécificité dans les approches liées à la voie et à la série. Les programmes de la voie générale recourent plus fréquemment à des démarches déductives tout en préservant l'accent mis sur l'expérience, le contexte et le sens, et visent à préparer les élèves à l'enseignement supérieur scientifique ; ceux de la voie

³¹ Ce qui concerne environ 829 000 élèves scolarisés en classe de sixième à la rentrée scolaire 2017, sources : *Repères et références statistiques*, DEPP 2018.

³² Sont concernés 560 000 élèves scolarisés en classe de seconde générale et technologique à la rentrée 2017, sources : *Repères et références statistiques*, DEPP 2018.

³³ Ce doublement de l'horaire par rapport à celui de la classe de troisième, la présence de salles souvent mieux équipées qu'au collège, le niveau d'exigence des programmes ne manquent pas de surprendre certains élèves ; cette transition mérite donc d'être soigneusement accompagnée.

³⁴ Pour plus de détails, on pourra consulter l'arrêté du 16 juillet 2018 relatif à l'organisation et aux volumes horaires de la classe de seconde des lycées d'enseignement général et technologique et des lycées d'enseignement général et technologique agricole.

³⁵ Cela concerne 380 000 élèves dans les classes de premières de la voie générale à la rentrée scolaire 2017, sources : *Repères et références statistiques*, DEPP 2018.

³⁶ Pour plus de détails, on peut se référer à l'arrêté du 16 juillet 2018 relatif à l'organisation et aux volumes horaires des enseignements du cycle terminal des lycées, sanctionnés par le baccalauréat général.

³⁷ Cela représentait en classe de première environ 72 000 élèves à la rentrée scolaire 2017, sources : *Repères et références statistiques*, DEPP 2018.

³⁸ Il convient également de mentionner l'existence de la série STAV (sciences et technologies de l'agronomie et du vivant) présente uniquement dans les lycées agricoles.

³⁹ Pour plus de détails, on peut se référer à l'arrêté du 16 juillet 2018 portant organisation et volumes horaires des enseignements des classes de première et terminale des lycées, sanctionnés par le baccalauréat technologique.

⁴⁰ BOEN spécial n° 1 du 22 janvier 2019.

technologique privilégient des approches plus inductives et contextualisées conformément à la mise en œuvre de la démarche technologique.

- **Dans la voie professionnelle**

Dans les lycées professionnels, et pour les élèves sous statut scolaire, l'enseignement de physique-chimie est dispensé par un enseignant de lycée professionnel relevant de la discipline de spécialité mathématiques - physique-chimie. L'enseignement de la physique-chimie participe des enseignements généraux.

Dans le cadre de la rénovation de la voie professionnelle, un enseignement de physique-chimie est dispensé dans les classes préparant à un baccalauréat professionnel⁴¹ selon les spécialités choisies par les élèves. D'une manière générale, celui-ci est présent dans les spécialités relevant du domaine de la production⁴². Dans les classes préparant à un certificat d'aptitude professionnelle⁴³, une formation de physique-chimie est proposée à tous les élèves⁴⁴ dans le cadre d'un enseignement intitulé mathématiques - physique-chimie.

Les programmes⁴⁵ soulignent la nécessité d'assurer la cohérence de la formation mathématique et scientifique des élèves. Le programme de seconde professionnelle incite également « à faire pratiquer la démarche scientifique, méthode utilisée par le scientifique pour parvenir à comprendre le monde qui nous entoure. Cette méthode se déroule en plusieurs étapes, de l'observation de phénomènes jusqu'à l'établissement de modèles ou de théories en passant par l'expérimentation ».

Les principales formations de l'enseignement supérieur où un enseignement de physique-chimie est dispensé

La liste ci-dessous recense les principales filières au sein desquelles un enseignement de physique-chimie est dispensé au moins en début de formation. Elle ne vise pas l'exhaustivité. Les données numériques concernent l'année scolaire 2017-2018 et sont extraites du document Repères et références statistiques 2018 publié par la direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (DEPP). Notons que, dans l'enseignement supérieur, l'enseignement de la physique est souvent distinct de celui de la chimie.

- **Les sections de techniciens supérieurs (STS)**

La plupart des étudiants inscrits en section de techniciens supérieurs des spécialités de la production 44 000 étudiants inscrits en STS en première année – se voient proposer un enseignement de physique-chimie. Dans trois spécialités, métiers de la chimie, contrôle industriel et régulation automatique, techniques physiques pour l'industrie et le laboratoire, la physique-chimie occupe une place essentielle.

- **Les classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE)**

Un peu plus de 26 000 étudiants sont inscrits en première année de classe préparatoire aux grandes écoles dans la filière scientifique. Ils bénéficient d'un volume d'enseignement de physique-chimie très important : entre sept et quinze heures hebdomadaires selon les classes.

- **Université – cursus licence**

Les étudiants relevant des licences des domaines des sciences (sciences fondamentales et applications, sciences de la nature et de la vie, plurisciences, 84 000 nouveaux entrants à l'université), de la santé (plurisanté, médecine-odontologie, pharmacie, 40 000 nouveaux entrants à l'université) et des sciences et techniques des activités physiques et sportives (17 000 nouveaux entrants à l'université) sont exposés, à des degrés divers, à un enseignement de physique-chimie.

⁴¹ Pour plus de détails, on peut se référer à l'arrêté du 21 novembre 2018 relatif aux enseignements dispensés dans les formations sous statut scolaire préparant au baccalauréat professionnel.

⁴² À la rentrée scolaire 2017, il y avait environ 224 000 élèves sous statut scolaire préparant un baccalauréat professionnel ou brevet des métiers d'art dans les spécialités de la production. Sources : Repères et références statistiques, DEPP 2018.

⁴³ Pour plus de détails on peut se référer à l'arrêté du 21 novembre 2018 relatif à l'organisation et aux enseignements dispensés dans les formations sous statut scolaire préparant au certificat d'aptitude professionnelle (CAP).

⁴⁴ À la rentrée scolaire 2017, il y avait environ 61 000 élèves sous statut scolaire en CAP dans les spécialités de la production. Sources : Repères et références statistiques, DEPP 2018.

⁴⁵ BOEN spécial n° 5 du 11 avril 2019.

- **Université – instituts universitaires de technologie (IUT)**

La plupart des étudiants inscrits dans les instituts universitaires de technologie des spécialités de la production (20 000 étudiants nouveaux entrants en IUT) se voient proposer un enseignement de physique-chimie.

Il existe d'autres filières au sein desquelles est dispensé un enseignement notable de physique-chimie, notamment dans les cycles préparatoires des filières d'ingénieurs (hors CPGE).

Conclusion

La mission souligne que le poids des formations scientifiques dans l'enseignement supérieur atteint 34,5 % en 2017 et, qu'en dix ans, le nombre d'étudiants des formations scientifiques a progressé plus rapidement que celui de l'ensemble de l'enseignement supérieur. En 2017, 40,4 % des étudiants en formation scientifique sont des femmes, avec une forte présence dans les formations de santé de l'université.

3.1.2. Les enseignants

Les enseignants chargés d'un enseignement de physique-chimie

- **Les enseignants de physique-chimie dans le second degré⁴⁶**

Un corps professoral plutôt masculin dont l'effectif est en légère croissance

À la rentrée 2017, l'effectif⁴⁷ total – secteurs public et privé – des enseignants de physique-chimie du second degré face à élèves s'élève à 27 053 et représente 5,9 % de l'effectif de l'ensemble des enseignants du second degré face à élèves. Entre 2009 et 2017, cet effectif a augmenté de 4,6 % alors que celui des enseignants du second degré face à élèves n'a pratiquement pas évolué (+ 0,5 %).

Le pourcentage des femmes enseignantes de physique-chimie atteint respectivement 42,7 % dans le secteur public et 51,1 % dans le privé. Ceci est significativement moins que la part des femmes dans l'ensemble constitué par les enseignants du second degré face à élèves : 57,8 % de femmes dans le secteur public et 65,6 % dans le privé. Aucune évolution notable n'est relevée sur ce plan depuis 2009.

Une moyenne d'âge comparable à celle de la moyenne des autres disciplines

La figure 1 de l'annexe 5 donne l'allure de la pyramide des âges des enseignants de physique-chimie. Cette pyramide atteste d'une volumétrie élevée des recrutements à la fin des années 1980 et au début des années 1990, et d'un recrutement plus limité ces dernières années.

Le tableau 2 de l'annexe 5 montre qu'il n'y a pas de différence notable entre les différentes moyennes d'âge des enseignants de physique-chimie selon des catégories identifiées : on relève cependant que les enseignants du secteur privé sont en moyenne légèrement plus âgés que ceux du secteur public et que les enseignants de physique-chimie sont légèrement plus jeunes (43,3 ans) que ceux des autres disciplines (44,2 ans).

Des enseignants de physique-chimie plus présents au lycée

En 2017, les enseignants de physique-chimie affectés au collège représentent 40,1 % des effectifs contre 49 % pour l'ensemble des disciplines. Notons que, dans le secteur privé, il est courant que les services des enseignants soient partagés entre collège et lycée.

⁴⁶ Cette étude concerne les effectifs des enseignants du second degré (y compris les enseignants du post-baccalauréat en lycée) face à élèves pour les disciplines de rattachement physique-chimie (L1500), physique et électricité appliquée (L1510), mesures physiques et chimiques (L1511) et procédés physico-chimiques (L1512). Le champ géographique est constitué de la France métropolitaine, des départements d'outre-mer (DOM) y compris Mayotte. Les secteurs d'enseignement concernés sont constitués du public et du privé sous contrat. Sans précision supplémentaire, les enseignants relevant des quatre disciplines de rattachement L1500, L1510, L1511 et L1512 sont nommés enseignants de physique-chimie. Les regroupements de grades suivants ont été utilisés : certifiés et assimilés, adjoints et chargés d'enseignement, agrégés, professeurs d'enseignement général de collège (PEGC), professeurs de lycée professionnel (PLP), autres non titulaires, maîtres auxiliaires, contractuels enseignants, enseignants du premier degré, professeurs de chaire supérieure.

⁴⁷ Sources : MENJ-MESRI DEPP, avril 2019.

Un poids important des professeurs agrégés et de chaire supérieure

En 2017, les professeurs de physique-chimie agrégés et de chaire supérieure représentent 20,7 % de l'effectif des enseignants de physique-chimie du secondaire – secteur public et privé – contre 11,6 % pour l'ensemble des disciplines. Cette différence doit être mise en perspective avec le nombre important d'enseignants de physique-chimie affectés en classe préparatoire aux grandes écoles (CPGE) : 1 541 enseignants à la rentrée scolaire 2017, dont 995 professeurs agrégés et 546 professeurs de chaire supérieure.

Une part des femmes qui varie selon les corps d'exercice

En 2017, dans le secteur public, les femmes représentent en moyenne 42,7 % de l'effectif des enseignants de physique-chimie du second degré du public, 44,6 % de celui des professeurs certifiés et assimilés, 37,9 % de celui des professeurs agrégés et 43,2 % de celui des professeurs de chaire supérieure.

Dans le secteur privé, elles représentent 51,1 % de l'effectif des enseignants de physique-chimie du second degré du secteur privé, 54,5 % de celui des professeurs certifiés et assimilés, 30,4 % de celui des professeurs agrégés et 31,2 % de celui des professeurs de chaire supérieure où les effectifs sont par ailleurs très faibles.

Les singularités des disciplines de rattachement L1510, L1511 et L1512⁴⁸

Elles représentent 4,8 % des effectifs des enseignants de physique-chimie. Le tableau 2 précise ci-dessous les répartitions des effectifs suivant les disciplines.

**Tableau 2 : données 2017, enseignants de physique-chimie second degré face à élèves.
France métropolitaine + DOM (y compris Mayotte), secteur d'enseignement public et privé.**

	Femmes	Hommes	Total
L1510	191	1 069	1260
L1511	1	15	16
L1512	7	11	18

Source : MENJ-MESRI DEPP, avril 2019

La figure 3 de l'annexe 5 atteste, quant à elle, d'une faible présence des femmes et de l'arrêt⁴⁹ des recrutements dans ces trois disciplines, ce qui n'est pas sans conséquence sur la capacité de l'institution à pourvoir les postes dans le cadre du mouvement spécifique physique-chimie des STS (cf. page 22).

Une forte croissance des enseignants contractuels de physique-chimie dans le secteur public⁵⁰

La figure 3 montre une croissance extrêmement forte du nombre des enseignants contractuels ces dernières années, et ce, après une période de surnombre disciplinaire important⁵¹.

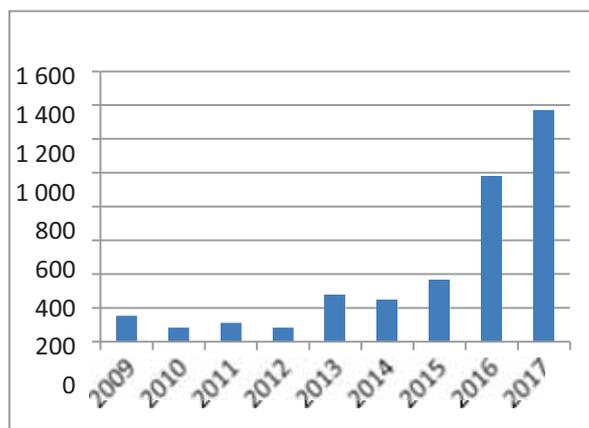
⁴⁸ Physique et électricité appliquée (L1510), mesures physiques et chimiques (L1511) et procédés physico-chimiques (L1512).

⁴⁹ La dernière session du concours du Capes externe de physique et électricité appliquée date de 2004, celle du concours de l'agrégation externe de physique et électricité appliquée de 2011 et celle d'agrégation externe de physique-chimie option procédés physico-chimiques de 2006.

⁵⁰ Les statistiques ci-dessous concernent les enseignants de physique-chimie identifiés dans les bases comme ayant le statut de « contractuel enseignant ».

⁵¹ À la rentrée 2010 les surnombres disciplinaires en L1500 s'élevaient à 530 équivalent temps plein (ETP) liés à la diminution des horaires de physique-chimie lors de la réforme du lycée de 2010 en particulier dans les séries technologiques. Cette situation a conduit à baisser fortement le nombre de postes aux concours de recrutement les années suivantes : 480 postes au CAPES externe en 2010 pour 205 en 2014 afin d'apurer cette situation sans toutefois assécher les viviers universitaires, Sources : DGRH B1-1, décembre 2018. Les surnombres n'étaient plus que de 15 ETP à la rentrée scolaire 2014-2015.

Figure 3 : données 2017, évolution des effectifs des enseignants contractuels de physique-chimie du second degré face à élèves. France métropolitaine + DOM (y compris Mayotte). Public.



Source : MENJ-MESRI DEPP, avril 2019

Notons que la brusque augmentation observée entre 2015 et 2016 correspond à la mise en place de la réforme du collège et du nouvel enseignement de sciences et technologie de quatre heures en classe de sixième⁵². Soulignons que des données récentes de la DGRH indiquent une certaine stabilisation : ainsi, à la rentrée 2018, le nombre de contrats à durée déterminée (CDD) s'élève à 1 348 ETP, soit une hausse de 5,9 % par rapport à 2017 sachant que le nombre de CDD était, par exemple, de 354 ETP en octobre 2015.

La figure 4 de l'annexe 5 précise les effectifs des enseignants contractuels de physique-chimie par académie. Elle montre le poids important des enseignants contractuels dans des académies comme Versailles et Créteil, en n'omettant pas des académies plus petites comme la Guyane où la part d'enseignants contractuels rapportée à l'effectif total des enseignants de physique-chimie du public est très importante.

Ainsi, à la rentrée 2018⁵³, la part des CDD L1500 en physique-chimie est passée d'un taux de 1,1 % des effectifs de la discipline en octobre 2014 à un taux de 6,7 % en octobre 2018, ce qui est supérieur au taux constaté, toutes disciplines confondues (6 %). Ce taux est de 35,1 % en Guyane, 14,2 % à Versailles et 12,6 % à Créteil. À l'inverse, le recours aux contractuels reste encore marginal et inférieur à 2 % de l'effectif de la discipline dans certaines académies (Besançon, Paris, Reims).

D'après l'enquête exhaustive conduite auprès des inspecteurs territoriaux, entre janvier et février 2019, le nombre d'enseignants contractuels est estimé à 1 825 dans le secteur public et à 1 138 dans le secteur privé. Ces enseignants contractuels exercent fréquemment en collège – en moyenne deux tiers en collège pour un tiers en lycée –, ce qui ne manque pas de susciter la question de l'incidence potentielle de ces enseignants non titulaires sur la qualité des enseignements dispensés en collège.

Quelques données complémentaires concernant les enseignants de physique-chimie pour l'année scolaire 2018-2019

Le nombre d'enseignants stagiaires de physique-chimie est de 417 dans le secteur public et de 135 dans le secteur privé.

Le nombre d'enseignants de physique-chimie du secteur public titulaires d'une certification complémentaire de type DNL (discipline non linguistique) est estimé à plus de 1 350. Cette certification n'étant pas identifiée dans les dossiers administratifs des professeurs, il n'est pas toujours aisé de suivre ce vivier d'enseignants.

Le nombre d'enseignants de physique-chimie du secteur public titulaire de l'habilitation relative à la spécialité de terminale S informatique et sciences du numérique (ISN) est estimé à 550. Ce vivier est apte à

⁵² Une étude conduite par la direction générale de l'enseignement scolaire (DGESCO) en avril 2019 montre qu'en classe de sixième le temps d'enseignement dispensé par division par des enseignants de physique-chimie (discipline de poste) est d'au moins une heure dans 92,1 % des classes et qu'en moyenne, cet horaire est de 1,72 heures avec un écart type de 0,92 heure. Notons que l'horaire élève de physique-chimie a diminué d'une demi-heure en classe de troisième.

⁵³ Sources : DGRH-B1-1, décembre 2018.

participer au développement de l'enseignement des sciences numériques et technologie (SNT), voire de l'enseignement de spécialité numérique et science informatique (NSI) dans le cadre de la réforme du lycée de 2019.

Enfin, dans le secteur public, il a été difficile d'évaluer le nombre d'enseignants de physique-chimie titulaires du 2-CA-SH⁵⁴ (certificat complémentaire pour les enseignements adaptés et la scolarisation des élèves en situation de handicap), un chiffre d'au moins 60 peut être avancé.

Focus sur les enseignants de classe préparatoire aux grandes écoles

Les enseignants qui exercent en classe préparatoire aux grandes écoles (CPGE) sont nommés par la direction générale des ressources humaines (DGRH) dans le cadre d'un mouvement spécifique national très attractif⁵⁵. L'inspection générale assure, par délégation d'expertise, le suivi de ces enseignants.

Le tableau 5 de l'annexe 5 précise les caractéristiques des enseignants de CPGE. Notons que, s'agissant du secteur privé, seuls les enseignants détachés de l'éducation nationale exerçant dans des classes figurant au bulletin officiel de l'éducation nationale sont comptabilisés⁵⁶.

Focus sur les enseignants titulaires d'une chaire en section de technicien supérieur (STS)

Les enseignants affectés en (STS), dans le cadre du mouvement spécifique national, sont au nombre de 551. 70 % sont des professeurs agrégés et près de 73 % relèvent des disciplines de rattachement L1510, L1511 et L1512. On peut se référer au tableau 6 de l'annexe 5.

Cette situation soulève la question de l'avenir dans la mesure où le recrutement dans les disciplines L1510, L1511 et L1512 est arrêté, les candidatures au mouvement spécifique national sont relativement peu nombreuses et l'institution peine souvent à pourvoir les postes déclarés vacants.

Recommandation 1 : dresser un état des lieux prospectif des besoins en professeurs de physique-chimie pour les postes spécifiques de STS en vue de redynamiser le mouvement spécifique national en lien avec les inspecteurs territoriaux.

- **Les enseignants de la discipline mathématiques - physique-chimie du lycée professionnel**⁵⁷

Un corps professoral plutôt masculin et dont l'effectif varie peu

À la rentrée 2017, l'effectif total – secteurs public et privé – des enseignants de lycée professionnel de la discipline mathématiques - physique-chimie face à élèves s'élève à 8 849 et représente 1,9 % de l'effectif total des enseignants du second degré face à élèves. Entre 2009 et 2017, cet effectif n'a pratiquement pas évolué.

Dans le secteur public, le pourcentage des femmes au sein du corps professoral des enseignants de lycée professionnel de la discipline mathématiques - physique-chimie face à élèves est de 34,7 % en 2017 ; dans le secteur privé, ce pourcentage est de 46,4 %. Soulignons qu'aucune évolution notable n'est constatée sur ce plan depuis 2009.

Une moyenne d'âge comparable à celle de la moyenne des autres disciplines

La figure 7 de l'annexe 5 donne l'allure des pyramides des âges des enseignants de lycée professionnel de la discipline mathématiques - physique-chimie face à élèves. Ces pyramides attestent du déséquilibre homme-

⁵⁴ Remplacé depuis 2017 par le certificat d'aptitude professionnelle aux pratiques de l'éducation inclusive (CAPPEI), circulaire n° 2017-026 du 14 février 2017.

⁵⁵ En physique-chimie, 566 candidats ont participé au mouvement spécifique 2019 pour des mutations et pour pourvoir une quarantaine de postes, source : IGEN.

⁵⁶ Il existe aussi des enseignants détachés en CPGE au ministère des armées et au ministère de l'agriculture et de l'alimentation.

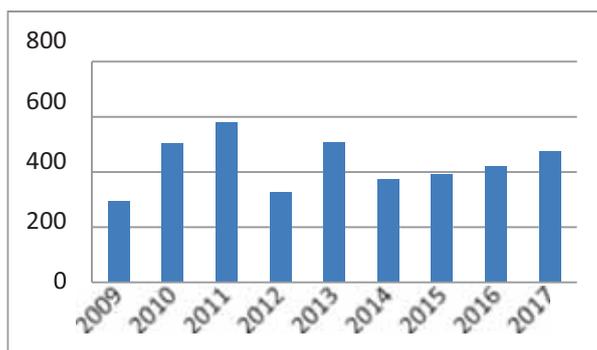
⁵⁷ Cette étude concerne les effectifs des enseignants du second degré face à élèves en lycée professionnel pour la discipline mathématiques - physique-chimie (P1315). Le champ géographique est constitué de la France métropolitaine, des départements d'outre-mer (DOM) y compris Mayotte. Les secteurs d'enseignement concernés sont constitués du public et du privé sous contrat. Les regroupements de grades suivants ont été utilisés : PLP, certifiés et assimilés, adjoints et chargés d'enseignement, agrégés, PEGC, autres non titulaires, maîtres auxiliaires, contractuels enseignants.

femme dans le secteur public qui tend néanmoins à s'atténuer parmi les plus jeunes. En 2017, la moyenne d'âge des enseignants de lycée professionnel de la discipline mathématiques - physique-chimie, face à élève est de 45,9 ans⁵⁸ ; celle-ci est légèrement plus élevée que celle des autres disciplines (44,2 ans).

Une présence notable, dans le secteur public, des enseignants contractuels relevant de la discipline mathématiques - physique-chimie⁵⁹

La figure 4 révèle la proportion importante et assez fluctuante du nombre d'enseignants contractuels ces dernières années. En 2017, ils représentent 6,6 % du corps enseignant de lycée professionnel de la discipline mathématiques - physique-chimie.

Figure 4 : données 2017, évolution des effectifs des enseignants contractuels de lycée professionnel de la discipline mathématiques physique-chimie face à élèves. France métropolitaine + DOM (y compris Mayotte).



Source : MENJ-MESRI DEPP, avril 2019

La figure 8 de l'annexe 5 précise les effectifs des enseignants contractuels de lycée professionnel de la discipline mathématiques - physique-chimie face à élèves par académie. Elle montre le poids important des enseignants contractuels dans les académies de Créteil et de Versailles.

À l'appui de l'enquête exhaustive conduite auprès des inspecteurs territoriaux entre janvier et février 2019, le nombre d'enseignants contractuels de lycée professionnel de la discipline mathématiques - physique-chimie est estimé à 746 dans le secteur public et à 380 dans le secteur privé.

Quelques données supplémentaires concernant les enseignants de lycée professionnel de la discipline mathématiques - physique-chimie

Le nombre d'enseignants stagiaires de lycée professionnel de la discipline mathématiques - physique-chimie est de 216 dans le secteur public et de 65 dans le secteur privé au cours de l'année scolaire 2018-2019.

Le nombre d'enseignants de lycée professionnel de la discipline mathématiques - physique-chimie du secteur public titulaires d'une certification complémentaire de type DNL (discipline non linguistique), est estimé à plus de 120. Cette certification n'étant pas identifiée dans les dossiers administratifs des professeurs, il n'est pas toujours aisé de suivre ce vivier d'enseignants.

Enfin, dans le secteur public, il a été difficile d'évaluer le nombre d'enseignants de lycée professionnel de la discipline mathématiques - physique-chimie titulaires du 2-CA-SH⁶⁰, une estimation basse de 60 peut être avancée.

⁵⁸ Sources : MENJ-MESRI DEPP, avril 2019.

⁵⁹ Les statistiques ci-dessous concernent les enseignants de lycée professionnel de la discipline mathématiques - physique-chimie identifiés dans les bases comme ayant le statut de « contractuel enseignant ».

⁶⁰ Remplacé depuis 2017 par le certificat d'aptitude professionnelle aux pratiques de l'éducation inclusive (CAPPEI), circulaire n° 2017-026 du 14 février 2017.

- **Les enseignants exerçant une mission particulière**

Les enseignants exerçant la fonction d'attaché de laboratoire⁶¹

Concernant le secteur public, les enseignants exerçant la fonction d'attaché de laboratoire sont principalement présents dans les lycées à classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) scientifiques de taille importante. Le tableau 9 de l'annexe 5 montre que leur effectif tend à diminuer, qu'ils sont présents dans dix-sept académies, que l'académie de Paris, où les CPGE scientifiques sont nombreuses, concentre plus du tiers des effectifs et que les effectifs relevés pour les académies de Nice et de la Martinique suscitent des interrogations compte tenu de leurs profils.

Les missions des enseignants exerçant la fonction d'attaché de laboratoire, variables selon les établissements, sont les suivantes : coordination de l'équipe enseignante du secondaire et des CPGE, coordination et pilotage de l'équipe technique, participation à l'organisation scolaire : emplois du temps, travaux personnels encadrés (TPE), travaux d'initiative personnelle encadrés (TIPE), gestion du budget pour la discipline, gestion du matériel, organisation des épreuves d'évaluation des compétences expérimentales (ECE) du baccalauréat. Ils peuvent également être le référent sécurité, participer à la rédaction de protocoles d'activités expérimentales, être force de proposition pour améliorer les expériences existantes ou en proposer de nouvelles. Soulignons qu'ils participent parfois à la réunion administrative hebdomadaire de l'établissement.

S'il existe parfois une fiche de poste ou une lettre de mission⁶², force est de constater que c'est loin d'être la situation générale. Ce constat ne manque pas soulever des interrogations.

La mission mesure tout l'intérêt, pour un gros établissement scientifique, de pouvoir disposer d'un enseignant exerçant la fonction d'attaché de laboratoire. Cette possibilité est néanmoins parfois perçue comme une source d'inégalité, en particulier entre les lycées à classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques. La mission suggère donc que des compléments soient apportés à la circulaire n° 2015-057 du 29 avril 2015 pour préciser les contextes d'enseignement dans lesquels la mise à disposition d'un enseignant exerçant la fonction d'attaché de laboratoire est envisageable.

Recommandation 2 : généraliser l'existence d'une lettre de mission du recteur pour les enseignants exerçant la fonction d'attaché de laboratoire et compléter la circulaire n° 2015-057 du 29 avril 2015 pour préciser les contextes d'enseignement dans lesquels la mise à disposition d'un enseignant exerçant la fonction d'attaché de laboratoire est envisageable

Les enseignants avec une discipline de recrutement de physique-chimie exerçant une fonction de directeur délégué aux formations professionnelles et technologiques (DDFPT)⁶³

Les DDFPT ayant un « profil de physique-chimie » sont au nombre de 89⁶⁴ en 2017 et se concentrent dans des établissements où la série sciences et technologies de laboratoire (STL) de la voie technologique et des sections de technicien supérieur des spécialités associées sont bien implantées.

Par comparaison, l'effectif total de DDFPT est de 2 513 en 2017 ; les DDFPT ayant un profil de physique-chimie représentent seulement 3,5 % des effectifs.

⁶¹ La circulaire n° 2015-057 du 29 avril 2015 explicite les obligations réglementaires de service des enseignants exerçant la fonction d'attaché de laboratoire : « Les enseignants exerçant la fonction d'attaché de laboratoire bénéficieront d'une décharge totale de leur service d'enseignement au titre de l'article 3 du décret n° 2014-940, accordée par le recteur. Le temps de service de ces enseignants correspond, sur l'ensemble de l'année scolaire, à la durée hebdomadaire de travail dans les services et établissements publics administratifs de l'État ainsi que dans les établissements publics locaux d'enseignement. »

⁶² Dans l'académie de Paris, il existe une lettre de mission académique pour les enseignants exerçant la fonction d'attaché de laboratoire.

⁶³ Les missions des directeurs délégués aux formations professionnelles et technologiques (DDFPT) sont définies par la circulaire n° 2016-137 du 11 octobre 2016.

⁶⁴ Ce nombre a tendance à augmenter ces dernières années : il était de 59 en 2013.

Les personnels du second degré en fonction dans l'enseignement supérieur pendant l'année scolaire 2016-2017⁶⁵

Toutes disciplines confondues, les personnels du second degré en fonction dans l'enseignement supérieur représentent 14 % des effectifs des enseignants en fonction dans les établissements publics d'enseignement supérieur⁶⁶, soit 12 985 personnes sur un total de 92 000. En 2017, parmi les 12 985 enseignants du second degré affectés dans l'enseignement supérieur, 54 % appartiennent au corps des professeurs agrégés, 44 % à celui des professeurs certifiés et moins de 2 % à d'autres catégories. Ces enseignants relèvent principalement des disciplines lettres-sciences humaines.

Pour ce qui concerne les enseignants de physique-chimie – on en dénombre près de 800, 754 relèvent du groupe 6 (physique) et 43 du groupe 7 (chimie)⁶⁷.

Concours de recrutement des enseignants de physique-chimie et de mathématiques - physique-chimie

- **Concours de recrutement des enseignants de physique-chimie et de mathématiques - physique-chimie du secteur public : bilan quantitatif**

Une baisse sensible des flux de recrutement pour tous les concours externes

Aux agrégations externes de physique-chimie, le nombre de postes – toutes options confondues – est passé de 208 en 2006, à 113 en 2018. Parallèlement le nombre d'inscrits et de présents aux épreuves écrites a diminué : il y avait ainsi 1 527 présents, en 2006, pour 866 en 2018. Il convient de noter que la disparition du statut de professeur bi-admissible à l'agrégation en 2017 ne s'est pas traduite par une diminution du taux de sélectivité du concours de l'agrégation externe.

Au CAPES externe et au troisième concours du CAPES de physique-chimie, le nombre de postes est passé de 628, en 2006, à 300, en 2018. Parallèlement le nombre d'inscrits et de présents aux épreuves écrites a fortement diminué : 3 288 présents en 2006, pour 1 135 en 2018.

Au CAPLP externe et au troisième concours CAPLP de la spécialité mathématiques - physique-chimie, le nombre de postes est en revanche resté stable (210 en 2006 pour 213 en 2018). Parallèlement le nombre d'inscrits et de présents aux épreuves écrites a fortement diminué : 2 313 présents en 2006, pour 704 en 2018.

Des taux de sélectivité qui se maintiennent en physique-chimie mais en forte baisse pour le concours externe de recrutement des PLP mathématiques - physique-chimie

Les trois premiers graphes de l'annexe 6 appellent les commentaires suivants :

- les taux de sélectivité des agrégations et du CAPES restent plutôt stables avec, en 2018, un taux de 7,7 pour l'agrégation et de 3,8 pour le CAPES ;
- le taux de sélectivité du CAPLP s'est largement dégradé au cours de la dernière décennie passant de 11, en 2006, à 3,3, en 2018, la dégradation se concentrant entre les années 2006 et 2011 mais depuis lors ce taux est stable ;
- rappelons également l'organisation de deux concours externes, en 2013⁶⁸, pour le CAPES et le CAPLP.

De manière générale, la discipline physique-chimie semble, du point de vue du recrutement et uniquement en première analyse, rester attractive puisque, d'une part, pratiquement tous les postes mis au concours sont pourvus – sauf pour la session 2019 du CAPES – et que, d'autre part, les taux de sélectivité de l'agrégation de physique-chimie (7,7 en 2018) et du CAPES de physique-chimie (3,8 en 2018) restent

⁶⁵ Note de la DGRH, *Enseignement supérieur*, n° 8, octobre 2018.

⁶⁶ Universités, Instituts nationaux polytechniques, universités de technologie, ESPE, IUT, Écoles d'ingénieurs, INSA, ENS, ENSAM, etc.

⁶⁷ Groupes de disciplines identifiés par le Conseil national des universités (CNU).

⁶⁸ Une session normale en 2013 et une session exceptionnelle avec écrits d'admissibilité en juin 2013 et oral d'admission en juin 2014.

supérieurs à la moyenne : 6,6 pour toutes les agrégations et 3,3 pour l'ensemble des CAPES⁶⁹. Ce constat plutôt optimiste est cependant nuancé dans la partie ci-dessous dédiée à l'analyse.

Parmi les concours internes, l'agrégation interne de physique-chimie est un concours très sélectif

Le graphique 4 de l'annexe 6 atteste de la très grande sélectivité du concours de l'agrégation interne de physique-chimie avec un taux de sélectivité⁷⁰ qui reste supérieur à 20.

Après une interruption entre 2011 et 2013, le concours du CAPES interne de physique-chimie présente un taux de sélectivité de 9,1 en 2018, et la totalité des postes a été pourvue lors de cette session. Celui du CAPLP interne de la spécialité mathématiques - physique-chimie est de 4,5 en 2018, la totalité des postes ayant également été attribuée.

- **Concours de recrutement de physique-chimie et de mathématiques - physique-chimie : éléments d'analyse**

CAPES externe : une dégradation préoccupante des résultats

Concernant le concours du CAPES externe comme celui d'accès à l'échelle de rémunération des professeurs certifiés, une dégradation sensible du niveau des candidats est soulignée par le rapport du jury de la session 2018. Cette dégradation est confirmée par l'analyse des résultats de la session 2019 du concours du CAPES externe : c'est ainsi que pour la première fois depuis longtemps tous les postes n'ont pas été pourvus, puisque seuls 263 postes ont été pourvus sur un total de 385 postes mis au concours. Ce bilan est en partie imputable à l'érosion continue des résultats obtenus dans l'épreuve de mise en situation professionnelle, liée à un manque de maîtrise par les candidats des compétences expérimentales mais aussi des connaissances de base dans la discipline. Une offre d'accompagnement disciplinaire devra être prévue dans la perspective de la mise en place des nouveaux programmes de physique-chimie du lycée qui réservent une place plus importante à la modélisation et à l'outil mathématique.

Recommandation 3 : renforcer la composante disciplinaire théorique et expérimentale de la formation en amont et en aval du concours du CAPES externe de physique-chimie.

Le concours externe spécial de l'agrégation de physique-chimie option physique : un nouveau concours de recrutement

Le concours externe spécial a été ouvert pour la première fois en 2017⁷¹ ; en 2019, pour la troisième session, douze postes sont proposés au recrutement. Le concours est réservé aux candidats titulaires d'un doctorat et repose sur un nombre d'épreuves inférieur à celui du concours classique – quatre contre six –, dont une épreuve d'admission intitulée « mise en perspective didactique d'un dossier de recherche » et commune à tous les concours spéciaux.

Tous les lauréats des deux premières sessions étaient face à élèves à la rentrée suivant le concours, et sur les 21 agrégés recrutés lors de ces deux sessions, seuls trois étaient des enseignants déjà titulaires avant le concours.

Pour les candidats docteurs, le concours spécial demeure en concurrence avec le concours classique de l'agrégation, puisqu'ils ne peuvent passer simultanément les deux concours la même année. Il reste à mener une réflexion sur le nombre de postes offerts au concours spécial et sur l'articulation des deux concours, réflexion qui ne peut être dissociée de celle sur les missions confiées aux professeurs agrégés dans le système éducatif.

Recommandation 4 : engager une réflexion sur l'articulation entre les concours externe et externe spécial de l'agrégation de physique-chimie, en lien avec les missions particulières pouvant être confiées aux agrégés.

⁶⁹ Sources : DGRH-B1, décembre 2018.

⁷⁰ Par comparaison, en 2018, les taux de sélectivité des concours des agrégations internes sont de 8,2 pour les lettres modernes, 8,2 pour les mathématiques et 14,7 pour les sciences de la vie et de la Terre.

⁷¹ La première session du concours externe spécial de l'agrégation de physique-chimie option chimie est ouverte en 2019.

Les deux options physique et chimie du concours externe de l'agrégation de physique-chimie : une évolution vers davantage de professionnalisation

Ces dernières années, les épreuves écrites et orales ont évolué sensiblement :

- des sujets plus courts à l'écrit, incluant des tâches complexes – problèmes ouverts et analyses de documents – et limitant la part des questions évaluant la maîtrise des techniques calculatoires ;
- des sujets moins nombreux et plus ouverts à l'oral pour inciter les candidats à faire des choix et à les justifier ;
- une plus grande place accordée à l'entretien avec le jury.

À l'écrit, les concepteurs de sujets diversifient les compétences évaluées, avec par exemple une évaluation des savoir-faire dans le domaine informatique.

À l'oral, l'ouverture aux candidats d'un accès à l'internet durant la préparation de leurs épreuves orales a été décidée. De manière concomitante, la place plus importante consacrée à l'entretien avec le jury permet de questionner le candidat sur les choix effectués et les ressources utilisées pour préparer sa présentation.

Le CAPLP interne et CAER PLP : un tarissement des viviers

Les sessions récentes attestent :

- d'une déperdition très sensible entre le nombre d'inscrits et le nombre de candidats déposant effectivement un dossier de reconnaissance des acquis de l'expérience professionnelle (RAEP) ;
- d'un vivier de candidats potentiels aux deux concours qui semble se tarir ;
- de barres d'admissibilité et d'admission présentant une tendance à la baisse.

Concernant la session 2019 des concours, seuls 48 postes sur 58 ont été pourvus au CAPLP interne et 27 sur 40 au CAER PLP avec un taux de sélectivité global de 1,8.

Une préparation renforcée au concours est nécessaire et permettrait sans doute d'augmenter les taux de présence à l'oral du concours. Par ailleurs, une formation continuée et un accompagnement pendant l'année de stage contribueraient sans doute au renforcement de l'attractivité du métier.

- **Bilan des concours de recrutement des enseignants de physique-chimie et de mathématiques - physique-chimie du secteur privé**

CAFEP physique-chimie : un taux de remplissage perfectible malgré une sélectivité notable

Si les flux de recrutement au concours du CAFEP restent très inférieurs à ceux de celui du CAPES et le taux de sélectivité voisin de 5 en 2018, après avoir été inférieur à 2 au début des années 2010 (cf. graphique 5 de l'annexe 6), force est de constater que les postes mis aux concours ne sont souvent pas pourvus en raison d'un niveau insuffisant des candidats.

CAFEP mathématiques - physique-chimie : un bon taux de remplissage

Concernant le concours du CAFEP destiné à recruter des professeurs de lycée professionnel de la discipline mathématiques - physique-chimie, la totalité des postes a été pourvue en 2018 avec un taux de sélectivité de 3,9. On peut noter une nette dégradation du taux de sélectivité comme le montre le graphique 6 de l'annexe 6.

Parmi les concours internes d'accès à échelle de rémunération, le concours d'accès à l'échelle de rémunération des professeurs agrégés est très sélectif, mais ne pourvoit pas tous les postes

Enfin, concernant les deux concours internes d'accès à l'échelle de rémunération (CAER), la quasi-totalité des postes a été attribuée en 2018 en physique-chimie (69 sur 69), comme dans la spécialité PLP mathématiques - physique-chimie (27 sur 28 mais seulement 27 sur 40 en 2019).

Le concours d'accès à l'échelle de rémunération des professeurs agrégés est très sélectif. Pourtant, en raison d'un niveau insuffisant des candidats, rares sont les années où la totalité des postes a été pourvue. Ainsi, pour la session 2019, malgré un taux de sélectivité de 15, seuls six postes sur douze ont été pourvus.

- **La formation des professeurs des écoles en sciences et technologie⁷²**

Un volume de formation initiale en sciences et technologie modeste

L'enquête conduite auprès des inspecteurs de l'éducation nationale du premier degré chargés de mission sciences montre que la formation initiale des professeurs des écoles en sciences et technologie est modeste sur le plan quantitatif. Ainsi en master 1 des métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation (MEEF) mention premier degré, la durée de la formation obligatoire en sciences et technologie est en moyenne de 28 heures pour un volume total de formation compris entre 500 heures et 550 heures. Des enseignements optionnels complémentaires sont proposés, notamment pour les étudiants choisissant l'option sciences et technologie à l'oral du concours de recrutement des professeurs des écoles (oral 1 du CRPE)⁷³ où la part de dossiers en sciences et technologie est d'environ 36 %.

En master 2 MEEF premier degré, les enseignements obligatoires de sciences et technologie sont en moyenne de 11 heures, pour un volume total de formation d'environ 250 heures. Des enseignements optionnels sont proposés ; la moyenne est de 22 heures.

Une place réduite de la formation continue en sciences et technologie

La formation continue des professeurs des écoles en sciences et technologie est assurée institutionnellement dans le cadre des animations pédagogiques obligatoires (18 heures par an) organisées en circonscription et dans le cadre du volet départemental du plan académique de formation⁷⁴ (PAF). L'enquête conduite auprès des IEN montre que la mise en œuvre des priorités pour renforcer la maîtrise des fondamentaux en 2018 a conduit à supprimer pratiquement toute formation en sciences et technologie dans le cadre des 18 heures obligatoires. Dans certains départements, des formations sont proposées pour montrer l'articulation entre l'enseignement des sciences et technologie et ceux des savoirs fondamentaux ; les IEN soulignent alors une appétence importante des professeurs des écoles pour la formation en sciences et technologie.

La formation continue des professeurs des écoles en sciences et technologie revêt donc le plus souvent un caractère facultatif. À titre d'exemple, dans l'académie de Rennes : « *Si le nombre de journées varie selon les départements et les modalités de mise en œuvre, des thèmes suivants sont privilégiés : objets programmables, numérique et éducation au développement durable* ». Dans l'Isère, la formation continue en sciences et technologie a touché, en 2017-2018, environ 8,7 % des professeurs des écoles du département ; la Maison pour la science en Alpes-Dauphiné en fut le principal partenaire de formation. Le modèle de stage le plus fréquent est de trois jours : deux jours consécutifs puis une journée supplémentaire distancée séparée pour permettre l'analyse de séances de sciences et technologie mises en place dans l'intervalle de temps.

Les Maisons pour la science (MPLS)⁷⁵ : un partenaire devenu incontournable pour la formation des professeurs des écoles

Là où elles existent, les Maisons pour la science contribuent de façon importante à la formation des enseignants – essentiellement les professeurs des écoles et de collège. À titre d'exemple, la Maison pour la science de Lorraine, l'une des plus actives, a conçu, en 2017-2018, des formations concernant 3 565 participants – premier et second degré ; elle porte ainsi l'essentiel de la formation continue des professeurs des écoles : « *80 % des formations sont portées par la Maison pour la science* ». Si la qualité des formations dispensées est unanimement reconnue par les différents acteurs de la formation, il convient de noter que le rayonnement géographique des MPLS est loin de couvrir tout le territoire national et de s'interroger, du point

⁷² Cette étude est fondée sur des retours d'enquête issus de 31 départements.

⁷³ Arrêté du 19 avril 2013 fixant les modalités d'organisation du concours externe, du concours externe spécial, du second concours interne, du second concours interne spécial et du troisième concours de recrutement de professeurs des écoles.

⁷⁴ On peut noter que la session annuelle du plan national de formation (PNF) consacrée à l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école primaire a été supprimée et remplacée en 2018-2019 par une webdiffusion organisée le 15 mai 2019 sur le thème « Respecter autrui à travers les sciences et la technologie » et donnant lieu à une déclinaison en ateliers dans les académies.

⁷⁵ Il existe dix Maisons pour la science au service des professeurs : Alpes-Dauphiné, Alsace, Aquitaine, Auvergne, Bretagne, Centre-Val de Loire, Guyane, Lorraine, Midi-Pyrénées, Nord-Pas-de-Calais. Elles ont été créées à partir de 2012 à l'initiative de l'Académie des sciences. Elles sont liées à une université de l'académie. Le réseau est coordonné par la Fondation La main à la pâte.

de vue de l'institution, sur les conséquences de cette « externalisation » en termes d'égalité territoriale et de pérennité.

- **La formation des enseignants de physique-chimie et de lycée professionnel chargés d'un enseignement de mathématiques - physique-chimie**

La formation initiale des enseignants de physique-chimie : une mise en œuvre complexe

Le nombre d'étudiants inscrits en première année de master MEEF second degré parcours physique-chimie est de l'ordre de 600⁷⁶, donnée relativement stable depuis cinq ans⁷⁷. Les profils des étudiants sont variés. Ceux qui relèvent de la formation initiale proviennent principalement d'une licence de physique ou d'une licence de chimie. Une part notable d'étudiants est en reprise d'études après un master, un doctorat, des études d'ingénieur ou un passage dans la vie active.

Les difficultés identifiées par les personnes chargées de la formation sont liées à la variété des profils des étudiants – souvent mono-disciplinaire : physique ou chimie – qui conduisent à des niveaux très hétérogènes ; au volume horaire de formation en physique-chimie trop contraint pour des disciplines expérimentales et à la difficulté de concilier la préparation d'un master avec celle d'un concours.

Les IA-IPR sont en général peu associés à la formation en première année de master MEEF ; cependant des liens avec les autorités académiques existent, notamment pour la mise en place du stage d'observation et de pratique accompagnée.

La mise en place d'une formation intégrée au sein des masters MEEF préparant au CAPES a accentué la différence entre la formation disciplinaire de haut niveau dispensée dans le cadre des préparations aux agrégations⁷⁸ et la formation plus marquée en pédagogie et en didactique des professeurs certifiés, mais dont la maîtrise disciplinaire est plus fragile⁷⁹. La formation en M2 pour les professeurs stagiaires, certifiés et agrégés, n'est pas facile à mettre en place par les écoles supérieures du professorat et de l'éducation (Espé) en raison de la différence de profil de ces deux populations, compte tenu de la formation reçue en amont du concours.

Les relations entre l'Espé et les autorités académiques, notamment les inspecteurs de physique-chimie, sont bonnes à quelques exceptions près : comme le souligne un inspecteur auditionné, « *les relations de confiance entre les Espé et les inspecteurs de physique-chimie participent à une formation initiale de qualité* ».

En revanche dans l'enseignement privé, les inspecteurs sont peu ou pas impliqués dans la formation des enseignants.

La formation initiale des enseignants de mathématiques - physique-chimie de lycée professionnel : une offre hétérogène sur le plan géographique

L'enquête conduite auprès des inspecteurs de l'éducation nationale de la spécialité mathématiques - physique-chimie atteste qu'au sein des Espé les parcours MEEF spécifiquement consacrés à la préparation du concours du CAPLP de la spécialité mathématiques - physique-chimie sont rares. Lorsqu'ils existent, ils sont souvent adossés à un autre parcours, mathématiques ou physique-chimie par exemple.

Une partie notable des étudiants est constituée de diplômés de bac + 3 à bac + 8 ayant déjà suivi un parcours professionnel ; certains sont en recherche d'emploi ou dans une démarche de reconversion professionnelle. Ainsi à l'Espé de Nancy-Metz, 80 % des étudiants inscrits dans ce parcours sont en reconversion d'études universitaires ou de métiers : il existe un tronc commun avec le parcours physique-chimie, mais pas avec le

⁷⁶ Sources : enquête IA-IPR - janvier 2019. Ce nombre peut être mis en perspective avec celui du nombre de candidats présents aux écrits du CAPES : 1 135 pour la session 2018.

⁷⁷ Dans l'ensemble des académies, à l'exception de la Corse, la Guadeloupe, la Guyane et la Martinique, il existe une offre de formation en première année de master MEEF second degré parcours physique-chimie au sein d'une Espé.

⁷⁸ Les centres de préparation aux agrégations de physique-chimie option physique et chimie relèvent des universités ou des Écoles normales supérieures. Leur distribution est loin d'être homogène sur le territoire. Le site de l'ONISEP en fait le recensement : <http://www.onisep.fr/>

⁷⁹ Des IA-IPR notent depuis deux ou trois ans davantage de fragilités sur le plan disciplinaire chez les professeurs certifiés stagiaires.

parcours mathématiques ; enfin il est noté que les étudiants acceptent régulièrement des postes de remplacement en qualité de contractuel au cours de leur année de préparation.

Les enjeux de formation sont pluraux : une grande hétérogénéité des étudiants, trois disciplines d’ancrage, la dimension expérimentale de la physique-chimie, une nécessaire sensibilisation au contexte d’exercice du métier en lycée professionnel.

Dans certaines académies où un parcours MEEF spécifique existe, les IEN MPC sont parfois significativement associés, en particulier lors de la mise en place du parcours de formation.

Soulignons enfin l’initiative de l’Espé et du rectorat de l’académie d’Amiens avec la création d’un dispositif M1 contractuel alternant dans lequel sept étudiants se sont inscrits à la rentrée scolaire 2018-2019 ; les étudiants passent deux jours en établissement et trois jours en formation.

La formation continue pilotée par les corps d’inspection

Dans chaque académie, les corps d’inspection animent une équipe d’enseignants formateurs⁸⁰ qui dispense souvent l’essentiel de la formation continue.

De façon quasi générale, l’Espé n’est pas – ou très peu – impliquée dans la formation continue, ce qui pose la question de la continuité entre formation initiale et formation continue. L’implication de l’université et des organismes de recherche est très variable selon les académies. Dans certains territoires, l’université contribue aux formations disciplinaires, notamment pour la préparation des concours internes. Citons le cas de l’académie de Grenoble dans laquelle les structures de recherche scientifique sont très présentes, donnant lieu à des projets de classe de six à huit semaines avec des actions de formation des professeurs en amont – micro et nanotechnologie, magnétisme, basses températures, cristallographie, découverte d’une grande infrastructure de recherche internationale, etc. – et le déplacement de classes dans un grand organisme scientifique⁸¹.

Là où elles existent, les Maisons pour la science (MPLS) contribuent également à la formation continue des enseignants du second degré, mais essentiellement en collège. À titre d’exemple, en 2018-2019, la MPLS de Grenoble a organisé 19 actions de formation destinées à des enseignants de collège – soit 24 sessions de un à deux jours touchant 443 personnes.

Les instituts de recherche sur l’enseignement des mathématiques (IREM)⁸² contribuent également à la formation continue des enseignants de physique-chimie et de mathématiques - physique-chimie. Ainsi, dans plusieurs académies, des IREM ont créé des groupes interdisciplinaires⁸³.

Un grand nombre de sites et quelques publications comportant des ressources didactiques, pédagogiques et scientifiques consacrées à l’enseignement de la physique-chimie sont à la disposition des enseignants :

- au niveau national, citons le portail physique-chimie⁸⁴ d’Eduscol, les deux sites CultureSciences-chimie et CultureSciences-physique⁸⁵, les collections numériques du réseau national de ressources RNR STL SPCL⁸⁶ ;

⁸⁰ Selon l’enquête conduite auprès des IA-IPR, le nombre moyen de formateurs en physique-chimie par académie est de l’ordre d’une trentaine.

⁸¹ Programme nano@school avec le Commissariat à l’énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), l’université Grenoble Alpes (UGA) et l’Institut polytechnique de Grenoble (Grenoble INP) ; le programme synchrotron@school avec l’*European Synchrotron Radiation Facility* (ESRF) et le programme school@physiquarium avec l’Institut Louis Néel.

⁸² Les IREM ont été créés en 1968-1969 et sont des composantes universitaires, rassemblant des universitaires, des formateurs et des enseignants afin de produire des ressources et élaborer des formations d’enseignants. Ils sont fédérés en un réseau national, éditent trois revues, organisent des colloques et mettent en ligne des ressources pour l’enseignement et la formation. Ils sont financés par les universités mais aussi sous forme « d’unités heures » pour un volume de 1 550 heures en 2018-2019 par la DGESCO. Portail national : <http://www.univ-irem.fr>

⁸³ Certains IREM sont renommés IRES : Institut de recherche sur l’enseignement des sciences.

⁸⁴ <https://eduscol.education.fr/physique-chimie/>

⁸⁵ <http://culturesciences.chimie.ens.fr/> et <http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/>

⁸⁶ <http://sciences-physiques-et-chimiques-de-laboratoire.org/>

- au niveau académique, des portails disciplinaires physique-chimie et mathématiques - physique-chimie proposent diverses ressources utiles pour la classe ;
- un certain nombre de grandes institutions scientifiques comme le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), des sociétés savantes comme la Société chimique de France ou la Société française de physique, la Fondation de la Maison de la Chimie, la Fondation La main à la pâte, etc. proposent des revues ou des documents en ligne en lien avec les thèmes des programmes, l'actualité scientifique ou les métiers scientifiques ;
- enfin, l'association professionnelle l'Union des professeurs de physique et de chimie⁸⁷ organise des séminaires et édite un bulletin (BUP) comportant des articles scientifiques, pédagogiques et didactiques.

Les visites en académie montrent cependant que les professeurs n'utilisent généralement pas toute la palette des ressources citées ci-dessus. Par contre, inspecteurs et formateurs s'en servent très régulièrement pour construire leurs animations ou leurs formations.

L'appétence des professeurs pour la formation continue : un bilan contrasté

Les inspecteurs déclarent que l'appétence des enseignants pour la formation peut être forte ou a contrario faible. Ainsi une académie indique que « *la formation continue en physique-chimie suscite l'intérêt des professeurs. Certaines formations ont même dû être dédoublées* ». À l'inverse, une autre académie affirme que « *le professeur de physique a moins d'appétence pour la formation que des collègues de certaines disciplines comme les sciences de la vie et de la Terre* ». Certains inspecteurs regrettent l'insuffisance de l'offre de formation : « *les freins sont notre budget* » ; d'autres notent que « *les enseignants ne sont pas très demandeurs* ». Dans ce dernier cas, les raisons invoquées sont la perte d'heures de cours pour les classes à examen, l'éloignement géographique du lieu de stage, la transversalité des questions abordées, la déception de ne pas repartir avec du « *clé en main* ». Cependant, la notion de développement professionnel fait progressivement son chemin.

Concernant les contenus de formation, l'enquête conduite auprès des corps d'inspection montre que, pour les enseignants de physique-chimie, la formation continue en didactique domine (48 %), devant le champ de l'actualisation disciplinaire (31 %) et enfin les sujets transversaux (21 %). Pour les enseignants de mathématiques - physique-chimie, la situation est plus équilibrée avec respectivement 30 %, 34 % et 36 %.

La formation de formateurs : une dynamique naissante

La fonction de formateur académique s'est professionnalisée avec la création de la certification d'aptitude aux fonctions de formateur académique (CAFFA) en 2015⁸⁸. En physique-chimie, la dynamique est positive bien que le nombre d'enseignants disposant de cette certification reste encore modeste : quelques unités et au maximum douze par académie.

3.1.3. Les personnels de laboratoire

Si la mission dispose d'un tableau relativement précis de la situation dans le secteur public, il ne lui a pas été possible de rassembler des informations robustes concernant le secteur privé, les services académiques ne disposant pas de données quant au nombre et à la qualité des personnels chargés du fonctionnement des laboratoires de physique-chimie des établissements scolaires du second degré de l'enseignement privé. Les différents entretiens que la mission a conduits, notamment avec les corps d'inspection, donnent à penser que la situation est moins favorable dans le secteur privé que dans le secteur public. L'analyse qui suit concerne donc exclusivement l'enseignement public.

⁸⁷ <http://sciences-physiques-et-chimiques-de-laboratoire.org/>

⁸⁸ Décret n° 2015-885 du 20 juillet 2015 relatif aux conditions de nomination des personnels enseignants du second degré et des conseillers principaux d'éducation aux fonctions de formateur académique.

Un statut revu en 2011

Depuis 2011, les personnels de laboratoire du second degré font partie des personnels ingénieurs et personnels techniques de recherche et de formation (ITRF). Ils relèvent principalement des branches d'activité professionnelle⁸⁹ BAP A (sciences du vivant, de la terre et de l'environnement), du BAP B (sciences chimiques et sciences des matériaux) et exceptionnellement du BAP C (sciences de l'ingénieur et instrumentation scientifique). Les personnels de laboratoire sont en pratique répartis en trois corps⁹⁰ : assistant ingénieur (ASI), technicien recherche et formation (TRF) et adjoint technique recherche et formation (ATRF). Au premier septembre 2018, on comptait 6 199 personnels de laboratoire (métropole, DOM et COM) dans l'enseignement scolaire public du second degré⁹¹. La mission note la présence de personnels contractuels qu'elle n'a pas dénombrés.

Des personnels qui exercent principalement en LEGT

Comme le montrent les différents tableaux de l'annexe 7, le nombre d'ITRF relevant des BAP B et C a augmenté entre 2013 et 2017 d'environ 12 %. Les personnels de laboratoire sont essentiellement affectés en lycée général et technologique (LEGT) et au lycée polyvalent (LPO), et beaucoup plus rarement au lycée professionnel et au collège. En 2017, l'effectif total est de 3 098 (180 en collège et 2918 en lycée) ; cette donnée est à mettre en perspective avec les nombres de collèges (5 294) et de LEGT (1 608 si on inclut des LPO). Quelques académies, à la Réunion ou à Amiens, bénéficient de la présence de personnels de laboratoire au sein des lycées professionnels. La mission souligne de plus qu'il convient de considérer avec prudence cette cartographie A, B et C qui ne reflète pas forcément la réalité de l'emploi occupé par les personnels.

Une présence importante d'ATRF

Parmi les trois corps dans lesquels sont répartis les personnels de laboratoire, le corps des ATRF est le plus significativement représenté puisqu'il comporte environ 83 % de l'effectif total ; la part des ASI est, quant à elle, minime.

Un recrutement souvent co-organisé par les établissements d'enseignement supérieur et les rectorats

Dans la très grande majorité des cas, les IA-IPR sont associés au recrutement des personnels de laboratoire ; en revanche, les IEN MPC ne le sont pas. Il a parfois été rapporté à la mission une connaissance imparfaite de la part de certains membres des jurys des concours de recrutement de techniciens et d'adjoints techniques de laboratoire, de la réalité de l'exercice professionnel d'un personnel de laboratoire dans le second degré ; ce constat peut sans doute être rapproché de l'absence d'une fiche de répertoire des métiers de technicien et d'adjoint technique de laboratoire en EPLE.

Un manque de reconnaissance

Les personnels de laboratoire auditionnés expriment parfois un « *manque de reconnaissance par l'institution : le mot agent est mal perçu* » ; ces derniers aimeraient être mieux intégrés à la communauté éducative de l'établissement et parfois font état d'une difficulté de communication avec les professeurs. La mission mentionne sur ce thème l'existence, dans plusieurs académies, de stages de formation intercatégoriels destinés à un professeur et un personnel de laboratoire du même établissement avec pour objectif la production d'une ressource sous la forme d'une tâche complexe expérimentale.

Une plus-value incontestable quant à la qualité de l'enseignement expérimental dispensé

Les missions des personnels de recherche et de formation exerçant dans les laboratoires des établissements publics locaux d'enseignement sont décrites dans la circulaire n° 2013-058 du 13 mars 2013. Leurs missions s'exercent au plus près des élèves ; ainsi peut-on relever dans la circulaire la phrase suivante : « *Parallèlement à la mission pédagogique des enseignants des disciplines scientifiques, ces personnels concourent directement à l'accomplissement des missions d'enseignement et de diffusion des connaissances des établissements où ils*

⁸⁹ <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid23272/presentation-des-metiers-i.t.r.f.htm>

⁹⁰ Décret n° 85-1534 du 31 décembre 1985 fixant les dispositions statutaires applicables aux ingénieurs et aux personnels techniques et administratifs de recherche et de formation du ministère chargé de l'enseignement supérieur.

⁹¹ Sources : comité technique ministériel, 19 décembre 2018.

exercent ». Ils ont également un rôle déterminant sur le plan de la sécurité des personnes et de l'environnement.

Les personnels de laboratoire auditionnés estiment que le métier est devenu plus complexe compte tenu notamment de la place croissante du numérique et de l'évolution des technologies. Certains considèrent « *intervenir de plus en plus dans les classes* » et que « *cela donne du confort au professeur* ».

Les IA-IPR comme les inspecteurs santé et sécurité au travail identifient clairement « *un effet technicien* » sur la gestion des laboratoires, la sensibilisation à la sécurité et à la gestion des déchets, et in fine, sur la qualité de la formation des élèves.

La mission note que la question de la sécurité a plusieurs fois été évoquée sous le prisme de la question de l'emploi de personnels de laboratoire contractuels qui, sur ce plan, manquent souvent cruellement de compétences et de formation.

Conclusion

La quasi-absence de personnels de laboratoire dans les collèges et les lycées professionnels est assurément un obstacle à une pratique expérimentale authentique dont l'importance est pourtant soulignée par l'ensemble des programmes de collège et de la voie professionnelle.

Dans les collèges où n'exercent pas de personnels techniques chargés des tâches liées à la préparation, l'entretien et le rangement du matériel, ce sont les enseignants qui assument ces fonctions. La circulaire n° 2015-057 du 29 avril 2015 précise alors que « *les maxima de service des enseignants en cause, qui assurent au moins huit heures d'enseignement en sciences de la vie et de la Terre ou en sciences physiques, sont réduits d'une heure* ». Par ailleurs, l'article 6 du décret n° 2015-475 du 27 avril 2015 et la circulaire n° 2015-058 du 29 avril 2015 identifient un ensemble de missions ouvrant droit à l'attribution de l'indemnité pour mission particulière (IMP) et, parmi elles, la coordination d'une discipline en lien avec le suivi de l'ensemble des matériels et équipements pédagogiques.

Ces deux éléments réglementaires, pourtant théoriquement susceptibles de pallier l'absence de personnel de laboratoire, s'avèrent, dans la réalité, le plus souvent insuffisamment efficaces : les laboratoires des collèges et des lycées professionnels sont généralement sous-équipés et parfois mal entretenus.

Recommandation 5 : publier une fiche de répertoire des métiers de technicien et d'adjoint technique de laboratoire en EPLE dans le Référentiel des emplois-types de la recherche et de l'enseignement supérieur (REFERENS).

Recommandation 6 : renforcer la place des personnels de laboratoire dans la communauté éducative de l'établissement.

Recommandation 7 : rédiger un vade-mecum identifiant les tâches associées au suivi d'un laboratoire de sciences en EPLE.

3.1.4. Les corps d'inspection territoriaux du second degré⁹²

Deux corps d'inspection sont concernés par le pilotage de la discipline physique-chimie dans le second degré : les IA-IPR de physique-chimie et les IEN du second degré de la spécialité mathématiques - physique-chimie (IEN MPC).

Effectifs et missions spécifiques

Les IA-IPR de physique-chimie sont au nombre de 74, un faisant-fonction complète l'effectif. Ils peuvent assurer, au sein de leurs académies, d'autres missions⁹³ comme celles de doyen du collège des IA-IPR, de correspondant académique science et technologies (CAST) ou de conseillers académiques en recherche - développement, innovation et expérimentation (CARDIE). Concernant la physique-chimie, le

⁹² Leurs missions sont définies par la circulaire n° 2015-207 du 11 décembre 2015.

⁹³ Concernant les IA-IPR de physique-chimie, trois assurent la fonction de doyen des IA-IPR, trois celle d'assesseur auprès du doyen des IA-IPR, quatre celle de CARDIE, dix celle de CAST et une celle de DAFA, source : Enquête IA-IPR, janvier 2019.

ratio du nombre d'enseignants de physique-chimie des secteurs public et privé sur le nombre d'IA-IPR est d'environ 350 avec une variabilité académique notable.

Les IEN MPC sont au nombre de 57, un faisant-fonction complète également l'effectif. Ils peuvent assurer, au sein de leurs académies, d'autres missions⁹⁴ comme celles de doyen ou de vice-doyen du collège des IEN second degré, de conseiller technique auprès d'un directeur académique des services de l'éducation nationale (IA-DASEN), de correspondant académique science et technologies (CAST) ou de chef du service académique de l'information et de l'orientation (CSAIO). Concernant la discipline mathématiques - physique-chimie du lycée professionnel, le ratio du nombre d'enseignants de lycée professionnel relevant de la discipline mathématiques - physique-chimie des secteurs public et privé sur le nombre d'IEN MPC est d'environ 150 avec, là aussi avec une variabilité académique notable.

Un apport précieux des chargés de mission

Les IA-IPR de physique-chimie, comme les IEN MPC, sont souvent assistés par des chargés de mission – une centaine pour les IA-IPR et moins de cinquante pour les IEN MPC – qui assument des tâches variées dans les domaines de la gestion des ressources humaines – comme le suivi des enseignants contractuels –, de la formation des personnels et du suivi des examens. Ils sont rémunérés sur la base d'indemnités pour mission particulière (IMP) ou bénéficient de décharges de service.

Une place variable des rendez-vous de carrière dans les tâches des inspecteurs territoriaux⁹⁵

Les IA-IPR de physique-chimie ont effectué environ 2 780 rendez-vous de carrière durant l'année scolaire 2017-2018, soit en moyenne un peu moins d'une quarantaine par inspecteur. 1 800 visites d'accompagnement, conduites à la fois par des inspecteurs et des chargés de mission, complètent le suivi individuel des professeurs pendant la même période. On peut donc estimer qu'environ 18 % du corps enseignant de physique-chimie ont bénéficié d'une évaluation ou d'un accompagnement individualisé.

Les IEN MPC ont, quant à eux, effectué environ 780 rendez-vous de carrière durant l'année scolaire 2017-2018, soit en moyenne une quinzaine par inspecteur. Environ 900 visites d'accompagnement, conduites à la fois par des inspecteurs et des chargés de mission, complètent le suivi individuel des professeurs pendant la même période. On peut donc estimer qu'environ 20 % du corps enseignant des PLP mathématiques - physique-chimie ont bénéficié d'une évaluation ou d'un accompagnement individualisé.

Notons enfin que de nombreuses réunions d'équipes de professeurs complètent ce volet de l'accompagnement des professeurs.

Une relation de confiance avec les professeurs

Sur le plan qualitatif, les corps d'inspection insistent⁹⁶ sur l'existence d'une relation de confiance entre les professeurs et les inspecteurs, fondée sur de nombreux échanges constructifs et sur une coopération bienveillante. Ils mentionnent également que le recrutement des professeurs contractuels est chronophage et que le cadre du protocole Parcours professionnels, carrières et rémunérations (PPCR) est trop rigide.

À l'échelle d'une académie, les inspecteurs sont peu nombreux et parfois seuls dans leur discipline. Les liens intellectuels et fonctionnels qu'ils entretiennent entre eux et avec le groupe physique-chimie de l'inspection générale sont donc précieux et leur permettent de renforcer leur niveau de compétence dans leur fonction de conseil auprès des recteurs et de pilotage de la discipline.

Recommandation 8 : densifier les échanges professionnels entre inspecteurs à l'échelle nationale afin de renforcer leur niveau de compétence et d'intervention auprès des autorités académiques.

⁹⁴ Concernant les IEN MPC, neuf assurent la fonction de doyen ou de vice-doyen des IEN second degré, cinq celle de conseiller technique auprès d'un IA-DASEN, un celle de CAST et un celle de CSAIO, source : Enquête IEN MPC, janvier 2019.

⁹⁵ Sources : Enquête IA-IPR, janvier 2019.

⁹⁶ Dans l'enquête IA-IPR ou lors des visites de la mission en académie.

3.2. Les locaux et les équipements⁹⁷

3.2.1. Salles spécialisées, laboratoires et équipements

Des salles de travaux pratiques, des laboratoires et des équipements conformes au lycée général et technologique (LGT) et au lycée polyvalent (LPO), une situation contrastée au lycée professionnel (LP) et plus préoccupante au collège

Dans l'ensemble, et avec une variabilité notable, les laboratoires des LGT et LPO sont bien équipés et répondent aux exigences de sécurité – présence d'armoires ventilées pour stocker les produits chimiques, de bidons de récupération des déchets, d'équipements de protection individuelle, etc. Les salles de travaux pratiques sont très majoritairement équipées de paillasses inamovibles en position frontale par rapport au tableau.

Au lycée professionnel⁹⁸, où la situation est plus contrastée, deux points peuvent être relevés : un manque ou un vieillissement des équipements en lien avec l'expérimentation assistée par ordinateur (ExAO) et des insuffisances notoires dans les lycées professionnels à dominante tertiaire pour les élèves de troisième préparatoire à l'enseignement professionnel⁹⁹ et des classes de CAP où un enseignement de physique-chimie est prévu. Il est également relevé le « *sentiment que les équipements professionnels prévalent sur ceux de l'enseignement général* ».

En collège, l'état des lieux est inégal : là où la stabilité des équipes est limitée, les installations ont été maintenues à minima et « *certaines salles n'incitent pas à faire de la science avec enthousiasme* ». Le matériel d'expérimentation assistée par ordinateur (ExAO) est dans l'ensemble très peu présent. Une petite salle sert souvent de lieu de stockage, de préparation, de réparation ; la mission y a régulièrement relevé un défaut ou une insuffisance d'équipements de sécurité. Il convient tout de même de signaler quelques « *belles rénovations ou constructions de collèges* » et une situation meilleure dans certains départements qualifiés de « *riches* » par les interlocuteurs de la mission.

Une implantation des paillasses encore très traditionnelle

Très souvent les paillasses sont disposées en rangées et vissées au sol ; elles ne permettent pas un agencement modulaire, par exemple en îlots.

Au collège, cette situation ne correspond plus aux recommandations pédagogiques actuelles qui valorisent le travail de groupe et une approche plus collaborative des notions et des démarches. Les constructions neuves ou rénovées privilégient des salles organisables en îlots et des salles mutualisées avec les sciences de la vie et de la Terre et la technologie. Sur ce point, le constat suivant est formulé par un IA-IPR : « *dans les établissements où ces rénovations ont pu avoir lieu, on observe déjà des déplacements de postures chez nos enseignants en faveur de la créativité des élèves* ».

Sur ce thème, la mission a rencontré des situations variées. Ainsi le Plan collège du département de Meurthe-et-Moselle promeut l'idée de salles de sciences modulaires, sèches et humides à la fois, équipées de paillasses mobiles, bénéficiant d'une zone d'accès internet sans fil (wifi) et éventuellement pourvues d'un atelier collaboratif (*fablab* en anglais) ; cette conception se heurtant parfois à la résistance des professeurs lors des consultations d'avant-projet. Les représentants du département de l'Isère expriment, quant à eux, le souhait de « *faire un pôle sciences et technologie avec si possible la salle informatique* », les paillasses sont encore en disposition frontale, mais il est noté que « *c'est un sujet* ».

⁹⁷ La rédaction de cette partie s'appuie sur trois types de données : une enquête auprès des inspecteurs territoriaux de toutes les académies, des auditions de l'Association des Régions de France et de l'Association des Départements de France et des visites de terrain qui comportaient elles aussi un volet audition des autorités académiques et des représentants des communautés territoriales.

⁹⁸ Signalons une initiative intéressante dans l'académie de Lille, depuis le 1^{er} septembre 2012, une convention signée entre le rectorat et trois établissements (la Coupole d'Helfaut, le LP Cousteau de Wasquehal et le LP Kastler de Denain) permet à l'académie de se doter d'un dispositif de mutualisation de matériels scientifiques (optique géométrique et spectrale) grâce à l'implantation de plateformes de prêt.

⁹⁹ Les classes de troisième prépa-métiers se substituent aux classes de troisième préparatoire à l'enseignement professionnel à la rentrée scolaire 2019, décret n° 2019-176 du 7 mars 2019.

Au lycée, le souhait exprimé par les équipes d'enseignants et les corps d'inspection de pouvoir disposer de salles modulaires semble moins prégnant, en raison notamment d'une optimisation des surfaces d'enseignement et de contraintes apparemment liées à une pratique expérimentale plus experte qu'en collège. Néanmoins, y compris au lycée, ce point est soulevé ; citons sur ce thème deux réflexions d'IA-IPR : « *le plus souvent, les salles ne sont pas adaptées à la mise en activité des élèves. Cependant, les professeurs qui le souhaitent trouvent toujours des solutions* » et « *Il faut arriver à faire évoluer les pratiques pour que dans un deuxième temps les locaux et l'équipement suivent. L'inverse ne semble pas fonctionner* ».

Des budgets de fonctionnement satisfaisants en lycée général et technologique, parfois convenables en lycée professionnel mais souvent insuffisants en collège

Pour ce qui concerne les budgets de fonctionnement des laboratoires, on peut souligner une grande variabilité des situations selon les établissements et les départements ou les régions dans lesquels ils sont implantés. Dans l'ensemble, les budgets en lycée général et technologique sont jugés suffisants, la situation étant plus hétérogène pour les lycées professionnels ; en collège, les moyens sont régulièrement qualifiés d'insuffisants.

D'une manière générale, le dynamisme et les compétences du professeur coordonnateur sont déterminants, mais on note cependant que, dans bon nombre de collèges, il n'y a qu'un seul professeur, parfois contractuel ou titulaire sur zone de remplacement, appelé à changer chaque année, un constat qui révèle la fragilité de la situation.

Une situation qui semble moins favorable dans le secteur privé

Même si le constat mériterait d'être consolidé et bien sûr nuancé par la grande diversité des situations rencontrées, il apparaît que la situation est moins favorable dans le secteur privé où il est parfois noté l'existence de « salles peu adaptées, un matériel insuffisant avec parfois même des problèmes liés à la sécurité ». Cette situation semble plus marquée au lycée professionnel où des manques importants sont régulièrement signalés.

Une présence encore limitée d'ateliers collaboratifs (fablab)

S'il existe bien quelques initiatives ponctuelles¹⁰⁰, la présence d'ateliers collaboratifs reste encore très limitée. Cependant les acteurs auditionnés expriment tous un intérêt marqué pour ce sujet, la situation devrait donc évoluer rapidement ces prochaines années. On peut, par exemple, relever sur ce thème une action volontariste des autorités territoriales et académiques dans l'académie de Nancy-Metz.

3.2.2. Les enjeux de la sécurité des personnes et de l'environnement

Un état des lieux global perfectible

Si dans l'ensemble les conditions du stockage des produits chimiques et la présence des équipements individuels de protection courants comme les blouses et les lunettes se sont améliorées ces dernières années par l'effet d'une prise de conscience collective, les points suivants sont fréquemment relevés :

- la ventilation des locaux – locaux de stockage et salles de préparation – est régulièrement jugée insuffisante ;
- l'état des filtres des armoires ventilées, lorsqu'elles existent, est rarement vérifié ;
- des produits corrosifs sont déversés dans les éviers dont la dégradation des revêtements a été souvent constatée ;
- les dispositifs de premiers secours sont parfois absents ;
- des déchets et des produits chimiques sont parfois stockés depuis des années, ceci dans des conditions peu adaptées ;
- le volet « laboratoires et salles spécialisées » du document unique d'évaluation des risques professionnels mériterait d'être mieux complété et utilisé ;

¹⁰⁰ Certains ateliers collaboratifs sont mis en place dans le cadre de conventions avec des CCSTI (académies d'Amiens ou de La Réunion par exemple), des IUT (du Creusot ou de Talence), etc. ; d'autres sont directement implantés dans un lycée (lycée Paul-Valéry de Paris).

- l'alimentation en gaz de ville est pratiquement supprimée dans toutes les salles de sciences.

Si le personnel de laboratoire est dans l'ensemble soucieux de se former et d'orienter son action de manière à parfaire les conditions de sécurité du laboratoire, il est aussi relevé que les professeurs sont correctement sensibilisés aux risques concernant les élèves, mais pas assez pour eux-mêmes, par exemple dans le cadre de leurs travaux de préparation au laboratoire.

Enfin, la plus-value apportée par la présence du personnel spécialisé en matière de tenue du laboratoire et d'éducation au risque et à la sécurité est unanimement reconnue.

Des situations contrastées au niveau de la collecte des déchets chimiques

Les politiques des collectivités territoriales relatives à la collecte des déchets d'origine chimique sont très diverses. Une collectivité territoriale a semblé découvrir l'existence du problème au cours de l'entretien avec les membres de la mission. Certaines régions comme Auvergne-Rhône-Alpes ou les Hauts-de-France organisent une collecte afin s'assurer de la qualité du service des sociétés recrutées tout comme du comportement responsable des établissements. D'autres régions, comme le Grand Est ou la Bretagne, laissent cette gestion aux établissements, d'une part pour les responsabiliser, et d'autre part parce qu'une collecte centralisée de déchets toxiques dispersés et en quantités faibles est jugée peu adaptée.

Le cas des substances radioactives, un dossier encore non résolu

Si la situation est qualifiée de « réglée » dans la région Grand Est, force est de constater que ce n'est pas le cas de toutes les régions comme dans les Hauts-de-France, en Auvergne-Rhône-Alpes et en Nouvelle-Aquitaine. L'enlèvement concerne les sources radioactives des dispositifs CRAB, des pastilles de césium, de polonium, des minerais radioactifs, etc. Il existe assurément une forme d'urgence à apporter une solution au problème posé par ce dossier.

Recommandation 9 : régler définitivement la question de la présence de substances radioactives dans les établissements scolaires publics et privés.

Une collaboration fructueuse avec l'inspecteur santé et sécurité au travail

En dehors de quelques cas où les relations sont limitées, voire inexistantes¹⁰¹, la collaboration entre les corps d'inspection et les inspecteurs santé et sécurité au travail est réelle. Celle-ci concerne souvent les problématiques de formation des professeurs et des personnels de laboratoire à la sécurité, et les questions directement liées à la gestion des laboratoires : gestion des stocks de produits chimiques, tri et gestion des déchets, équipements de protection individuelle, identification et traitement des situations où les conditions de sécurité ne sont pas respectées.

La mission souhaite signaler le point délicat qui semble toujours soumis à interprétation malgré une mise au point de la direction générale de l'enseignement scolaire (DGESCO) concernant l'application de la circulaire¹⁰² interministérielle relative à la mise en œuvre des dérogations aux travaux interdits pour les jeunes âgés de quinze ans au moins et de moins de dix-huit ans.

3.2.3. Le rôle des collectivités territoriales

Une collaboration réelle, mais hétérogène des IA-IPR ou des IEN MPC avec les collectivités territoriales concernant les locaux, les équipements et la sécurité

L'ensemble des représentants des collectivités territoriales exprime le souhait d'améliorer les conditions d'accueil des élèves tout en augmentant l'efficacité de la dépense. Les services éducation des collectivités territoriales effectuent une planification en matière de constructions et de rénovation qui inclut très souvent la question des salles de sciences.

¹⁰¹ Les situations où les relations sont inexistantes sont plus fréquentes avec les IEN MPC où c'est le cas dans au moins huit académies.

¹⁰² Circulaire interministérielle n° DGT/CT1/DGEFP/DPJJ/DGESCO/DGCS/DGER/DAFSL/2016/273 du 7 septembre 2016.

En matière de collaboration avec les corps d'inspection, la situation est variée et peut même être très différente d'un département à l'autre, au sein d'une même académie. Il est rapporté que « *des référentiels nationaux seraient très utiles pour les dialogues entre les différents partenaires* ».

Dans l'ensemble, les IA-IPR, comme les IEN MPC¹⁰³, sont consultés pour les aménagements des salles de sciences des collèges (pour les IA-IPR) ou de lycées lors d'une construction ou d'une rénovation, car les collectivités ne disposent généralement pas des compétences pédagogiques nécessaires au sein de leurs services. Il est parfois signalé par les corps d'inspection que « *le résultat n'est pas toujours conforme à ce que nous avons préconisé* ». Les IA-IPR ou les IEN MPC sont souvent associés à l'élaboration d'un référentiel avec les services compétents au niveau des départements ou des régions¹⁰⁴. Un contact direct se fait parfois avec le chef d'établissement voire avec les équipes enseignantes.

Concernant les équipements, la situation est également contrastée : certaines collectivités territoriales élaborent des plans d'équipement parfois pluriannuels et mutualisent des achats¹⁰⁵ alors que d'autres opèrent au « fil de l'eau » et de manière annuelle¹⁰⁶. Les collaborations avec les corps d'inspection sont plus ou moins effectives en fonction des collectivités. Il est signalé parfois par des corps d'inspection que « *la région nous consulte de moins en moins : nous n'avons même pas eu à prononcer des avis sur les demandes d'équipement alors que c'était le cas jusqu'à l'année 2016-2017* », ceci ne constitue néanmoins pas la majorité des situations.

De manière unanime, l'ensemble des acteurs a exprimé le souhait de pouvoir disposer de guides de référence nationaux en matière de locaux scientifiques et d'équipements. Par exemple, les questions de mutualisation des salles spécialisées et de l'implantation des paillasses sont prégnantes.

Recommandation 10 : élaborer des guides nationaux non prescriptifs relatifs aux locaux et aux équipements en physique-chimie.

3.3. Place de la didactique dans les enseignements de physique-chimie¹⁰⁷

Une collaboration entre les mondes de la recherche et de l'enseignement qui gagnerait à être renforcée

La recherche en didactique prend pour objet l'étude des processus d'enseignement et d'apprentissage de savoirs relevant de disciplines académiques identifiées. 40 enseignants-chercheurs¹⁰⁸ en didactique de la physique et de la chimie¹⁰⁹ sont répartis dans 19 unités de recherche ; ce nombre est faible, moins de la moitié des académies disposent d'une unité de recherche dans ce domaine. Il existe uniquement deux masters recherche en didactique des sciences¹¹⁰, formant une trentaine d'étudiants par an dont certains sont des enseignants en exercice. 44 thèses ont été soutenues ces dix dernières années et 18 sont en cours.

¹⁰³ L'enquête montre que les situations où les IEN MPC ne sont pas consultés sont plus nombreuses.

¹⁰⁴ On peut citer par exemple le guide pour les locaux scientifiques des lycées de la région Auvergne-Rhône-Alpes.

¹⁰⁵ Par exemple dans le département de l'Isère, il existe un marché de référence de matériels identifiés avec l'aide des IA-IPR qui ont proposé une liste de matériel (400 références) ; des enseignants de trois collèges ont aussi été consultés. Les achats sont ensuite lancés par les collèges ; ceux-ci sont libres d'opérer ou non dans le cadre de ce marché.

¹⁰⁶ La région Grand Est procède à un appel à projet annuel auprès des établissements ; ceux-ci font remonter leurs besoins, qui sont traités l'année suivante. La région Bretagne s'interdit d'anticiper les demandes tant les réformes s'accumulent au fil des années, recomposant les orientations et les priorités d'éducation. D'où, pour la direction de l'éducation de la région Bretagne, une politique de financement « au fil de l'eau ». Les dossiers de demande de subvention ou de co-financement sont reçus par la région Bretagne de septembre à janvier, de chaque année scolaire. La région Bretagne ne veut pas être prescriptrice car « *le vent peut toujours tourner* ». En région Grande Aquitaine, il n'existe pas de plan d'équipement dédié à la physique-chimie, les remontées se font par les établissements avec une priorisation donnée par les chefs d'établissement.

¹⁰⁷ Cette analyse s'appuie sur des rencontres effectuées avec plusieurs chercheurs en didactique représentant l'ARDIST (Association pour la recherche en didactique des sciences et des technologies), sur une enquête exhaustive réalisée auprès des inspecteurs et sur les visites effectuées en académie.

¹⁰⁸ Les chercheurs en didactique de la physique et de la chimie sont rattachés aux sections du Conseil national des universités (CNU) 28 « milieux denses et matériaux » et 70 « sciences de l'éducation » qui soutient l'ensemble des recherches en didactique des disciplines.

¹⁰⁹ Trente enseignants-chercheurs travaillent en physique et dix en chimie.

¹¹⁰ Un master à l'université Paris Diderot (devenu Université de Paris en 2019) et un master conjoint aux universités de Lyon et de Montpellier.

Les chercheurs publient dans des revues internationales en langue anglaise et, en langue française, dans la seule revue française spécifiquement consacrée aux travaux sur la didactique des sciences (RDST)¹¹¹ mais aussi dans d'autres revues de didactique non spécifiques aux sciences ; ils publient aussi dans des revues dites « d'interface », lues par les enseignants¹¹². Par ailleurs, les chercheurs s'impliquent dans la formation d'inspecteurs, de formateurs ou d'enseignants lors de séminaires nationaux, de stages académiques de formation¹¹³, au sein des Maisons pour la science et des Espé (en formation initiale) pour mettre à portée des résultats en lien avec les notions enseignées et les pratiques enseignantes. Par ailleurs, des groupes de réflexion associant des chercheurs et des enseignants du second degré, dans le cadre d'Instituts de recherche sur l'enseignement des mathématiques (IREM) ou des sciences (IRES) ou encore d'autres structures¹¹⁴, produisent des ressources pour les enseignants.

L'association pour la recherche en didactique des sciences et des technologies (ARDIST) admet que l'objectif de l'association relatif à la diffusion de la recherche en direction des enseignants n'est pas atteint et relève plutôt d'initiatives ou de sollicitations individuelles. Elle souhaite que des collaborations plus systématiques soient instaurées entre leurs viviers d'experts et les acteurs du système éducatif : formation de formateurs, réflexion sur l'évolution des programmes et des concours de recrutement, diffusion des résultats essentiels, etc.

Une compétence didactique des enseignants de physique-chimie qui progresse

L'ensemble des inspecteurs s'accorde pour dire que la formation des enseignants en didactique est essentielle, mais regrette, en revanche, qu'elle ne soit pas suffisante dans les faits.

Les professeurs y consacrent trop peu de temps en formation continue, si ce n'est les formateurs¹¹⁵ ou les enseignants engagés dans des groupes de recherche. Si les formations en master MEEF proposent des enseignements de didactique, plus de la moitié des académies offrant un parcours physique-chimie ne disposent pas de laboratoire ou de chercheur en didactique de la discipline.

Pour ce qui concerne la diffusion des ressources, le bulletin de l'union des professeurs de physique-chimie (BUP) et les productions du GRIESP sont souvent cités comme présentant des articles sur des résultats de recherche accessibles aux enseignants ou sur des propositions de séquences prenant en compte ces résultats ; il est cependant souhaité une mise à disposition plus exhaustive d'un ensemble de ressources utiles pour leur enseignement. Il est à signaler que le site CultureSciencesChimie¹¹⁶ sollicite la rédaction d'articles à partir de travaux de chercheurs ou de doctorants pour une mise en ligne.

Une modeste prise en compte de la didactique dans les concours de recrutement et les concours internes de physique-chimie¹¹⁷ ainsi qu'avec l'évaluation de l'item 1 « Maîtriser les savoirs disciplinaires et leur didactique » lors des rendez-vous de carrière, constitue sans doute une piste pour encourager les enseignants et les formateurs à faire de la didactique un levier pour une meilleure acquisition des savoirs scientifiques par les élèves.

Recommandation 11 : inciter les laboratoires de recherche en didactique à proposer des ressources numériques (vidéos, cours en ligne ouverts à tous – CLOT ou MOOC en anglais – parcours M@gistère) pour accompagner les formations initiales et continue des enseignants en didactique.

¹¹¹ RDST : revue de didactique des sciences et de la technologie (fusion des revues Didaskalia et ASTER).

¹¹² BUP : bulletin de l'association des professeurs de physique-chimie et « Actualité chimique » de la Société chimique de France.

¹¹³ Séminaires du plan national de formation (PNF) ou stages relevant des plans académiques de formation (PAF), journées de l'innovation et de la recherche dans l'enseignement de la chimie (JIREC), journées nationales ou académiques de l'union des professeurs de physique-chimie.

¹¹⁴ Par exemple le groupe SESAMES à Lyon et d'autres groupes de recherche-action type *e-fran*.

¹¹⁵ Dans le cadre du diplôme universitaire (DU) « Formation de formateurs » ou du master MEEF pratiques et ingénierie de formation (PIF) ou de la préparation au CAFFA (Certificat aux fonctions de formateur académique).

¹¹⁶ <http://culturesciences.chimie.ens.fr/>

¹¹⁷ Professionnalisation des CAPES et CAPLP en 2014, prise en compte de compétences professionnelles en 2013 au concours de l'agrégation interne de physique-chimie, en 2018 à celui de l'agrégation externe de physique-chimie option chimie et en 2019 pour l'option physique.

3.4. Les relations de la physique-chimie avec les autres disciplines scientifiques et technologiques

L'interdisciplinarité des disciplines scientifiques à l'école primaire et au collège : un état des lieux nuancé

À l'école primaire et au collège, les disciplines physique-chimie, sciences de la vie et de la Terre et technologie contribuent notamment à l'acquisition du domaine du socle commun de connaissances, de compétences et de culture intitulé « Les systèmes naturels et les systèmes techniques ». Les sciences et la technologie sont également évaluées conjointement, mais de manière séparée, dans une seule épreuve¹¹⁸ du diplôme national du brevet.

La volonté d'installer une démarche d'interdisciplinarité qui intègre l'enseignement des sciences et de la technologie est ancienne. Elle s'est traduite par l'expérimentation de l'enseignement intégré des sciences et de la technologie¹¹⁹ (EIST) en 2006, puis par la mise en place d'un enseignement de sciences et technologie au cycle 3 et des enseignements pratiques interdisciplinaires (EPI) au cycle 4 en 2016. Il faut cependant noter qu'il n'y a pas actuellement d'engagement institutionnel¹²⁰ fort visant à installer cette interdisciplinarité au collège ; elle est plutôt laissée à l'appréciation des équipes éducatives et relève de leur autonomie. La mission constate que le nombre d'établissements mettant en œuvre l'EIST est en régression et que les enseignements pratiques interdisciplinaires se raréfient.

L'interdisciplinarité dans la voie générale et technologique du lycée : vers une nouvelle dynamique ?

Différents enseignements mobilisent conjointement des disciplines scientifiques : il s'agit notamment de l'enseignement d'exploration de la classe de seconde « méthodes et pratiques scientifiques » (MPS), des travaux personnels encadrés (TPE) en classe de première de la voie générale, du programme de sciences des classes de première L et ES, du projet pluridisciplinaire de science de l'ingénieur¹²¹ et de l'enseignement « chimie, biochimie et sciences du vivant » (CBSV) en série technologique STL. On peut souligner que, si certaines réussites, comme MPS, sont à noter, l'ambition interdisciplinaire initiale s'est aussi parfois heurtée à une réalité du terrain peu favorable ; c'est le cas de l'enseignement CBSV par exemple. Ainsi, malgré les enseignements existants, une culture d'interdisciplinarité n'est pas fortement installée au lycée.

La réforme du lycée de 2019 met en place plusieurs nouveaux enseignements interdisciplinaires. L'« enseignement scientifique » pour tous les élèves de la voie générale durant le cycle terminal qui articule quatre champs disciplinaires relevant de la physique-chimie, des sciences de la vie et de la Terre, des mathématiques et de l'informatique. Ce nouvel enseignement scientifique interdisciplinaire a conduit à une nouvelle analyse des objectifs d'une éducation scientifique pour tous au lycée. Dans les séries STI2D et STL de la voie technologique, un enseignement de physique-chimie et mathématiques associe de façon cohérente les deux disciplines. Un accompagnement des équipes est nécessaire pour éviter l'écueil, toujours possible, d'une simple juxtaposition de disciplines.

Des liens privilégiés entre physique-chimie, mathématiques et les autres disciplines expérimentales

La physique-chimie entretient des liens très forts avec les mathématiques, en ce qu'elle recourt à des modèles ou à des lois qui s'expriment à l'aide des mathématiques. Les enseignements de physique-chimie nécessitent que, durant leur parcours, les élèves maîtrisent des notions mathématiques de plus en plus élaborées pour pouvoir appréhender les modèles qui leur sont progressivement présentés.

¹¹⁸ En fait deux des trois disciplines font l'objet d'une évaluation à l'issue d'un choix annuel.

¹¹⁹ On pourra, pour plus de détails, se référer à l'annexe 8 qui traite de l'EIST.

¹²⁰ Ainsi peut-on lire sur le site Éduscol : « À compter de la rentrée scolaire de 2016, les établissements déjà engagés dans l'EIST en sixième ont la possibilité de le poursuivre dans le cadre de la dotation horaire de 4 heures allouées aux sciences expérimentales et à la technologie, ou de revenir à des enseignements distincts. Les établissements qui souhaitent s'engager dans cet enseignement intégré peuvent le faire. L'EIST peut être poursuivi en classe de cinquième ».

¹²¹ Extrait du programme de classe terminale de S-SI 2010 : « Le projet mobilise des compétences pluridisciplinaires, en particulier celles développées en sciences de l'ingénieur, en mathématiques, en sciences physiques-chimiques fondamentales et appliquées, en sciences de la vie et de la Terre, et sollicite des démarches de créativité pour imaginer des solutions qui répondent à un besoin ». La pluridisciplinarité du projet de science de l'ingénieur n'a pas vécu, du fait de l'absence de moyens attribués aux autres disciplines que la SI.

Symétriquement, les enseignements de mathématiques s'appuient sur des exemples concrets pour faciliter la compréhension des notions qu'elles développent¹²².

Cette proximité est parfois une source de difficultés pour les élèves, car même si les deux disciplines utilisent les mêmes objets, les notations sont souvent différentes et les objectifs de ces manipulations distincts. De plus, les progressions des deux disciplines ne sont pas toujours synchronisées, ce qui amène parfois les enseignants de physique-chimie à introduire eux-mêmes les notions mathématiques dont ils ont besoin avec des objectifs didactiques différents de ceux des mathématiques. D'importants efforts ont été faits dans la conception des programmes et des progressions de manière à améliorer les liens entre les deux disciplines. Par exemple dans le cadre de la réforme du lycée de 2019, les nouveaux programmes de physique-chimie explicitent clairement les liens avec les mathématiques en identifiant diverses capacités mathématiques.

En tant que science expérimentale, la physique-chimie présente une parenté épistémologique importante avec les autres disciplines scientifiques au lycée comme les sciences de la vie et de la Terre, les biotechnologies et les sciences de l'ingénieur. Partageant des démarches communes et des concepts intégrateurs – énergie, force, transformation chimique, etc. –, les disciplines scientifiques contribuent à développer chez les élèves des compétences travaillées avec des focales différentes, mais complémentaires. Cette convergence au niveau des démarches se traduit notamment par l'existence au baccalauréat d'une épreuve pratique d'évaluation des compétences expérimentales dans plusieurs disciplines scientifiques.

L'interdisciplinarité dans la voie professionnelle : un atout

Dans les lycées professionnels, une relation très forte entre la physique-chimie et les mathématiques existe grâce à la bivalence des professeurs de lycée professionnel de la spécialité mathématiques - physique-chimie. Cette bivalence est considérée par les corps d'inspection et par les enseignants comme une véritable force didactique qui décroïsonne les disciplines et leur donne du sens. Cependant la formation initiale des enseignants, le plus souvent monodisciplinaire, complique la mise en œuvre de cette interdisciplinarité.

La mise en place des enseignements généraux liés aux spécialités (EGLS) en 2009 n'a pas été satisfaisante. Le volume horaire consacré à l'EGLS ne fait pas l'objet d'une dotation spécifique ; il a donc souvent été perçu par les équipes pédagogiques comme un dispositif qui mobilisait des heures les détournant de l'avancement du programme de leur discipline.

Dans le cadre de la transformation de la voie professionnelle mise en œuvre à la rentrée 2019, des enseignements en co-intervention associant enseignements généraux et professionnels sont prévus dans les grilles horaires, ce qui a pour objectif d'installer avec plus d'efficacité une approche interdisciplinaire.

Recommandation 12 : promouvoir, dès lors que c'est possible, la démarche d'interdisciplinarité lors de la conception des épreuves certificatives des élèves.

3.5. Des différences entre filles et garçons en physique-chimie

Les statistiques présentent, de manière constante, un écart important entre les filles et les garçons dans leur rapport aux sciences « dures » et une sous-représentation des femmes dans les filières et les métiers scientifiques et techniques alors qu'elles ont en moyenne de meilleurs résultats scolaires et sont plus diplômées que les hommes¹²³.

Une moindre représentation des filles dans les parcours scientifiques

Ce constat n'est pas spécifique à la France puisque, dans l'ensemble des pays de l'OCDE¹²⁴, les parcours divergent dès l'âge de quinze ans, conduisent moins de 20 % de femmes dans les programmes informatiques de l'enseignement supérieur et seulement 18 % environ des entrants en ingénierie sont des femmes.

¹²² Ces exemples sont très souvent issus de la physique-chimie. Il suffit de lire le récent projet de programme de l'option complémentaire de mathématiques de la classe de terminale de la voie générale pour s'en convaincre.

¹²³ Éducation et Formation (DEPP) numéros 96 et 97, mars et septembre 2018 : articles sur l'égalité filles-garçons et femmes-hommes dans le système éducatif.

¹²⁴ *Atteindre l'égalité femmes-homme, un combat difficile*, rapport de l'OCDE, 2018.

À l'issue de la seconde générale et technologique, 31,6 % des filles s'orientent vers une première scientifique contre 40,2 % des garçons. Si en classe de terminale S, la proportion de filles est de 47 %, elle diffère ensuite fortement selon les spécialités suivies.

Tableau 5 : pourcentage de filles présentes dans les différentes spécialités suivies en classe de terminale S

Spécialité	Physique-chimie	Mathématiques	SVT	ISN	SI
% filles	48,1	43,2	62,2	28,4	14,4

Source : Repères et références statistiques, DEPP, 2018

La proportion de jeunes filles n'est plus ensuite que de 30,7 % en CPGE scientifiques¹²⁵ avec des écarts très importants selon les filières, puis elle est de 27,1% dans les écoles d'ingénieurs.

Tableau 6 : pourcentage de filles présentes dans différentes filières de première année de CPGE scientifiques

Filière	PTSI	MPSI	PCSI	BCPST	TSI
% jeunes filles	17,2	24,5	31,8	71,9	8

Source : base centrale de pilotage - rentrée scolaire 2018

Dans les licences plurisciences, il y a 41,6 % d'étudiantes, mais seulement 26 % en sciences fondamentales et application, 24,8 % dans les IUT du secteur de la production et 24,1 % dans les STS du secteur de la production¹²⁶.

Des performances légèrement plus faibles des filles en physique-chimie et une moindre appétence pour les sciences

Les résultats des élèves français aux enquêtes internationales s'appuient sur des tests passés au niveau CM1 (TIMSS¹²⁷ 4 en 2015), à l'âge de quinze ans (PISA¹²⁸ 2006 et 2015 - majeure culture scientifique) et en terminale scientifique (TIMSS advanced en 2015). Ces tests sont effectués sur échantillon.

Les enquêtes nationales CEDRE science¹²⁹ portant sur les programmes scolaires des disciplines montrent peu d'écarts entre les filles et les garçons en sciences de la vie et de la Terre, mais un faible écart toujours au profit des garçons en physique-chimie : en fin d'école, 4 % de réussite supplémentaire et en fin de collège, 9 points supplémentaires (moyenne filles 240 et garçons 249 sur 500 en 2013) ; les niveaux de performance élevée rassemblent davantage de garçons (25,8 % contre 18,4 % dans les niveaux 4 et 5), contrairement aux niveaux faibles (38,4 % contre 48,2 % dans les niveaux 1 et 2).

Cet écart n'est pas confirmé dans les enquêtes internationales TIMSS 4 (même score de 487 points pour les filles et des garçons) et PISA (moyenne culture scientifique 494 pour les filles et 496 pour les garçons) ; pour cette dernière, on constate toujours pour les systèmes physiques, un écart de répartition avec davantage de garçons au niveau 5 et davantage de filles au niveau 3, et une moindre performance des filles pour « expliquer des phénomènes de manière scientifique », mais meilleure pour « interpréter des données et des faits » et « évaluer et concevoir des investigations scientifiques ».

¹²⁵ Dans les classes relevant de l'éducation nationale.

¹²⁶ Repères et références statistiques, DEPP, 2018.

¹²⁷ TIMSS : Trends in International Mathematics and Science Study organisé par l'IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) pour évaluer les performances en mathématiques et en sciences des élèves de CM1 (grade 4), de 4^{ème} (grade 8) et de terminale scientifique (grade 12). Les élèves français de 4^{ème} ont passé le test TIMSS 8 pour la première fois en mai 2019.

¹²⁸ Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) est une évaluation créée par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).

¹²⁹ Cycle d'évaluation disciplinaire réalisée sur échantillon en fin d'école et en fin de collège – 2007, 2013 et 2018 (résultats non communiqués).

En revanche, l'étude TIMMS Advanced¹³⁰ relative aux élèves de terminale S fait apparaître en France, comme aux États-Unis, un écart très important de performance en physique entre les filles et les garçons (36 points d'écart). Hormis au Liban, les garçons réussissent toujours mieux cette évaluation que les filles.

Au niveau de l'épreuve de physique-chimie du baccalauréat S, en 2017 et 2018, les notes moyennes des filles sont très légèrement inférieures à celles des garçons de 0,2 à 0,6 point pour toutes les spécialités sauf pour celles ayant opté pour les sciences de la vie et de la Terre où elles sont supérieures de 0,2 point.

Dans toutes les enquêtes nationales et internationales, tout comme dans celle effectuée dans les lycées franciliens et portant sur les filles et les garçons face aux sciences¹³¹, les garçons déclarent toujours apprécier davantage les sciences et envisager d'exercer plus tard un métier scientifique (28 % contre 18 % dans l'enquête PISA) ; les filles, quant à elles, font part d'un moindre intérêt pour les activités scientifiques, d'un défaut de plaisir et d'un sentiment d'une faible efficacité en science (j'ai un bon niveau en science 53 % contre 63 % déclaré à CEDRE). Elles lisent aussi moins de revues scientifiques (déclaratif 26 % contre 36 % à CEDRE). Par ailleurs, parmi les sciences, c'est la physique que les jeunes filles aiment le moins (38 % contre 60 % en fin de collège¹³², 7 % contre 15 % aiment beaucoup étudier la physique en terminale S à TIMSS advanced). Une part substantielle des écarts fille - garçon en matière d'orientation vers les filières scientifiques s'explique donc par leurs goûts déclarés pour les matières scientifiques, et leur confiance en eux vis-à-vis de leurs compétences en sciences, mais surtout aussi en mathématiques.

Des actions d'informations et de sensibilisations pour développer l'appétence et lutter contre les stéréotypes en sciences qui peinent à faire évoluer les orientations des filles vers les sciences.

De nombreuses interventions, notamment de femmes scientifiques, ont lieu au sein des classes ou dans des forums consacrés à l'orientation et des publications de ressources institutionnelles¹³³, mais aussi produites par diverses associations¹³⁴ sont accessibles en ligne afin de donner plus de visibilité à la place des femmes en science et de lutter contre les stéréotypes et l'autocensure des jeunes filles en science. Une sensibilisation des corps d'encadrement est régulièrement faite en physique-chimie, pour qu'ils identifient des différences de sollicitations et de comportements en classe ou des stéréotypes dans les mises en situation et les évaluations, et qu'ils en informent les enseignants.

Les travaux de la mission révèlent un certain paradoxe, car malgré toutes ces actions, peu d'éléments ont été présentés à la mission lors de ses entretiens et dans les réponses à son enquête sur la thématique fille - garçon (une académie pour le second degré et une académie pour le premier degré) ; par ailleurs, les statistiques évoluent peu depuis que les enquêtes fournissent des résultats prenant en compte le sexe des élèves.

Conclusion

Les messages clés du rapport de l'OCDE précité convergent avec les études précitées et préconisent des efforts conjugués envers les parents et les enseignants, dès l'enseignement préscolaire, pour renforcer la confiance des filles en leurs capacités en mathématiques et en sciences, et en aidant tous les élèves, et notamment les filles, à surmonter leur anxiété vis-à-vis des mathématiques. Dans ce but le rapport préconise un effort de formation pour les enseignants afin « qu'ils soient à même de reconnaître et de corriger tout préjugé qu'ils pourraient avoir à l'égard des garçons et des filles » pour les aider « à enseigner plus efficacement afin que les élèves soient en mesure d'exploiter pleinement leur potentiel ».

¹³⁰ Dans cette enquête, nombre d'items se rapportent à des notions ne figurant pas aux programmes du cycle terminal, ou abordent des notions présentes mais les déclinent à un niveau non adapté aux élèves de terminale et exigent davantage de technicités que celles développées dans les programmes français.

¹³¹ Thomas Breda, Julien Grenet, Marion Monnet, Clémentine Van Effenterre in DEPP-2018 Education et Formation 97.

¹³² Analyse des résultats CEDRE sciences fin de collège https://cache.media.education.gouv.fr/file/210/51/2/DEPP-dossier-2018-210-Cedre-sciences-college-web_919512.pdf

¹³³ Nombreuses pages ONISEP sur la mixité des métiers, notamment en science <http://www.onisep.fr/Equipes-educatives/Egalite-filles-garcons/Filles-et-sciences-5-idees-recues>

¹³⁴ <https://www.femmesetsciences.fr/outils/documentation/jeunes-et-enseignants/> : brochures : *Les femmes et les sciences... au-delà des idées reçues, 40 femmes scientifiques remarquables du XVIII^e à nos jours, Filles et garçons, osez les sciences et les technologies*, vidéos : *Osez et faites des sciences*.

3.6. La place des partenaires de l'école

La nécessité d'une culture scientifique pour tous

Il est permis, par le prisme de la diffusion de la culture scientifique, de rejouer, sur un autre mode, au public scolaire, la partition de certains contenus des disciplines. Diverses initiatives scientifiques et gouvernementales¹³⁵ ont permis de mettre en évidence les voies à emprunter pour installer dès l'école les bases d'une culture scientifique¹³⁶. Pour autant la question reste ouverte de savoir si le besoin de culture scientifique du citoyen doit peser ou pas dans la définition des curriculums de science ou si la réponse à cet enjeu doit aussi être apportée par des partenaires extérieurs à l'éducation nationale. C'est dans ce contexte que ces derniers se mobilisent, que de multiples actions s'inscrivent dans la continuité des enseignements à l'école. Compte tenu de l'importance de l'enjeu de culture scientifique, la mission s'est efforcée de dresser un rapide tableau des acteurs de la culture scientifique, technique et industrielle (CSTI) dans leur diversité et leur très grande richesse, entre micro-initiatives et missions dévolues à des établissements d'envergure nationale.

Un cadre légal et réglementaire qui confère un nouveau rôle à la région

La loi du 22 juillet 2013, relative à l'enseignement supérieur et à la recherche, souligne l'importance de la CSTI. Les missions associées relèvent des établissements de recherche et d'enseignement supérieur. Fondée sur le principe de subsidiarité, la nouvelle gouvernance confère aux régions un rôle central d'animation et de coordination du réseau des acteurs, de définition des projets et de soutien aux actions portées sur leurs territoires. Le Conseil national de la culture scientifique, technique et industrielle¹³⁷ a été créé pour assurer l'élaboration, le suivi et l'évaluation d'une stratégie nationale.

Dans cet environnement spécifique se posent diverses questions telles que celles de la pérennité et de la cohérence d'une politique malgré la mobilité des interlocuteurs et des décideurs, de la nature des considérations qui président aux choix effectués ou encore de l'évaluation des actions entreprises.

3.6.1. Une pluralité de partenaires et des formes d'engagement variées auprès des élèves et des enseignants

Un maillage territorial principalement assuré par les CCSTI

Quelque 1 200 structures – parmi lesquelles les centres¹³⁸ de culture scientifique technique et industrielle (CCSTI)¹³⁹ et de nombreuses associations de tailles variées – participent de près ou de loin à la diffusion de la CSTI. Ainsi Universcience¹⁴⁰, première destination muséale des élèves français, défend sa mission éducative en accompagnant les enseignants et les élèves par une offre attractive. Les centres de culture scientifique, technique et industrielle (CCSTI), quant à eux, sont des acteurs majeurs de la diffusion de la CSTI en région ; ils favorisent les échanges entre la communauté scientifique et le public¹⁴¹. Jouant un rôle d'assembleur territorial, ils font le pari d'une approche pluridisciplinaire des sciences et des techniques pour en accroître l'attractivité. La quasi-totalité des académies bénéficie d'actions des CCSTI : le dénominateur commun est un conventionnement avec les autorités académiques¹⁴².

¹³⁵ Décret n° 2006-830 du 11 juillet 2006, *Donner du sens à la culture scolaire fondamentale*.

¹³⁶ 31 janvier 2011 : lancement du plan en faveur des sciences et des technologies à l'École. Trois objectifs principaux ont été fixés : prévenir l'innumérisme, développer le goût des sciences et des technologies et encourager les vocations pour les carrières scientifiques. Une circulaire visant à la promotion des disciplines scientifiques et technologiques à l'École a été publiée le 4 mars 2011. Enfin, la circulaire du 14 juin 2011 a défini les orientations pour la mise en œuvre de l'enseignement intégré de sciences et technologie (EIST) en classe de sixième.

¹³⁷ Décret n° 2012-572 du 24 avril 2012 relatif au Conseil national de la culture scientifique, technique et industrielle.

¹³⁸ <http://eduscol.education.fr/cid46773/liste-des-centres-sciences-ccsti-par-academie.html>

¹³⁹ Au nombre de 70.

¹⁴⁰ Le Palais de la découverte et la Cité des sciences et de l'industrie : 1er centre de sciences en Europe, 4^{ème} site culturel le plus visité de France, 3 173 000 entrées (663 000 scolaires).

¹⁴¹ L'association des musées et centres de culture scientifique, technique et industrielle (AMCSTI) réunit notamment les Centres de culture scientifique, technique et industrielle, les grands établissements nationaux ou les réseaux d'éducation populaire.

¹⁴² Par exemple, l'académie de Lille possède sur son territoire un véritable réseau de CCSTI avec lequel elle collabore par l'intermédiaire d'enseignants : 28 enseignants sont missionnés au sein des CCSTI musées scientifiques, associations, etc.

Les concours au collège et au lycée portés par des structures à rayonnement national ou local

Sans surprise, la plupart des initiatives décrites par la mission s'inscrivent dans un dispositif de promotion de la culture scientifique et invitent les établissements à construire un projet collectif en s'appuyant « sur des concours ou des actions éducatives mises en places par des partenaires de l'école ». À des degrés divers, ces structures visent les élèves du premier et second degré :

- directement, par exemple par l'organisation de concours ou la présence de scientifiques, d'ingénieurs en classe ; le concours Faites de la science ; le concours Course en cours, les Olympiades nationales de chimie ou de physique ou le concours CGénial ;
- indirectement, en proposant des actions de formation ou d'ouverture sur le monde scientifique et industriel, comme celles portées par la Main à la Pâte autour de la démarche d'investigation.

D'autres concours au service de la diffusion de la culture scientifique et technique sont portés par des institutions, des universités, des académies, des collectivités locales. Basés sur le volontarisme du corps enseignant, d'acteurs souvent bénévoles, issus de divers environnements professionnels, ces concours témoignent d'un foisonnement favorable à l'épanouissement de la culture scientifique. Il révèle aussi un fort besoin d'ancrage local et de visibilité, garants du succès de ces initiatives.

Cette variété de concours scientifiques représente une grande richesse, mais aussi une relative absence de visibilité pour le public et d'appréhension pour le corps enseignant et les élèves. Complémentaires des actions portées par l'institution, les questions de la diffusion en direction des enseignants non touchés directement et de l'absence de moments prévus dans le déroulement « ordinaire » de la classe pour de telles actions restent posées dans la perspective d'une dynamique de développement de la CSTI à l'École.

Les concours scientifiques représentent un moyen pertinent pour intéresser de nouveaux élèves à la science, des outils de valorisation des initiatives des enseignants dans le cadre d'une relation plus étroite entre l'université et les établissements scolaires du second degré. Toutefois une part importante des candidats est issue de clubs ou d'ateliers scientifiques et techniques et non d'actions collectives impliquant une classe entière. Le rôle essentiel qu'ont ces derniers pour susciter et développer l'intérêt des élèves à l'égard des sciences est ici souligné.

Les ateliers scientifiques et techniques

Une estimation montre qu'il existe entre 400 et 500 ateliers scientifiques et techniques en lien avec la physique-chimie en collège et entre 150 et 200 en lycée général et technologique. Les ateliers scientifiques et techniques sont rares au lycée professionnel. La motivation, l'orientation et la participation à des concours scientifiques sont des vertus à porter au crédit de ces actions.

Les prêts d'équipements scientifiques et pédagogiques

Le dispositif ministériel Sciences à l'école soutient un programme de prêt de long terme d'équipements pédagogiques aux établissements. Le prêt de matériel est associé à un accompagnement scientifique et pédagogique de professeurs des établissements concernés¹⁴³. On citera également sur ce champ l'exemple méritoire du « Point sciences » ouvert à Limoges qui, par le prêt de matériel ou de documents, favorise le développement d'un enseignement scientifique rénové et impulse une pratique régulière auprès des écoles maternelles et élémentaires¹⁴⁴.

Avec le projet « Yes We Code ! », la Fondation CGénial s'est engagée dans le défi de l'éducation aux sciences du numérique. Cette action nouvelle concerne le domaine du numérique et de la programmation avec la mise à disposition de professeurs de cartes programmables ; toutefois aucune action de formation de ces derniers n'est proposée sur ce thème.

¹⁴³ Aux quatre programmes en œuvre (astro, cosmos, météo et sismo à l'école) se sont ajoutés nano à l'école et génome à l'école.

¹⁴⁴ Placé sous la responsabilité de l'inspecteur de l'éducation nationale du premier degré chargé de la mission départementale Mathématiques et Sciences-Technologie-EDD.

La culture scientifique vise aussi à accroître l'attractivité des enseignements et des carrières offertes.

L'opération « Ingénieurs et techniciens dans les classes » pilotée par la fondation CGénial concerne potentiellement tous les niveaux de classes de l'enseignement secondaire. Elle est menée en partenariat avec le personnel scientifique et technique des entreprises fondatrices et partenaires, avec notamment pour objectif de renforcer les liens entre les établissements scolaires et les entreprises¹⁴⁵.

« Professeurs en entreprise » est, quant à elle, l'opération phare de la fondation CGénial ; elle vise à mieux faire connaître les entreprises – et les métiers qui s'y exercent – du domaine des sciences, des technologies, de l'ingénierie et des mathématiques (STIM) en partant du constat d'une méconnaissance des entreprises de la part des personnels de l'éducation nationale. La Fondation souhaite également montrer l'importance des applications et de « l'incarnation des lois » étudiées dans le cadre de l'enseignement de la physique-chimie.

Des actions de médiation scientifique conduites avec de « grands organismes scientifiques »

Au Centre national de la recherche scientifique (CNRS), des actions aptes à rendre les contenus de recherche accessibles au grand public sont conduites. Relevant d'une mission de service public qui vise de plus à assurer un partage des connaissances en instaurant un lien direct entre les chercheurs et le grand public, ces actions confirment l'attractivité de la recherche en physique et en chimie auprès du grand public : la chimie forte d'un ancrage sociétal ne manque pas d'intéresser le public. En physique, la physique des particules et l'astrophysique retiennent l'attention du grand public. La physique fascine aussi par la taille des instruments qu'elle mobilise.

Au Centre national d'études spatiales (CNES), la mission initiale de sécurisation du lancement des fusées de type scolaire s'est progressivement enrichie d'une importante composante éducative pour contribuer à attirer les élèves vers les carrières scientifiques, en faisant connaître les enjeux et les applications du spatial. Un partenariat avec le ministère de l'éducation nationale permet notamment la diffusion de ressources pédagogiques¹⁴⁶ et favorise des actions conduites dans le cadre scolaire ou en clubs qui reposent sur l'expérimentation de projets éducatifs spatiaux. Ce sont quelques 250 000 élèves et encadrants qui ont été concernés en 2018, Thomas Pesquet a joué un rôle déterminant dans la dynamisation des actions portées par le CNES. Cet exemple parmi tant d'autres témoigne de l'importance de l'engagement des scientifiques, le moyen d'assurer la qualité scientifique de la CSTI.

Le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) est à l'initiative de nombreuses formations proposées pour les enseignants du primaire à l'enseignement supérieur et met à disposition des enseignants de science et technologie et notamment de physique-chimie de nombreux contenus pédagogiques et supports multimédias sur les thèmes des énergies et de la radioactivité¹⁴⁷.

La Fondation de la Maison de la chimie¹⁴⁸ investit annuellement d'importants moyens pour la promotion de la chimie auprès du grand public et des jeunes avec notamment le site Médiachimie¹⁴⁹ qui propose des ressources pédagogiques pour les enseignants en lien avec les programmes, des ressources à destination des élèves pour développer le goût pour la chimie et un espace pour découvrir les métiers de la chimie.

Les Maisons pour la science au service du développement professionnel des enseignants

Les Maisons pour la science ont placé au cœur de leur projet une offre de développement professionnel aux professeurs concernés par l'enseignement des sciences et de la technologie, de la maternelle jusqu'à la classe de troisième.

Cette offre est « ancrée dans la science vivante » au service d'une rénovation de la formation continue, les Maisons collaborent avec les universités, les rectorats, les Espé, les IREM, et les organismes de recherche. La

¹⁴⁵ BOEN n° 41 du 11 novembre 2010.

¹⁴⁶ Sites Eduthèque-CNES enseignants et élèves.

¹⁴⁷ <http://www.cea.fr/comprendre/enseignants/Pages/ressources-pedagogiques.aspx>

¹⁴⁸ <https://actions.maisondelachimie.com>

¹⁴⁹ <https://www.mediachimie.org/>

Main à la pâte et les Maisons pour la science ont de plus lancé, en 2016, les collèges pilotes¹⁵⁰ afin de favoriser une pratique des sciences et de la technologie attrayante, créative, contemporaine et formatrice, en privilégiant des relations avec des chercheurs, des ingénieurs et des techniciens.

La mission a relevé que les Maisons pour la science ne couvrent pas tout le territoire¹⁵¹. La qualité des formations dispensées est reconnue. Citons sur ce thème l'avis des corps d'inspection sur la Maison pour la science d'Auvergne : « *La relation de confiance et de proximité ainsi que la qualité des animations proposées nous permettent de nous reposer intégralement sur cette structure pour externaliser l'actualisation scientifique des enseignants du premier et du second degré* ».

3.6.2. Quelques réflexions et points de vigilance

Un panorama complexe des structures qui portent la CSTI

En raison de la diversité des enjeux économiques, du changement de paradigme quant aux nouveaux rôles joués par les ministères et les régions, des inégalités des formats, des moyens et de leurs implantations, les structures qui portent la CSTI déploient des actions aux qualités plus ou moins avérées. L'enjeu est de favoriser l'émergence de projets inscrits dans la durée et la cohérence, et dans un partenariat avec les structures de l'éducation nationale.

Selon l'un des interlocuteurs de la mission, les structures qui portent les actions de diffusion de la CSTI se caractérisent par un ancrage local (les financements, le portage des actions se font en lien avec les collectivités territoriales) et par un fonctionnement qui vise à mutualiser davantage les actions afin d'optimiser les coûts et de maximiser la diffusion sur le territoire national.

Une offre qui doit se démarquer de l'offre scolaire traditionnelle, avec une exigence de qualité

Moyens matériels, scénarisation, adhérence avec des sujets d'actualité, rigueur scientifique, ouverture, mais aussi une vigilance par rapport aux acteurs de la CSTI dans un cadre éducatif doivent être conjugués afin de garantir une offre complémentaire qui semble indispensable à la formation des élèves, mais dont la plus-value reste difficile à évaluer. La mission est ainsi conduite à recommander une meilleure fluidité entre les deux mondes, par exemple en identifiant des moments opportuns où l'on puisse, à l'aide des partenaires de l'école, éveiller les élèves à la CSTI et mieux prendre en considération leurs engagements.

Des actions davantage tournées vers des thèmes sociétaux

Selon un autre interlocuteur, ces actions embrassent pour des raisons économiques des problématiques moins scientifiques et plus sociétales comme celles du climat ou de la biodiversité. Néanmoins, certaines structures proposent encore des programmations autour des sciences fondamentales. Dans la mesure où les curriculums de sciences et de technologie se sont ouverts aux enjeux sociétaux et environnementaux, cela constitue une occasion de résonances avec les initiatives de culture scientifique conduites hors de l'école.

Du point de vue des autorités académiques, une vigilance s'impose à propos de l'entrisme de certaines structures. En tout état de cause, le chef d'établissement, l'inspecteur du premier degré, les enseignants, à l'école, au collège ou au lycée doivent, dans le cadre éducatif, garder la maîtrise du discours porté. C'est, semble-t-il, plus sensible dans le premier degré¹⁵².

¹⁵⁰ Les collèges pilotes forment un réseau national constitué actuellement de plus de 80 établissements situés pour la majorité d'entre eux en zone d'éducation prioritaire ou en zone rurale.

¹⁵¹ Alpes-Dauphiné, Alsace, Aquitaine, Auvergne, Bretagne, Centre-Val de Loire, Guyane, Lorraine, Midi-Pyrénées, Nord-Pas-de-Calais.

¹⁵² C'est ainsi qu'une alerte sur ce point a été formulée par l'IEP premier degré chargé d'une mission sciences dans l'académie de Grenoble qui a trouvé nécessaire de rappeler les règles : « *co-intervention, nombre d'heures de l'intervenant extérieur devant être raisonnable pour pouvoir traiter les programmes, une vigilance par rapport à certaines associations (dérive sectaire, idéologie politique, etc.)* ».

Une relation entre territoires et offres qui révèle de réelles disparités conduisant à une relative inégalité d'accès des élèves aux différents dispositifs¹⁵³

Un soutien des collectivités territoriales s'apparentant parfois à du « saupoudrage », un manque de cohérence et un défaut d'accompagnement des projets, une disparité des moyens matériels et humains¹⁵⁴, une diversité d'implication des collectivités locales sont des facteurs qui génèrent une inégalité de traitement des élèves sur le territoire national et suggèrent l'existence de manques au niveau du pilotage national.

Une place plus réduite des actions de culture scientifique proposées aux élèves de la voie professionnelle

En dehors de quelques actions notables, dans l'académie de Lille par exemple¹⁵⁵, force est de constater la place plus réduite du volet culture scientifique au niveau de la voie professionnelle.

Conclusion : un apport complémentaire de la CSTI à la formation dispensée par l'institution scolaire

Les points de vigilance identifiés ci-dessus ne sauraient masquer tout l'intérêt de l'apport de la CSTI à l'éducation aux sciences et à la technologie des élèves de l'enseignement primaire et secondaire. Ses contributions doivent être perçues comme un appui, une plus-value potentielle, un vecteur de motivation supplémentaire et donc comme un complément à la science enseignée dans un cadre scolaire. Une réflexion mérite cependant d'être conduite, notamment en partenariat avec les autorités académiques et régionales, pour en optimiser la qualité, l'efficacité et la couverture territoriale.

Recommandation 13 : lancer une étude sur les modalités d'un renforcement et d'une optimisation du partenariat entre l'École et les acteurs de la culture scientifique, technologique et industrielle.

3.7. À propos de l'enseignement de la physique-chimie dans quelques autres pays

Cette analyse non exhaustive porte sur une sélection de pays¹⁵⁶ et s'appuie sur deux retours d'enquêtes demandées par la mission, d'une part, à la délégation aux relations européennes et internationales et à la coopération (DREIC) du ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse et, d'autre part, à France éducation international (ex CIEP, Centre international d'études pédagogiques) ; elle permet d'identifier des analogies ou des différences avec notre système éducatif.

Comme en France, dans la plupart des pays, la physique et la chimie apparaissent progressivement en tant que disciplines avec quelques nuances

Dans la plupart des pays, un enseignement de sciences intégrées (Allemagne), sciences et technologie (Danemark), sciences naturelles (Espagne), environnement naturel et social (Portugal) incluant de la physique et de la chimie, et parfois de la géographie et de l'histoire, est dispensé dès le début de l'école primaire et, dans certains cas, seulement deux ou trois années après (Japon, Mexique). Les sciences deviennent souvent une matière indépendante en fin d'école primaire (par exemple, « Sciences physiques et naturelles » au Portugal). Signalons qu'en Espagne, après les résultats de PISA 2009, les sciences ont acquis le statut de matière fondamentale.

Au collège, les sciences restent parfois intégrées la première année (certains Länder allemands) ou pendant tout le secondaire inférieur (Irlande¹⁵⁷) ; la physique demeure couplée à la chimie dans quelques pays

¹⁵³ Les inspecteurs ne sont pas nécessairement informés de toutes les actions menées ; le contexte scientifique des territoires est prégnant : présence de grands instruments (GANIL à Caen, Synchrotron Soleil en Île de France), de pôles scientifiques comme Minatec à Grenoble, etc.

¹⁵⁴ La question des territoires éloignés peut parfois faire l'objet d'actions volontaristes : on peut citer par exemple l'action « Immersion Sciences » qui résulte d'un partenariat entre l'académie de Rennes, la région Bretagne et le CNRS.

¹⁵⁵ Le dispositif « Moi Pas Einstein » propose aux enseignants un catalogue de douze parcours pédagogiques s'inscrivant dans cette dynamique.

¹⁵⁶ Il s'agit de neuf pays, cinq européens (Allemagne, Danemark, Écosse, Espagne, Portugal, Irlande), un asiatique (Japon), un anglo-saxon (Australie) et le Mexique. Ils ont été choisis car ils figurent dans les analyses PISA 2015 effectuées avec la DEPP qui vont bientôt être publiées.

¹⁵⁷ Cet enseignement s'appuie sur quatre domaines : le monde physique, le monde chimique, le monde biologique et la Terre et l'espace. En physique les élèves abordent : forces et énergie, chaleur, lumière et son.

(Espagne, Portugal, Japon¹⁵⁸), mais ces deux disciplines peuvent aussi être enseignées séparément (Australie, Allemagne) ; parfois même il peut n’y avoir qu’une seule discipline scientifique enseignée par année scolaire (Mexique).

Au lycée général, la physique et la chimie sont, dans la plupart des pays, deux matières distinctes et peuvent faire l’objet d’un choix (Portugal, Danemark, Espagne, Irlande) ou être dispensée à un niveau d’enseignement différent (de base ou avancé au Danemark ou en Allemagne). Dans le cas d’un niveau avancé, le nombre d’heures dispensées par discipline peut être important (325 heures de cours annuels). Ces choix ont conduit, dans certains pays, à une baisse du nombre des inscrits en chimie et en physique (Australie, Portugal), ceci coïncidant parfois avec un élargissement du choix des matières proposées dans l’enseignement secondaire et avec un assouplissement des conditions préalables à l’entrée à l’université dans des filières scientifiques.

Plusieurs pays font état d’une pénurie d’enseignants et notamment en science (Irlande¹⁵⁹, Écosse¹⁶⁰, Danemark¹⁶¹, etc.).

Quelques curriculums étrangers fondent aussi l’enseignement de sciences sur l’expérimental et sur les compétences de la démarche scientifique

En Espagne et au Japon, il est demandé que les cours de sciences, dès le primaire, soient fondés sur l’expérimental et, dans le cas du Japon, au primaire comme au secondaire, que cela soit effectué par les élèves eux-mêmes. « Faire des observations » se retrouve néanmoins dans presque tous les programmes de science européens¹⁶².

Au-delà des contenus, les compétences de la démarche scientifique à faire acquérir sont clairement identifiées dès l’école primaire (Australie, Danemark, Mexique) ou au collège (Japon) ; de même des compétences d’investigation scientifique en utilisant des techniques pratiques en Écosse (Curriculum for Excellence de trois à dix-huit ans). En Irlande, pour la construction des connaissances et des compétences, les enseignants sont encouragés à diversifier les méthodes d’enseignement et d’évaluation (enquête, investigation, expérimentation, apprentissage par la découverte, apprentissage théorique). Certains pays visent spécifiquement des compétences sociales et civiques en science (Écosse) ou des compétences transférables d’une situation à une autre (Irlande). Enfin quelques pays sensibilisent à la nature de la science et au lien entre les progrès scientifiques et technologiques (Japon).

Aucune analyse ne fait mention d’expériences assistées par ordinateur ou de codage et de programmation en physique ou en chimie. Le développement de compétences numériques est toutefois évoqué très tôt dans l’enseignement STIM en Australie.

4. À propos de la qualité de l’enseignement de la discipline physique-chimie

La qualité de l’enseignement¹⁶³ de la discipline physique-chimie, en tant que service rendu par l’État à la collectivité, nécessite une appréciation sous le prisme des nombreuses dimensions de ce service. De plus, la très grande variété des points de vue possibles – des élèves, de leurs parents, des professeurs, des chefs d’établissements, des universitaires, des chercheurs, etc. – et des attentes spécifiques rendent plus complexe encore l’analyse.

Le choix est fait de se placer du point de vue de l’institution, qui a la responsabilité de définir les objectifs d’un enseignement et d’en organiser les modalités de façon à ce que ces objectifs soient atteints et avec la meilleure efficacité possible.

¹⁵⁸ En dernière année de collège au Japon : les courants électriques et leur utilisation en physique, les transformations chimiques, atomes et molécules en chimie.

¹⁵⁹ En Irlande, seuls 41 nouveaux professeurs de physique ont pris leurs fonctions en 2017.

¹⁶⁰ *Enhancing professional learning in STEM*, programme de bourses de 20 000 € en Écosse pour les personnes souhaitant se reconverter pour enseigner les STEM.

¹⁶¹ Programme ASTE (*Advanced Science Teacher Education*) pour encourager à choisir la spécialisation science et QUEST (*Qualifying in-service Education of Science Teachers*) pour mettre en réseau les enseignants.

¹⁶² L’enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe. État des lieux des politiques et de la recherche. DGEC Eurydice 2006.

¹⁶³ On pourra sur ce thème se référer au rapport de l’IGEN n° 2013-065, *L’évaluation de la qualité des enseignements*.

Les réflexions proposées ci-dessous ne visent en aucun cas l'exhaustivité ; elles sont organisées comme une mosaïque de regards – contenus d'enseignement, fluidité des parcours, acquis des élèves, perception de la discipline par les élèves, volet expérimental de la discipline, compétences professionnelles des enseignants, situation au cycle 3 de l'école primaire et au collège – portés sur l'enseignement de la discipline qui permet de mieux cerner le sujet et d'identifier des pistes d'amélioration.

4.1. La qualité de l'enseignement à l'aune des contenus d'enseignement et de la fluidité des parcours des élèves

Les thèmes abordés, les notions enseignées et les compétences développées par l'enseignement de la discipline scolaire physique-chimie sont identifiés notamment par le biais de programmes nationaux. L'évaluation de leur qualité entre donc dans le cadre de l'appréciation de la qualité de l'enseignement de la discipline physique-chimie.

Ces programmes doivent être appréciés à l'aune de la poursuite des objectifs auxquels ils sont censés contribuer. Ceux-ci sont définis par la loi de façon très générale par l'article L. 121-4 du code de l'éducation : « *Les enseignements scolaires et universitaires ont pour objet de dispenser les connaissances de base et les éléments d'une culture générale incluant les données scientifiques et techniques, de préparer à une qualification et de concourir à son perfectionnement et à son adaptation au cours de la vie professionnelle* ».

Les objectifs spécifiques de l'enseignement de la physique-chimie mentionnés dans la première partie du rapport s'inscrivent dans ce cadre.

Des contenus jugés trop volumineux

Les enseignants et les élèves interrogés par la mission critiquent rarement les contenus des programmes, généralement jugés intéressants et adaptés. En revanche, les enseignants de tous niveaux et de toutes filières regrettent, de manière quasi unanime, le volume trop important des programmes compte tenu de la durée réellement impartie à l'enseignement de la physique-chimie. Il est également reproché aux programmes de lycée en vigueur d'aborder un trop grand nombre de notions différentes, ce qui conduirait à une certaine superficialité. Les futurs programmes de lycée ont pris en compte cette critique et abordent des thématiques moins nombreuses pour les étudier plus en profondeur.

Une adaptation insuffisante aux études supérieures scientifiques

Les directeurs d'institut universitaire de technologie (IUT) du secteur de la production ou d'unité de formation et de recherche (UFR) du domaine des sciences et les représentants des associations d'enseignants de classe préparatoire aux grandes écoles rencontrés par la mission portent tous le même constat d'une insuffisante adaptation de l'enseignement de la physique-chimie dans les voies générale et technologique du lycée aux exigences de l'enseignement supérieur scientifique et technologique. Cela est dû, selon eux, à différents facteurs qui ne relèvent pas tous de la seule discipline de physique-chimie : le manque de méthodes de travail et d'autonomie des élèves et surtout une maîtrise insuffisante du langage mathématique et de la langue française par ces derniers. Par ailleurs, les interlocuteurs expriment tous le regret d'une part trop réduite de la modélisation mathématique en physique-chimie dans les attendus du lycée. Des lacunes difficiles à combler en résultent malgré la mise en place de nombreux dispositifs de remédiation en première année d'études supérieures. De plus, la différence entre les approches de la discipline physique-chimie au lycée et dans l'enseignement supérieur peut surprendre les étudiants qui estiment parfois avoir été mal informés sur la nature même de la discipline physique-chimie.

Dans le cas de la voie professionnelle, les programmes en vigueur sont organisés autour de thématiques contextualisées par des questions. Si cette présentation, appréciée des élèves et des professeurs de mathématiques - physique-chimie, présente des avantages évidents pour un public dont l'intérêt est naturellement tourné vers les applications, elle est moins adaptée à la poursuite d'études supérieures en l'absence d'une indispensable décontextualisation des savoirs pour en montrer une forme d'universalité qui transcende le contexte de la question initiale et en permettre la transférabilité à d'autres contextes.

Dans les voies générale et technologique comme dans la voie professionnelle, les contenus, les méthodes et les attendus de l'enseignement de la physique-chimie au lycée doivent faciliter davantage l'adaptation aux

premières années de l'enseignement supérieur scientifique ou technologique et éclairer plus fidèlement les choix d'orientation des lycéens.

Des transitions difficiles durant les études secondaires

D'une façon générale, les enseignants et les élèves de collège et de lycée rencontrés par la mission expriment les difficultés qu'éprouvent les élèves lors des passages du cycle 3 au cycle 4 et de la classe de troisième à la classe de seconde générale et technologique. Ces difficultés sont souvent attribuées à l'importance plus marquée prise par la modélisation lors de chacune de ces étapes.

Cette augmentation de l'attention portée à la modélisation et à la place croissante accordée aux lois quantitatives au cours de la scolarité est consubstantielle d'une progression : au fil de la scolarité les contenus enseignés se rapprochent de la physique-chimie telle qu'elle se pratique dans l'enseignement supérieur. Néanmoins, cette évolution semble trop peu progressive.

Ce point a été pris en compte dans les programmes de lycée applicables à partir de la rentrée 2019 : les thèmes abordés y sont structurés de la même manière qu'au collège, de façon à faciliter la transition collège-lycée.

Recommandation 14 : concevoir et mettre en place des formations disciplinaires et didactiques axées sur la progressivité des apprentissages afin de faciliter les transitions durant le parcours de l'élève.

Une place insuffisante des thèmes sociétaux dans les programmes ?

Si les programmes de physique-chimie de collège et de lycée participent à l'acquisition de connaissances et de savoir-faire scientifiques permettant aux élèves de mieux appréhender des sujets sociétaux comme ceux des nanotechnologies, du réchauffement climatique, des enjeux énergétiques et de la préservation des ressources naturelles, force est de constater que ces programmes en font rarement un sujet d'étude propre aux objectifs de formation précisément identifiés. Ils les interpellent davantage comme des thématiques, par nature pluridisciplinaires, de contextualisation de savoirs plus fondamentaux qui sont ceux portés par la physique-chimie.

Ce constat, qui fait parfois l'objet de reproches de la part d'acteurs s'intéressant aux questions didactiques et pédagogiques, mériterait une clarification par les autorités qui président à l'élaboration des programmes d'enseignement. Notons que la situation évolue avec la mise en place du nouvel enseignement scientifique dans la voie générale du lycée.

Recommandation 15 : mettre à disposition des professeurs des repères de formation interdisciplinaires ancrés sur les programmes et explicitant les liens avec certains sujets sociétaux auxquels la science peut apporter un éclairage spécifique.

4.2. La qualité de l'enseignement à l'aune des acquis des élèves

On peut se référer sur ce thème au rapport des inspections générales intitulé *Les acquis des élèves, pierre de touche de la valeur de l'école ?*¹⁶⁴. Ce dernier tente de cerner la notion d'acquis entre connaissances, compétences, comportements et culture tout en soulignant la difficulté, voire l'impossibilité d'adosser cette notion à une seule discipline – on peut ici citer, par exemple, le savoir communiquer ou le savoir apprendre – et souvent même d'imputer l'existence d'un acquis à la seule action de l'École. La question de l'évaluation des acquis pose directement celle des indicateurs utilisés ; ceux-ci sont analysés ci-après. Le sujet est donc délicat et l'approche qui suit se veut pragmatique.

Des résultats obtenus aux examens qui informent peu sur les acquis réels des élèves

Le suivi des résultats obtenus en physique-chimie par les élèves aux examens du collège et de la voie générale et technologique s'effectue essentiellement par le biais d'enquêtes réalisées auprès des jurys académiques et centralisées par le groupe physique-chimie de l'inspection générale de l'éducation nationale. Ces enquêtes permettent d'obtenir des retours qualitatifs sur la réussite des élèves relatifs à tel ou tel type de questions ou sur le degré de maîtrise de telle ou telle compétence.

¹⁶⁴ N° 2005-079.

- Baccalauréat

Pour ce qui concerne le baccalauréat, l'analyse des moyennes de notes obtenues par l'ensemble des candidats montrerait à première vue un niveau moyen de maîtrise des acquis – principalement à partir d'un sondage des connaissances et des compétences – puisque, dans les différentes séries, la note moyenne des épreuves écrites se situe entre dix et treize. Le suivi de ces moyennes au fil des années montre une assez grande stabilité, et permet paradoxalement surtout de repérer les énoncés qui posent des difficultés particulières aux élèves, comme l'épreuve du baccalauréat de la série S de la session 2016 dont la moyenne (11/20) est significativement plus faible que celles des autres années (entre 12 et 12,5 pour les années 2011-2018).

Les enquêtes qualitatives, plus riches, permettent de faire ressortir des points de faiblesse récurrents des candidats. Ils concernent notamment la maîtrise du calcul analytique, les difficultés rencontrées dans les applications numériques et le manque d'analyse critique des résultats obtenus. Les questions à prise d'initiative posent également des difficultés ; celles qui sont fondées sur des restitutions de connaissances donnent généralement lieu à de bonnes réussites.

Dans le cadre des épreuves pratiques¹⁶⁵ des séries S et STL-SPCL, des données très fines sont disponibles. Une base de données nationale est accessible et permet de trouver le nombre d'élèves ayant composé pour chaque situation d'évaluation de la banque nationale, ainsi que les notes obtenues et le niveau de maîtrise des compétences de la démarche expérimentale. Ces résultats permettent, d'une part, un pilotage éclairé de la constitution de la banque nationale de situations d'évaluation et, d'autre part, une évaluation détaillée des acquis d'apprentissage dans ce domaine.

L'analyse de ces données montre, par exemple, que dans la série STL-SPCL, les compétences « s'approprier », « analyser », « réaliser », « valider » et « communiquer » sont maîtrisées de façon satisfaisante ou très satisfaisante par une large majorité des candidats (entre 57 % et 87 %¹⁶⁶). Même si ce bilan est satisfaisant, il fait apparaître que la compétence « valider », qui mobilise prioritairement l'esprit critique de l'élève, est significativement moins bien maîtrisée que toutes les autres et nécessite par conséquent une attention particulière de la part des enseignants.

L'exemple des épreuves pratiques montre tout l'intérêt qu'il peut y avoir à suivre de façon plus détaillée et systématique qu'aujourd'hui les résultats obtenus aux examens. Les futures épreuves communes de contrôle continu (E3C), dont l'organisation est proche de celle des épreuves pratiques et qui reposent également sur une banque nationale de sujets, constituent une occasion de mettre en place un suivi plus précis des acquis des élèves¹⁶⁷. La correction dématérialisée des épreuves terminales permettra peut-être également de recueillir, à grande échelle, des données précieuses pour l'analyse de la qualité des enseignements.

- Diplôme national du brevet (DNB)

L'analyse des résultats du DNB des séries générale et professionnelle s'appuie également aujourd'hui sur des enquêtes réalisées auprès des IA-IPR ou des IEN MPC.

Pour la série générale, la moyenne nationale obtenue au cours de la session 2017 est de l'ordre de 10/20. Les retours qualitatifs montrent des difficultés en mathématiques ainsi que des difficultés dans la rédaction d'une argumentation rigoureuse et dans la maîtrise du vocabulaire et de la syntaxe.

Dans le cas de la série professionnelle, la très faible moyenne obtenue en 2017 (autour de 5,5/20) a mis en avant les très grandes difficultés des élèves de cette série concernant la mémorisation de relations simples, figurant pourtant explicitement au programme. La moyenne des résultats en 2018 (6,3/20) est à peine supérieure à celle de 2017. Même s'il convient de manipuler ces données avec précaution, car de nombreux candidats ne sont pas scolarisés en classe de troisième préparatoire à l'enseignement professionnel, ces résultats soulèvent néanmoins la question de l'adéquation des attentes de l'examen avec le profil des élèves.

¹⁶⁵ Évaluations des compétences expérimentales (ECE).

¹⁶⁶ « S'approprier » : 87 % ; « analyser » : 90 % ; « réaliser » : 85 % ; « valider » : 57 % ; « communiquer » : 86 %.

¹⁶⁷ Il apparaît que l'outil informatique de création et de déploiement des sujets de ces E3C prévoit d'intégrer des possibilités d'analyse statistique des résultats.

- Diplômes professionnels – baccalauréat professionnel, CAP et brevets de technicien supérieur

Pour les CAP, BEP et baccalauréats professionnels, l'évaluation de la physique-chimie se fonde, pour de nombreux candidats¹⁶⁸, sur des évaluations par contrôle en cours de formation (CCF). C'est également le cas pour un grand nombre de brevets de technicien supérieur. Ce mode d'évaluation se prête mal à une analyse de la qualité des acquis des élèves. Les résultats obtenus dans les établissements ne sont pas collectés nationalement, pas plus que ne l'est le détail des degrés de maîtrise des compétences évaluées¹⁶⁹. La seule exploitation des résultats est effectuée à l'échelon académique par les inspecteurs territoriaux. Dans l'enquête réalisée par la mission, ceux-ci expriment des opinions contrastées sur le CCF. Si certains estiment que les résultats obtenus sont satisfaisants et traduisent une bonne adéquation entre l'enseignement et l'évaluation, d'autres ne leur accordent qu'une valeur limitée du fait que les évaluateurs sont également les formateurs. Il est par ailleurs communément signalé que les programmes ne sont souvent pas traités en totalité.

Ainsi, pour différentes raisons selon les filières et les niveaux, les résultats obtenus aux examens ne constituent aujourd'hui que des indicateurs très partiels de la qualité des enseignements alors qu'ils pourraient former un ensemble de données plus riches d'informations pour peu que les conditions de leur collecte et la nature des données réunies soient rationalisées.

Recommandation 16 : exploiter davantage les examens – en amont, dans la conception des épreuves et, en aval, dans l'exploitation des résultats obtenus par les élèves – pour recueillir des informations sur les acquis des élèves.

Une contribution à la formation du citoyen difficile à évaluer

L'adaptation des contenus enseignés à cet objectif semble très difficile, sinon impossible, à évaluer de manière robuste.

Les programmes ne manquent certes pas d'explicitement cette dimension citoyenne dans leurs préambules. Les résultats des enquêtes et des entretiens en donnent une image contrastée et les IA-IPR de physique-chimie et IEN mathématiques - physique-chimie placent très fréquemment la formation du citoyen au cœur des vertus formatrices de la discipline. En revanche, les enseignants interrogés dans les cinq académies visitées ne pensent pas toujours à évoquer cet aspect de l'enseignement de la physique-chimie parmi ses vertus formatrices, ce qui laisse à penser qu'il ne s'agit pas pour eux d'une priorité.

Il est néanmoins raisonnable de supposer, sans pour autant pouvoir l'affirmer, que l'explicitation, dans les programmes de physique-chimie, d'objectifs de formation reliés au développement de l'esprit critique et de l'autonomie des élèves, contribue favorablement à celle du citoyen.

Les résultats au concours général des lycées et aux Olympiades internationales : un indicateur de qualité ?

En physique-chimie, le concours général des lycées concerne les élèves des classes de terminale des séries S et STL¹⁷⁰. Les données proposées en bas de page montrent que la frange d'élèves concernés est faible : 1 % des effectifs de la série S et 2,6 % de ceux de la série STL-SPCL ; les lauréats, par ailleurs brillants, sont très peu nombreux – respectivement 18 et 12 –, et les épreuves sont conçues pour permettre de les détecter. Cette évaluation n'apporte donc aucune information à propos de la qualité globale des acquis des élèves de ces deux séries.

¹⁶⁸ Candidats préparant le diplôme par la voie scolaire dans un établissement public ou privé sous contrat ou par apprentissage dans les centres de formation d'apprentis habilités ou par formation professionnelle continue des établissements publics.

¹⁶⁹ Notons que, pour le baccalauréat et le CAP, cette évaluation s'appuie sur une grille nationale d'évaluation par compétences.

¹⁷⁰ Pour la session 2018 du concours général des lycées des spécialités physique-chimie : en série S, il y a eu 2 164 candidats, dix-huit lauréats pour un effectif de 201 238 élèves ; en série STL-SPCL, il y a eu 100 candidats, douze lauréats pour un effectif de 3 836 élèves. Sources : DEPP et DGESCO (*rapport des jurys*).

Grâce au dispositif ministériel Sciences à l'École¹⁷¹, la France participe aux concours des Olympiades internationales de chimie¹⁷² (IChO) et de physique (IPhO). Ces compétitions internationales annuelles de très haut niveau sont disputées individuellement par des élèves venus du monde entier – environ 80 pays pour les IChO et 90 pour les IPhO ; elles concernent les élèves en fin de cycle secondaire, non scolarisés à l'université et âgés de moins de vingt ans ; en France, les lycéens des classes de terminale et les élèves de première année de classe préparatoire aux grandes écoles scientifiques.

Après un processus de préparation et de sélection des délégations françaises organisé par « Sciences à l'École » et mobilisant plusieurs centaines d'élèves et des dizaines de professeurs bénévoles, les représentants français obtiennent de bons résultats avec le plus souvent des médailles de bronze, d'argent et parfois d'or.

Si la qualité des résultats atteste de l'efficacité du processus de sélection qui doit beaucoup à l'engagement des enseignants et à l'excellence des élèves des classes préparatoires aux grandes écoles, il serait vain d'essayer d'en déduire des éléments pertinents en lien avec la qualité des enseignements dispensés en physique-chimie au lycée, le nombre d'élèves concernés étant finalement beaucoup faible et l'échantillon par nature non représentatif.

Évaluation de la qualité des apprentissages à l'aune des résultats obtenus aux tests internationaux

Les résultats des élèves français aux enquêtes internationales s'appuient sur des tests passés au niveau CM1 (TIMSS¹⁷³ 4 en 2015), à l'âge de quinze ans (PISA¹⁷⁴ 2006 et 2015 - majeure culture scientifique) et en terminale scientifique (TIMSS advanced en 2015). Ces tests sont effectués sur échantillon.

Une première caractéristique des élèves français est leur taux de non-réponse, surtout pour ce qui concerne les réponses construites. Deux hypothèses peuvent être formulées à cet égard, car quand les réponses sont données elles s'avèrent très souvent correctes : crainte de l'erreur, manque d'effort et d'engagement dans la réalisation du test¹⁷⁵.

Les résultats des élèves français sont globalement dans la moyenne des pays de l'OCDE en culture scientifique (concernant PISA 2015 le score de la France pour les systèmes physiques est de 492, il est de 493 pour l'OCDE) ou très significativement inférieurs à la moyenne en science (à TIMSS 4 la France obtient un score de 482 en sciences physiques, il est de 522 pour l'Europe) et notamment en physique (à TIMSS advanced le score de la France est de 373, il est de 450 pour le groupe des pays médians et de 508 pour le groupe des pays les plus forts). Quelques éléments permettent d'interpréter ces scores :

- à l'école primaire, la pratique des sciences est inférieure à celle prescrite par les programmes officiels (– 28 %) et les enseignants français se disent moins à l'aise que leurs pairs européens¹⁷⁶ ;
- à quinze ans, les résultats moyens sont stables entre 2006 et 2015 même si le pourcentage d'élèves dans les niveaux faibles (inférieurs à 2) a légèrement augmenté (22 %), tout comme dans les niveaux forts (4, 5 et 6) qui est désormais de 8 % ;
- en classe de terminale S, les résultats ont baissé entre 1995 et 2015¹⁷⁷ de 95 points, plus fortement que pour la plupart des pays : d'une part, la France est le pays pour lequel le

¹⁷¹ « Sciences à l'École » est un dispositif ministériel, fondé en 2004 à l'initiative de l'académicien Pierre Encrenaz et de l'inspecteur général de l'éducation nationale Jean-Yves Daniel afin de soutenir et de promouvoir la culture scientifique et technique dans les collèges et lycées.

¹⁷² La France organise les 51^e Olympiades internationales de chimie à Paris du 21 au 30 juillet 2019.

¹⁷³ TIMSS : *Trends in International Mathematics and Science Study* organisé par l'IEA (*International Association for the Evaluation of Educational Achievement*) pour évaluer les performances en mathématiques et en sciences des élèves de CM1 (grade 4), de 4^eme (grade 8) et de terminale scientifique (grade 12). Les élèves français de 4^eme ont passé le test TIMSS 8 pour la première fois en mai 2019.

¹⁷⁴ Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) est une évaluation créée par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).

¹⁷⁵ Pour le test PISA 2018, il a été effectué une préparation des élèves au format des tests et une sensibilisation à leur importance pour le pays.

¹⁷⁶ Pour proposer un travail plus complexe aux élèves qui réussissent le mieux (18 % des enseignants français se sentent à l'aise dans cette tâche contre 53 % en moyenne européenne) ; améliorer la compréhension des sciences des élèves en difficulté (45 % contre 68 %) ; expliquer les concepts ou les principes scientifiques en faisant des expériences (47 % contre 62 %).

¹⁷⁷ La France n'avait pas participé depuis 20 ans au test TIMSS advanced.

programme national couvre le moins celui défini par TIMSS et, d'autre part, le taux de couverture de la cohorte d'élèves est le plus important (21 % des élèves de niveau terminale sont exposés à un enseignement avancé de physique alors qu'il n'est que de 5 % en Russie par exemple).

Ces moyennes ne doivent pas occulter quelques spécificités françaises en matière de dispersion des résultats avec :

- à PISA, un taux important d'élèves dans les niveaux faibles et peu d'élèves dans les niveaux les plus forts. Ainsi 22 % d'élèves se situent à des niveaux inférieurs au niveau 2 considéré comme le seuil de compétence en culture scientifique ;
- une différence de scores entre les élèves issus de milieux très défavorisés et très favorisés, la plus grande parmi les pays d'économie comparable ;
- une grande dépendance en fonction du niveau scolaire à quinze ans : à l'évaluation PISA, les élèves « à l'heure » en seconde générale et technologique obtiennent 545 points (59 % de l'échantillon), ce qui les met au niveau des meilleurs, ceux de seconde professionnelle n'obtiennent que 435 points (12,3 % de l'échantillon) et les élèves de troisième « en retard », 349 points (4,4 % de l'échantillon). Les choix de poursuites d'études supérieures ont aussi une influence : à l'évaluation TIMSS advanced, les élèves souhaitant s'orienter en classe préparatoire aux grandes écoles scientifiques obtiennent 80 points de plus que la moyenne française, ce qui les place dans le groupe médian.

Au niveau cognitif, ces évaluations internationales apportent des éléments d'information sur les compétences acquises par les élèves français en physique-chimie tout au long du cursus scolaire :

- à l'école primaire, les compétences « connaître » et « raisonner » sont encore moins maîtrisées que la compétence « appliquer » ;
- à la fin du collège, c'est la compétence « expliquer des phénomènes de manière scientifique » qui est en retrait ;
- en classe de terminale scientifique, la compétence « appliquer » est moins bien maîtrisée, notamment dans les domaines de la mécanique, de la thermodynamique, de l'électricité et du magnétisme que les programmes français abordent peu.

Conclusion

Ces tests confirment les résultats des évaluations et des examens nationaux, notamment pour ce qui concerne les fragilités dans les connaissances en physique-chimie et les capacités à les mobiliser pour résoudre une tâche lors de la scolarité obligatoire, puis à nouveau un déficit de connaissances et une difficulté dans les applications qui engagent la maîtrise de langages scientifiques, notamment mathématiques, en fin d'enseignement secondaire scientifique.

4.3. La qualité de l'enseignement à l'aune de la perception de la discipline par les élèves

Une attractivité qui tend à diminuer à mesure que l'élève avance dans sa scolarité

L'attractivité de la discipline physique-chimie a été analysée de façon qualitative à partir des réponses des inspecteurs territoriaux au questionnaire envoyé ainsi que lors des entretiens menés en académie avec des élèves et des enseignants. Plusieurs tendances ressortent clairement :

- au collège, la discipline est jugée très attractive par les élèves des classes de sixième et de cinquième, du fait des activités expérimentales qui lui confèrent un côté « ludique » et permettent l'expression de leur créativité. En classe de quatrième et de troisième, l'attrait diminue de façon marquée, ce qui est souvent interprété par les élèves eux-mêmes comme une conséquence de l'importance croissante de la modélisation, de l'apparition des « lois » et du caractère de plus en plus abstrait des notions enseignées¹⁷⁸ ;

¹⁷⁸ On doit toutefois noter que la diminution de l'enthousiasme des élèves pour les disciplines scolaires dépasse sans doute le cadre de l'enseignement de la physique-chimie.

- au lycée, en voie générale et technologique, la discipline est souvent perçue comme difficile. Son attractivité repose encore essentiellement sur les activités expérimentales ; la modélisation, dans sa dimension mathématique, pose régulièrement des difficultés aux élèves ;
- le caractère expérimental de la discipline est plébiscité par les élèves de la voie professionnelle qui sont souvent intéressés par l’approche concrète et les applications de la physique-chimie dans le domaine professionnel. Il faut cependant noter que certains élèves rencontrés perçoivent très bien l’intérêt de la composante « découverte et compréhension du monde » de la physique-chimie, au-delà des applications qu’elle peut présenter dans leur champ professionnel. Comme ceux des voies générale et technologique, ces élèves sont beaucoup moins intéressés par la dimension quantitative de la discipline.

L’enseignement de physique-chimie peine donc visiblement à susciter l’intérêt des élèves dès lors qu’il aborde ce qui constitue précisément une part essentielle de l’identité de la discipline : celle qui permet d’inscrire l’observation du réel dans un ensemble de causes et d’effets que les mathématiques permettent de modéliser à partir de lois¹⁷⁹. Ce point faible mérite qu’on lui porte la plus grande attention, les enseignants étant en attente de conseils didactiques sur une des principales difficultés de l’enseignement de la physique-chimie qu’ils ont généralement bien identifiée.

Focus sur la perte d’attrait de la spécialité physique-chimie de terminale S

En terminale S, les choix de spécialité fournissent un indicateur quantitatif de l’attractivité de la physique-chimie. Alors qu’environ 34 % d’élèves choisissaient la spécialité de physique-chimie en 2011, ils n’étaient plus que 21 % à le faire en 2017. Cette baisse d’attractivité spécifique à la physique chimie s’est manifestée dès la rentrée scolaire 2012, date à laquelle les nouveaux programmes de physique-chimie sont rentrés en vigueur en classe de terminale S. Le programme de spécialité, rédigé de façon très inhabituelle, sans connaissance ou capacité nouvelles exigibles, a pu jouer un rôle dans cette désaffection. La mission relève une légère progression du choix de la spécialité physique-chimie à la rentrée scolaire 2018.

4.4. La qualité de l’enseignement à l’aune du volet expérimental

Une qualité des enseignements dispensés qui dépend des conditions matérielles offertes aux enseignants et aux élèves

Discipline par essence expérimentale, un enseignement de physique-chimie dispensé en cohérence avec les objectifs affichés par tous les programmes ne peut être proposé hors d’un environnement propice à une pratique expérimentale authentique.

Sur le plan des locaux, des équipements et du personnel, un état est proposé à la section 3.2. du rapport, attestant globalement d’une situation contrastée. Si les éléments facilitateurs sont simples à dégager locaux et équipements permettant la mise en œuvre cohérente des programmes et l’innovation pédagogique, présence de personnels de laboratoire ou à défaut de mesures compensatrices efficaces, calibrage des effectifs d’élèves adapté à une pratique expérimentale réelle, force est de constater que la réalité quantitative des pratiques expérimentales observées n’est globalement pas toujours à la hauteur des préconisations des programmes notamment au collège et au lycée professionnel.

Si les conditions d’exercice jouent un rôle évident dans ce constat, il convient également de noter que les travaux pratiques constituent parfois une variable sur laquelle le professeur joue lorsqu’il s’agit d’ajuster sa progression annuelle.

Une tension entre expérimentation et conceptualisation

Dans le contexte de la discipline scolaire physique-chimie, le choix est logiquement fait de placer l’expérience au cœur de l’approche didactique portée par l’ensemble des programmes de physique-chimie : il s’agit

¹⁷⁹ La physique fit le choix du langage des équations différentielles dans lequel elle a, depuis, été écrite. Michel Serres a rappelé à ce propos, à la mission, que la physique est devenue une science par ce contact avec les mathématiques. La physique est une expérience par rapport au monde, l’application du langage mathématique à une expérience donnée. L’écriture mathématique est universelle. L’accession au langage passe par l’abstraction, et c’est en entrant dans l’abstrait qu’on ouvre l’éventail des valeurs. Il n’est ainsi aucun savoir accessible si ce n’est par l’usage du langage mathématique, car c’est bien l’abstrait qui permet l’accession au concret.

d'apprendre aux élèves à modéliser au travers d'une approche expérimentale authentique fondée sur la rigueur de la pensée et le respect des faits. Si l'expérimentation constitue, pour les élèves comme pour les professeurs, une source de motivation, un moment attrayant de mise en activité, un support d'apprentissage concret et contextualisé, elle ne saurait se limiter à cette dimension comme indiqué ci-dessus.

Quel que soit le niveau d'enseignement, le professeur se trouve donc face à un subtil équilibre, à ajuster en fonction du profil des élèves, entre une approche dogmatique qui ne s'appuie pas suffisamment sur l'expérience voire en trahirait les résultats, et une démarche qui se limite au « faire pour faire » et ne s'accompagne pas d'une phase de décontextualisation, moment indispensable pour appréhender une forme d'universalité des lois de la physique-chimie.

Recommandation 17 : accompagner les professeurs par des actions de formation sur les enjeux liés à l'articulation entre expérimentation et conceptualisation.

4.5. La qualité de l'enseignement à l'aune des compétences professionnelles des enseignants

L'évaluation par la mission de la qualité des compétences professionnelles des enseignants de physique-chimie s'appuie sur les retours qualitatifs des questionnaires proposés aux inspecteurs territoriaux.

Dans la voie générale et technologique, le niveau de maîtrise des notions disciplinaires par les enseignants titulaires est presque unanimement jugé satisfaisant, voire très satisfaisant par les IA-IPR.

Leurs retours sont plus nuancés sur les compétences didactiques et pédagogiques, qui semblent beaucoup plus variables d'un enseignant à l'autre. Si certains savent construire un enseignement organisé autour des compétences de la démarche scientifique, d'autres restent attachés à une méthode d'enseignement plus traditionnelle, fondée sur les savoirs et les savoir-faire. De nombreux inspecteurs pointent des difficultés relatives à la mise en place d'une évaluation par compétences – principalement au lycée ; l'évaluation est encore trop rarement conçue dans sa dimension formative et le niveau de notation, souvent trop bas, nuit à l'attractivité de la discipline et à la motivation des élèves. Le tableau dressé par cette enquête est celui d'un corps professoral compétent scientifiquement et très motivé par la réussite des élèves, mais devant davantage faire évoluer ses pratiques didactiques et pédagogiques.

Dans la voie professionnelle, les IEN mathématiques - physique-chimie formulent des observations comparables à celles des IA-IPR. Il est cependant plusieurs fois mentionné que les compétences en physique-chimie des enseignants de lycée professionnel de mathématiques - physique-chimie sont plus affirmées que celles en mathématiques.

Dans tous les cas, les inspecteurs soulèvent la question des compétences professionnelles, jugées insuffisantes, des enseignants contractuels. Des formations spécifiques, souvent associées à un tutorat, sont mises en place dans toutes les académies pour tenter de pallier les difficultés et lacunes des enseignants contractuels.

En dehors de ces témoignages qualitatifs, très précieux, mais conservant une importante part de subjectivité, la question de l'objectivation des constats reste posée. L'évaluation des enseignants menée par les inspecteurs est couplée à une décision d'avancement soumise à des quotas ; dans l'ancien système de notation des enseignants comme dans le nouveau protocole « parcours professionnels, carrières et rémunération » (PPCR), les notes attribuées ou les appréciations portées sont harmonisées en fonction de la contrainte des quotas d'enseignants éligibles à une promotion. Le protocole PPCR fournit de fait des informations peu utilisables quant au niveau réel de maîtrise des compétences professionnelles par les enseignants ; cela est d'autant plus regrettable que l'évaluation s'appuie sur une grille d'évaluation comprenant des critères clairs et détaillés.

4.6. Focus sur l'enseignement des sciences au cycle 3 à l'école primaire

4.6.1. État des pratiques de l'enseignement en sciences et technologie

Un horaire dédié qui n'est pas respecté

L'horaire¹⁸⁰ officiel consacré à l'enseignement des sciences et de la technologie est de 2 heures par semaine en CM1 et CM2. De l'avis général¹⁸¹, l'horaire effectif est inférieur à 2 heures par semaine, ce constat¹⁸² étant cohérent avec celui du questionnaire de contexte de l'enquête internationale TIMSS 4 2015 mathématiques et sciences. Il est néanmoins régulièrement noté par les inspecteurs qu'un enseignement des sciences est présent : « *il y a toujours un cahier de sciences dans les classes* ».

Des élèves motivés par les sciences et des thèmes enseignés qui privilégient les sciences de la vie

D'une manière générale, les élèves sont curieux et enthousiastes lorsqu'ils ont l'occasion d'expérimenter, de tâtonner, de mener une investigation, de confronter leurs hypothèses avec des pairs et de manipuler dans le domaine des sciences et de la technologie. Il est noté par les inspecteurs l'importance de la compétence du professeur en raison de la maîtrise didactique nécessaire pour expliciter et construire des savoirs à partir d'une expérience.

Les domaines les plus abordés relèvent des sciences de la vie. Au cycle 3, la technologie – thème matériaux et objets techniques¹⁸³ – est peu abordée et, si les thèmes de physique-chimie semblent davantage traités, les contenus associés sont régulièrement les mêmes au cours d'un cycle. Il semble donc souvent exister un décalage entre les prescriptions institutionnelles et les savoirs réellement enseignés.

Les difficultés clairement identifiées

Les difficultés éprouvées par les professeurs des écoles concernent : le manque de matériel¹⁸⁴, la difficulté à proposer et à construire une séance comportant une composante expérimentale, et une maîtrise¹⁸⁵ insuffisante des connaissances en sciences et en technologie. Les professeurs des écoles éprouvent des difficultés à calibrer une démarche d'investigation avec parfois, lorsqu'elle est pratiquée, une approche trop complexe : « *un temps excessif passé sur un recueil de représentations peu utilisées ensuite* ». Il est également noté une attention excessive portée sur le lexique scientifique : « *il faut déjà que les professeurs identifient clairement l'objet d'apprentissage au lieu de se réfugier derrière des termes scientifiques* ». Les inspecteurs estiment néanmoins que la qualité des enseignements proposés a progressé même si « *des pratiques d'excellence côtoient des pratiques fragiles, voire inexistantes* ».

Apports de certains intervenants extérieurs et points de vigilance

Les intervenants extérieurs traitent assez souvent de questions relatives à l'éducation au développement durable. Si l'implication de partenaires de l'école – notamment les acteurs territoriaux ou les associations agréées – est une plus-value indéniable, quand elle est pensée en cohérence éducative avec les actions pédagogiques de l'enseignant, il a été rapporté à la mission la nécessité de porter une attention spécifique à certaines associations qui tentent d'infléchir les orientations définies et qui sont nombreuses à opérer dans certaines régions. Cette alerte ne doit pas masquer tout l'intérêt de l'apport d'interventions extérieures

¹⁸⁰ Arrêté du 9 novembre 2015 relatif aux horaires d'enseignement des écoles maternelles et élémentaires.

¹⁸¹ Analyse construite à partir des auditions et des remontées de l'enquête « IEN premier degré chargé d'une mission sciences » menée dans le cadre de la mission - février 2019.

¹⁸² Note d'information de la DEPP numéro 33, novembre 2016.

¹⁸³ Il est par exemple noté par un IEN premier degré chargé d'une mission sciences que « *Certains champs, comme "Identifier un signal et une information" ne sont ni compris ni traités par la majorité des enseignants* ».

¹⁸⁴ L'existence de centres de ressources pour l'enseignement des sciences et technologie est pourtant courante avec par exemple une offre de prêt de malles.

¹⁸⁵ Paradoxalement, environ 40 % des candidats au concours de recrutement des professeurs des écoles choisissent les sciences et la technologie à l'oral ; là encore les thèmes supports relèvent le plus souvent des sciences de la vie. Par ailleurs, seuls 13,9 % des inscrits en première année de master MEEF premier degré au 15 janvier 2019 sont issus d'une discipline de L3 relevant du domaine des sciences, note flash du SIES n° 9, mai 2019.

comme celle de chercheurs, d'étudiants¹⁸⁶, d'ingénieurs relevant par exemple du dispositif¹⁸⁷ « Partenaires scientifiques pour la classe » portée par la Fondation La main à la pâte.

4.6.2. Acquis des élèves en science à l'aune des tests nationaux CEDRE science fin d'école et internationaux TIMSS 4 2015^{188 189}

- **CEDRE science fin d'école**

Trois enquêtes ont été réalisées (2007¹⁹⁰, 2013¹⁹¹ et 2018) ; les résultats de la plus récente seront connus prochainement.

S'appuyant sur les programmes scolaires, ces évaluations sur échantillons – environ 5 000 élèves – évaluent dans huit domaines dont quatre en lien avec la physique-chimie – le ciel et la Terre, la matière, l'énergie et les objets techniques dont les circuits électriques –, les compétences « connaître », « prélever » et « analyser » ainsi que des étapes de la démarche d'investigation (soit en manipulant, soit à partir d'une recherche documentaire).

L'analyse des résultats¹⁹² montre un taux moyen de réussite de 65 % à l'ensemble des items qui varie peu entre les deux premières enquêtes, un taux moyen de non-réponses aux questions à réponses construites important (19,7 %, mais il passe à 50 % quand il s'agit de produire un schéma ou une explication) alors qu'il n'est que de 3,2 % aux questions à choix multiples (QCM).

Il est relevé, d'une part, que la difficulté de maîtrise de la langue a des incidences sur les résultats quand il faut confronter un ensemble de documents et de textes dont la compréhension est nécessaire pour répondre aux questions et, d'autre part, qu'en physique, le lien entre une notion et le lexique s'y référant révèle une fragilité. Ce dernier constat amène encore à recommander une meilleure structuration des savoirs dans le domaine de la matière, une simple « leçon de mots » ne pouvant suffire ni une suite de manipulations sans retour sur les notions sous-jacentes.

Ces enquêtes révèlent chez les élèves l'appétence pour les sciences, notamment la réalisation d'expériences et le travail en groupe, mais leur réticence vis-à-vis de la recherche documentaire. 82 % ont compris que faire des sciences, c'est se poser des questions ; 80 % considèrent que c'est une discipline facile et accessible ; 75 % sont confiants sur leur niveau en science.

- **TIMSS 4 2015**

Des résultats en sciences inférieurs à la moyenne internationale

Les élèves français de CM1 obtiennent un score moyen de 487 en sciences, score significativement inférieur à la moyenne internationale de l'échelle TIMSS fixée à 500 et à la moyenne européenne de 525. Comme l'atteste le tableau 7 ci-dessous, les résultats français se situent nettement sous la moyenne des pays de l'Union européenne.

¹⁸⁶ Dans l'académie de Nancy-Metz, la Maison pour la science en Lorraine forme, dans ce cadre, entre 250 et 300 étudiants par an avec une sensibilisation à la démarche d'investigation. Au niveau national, 1 625 « accompagnateurs » sont intervenus dans ce cadre en 2017-2018.

¹⁸⁷ <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/9865/partenaires-scientifiques-pour-la-classe-comprendre>

¹⁸⁸ Sources : note d'information de la DEPP, numéro 33, novembre 2016. En avril-mai 2015, 49 pays ou provinces ont participé à l'enquête internationale TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) organisée par l'IEA (*International Association for the Evaluation of Educational Achievement*) pour évaluer les performances en mathématiques et en sciences des élèves de cours moyen première année (CM1).

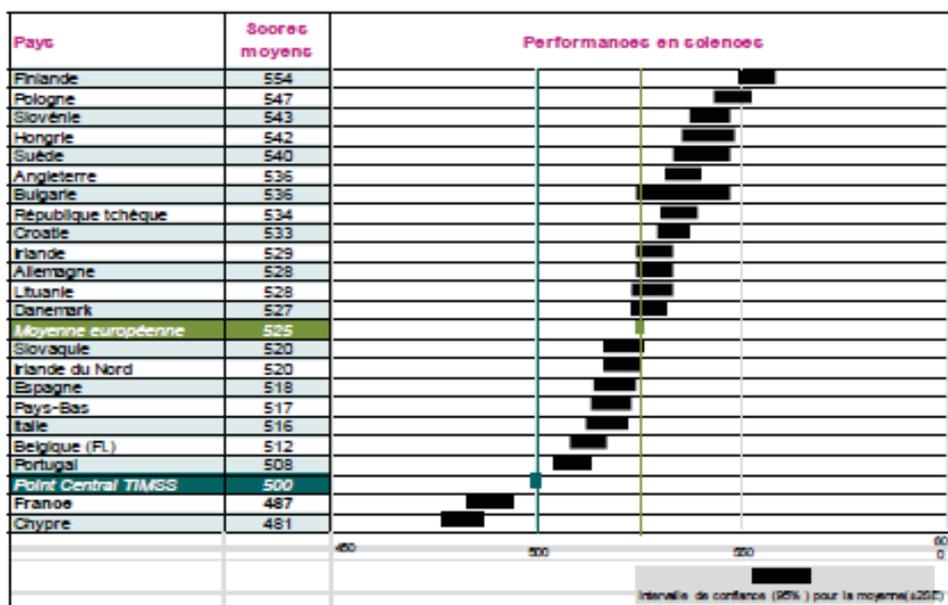
¹⁸⁹ L'évaluation CEDRE (cycle d'évaluations disciplinaires réalisées sur échantillon) concerne les élèves de CM2.

¹⁹⁰ https://cache.media.education.gouv.fr/file/2011/82/3/DEPP-NI-2011-05-competences-eleves-sciences-fin-primaire_167823.pdf

¹⁹¹ https://cache.media.education.gouv.fr/file/2014/49/4/DEPP_NI_2014_27_CEDRE_2013_Grande_stabilite_acquis_sciences_fin_ecole_depuis_2007_338494.pdf

¹⁹² https://cache.media.education.gouv.fr/file/Cedre/63/6/DEPP-CEDRE-sciences-ecole-rapport-technique_397636.pdf

Tableau 7 : répartition des performances des pays de l'Union européenne en sciences



Sources : IEA / MENESR - DEPP

Moins de sciences dispensées que dans les autres pays

En sciences, 78 heures annuelles sont prescrites par les programmes officiels de 2008¹⁹³, mais les enseignants français déclarent n’y consacrer que 56 heures, soit un déficit de 28 %. En Europe, les enseignants déclarent 67 heures d’enseignement des sciences.

Des enseignants français plus souvent mal à l’aise que leurs collègues européens

Les enseignants français sont moins nombreux que leurs collègues européens à déclarer se sentir à l’aise ou très à l’aise lorsqu’il s’agit de proposer un travail plus complexe aux élèves qui réussissent le mieux (18 % des enseignants français se sentent à l’aise dans cette tâche pour 53 % en moyenne européenne) ; d’améliorer la compréhension des sciences des élèves en difficulté (45 % pour 68 %) ; d’expliquer les concepts ou les principes scientifiques en faisant des expériences (47 % pour 62 %).

4.6.3. Quelques leviers pour améliorer l’enseignement de sciences et technologie à l’École

Si les résultats médiocres obtenus par la France en mathématiques à l’évaluation TIMSS 4, en 2015, ont participé à la mise en place d’un « plan mathématiques » et à la définition de priorités nationales légitimement axées autour de la maîtrise savoirs fondamentaux, force est de constater que ceux obtenus en sciences n’ont pas suscité de nouvelle impulsion, par exemple la revitalisation d’un « plan sciences »^{194 195}.

L’analyse atteste que l’accent mis sur les fondamentaux ne favorise pas, pour des raisons de visibilité, de priorité et de moyens, le développement de formations des professeurs des écoles en sciences et en technologie ; formations qui restent le levier principal d’amélioration de la qualité de l’enseignement dans ce domaine comme l’attestent les actions de formation portées par les Maisons pour la science¹⁹⁶ et dont la qualité est reconnue. La présence d’un volet éducation au développement durable dans les priorités ministérielles a néanmoins parfois permis d’inscrire de nouveaux dispositifs de formation destinés aux enseignants volontaires.

¹⁹³ Il en est de même concernant les programmes CM1 de 2016.

¹⁹⁴ Il y a eu plusieurs « plan science » : PRESTE en 2000 <https://www.education.gouv.fr/bo/2000/23/ensel.htm> et « une nouvelle ambition pour les sciences et la technologie à l’école » en 2011 <https://www.education.gouv.fr/cid55255/mene1105413c.html>

¹⁹⁵ Voir à ce sujet le rapport IGEN-IGAENR, n° 2012-119, *Suivi de la mise en œuvre du plan pour les sciences et les technologies à l’École*, octobre 2012.

¹⁹⁶ En Meurthe-et-Moselle, 80 % des formations des professeurs des écoles en sciences sont portées par la Maison pour la science en Lorraine.

Des leviers pourraient être recherchés dans une articulation à mieux construire entre l'enseignement des sciences et de la technologie, et des autres disciplines d'enseignement, en particulier concernant la maîtrise de la langue française et des mathématiques. Des liens pourraient également être tissés entre la démarche de résolution de problème en mathématiques et la démarche d'investigation en sciences expérimentales.

Si les actions¹⁹⁷ comme les « Rallyes départementaux », les « Défis de sciences », la participation aux concours scientifiques constituent une pédagogie de projet motivante, leur mise en œuvre doit aussi être accompagnée d'une indispensable décontextualisation assortie d'une explicitation des objectifs d'apprentissages, d'une structuration des savoirs construits et d'une évaluation des acquis des élèves.

Enfin une attention mérite d'être portée à la question de l'égalité d'accès à la formation sur le territoire. Les visites conduites par la mission attestent d'un écart important entre les différentes offres en matière de formation et d'accès aux lieux de diffusion de la culture scientifique et technique entre les écoles situées à proximité des grands pôles urbains et celles qui en sont éloignées.

Recommandation 18 : dans le cadre d'un Plan sciences axé sur l'école et le collège :

- élaborer de nouvelles ressources de sciences et de technologie privilégiant l'articulation avec les apprentissages fondamentaux à l'École ;
- articuler la formation initiale et la formation continuée durant les premières années de carrière des professeurs afin d'apporter les compléments de formation nécessaire en sciences et technologie ;
- nommer un chargé de mission pour le suivi national de la mise en œuvre du plan.

4.7. Focus sur quelques enjeux de l'enseignement de la physique-chimie au collège

Une organisation perfectible de l'enseignement de sciences et technologie en classe de sixième

En classe de sixième, un enseignement unique de quatre heures élève de sciences et technologie est proposé. Les professeurs des trois disciplines – physique-chimie, sciences de la vie et de la Terre et technologie – sont a priori engagés dans cet enseignement.

L'enquête réalisée par la mission auprès des IA-IPR révèle que peu de collèges ont conservé une organisation de type enseignement intégré de science et technologie¹⁹⁸ (EIST) – moins de 90, alors que plus de 400 collèges ont participé à l'expérimentation. Une étude de la DGESCO¹⁹⁹, quant à elle, met en évidence que le temps d'enseignement dispensé par division par les professeurs de physique-chimie en classe de sixième est de 1,72 h. Cette répartition, dans un contexte où l'horaire global moyen de sciences et technologie est de 4,75 h par division en classe de sixième, semble indiquer que les professeurs de physique-chimie s'engagent, comme ceux des autres disciplines, dans cet enseignement.

Par ailleurs, l'analyse de l'enquête dessine plutôt un enseignement constitué d'une simple juxtaposition des trois disciplines ; ce que confirment les visites de la mission dans les cinq académies. Les IA-IPR regrettent la faible coordination interdisciplinaire : ils soulignent cependant l'existence d'une offre de formations communes incitatives et de quelques initiatives vertueuses très dispersées. L'engagement du principal du collège est souvent déterminant pour créer une dynamique de travail interdisciplinaire sur ce champ.

Une liaison interdegré qui fait souvent défaut

Les deux enquêtes, IA-IPR et IEN premier degré chargé de mission sciences, soulignent la rareté de liaisons réelles écoles - collèges sur le cycle 3, dans le domaine des sciences et de la technologie. Cette situation affaiblit sensiblement la cohérence du cycle de consolidation, en particulier pour le contenu et la progressivité des apprentissages. Il est, par exemple, rapporté par un IEN premier degré que « *le programme*

¹⁹⁷ On peut aussi citer la « Semaine des sciences » organisée par le collège Jean Vilar à Echirrolles comprenant des ateliers communs avec des élèves du premier degré (CM2), avec un accueil des parents et de personnalités le dernier jour. Cette action est portée par le réseau REP+, le coordonnateur du réseau, les directeurs d'école et l'équipe du collège ; elle bénéficie du soutien de la Maison pour la science en Alpes-Dauphiné.

¹⁹⁸ On pourra se référer à l'annexe 8.

¹⁹⁹ Note d'information, DGESCO B1-2, avril 2019.

est complexe à mettre en œuvre au cycle 3, tant par la mixité des contenus que par les difficultés à coordonner les enseignements avec le collège » ; un autre souligne néanmoins que « le travail en interdegré au cours de journées de formation relatives à la réforme du collège a été pertinent et constructif ».

Au cycle 4, une pratique expérimentale en régression ?

Au cycle 4, l'horaire élève prévu pour l'enseignement de physique-chimie est d'une heure trente par semaine²⁰⁰ pour les trois niveaux ; la note précitée de la DGESCO montre que 60 % des divisions ont un horaire hebdomadaire égal ou légèrement supérieur à l'horaire prévu par la grille horaire, pour 30 % l'horaire dépasse deux heures hebdomadaires et pour 10 % il est inférieur à celui prévu. La moyenne observée est d'environ 1,7 h par division, elle atteste que des séances en effectifs allégés sont présentes, mais sans doute en quantité limitée.

L'organisation des programmes en thèmes permet une progression « spiralaire » ; elle est pertinente comme le rapportent les retours d'enquête des IA-IPR : « *Les enseignants apprécient la spiralisation des notions et la souplesse liée au programme de cycle* ». Concernant les évolutions des pratiques des enseignants, les retours de l'enquête sont variés : certains soulignent que « *la réforme du collège a permis de moderniser les pratiques des enseignants* » et d'autres que « *la réforme de 2016 n'a pas amené de changements majeurs dans les pratiques* ».

Soulignons encore que l'enquête réalisée auprès des IA-IPR et les visites de la mission en académies indiquent une régression significative de la pratique expérimentale au collège. La réflexion suivante d'un IA-IPR « *Les séances en classe entière donnent lieu à peu de manipulations, on observe souvent des études documentaires* », combinée avec la moyenne observée de l'horaire hebdomadaire atteste de la difficulté de la mise en œuvre d'un enseignement fondé sur une approche expérimentale.

Enfin, les IA-IPR signalent une forte régression des enseignements pratiques interdisciplinaires (EPI) souvent au profit d'heures d'accompagnement personnalisé ; certains signalent la contribution bien réelle de la physique-chimie à la maîtrise de la langue à l'écrit comme à l'oral.

La physique-chimie en troisième préparatoire à l'enseignement professionnel : une mise en œuvre complexe

Lorsque les troisièmes préparatoires à l'enseignement professionnel sont implantées en section d'enseignement professionnel (SEP) ou en lycée professionnel, ce sont des PLP de la spécialité mathématiques - physique-chimie qui assurent la partie physique-chimie de l'enseignement de sciences et technologie. En dehors des difficultés dues à l'absence de laboratoire dans certains lycées professionnels tertiaires, les points suivants peuvent être relevés :

- des difficultés pour assurer les enseignements de sciences de la vie et de la Terre et de technologie semblent courantes ;
- la formation dispensée n'est en général pas intégrée ; elle consiste en la juxtaposition de trois enseignements menés en parallèle ;
- la mise en place d'une pédagogie de projet est en mesure de motiver les élèves et de créer du lien entre les disciplines ;
- la formation à la démarche scientifique par le biais d'une pratique expérimentale authentique est un levier efficace de formation des élèves ;
- les enseignants rencontrent quelques difficultés sur l'évaluation du socle et la logique de cycle, cette dernière étant difficile à mettre en œuvre en raison du recrutement des élèves issus de collèges multiples.

À compter de la rentrée 2019, les troisièmes dites « prépa-métiers²⁰¹ » sont mises en place avec une nouvelle grille horaire²⁰². L'horaire consacré à l'enseignement de sciences et technologie passe de 4 h 30 à 3 heures, les programmes de référence étant toujours ceux du cycle 4. Cette situation ne manque pas d'interroger la

²⁰⁰ Arrêté modifié du 19 mai 2015 relatif à l'organisation des enseignements dans les classes de collège.

²⁰¹ Décret n° 2019-176 du 7 mars 2019 relatif à la classe dite « prépa-métiers ».

²⁰² Arrêté du 10 avril 2019 relatif à l'organisation des enseignements dans les classes de troisième dites « prépa-métiers ».

mission sur la réalité de la mise en œuvre de ces programmes et les conditions de la préparation des élèves à l'acquisition des compétences du socle commun de connaissances, de compétences et de culture²⁰³ notamment concernant le domaine 4 : les systèmes naturels et les systèmes techniques.

Recommandation 19 : inciter les chefs d'établissement, avec l'appui des corps d'inspections, à définir et mettre en œuvre une organisation optimale de l'enseignement des sciences et de la technologie en classe de sixième dans le but de construire un enseignement plus intégré.

Recommandation 20 : rédiger des repères de formation concernant l'enseignement de sciences et technologie en troisième « prépa-métiers ».

5. Perspectives

Il est possible, à l'issue de ce rapport consacré à l'état de la discipline physique-chimie, de tracer des perspectives relatives aux conditions de l'enseignement de la physique-chimie et d'autres, d'ordre méthodologique, qui tiennent à la conception même de ce rapport et qui seraient susceptibles de contribuer à une éventuelle transposition de cette étude à d'autres disciplines.

Un premier volet de ce rapport a pour objet l'amélioration de la qualité de l'enseignement de la physique-chimie que la mission a appréhendée au travers d'une mosaïque d'approches – données statistiques, acquis des élèves, caractéristiques et compétences des enseignants, conditions matérielles de l'enseignement de la discipline, etc. L'état de l'enseignement de la discipline s'appuie sur une pluralité de diagnostics et de résultats. Ainsi conçue, la mission ne saurait proposer de meilleures perspectives que celles que détaille la liste des recommandations figurant en introduction du présent rapport. Pour autant, au-delà de ce « tableau de bord » de la discipline, cet exercice fait ressortir quelques enjeux d'ordre général que la mission souhaite présenter ci-dessous.

Du point de vue didactique et pédagogique, le bilan de l'enseignement la discipline physique-chimie met en exergue trois enjeux importants :

- faciliter les transitions primaire - collège, collège - lycée et lycée - supérieur en lien avec la place croissante prise par la modélisation dans l'enseignement de la physique-chimie ;
- sécuriser et favoriser les conditions d'une pratique expérimentale authentique eu égard à l'importance pédagogique et didactique de la démarche expérimentale dans l'enseignement de la physique-chimie ;
- adosser l'enseignement de la physique-chimie sur des éclairages de la didactique des sciences relatifs aux obstacles des élèves et aux modalités d'articulation entre connaissances et savoir-faire en science, et connaissances à propos des sciences – histoire des sciences, enjeux sociétaux et environnementaux.

En second lieu, sur le plan institutionnel, le bilan de l'enseignement de la discipline physique-chimie, pour ce qui concerne les conditions matérielle et organisationnelle d'enseignement de cette discipline expérimentale – salles spécialisées, équipements et sécurité –, fait ressortir la dimension cruciale de la concertation, entre collectivités territoriales, rectorats et établissements, d'une part, et entre chef d'établissement et enseignants de physique-chimie, d'autre part. Ce dialogue contribue à l'évolution des pratiques pédagogiques et à la bonne gestion logistique des laboratoires et des séances de travaux pratiques.

Concernant le point de vue sociétal, la place croissante des sciences expérimentales et des technologies dans nos sociétés et notre environnement rend nécessaire une culture scientifique « pour tous », dans laquelle la physique-chimie occupe une place centrale, eu égard à l'étendue de ses domaines d'applications. Le développement d'une culture scientifique, technologique et industrielle (CSTI) pour tous est accompagné par des acteurs péri ou extra-scolaires ; leur dynamisme et la qualité de leurs actions, complémentaires de celles des enseignants, contribuent à la qualité de la perception de la discipline physique-chimie par les élèves. D'où l'importance du renforcement et de l'optimisation du partenariat entre l'École et les acteurs de la CSTI.

²⁰³ BOEN n° 17 du 23 avril 2015.

Enfin, du point de vue méthodologique :

- le besoin d’outils complémentaires pour consolider la production d’un état de la discipline physique-chimie : en particulier, une meilleure exploitation du potentiel informationnel des examens et des niveaux de maîtrise des différents domaines du socle commun de connaissances, de compétences et de culture ;
- le besoin d’élaborer un cadre méthodologique pour organiser cette pluralité d’approches et de regards afin de dégager des appréciations d’ensemble de la qualité de l’enseignement de la discipline ;
- l’intérêt d’assurer une large diffusion à ce travail, notamment sous la forme de versions abrégées visant un lectorat spécifique, de façon à ce qu’il puisse servir d’orientations ou de repères aux différents acteurs de l’éducation.

Dominique OBERT

Laurent MAYET

Annexes

Annexe 1 :	Liste des personnes rencontrées	67
Annexe 2 :	Visites en académie.....	70
Annexe 3 :	Calcul du volume horaire total d'exposition à la physique-chimie	73
Annexe 4 :	Parcours, exposition des élèves à l'enseignement de la physique-chimie	75
Annexe 5 :	Données relatives aux enseignants chargés d'un enseignement de physique-chimie	76
Annexe 6 :	Taux de sélectivité des concours de physique-chimie et de mathématiques - physique-chimie du secteur public	81
Annexe 7 :	Les personnels de laboratoire	83
Annexe 8 :	Une expérimentation d'un enseignement intégré de sciences et technologie (EIST).....	84
Annexe 9 :	La mise en place de l'enseignement de spécialité physique-chimie de la classe de première de la voie générale	85
Annexe 10 :	L'implication des enseignants de physique-chimie dans l'enseignement scientifique de la voie générale	86

Liste des personnes auditionnées

Académie des sciences

- Denis Gracias, académicien
- Éric Westhof, académicien, délégué à l'éducation et à la formation

Académie des technologies

- Patrice Simon, académicien

Assemblée des départements de France

- Alyssia Andrieux, conseillère en charge de l'éducation
- Jérôme Sourisseau, vice-président du conseil départemental de la Charente

Assemblée des directeurs d'instituts de recherche sur l'enseignement des mathématiques (ADIREM)

- Anne Cortella, présidente

Association des professeurs de biologie et de géologie (APBG)

- David Boudeau, secrétaire général
- Marc Jubault-Bregler, membre du bureau national

Association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public (APMEP)

- Alice Ernoult, présidente
- Sophie Roubin, responsable nationale collège
- François Moussavou, chargé du lycée professionnel

Association pour la recherche en didactique des sciences et des technologies (ARDIST)

- Isabelle Kermen, maître de conférences en didactique de la chimie
- Lionel Pélissier, maître de conférences en didactique de la physique

Centre de culture scientifique, technique et industrielle

- Didier Moreau, directeur de l'Espace Mendès France de Poitiers

Centre national d'études spatiales (CNES)

- Claire Edery-Guirado, chef du service éducation jeunesse
- Jean-Claude Souyris, directeur-adjoint de l'innovation, des applications et de la science

Centre national de la recherche scientifique (CNRS)

- Brigitte Perucca, directrice de la communication du CNRS, chargée de communication CNRS, chargée de communication institut de physique
- Stéphanie Younes, chargée de communication institut de chimie

Conférence des doyens et directeurs des UFR scientifiques (CDUS)

- Yves Bertrand, président

CultureSciences-Chimie

- Baptiste Couet, responsable éditorial

Direction générale de l'enseignement scolaire (DGESCO)

- Jean-Marc Huart, directeur général
- Rachel-Marie Pradeilles-Duval, cheffe du service de l'instruction publique et de l'action pédagogique

Dispositif ministériel « Sciences à l'École »

- Pierre Encrenaz, président
- Pierre Desbiolles, vice-président
- Anne Szymczak, vice-présidente

Fédération autonome de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche (FA-ENESR)

- Amar Ammour, secrétaire général adjoint FA-ENESR

Fondation CGénial

- Hélène Chahine, déléguée générale

Fondation « La main à la pâte »

- Daniel Rouan, président
- David Jasmin, directeur

Fondation de la Maison de la Chimie

- Bernard Bigot, président

La Recherche et Sciences et Avenir

- Carole Chatelain, rédactrice en chef, Sciences et Avenir
- Olivier Lascar, rédacteur en chef digital de Sciences et Avenir et La Recherche
- Dominique Leglu, directrice des rédactions de Sciences et Avenir et La Recherche
- Mathieu Nowak, chef des actualités de Sciences et Avenir
- Philippe Pajot, rédacteur en chef de La Recherche

Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE)

- Vincent Lancrin, analyste principal d'éducation
- Gonzalez Sancho, analyste des politiques d'éducation

Olympiades de Physique France

- Pierre Chavel, président du comité

Régions de France

- Jean Rainaud, conseiller éducation

Réseau Canopé

- Véronique Billard, directrice de la pédagogie
- Jean-Marie Panazol, directeur général

Réseau des Espé

- Sophie Canac, directrice adjointe de l'Espé de Créteil
- Alain Frugière, directeur de l'Espé de Paris
- Dominique Prot, directeur adjoint de l'Espé de Paris

Société Chimique de France

- Gilberte Chambaud, présidente

Société Française de Physique

- Catherine Langlais, présidente
- Jérôme Pacaud, président de la commission enseignement
- Sylvie Rousset, vice-présidente

Syndicat UNSA des personnels ingénieurs, techniciens, des bibliothèques, ouvriers (Unsa-itrf.Bi.O)

- Jean-Luc Dufau, secrétaire général adjoint
- Christian Gay, chargé de la communication

Union des professeurs des classes préparatoires aux grandes écoles agronomiques, biologiques et vétérinaires

- Jean-François Beaux, président
- Nicolas Clatin, professeur
- Jean Lamerenx, professeur

Union des professeurs de classes préparatoires scientifiques

- Véronique Gadet, vice-présidente pour la chimie
- Séverine Mensch, vice-présidente pour la physique
- Sonia Najid, professeure

Union des professeurs de physique et de chimie

- Jan Duda, vice-président
- Vincent Parbelle, président

Union des professeurs de sciences et techniques industrielles

- Sébastien Gergadier, président
- Damien Isceta, secrétaire général

Jean-Pierre Geneviève, IA-DASEN de l'Aisne

Nicolas Ngo, chef du département des relations entre science et société au ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation

Remerciements :

- à Hervé Tilly, délégué d'administration centrale à la délégation aux relations européennes et internationales et à la coopération (DREIC) du ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse ;
- à Bernadette Plumelle, responsable du centre de ressources et d'ingénierie documentaires de à France éducation international (ex CIEP, Centre international d'études pédagogiques) ;
- aux corps d'inspections territoriaux :
 - IA-IPR de physique-chimie ;
 - IEN mathématiques – physique-chimie ;
 - IEN premier degré chargés de mission sciences.

Visites en académie

Académie de Grenoble

• Rencontres

- Aymeric Meiss, directeur de cabinet de la rectrice ; Viviane Henry, IA-DASEN 38
- Frédérique Tognarelli, IENA Isère (38) ; Cyril Helay-Girard, IEN premier degré chargé de mission sciences
- Évelyne Excoffon, IA-IPR de physique-chimie ; Claude Large, IEN mathématiques - physique-chimie ; Benoit Gonon, inspecteur santé et sécurité au travail
- Gilles Henri, directeur de l'UFR physique, ingénierie, terre, environnement, mécanique de Grenoble ; Yannick Vallee, directeur de l'UFR de chimie et de biologie de Grenoble
- Édith Clavel, directrice adjointe de l'IUT 1 de Grenoble
- Bettina Debu, directrice de l'ESPE de Grenoble
- Représentants du département de l'Isère : Jean Baptiste Ogier, responsable du service moyen des collèges ; Stéphanie Tritarelli, service programmation
- Représentants de la région Auvergne-Rhône-Alpes : Vanessa Bertrand, responsable du service pilotage formation ; Jean-Christophe Morard, chargé de mission équipement ; Fabienne Dureuil, directrice adjointe à la direction de l'éducation et des lycées ; Patrick Soullier, chargé des lycées ; Richard Marjot, responsable planification et programmation des opérations
- Maison pour la science en Alpes-Dauphiné : Michel Baribaud, directeur ; Patrick Arnaud ingénieur de la formation

• Visites d'établissements

- lycée général et technologique Argouges à Grenoble
- collège Jean Vilar à Échirolles
- lycée professionnel Françoise Dolto au Fontanil-Cornillon

Académie de Lille

• Rencontres

- Valérie Cabuil, rectrice de la région académique Hauts-de-France, rectrice de l'académie de Lille
- Michel Deneuille, IEN premier degré chargé de mission sciences (Pas-de-Calais), Michel Parmentier, IEN premier degré chargé de mission sciences (Nord)
- Francis Fortier, Hervé Ancelet, Michel Ostojski et Philippe Lelievre : IA-IPR de physique-chimie ; David Campagne, CAST ; Benoit Patey et Azouz Tahiri : IEN mathématiques - physique-chimie ; François Deplanques, inspecteur santé et sécurité au travail
- Muriel Bigan, directrice du département de chimie et Abdellatif Akjouj, directeur du département de physique de l'université de Lille
- François Wauquier, directeur de l'IUT A de Lille ; Isabelle Suisse, cheffe du département chimie ; Mathieu Beaucamp, chef du département mesures physiques
- Représentant de l'ESPE Lille-Nord-de-France : Brigitte Monfroy, directrice adjointe en charge de la formation tout au long de la vie ; Jean-François Paul, professeur des universités en chimie
- Giovanni Sorano, directeur général adjoint à la région Hauts-de-France
- Maison pour la science en Nord-Pas-de-Calais : Jean-Philippe Cassar, directeur

• Visites d'établissements

- lycée polyvalent Gustave Eiffel à Armentières
- collège Charles Péguy à Tourcoing

- lycée professionnel Sonia Delaunay à Lomme

Académie de Limoges

• Rencontres

- Christine Gavini-Chevet, rectrice de l'académie de Limoges ; Jacqueline Orlay, IA-DASEN de la Haute-Vienne ; Daniel Passat, IA-DASEN de la Corrèze ; Laurent Fichet, IA-DASEN de la Creuse
- Jean-Marc Maupomé, IEN premier degré ; Emmanuel Blanchet, chargé de mission sciences, technologie et développement durable
- Josiane Levy et Claudine Ageorges : IA-IPR de physique-chimie ; Paul Couture, IEN mathématiques - physique-chimie
- Olivier Terraz, doyen de l'UFR physique-chimie de l'université de Limoges ; Fabien Remondiere et Claire Darraud, responsables des mentions de licence mathématiques physique-chimie et physique-chimie
- Christian Redon-Sarrazy, directeur de l'IUT du Limousin
- Marc Noyon, administrateur provisoire de l'ESPE de l'université de Limoges ; Olivier Noguera, responsable du parcours physique-chimie ; Claire Momi, professeure
- Fabrice Escure, vice-président du conseil départemental de la Haute-Vienne
- Stéphanie Percher, direction de l'éducation, région Nouvelle-Aquitaine
- Marie Doneda, directrice du CCSTI du Limousin Récréasciences

• Visites d'établissements

- lycée général et technologique Raoul Dautry à Limoges
- collège Eugène Freyssinet à Objat
- lycée des métiers, Arts et Techniques, Le Mas Jambost à Limoges

Académie de Nancy-Metz

• Rencontres

- Florence Robine, rectrice de l'académie de Nancy-Metz et de la région académique Grand Est ; Antoine Chaleix, IA-DASEN de Moselle
- Mohammed Kamal, IEN premier degré chargé de mission sciences (Moselle) ; Frédéric Schwindt, IEN premier degré chargé de mission sciences (Meuse) ; Nathalie Beligni, IEN premier degré
- Laurent Arer et Sophie Cognac : IA-IPR de physique-chimie ; Laurence Marcucci IEN mathématiques - physique-chimie ; Marianne Wojcik, CAST ; Patrice Gutehrlé, conseiller de prévention hygiène et sécurité
- Stéphane Flament, directeur de la Faculté des sciences et technologies de l'université de Lorraine ; Thierry Reveille, responsable du département de physique et mécanique ; Christophe Rapin, responsable du département de chimie
- Annie Dary-Mourot, directrice de l'IUT Nancy-Brabois, université de Lorraine ; Taha Boukhobza, directeur adjoint
- Fabien Schneider, directeur de l'ESPE de Lorraine ; Nathalie Sevilla, directrice adjointe en charge du second degré ; Jean-Paul Rossignon, directeur de la Maison pour la science ; Justine Arnour, professeure de physique
- Michel Biedinger, directeur de l'éducation, département de Meurthe-et-Moselle ; Olivier Simonin, responsable de la mise en place du plan collège
- Région Grand Est : Valérie Mougeolle, chargée de mission programmation des équipements pédagogiques et équipement général ; Élise Pelletier, chargée de mission équipements pédagogiques et équipement général des lycées publics

- **Visites d'établissements**

- lycée général et technologique Henri Vogt à Commercy
- collège Jean Moulin à Tomblaine
- lycée professionnel Emmanuel Héré à Laxou

Académie de Rennes

- **Rencontres**

- Christian Willhem, IA-DASEN d'Ille-et-Vilaine
- Frédéric Bodin, doyen des IEN du premier degré
- Benoit Auffret, Alain Barbier, Dominique Doreau, Christophe Le Roho : IEN premier degré
- Marie-Hélène Jégu, Gilles Le Moroux, Benoit Van Der Elst : IA-IPR de physique-chimie ; Myriam Bohn et Natacha Guiffard : IEN mathématiques - physique-chimie ; Christelle Le Gouard, inspectrice santé et sécurité au travail
- Patricia Benard Rocherulle, directrice de l'UFR sciences et propriétés de la matière de l'université de Rennes 1 ; Joëlle Vidal, responsable de la préparation au CAPES et du parcours physique-chimie du master MEFF
- Jean-Luc Audic, chef du département chimie de l'IUT de Rennes
- Pascal Brasselet, directeur de l'ESPE de Bretagne
- François Grall, directeur, direction de l'éducation, des langues de Bretagne et du sport de la région Bretagne
- Christopher Couzelin, directeur adjoint de l'Espace des sciences de Rennes ; Claire Vuillemoz, cheffe de projet à la délégation académique à l'éducation artistique et à l'action culturelle ; Didier Thieurmél, professeur ; Yaelle Melki, conseillère académique culture scientifique et technique ; Guylène Louvel, déléguée académique à l'éducation artistique et à l'action culturelle

- **Visites d'établissements**

- collège Jean Monnet à Janzé
- lycée privé sous contrat Jean-Paul II à Saint-Grégoire
- lycée professionnel Frédéric Ozanam à Cesson-Sévigné

Calcul du volume horaire total d'exposition à la physique-chimie

L'indicateur s'intéresse au volume d'exposition à la physique-chimie correspondant à un parcours donné.

Un « parcours » est défini à partir de la dernière classe suivie par l'élève dans l'enseignement secondaire : troisième, CAP, terminale professionnelle (secteur des services et de la production), terminale technologique (quasi-totalité des sections), terminale générale (série L, ES, et S avec ou non spécialité physique-chimie). On admet que le parcours de l'élève est linéaire, sans redoublement ni changement d'orientation ; les heures de physique-chimie reçues depuis l'entrée de l'élève en classe de sixième jusqu'à sa classe de sortie sont calculées à partir des horaires hebdomadaires réglementaires enseignés pendant 32 semaines par année scolaire.

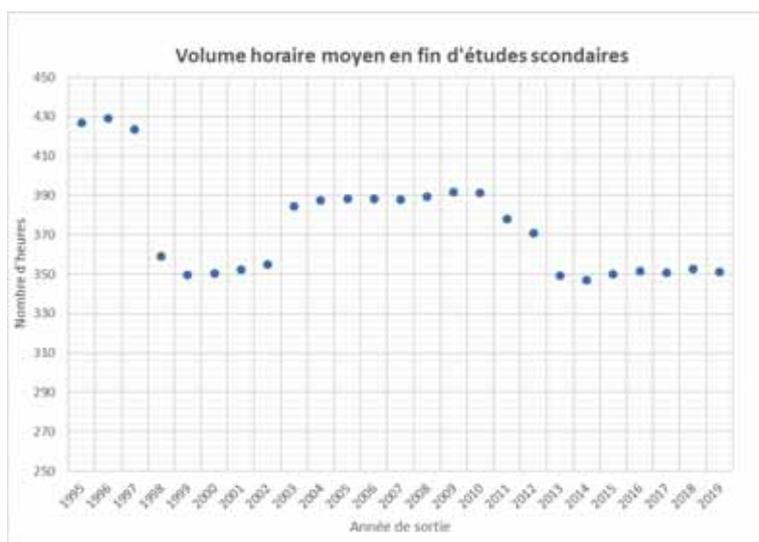
Le résultat obtenu dépend de l'année de sortie de l'élève, en raison des réformes qu'il a pu connaître durant sa scolarité. Par exemple, pour un élève qui sort de terminale S en 2019, on considère les horaires de terminale S valables à la rentrée scolaire 2018, ceux de première S valables à la rentrée 2017 et ainsi de suite jusqu'aux horaires de sixième en vigueur à la rentrée 2012.

Sont ainsi comptabilisées toutes les heures identifiées au fil des années dans les différentes grilles horaires réglementaires comme « physique-chimie », « sciences physiques et chimiques », ou toute autre appellation voisine. Les trois heures de « sciences expérimentales » des classes de sixième jusqu'en 1991 ont été comptabilisées pour moitié. L'enseignement de sciences et technologie introduit au collège par la réforme de 2016, est compté à hauteur d'un tiers des quatre heures hebdomadaires. L'enseignement de « sciences » des classes des filières L et ES du cycle terminal de la voie générale est comptabilisé pour moitié.

Une fois connu le volume horaire correspondant à chaque parcours, on obtient un volume horaire moyen d'exposition à la physique-chimie en pondérant les horaires par le nombre d'élèves qui suivent la classe terminale du parcours au cours de l'année scolaire considérée. Ces données ont été obtenues par extraction des bases mises à disposition par la DEPP dans la base centrale de pilotage²⁰⁴.

On obtient ainsi un « nombre d'heures élèves » pour chaque parcours en multipliant le nombre d'élèves dans l'année scolaire de sortie du parcours par le volume horaire du parcours. La somme sur tous les parcours de ces « nombres d'heures élèves » divisée par le nombre total d'élèves sortant du système scolaire secondaire l'année considérée donne le volume horaire moyen d'exposition aux enseignements de physique-chimie.

Figure 1 : volume horaire moyen en fin de parcours d'un élève en fonction de l'année de sortie des études



²⁰⁴ Univers « élèves 2D - les formations détaillées » et « élèves 2D - les matières au choix ».

En moyenne, si l'on pondère ces horaires par le nombre d'élèves ayant suivi chacun des parcours considérés, on obtient le volume horaire moyen d'exposition de tous les élèves quittant les études secondaires. La variation de ce volume avec l'année de sortie est représentée sur la figure 1. Pour les élèves sortant du système scolaire en 2019, ce volume horaire moyen est proche de 350 heures, soit une moyenne de 1,6 heure hebdomadaire sur l'ensemble de la scolarité secondaire.

Ce nombre fait apparaître une diminution d'environ 80 heures de l'exposition moyenne à la physique chimie en 25 ans.

À l'avenir, la réforme du lycée en vigueur à partir de la rentrée 2019 va conduire à des évolutions notables à partir de la session 2021 du baccalauréat. Par ailleurs, les élèves passant le baccalauréat à partir de 2023 auront connu les effets de la réforme du collège mise en place à la rentrée 2016, qui augmente le volume d'heures de physique-chimie au collège.

Le tableau 1 synthétise les horaires correspondant à trois profils d'élèves de la voie générale : élèves qui n'opteront pas pour l'enseignement de spécialité physique-chimie, élèves choisissant cette spécialité en classe de première seulement et élèves choisissant cette spécialité en classes de première et terminale. Ces données peuvent être comparées aux différents profils qui, dans la structure actuelle, choisissent les filières non scientifiques, la filière scientifique sans opter pour la spécialité physique chimie en terminale S, et ceux qui suivent la filière S avec spécialité physique-chimie en terminale (tableau 2).

Tableau 1 : volumes horaires de physique-chimie pour trois parcours de la voie générale après la mise en place de la réforme 2019²⁰⁵

Année du baccalauréat	Physique -chimie en classe de seconde seulement	Spécialité physique-chimie en première seulement	Spécialité physique-chimie en première et terminale
2021	240	368	560
2023	282	410	602

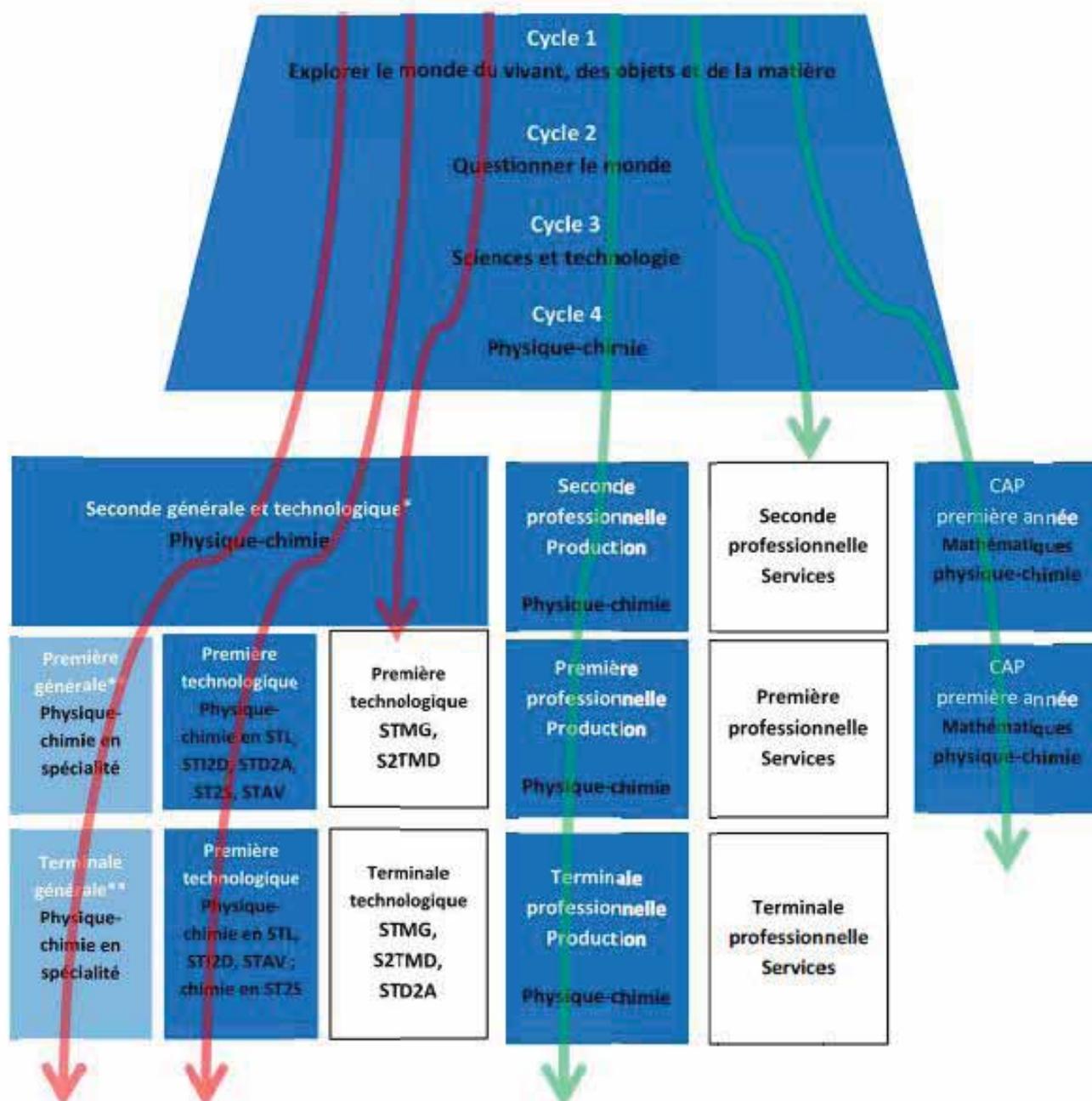
Tableau 2 : volumes horaires de physique-chimie pour trois parcours de la voie générale passant leur baccalauréat en 2018

Année de baccalauréat	Filière L- ES	Filière S sans spécialité physique en terminale	Filière S avec spécialité physique
2019	280	512	576

On observe qu'à terme, pour les élèves qui passeront leur baccalauréat après 2023, les profils les plus « spécialisés » en physique-chimie auront été exposés à un volume de physique-chimie en légère augmentation (d'environ 5 %). Celui des profils non scientifiques va rester pratiquement inchangé. Les autres profils, marqués par un intérêt pour les sciences, mais pas spécifiquement pour la physique-chimie (aujourd'hui : bac S sans spécialité physique-chimie et, après 2019, baccalauréat sans spécialité physique-chimie en classe terminale) vont voir leur exposition à la physique-chimie diminuer très significativement (de 512 à 410 heures ou 282 heures). On peut donc s'attendre à une diminution de l'exposition moyenne à la physique-chimie dans les années à venir. L'ampleur de cette diminution dépendra essentiellement du pourcentage d'élèves choisissant la spécialité physique-chimie en classe de première et/ou de terminale de la voie générale.

²⁰⁵ Il faut noter que ces chiffres ne prennent pas en compte l'enseignement scientifique commun, qui est considéré comme un enseignement spécifique interdisciplinaire ne pouvant être rattaché explicitement à la discipline physique-chimie.

Parcours, exposition des élèves à l'enseignement de la physique-chimie



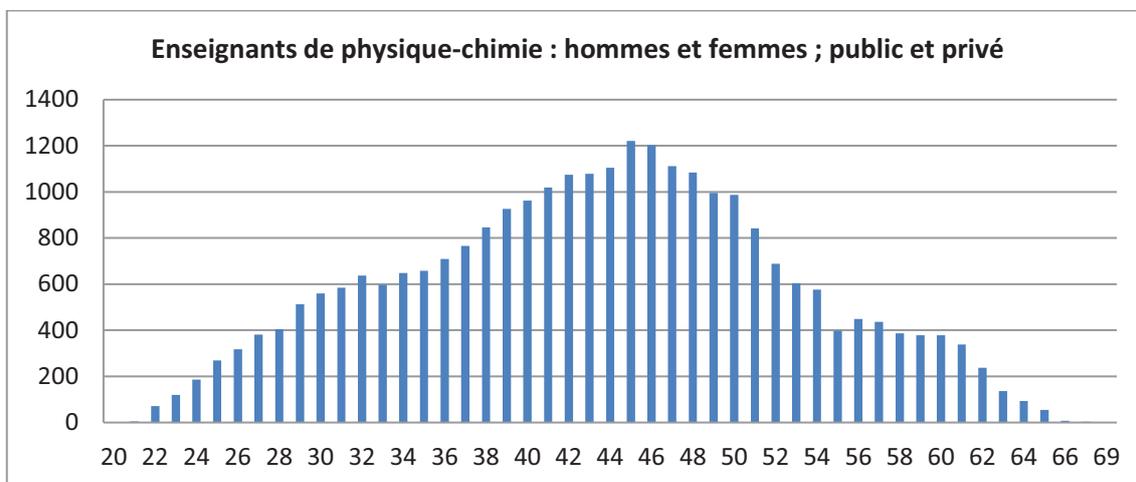
*Il n'y a pas d'enseignement de physique-chimie dans la série STHR

**À partir de la rentrée scolaire 2019, un enseignement scientifique de deux heures est proposé à tous les élèves de la voie générale en classe de première et à la rentrée scolaire 2020 en classe de terminale

- sans enseignement de physique-chimie
- avec enseignement de physique-chimie
- enseignement de physique-chimie en option

Données relatives aux enseignants chargés d'un enseignement de physique-chimie

Figure 1 : données 2017 - pyramide des âges des enseignants de physique-chimie du second degré face à élèves ; France métropolitaine + DOM (y compris Mayotte).



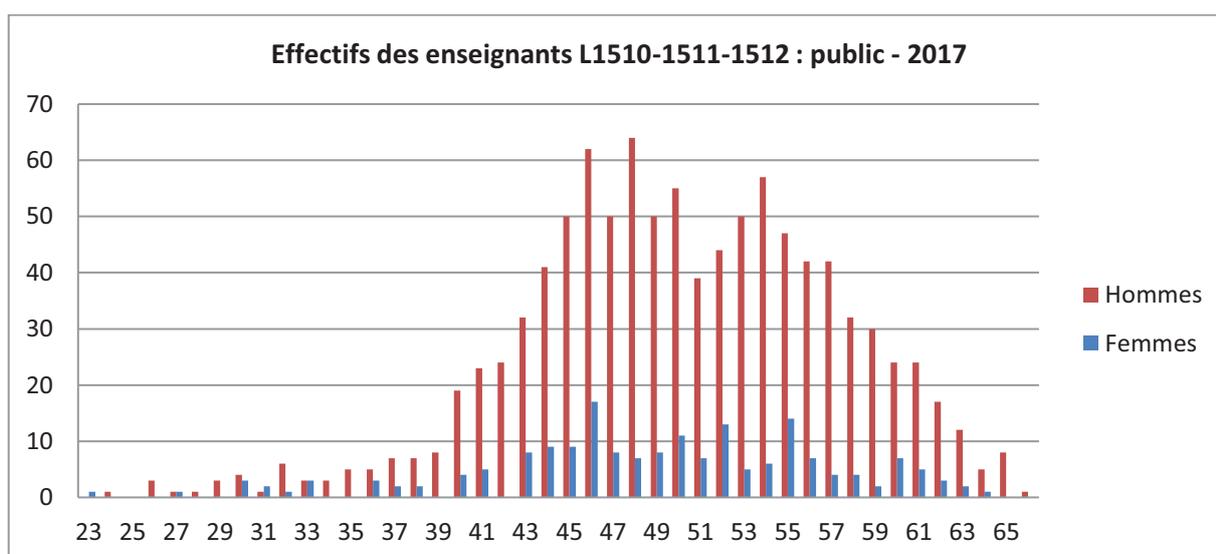
Source : MENJ-MESRI DEPP, avril 2019

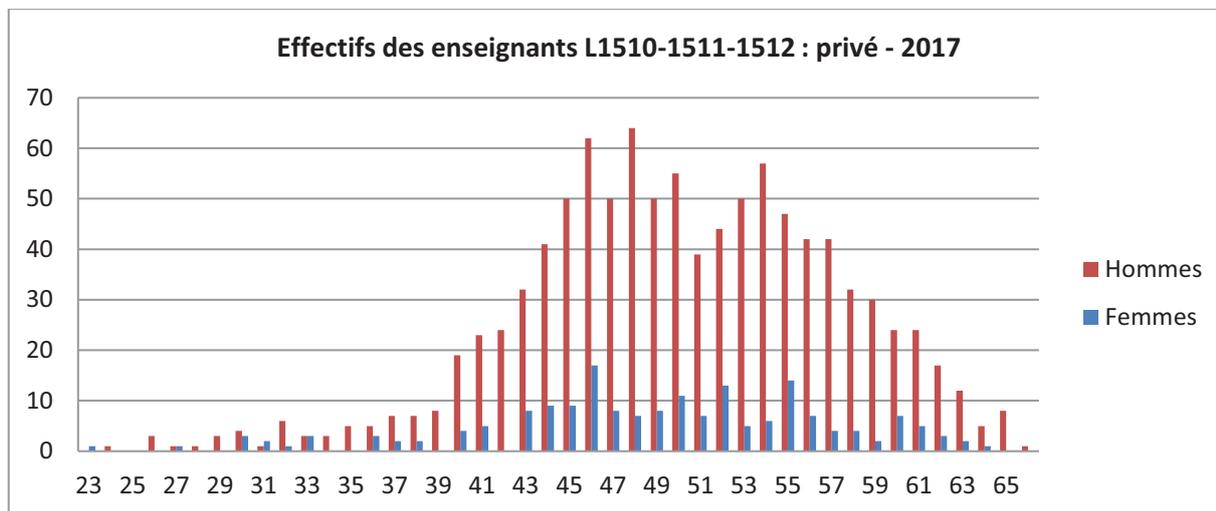
Tableau 2 : données 2017, moyennes d'âge des enseignants de physique-chimie du second degré face à élèves ; France métropolitaine + DOM (y compris Mayotte).

Secteur public			Secteur privé			Public + Privé
Femmes	Hommes	Total	Femmes	Hommes	Total	Total
42,0	43,7	43,0	44,0	45,0	44,5	43,3

Source : MENJ-MESRI DEPP, avril 2019

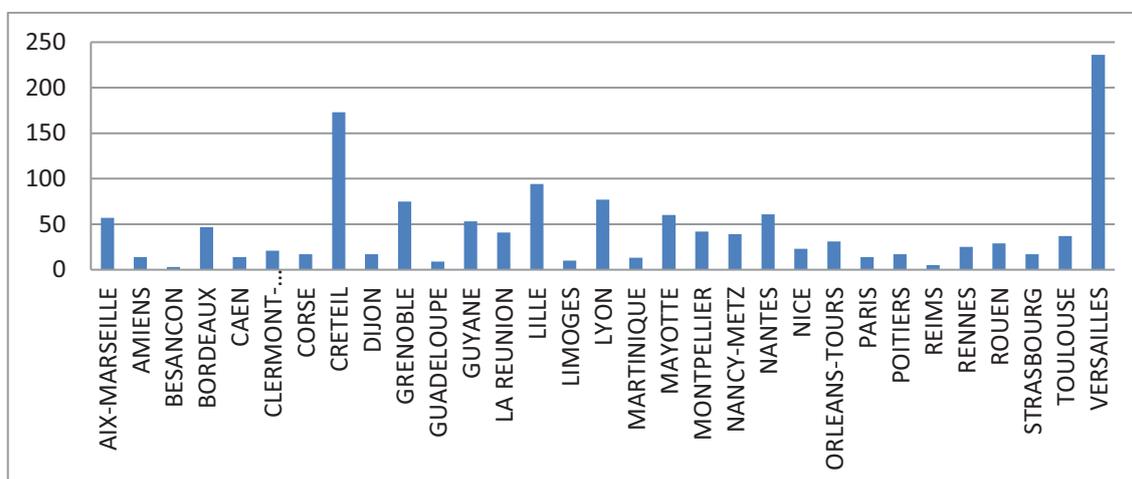
Figure 3 : données 2017, pyramide des âges des enseignants de physique-chimie L1510-1511-1512 du second degré face à élèves ; France métropolitaine + DOM (y compris Mayotte).





Source : MENJ-MESRI DEPP, avril 2017

Figure 4 : données 2017, effectifs suivant les académies des enseignants contractuels de physique-chimie du second degré face à élèves. France métropolitaine + DOM (y compris Mayotte).



Source : MENJ-MESRI DEPP, avril 2019

**Tableau 5 : effectifs des enseignants affectés en classe préparatoire aux grandes écoles ;
France métropolitaine + DOM.**

	2017-2018	Hommes	Femmes	Total
Public	Agrégés	562	325	887
	Chaires supérieures	304	230	534
	Certifiés	0	0	0
	Total	866	555	1 421
Privé BO	Agrégés	67	41	108
	Chaires supérieures	5	7	12
	Certifiés	0	0	0
	Total	72	48	120
Public + privé BO	Agrégés	629	366	995
	Chaires supérieures	309	237	546
	Certifiés	0	0	0
	Total	938	603	1 541

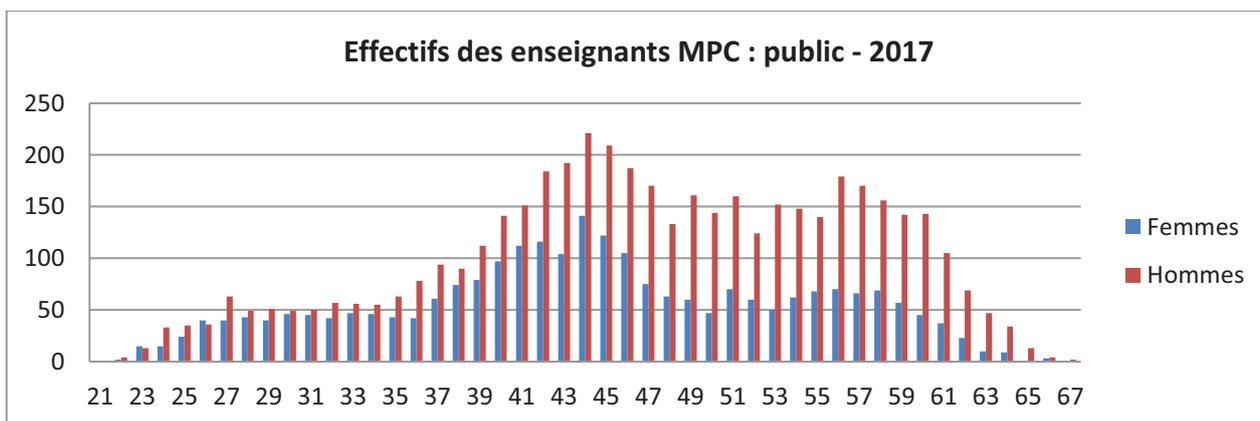
Source : IGEN, mai 2019

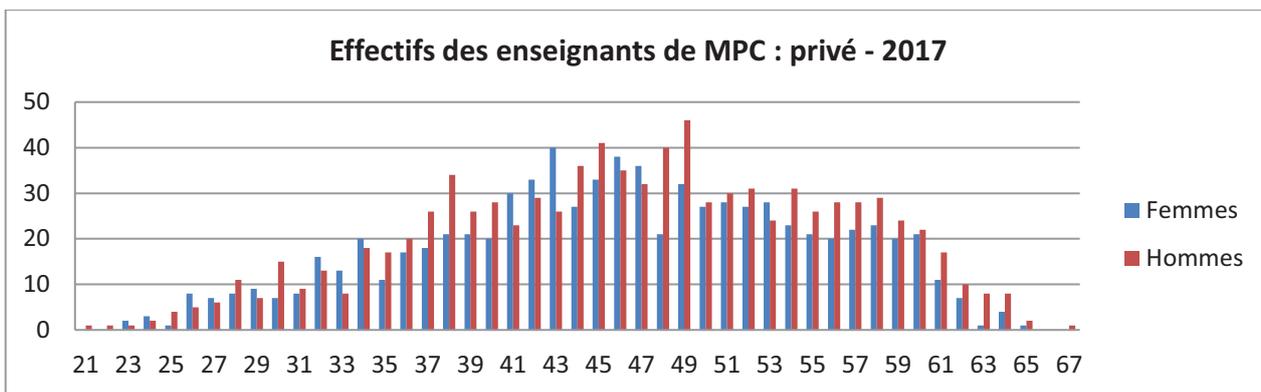
**Tableau 6 : effectifs (2018-2019) des enseignants sur chaire nationale en section de technicien supérieur ;
France métropolitaine + DOM.**

Code discipline	nombre
L1500	151
L1510	381
L1511	4
L1512	15
Total général	551

Source : DGRH, mai 2019

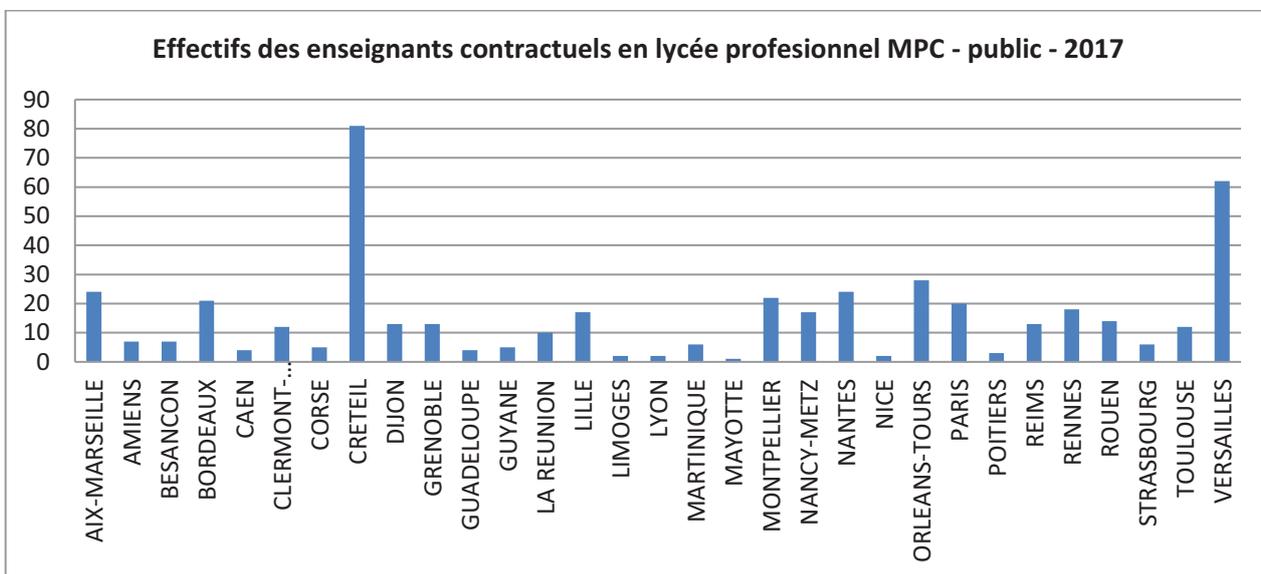
Figure 7 : données 2017, pyramide des âges des enseignants de lycée professionnel de la discipline mathématiques - physique-chimie (MPC) face à élèves. France métropolitaine + DOM (y compris Mayotte).





Source : MENJ-MESRI DEPP, avril 2019

Figure 8 : données 2017, effectifs, suivant les académies, des enseignants contractuels de lycée professionnel de la discipline mathématiques - physique-chimie face à élèves ; France métropolitaine + DOM (y compris Mayotte).



Source : MENJ-MESRI DEPP, avril 2019

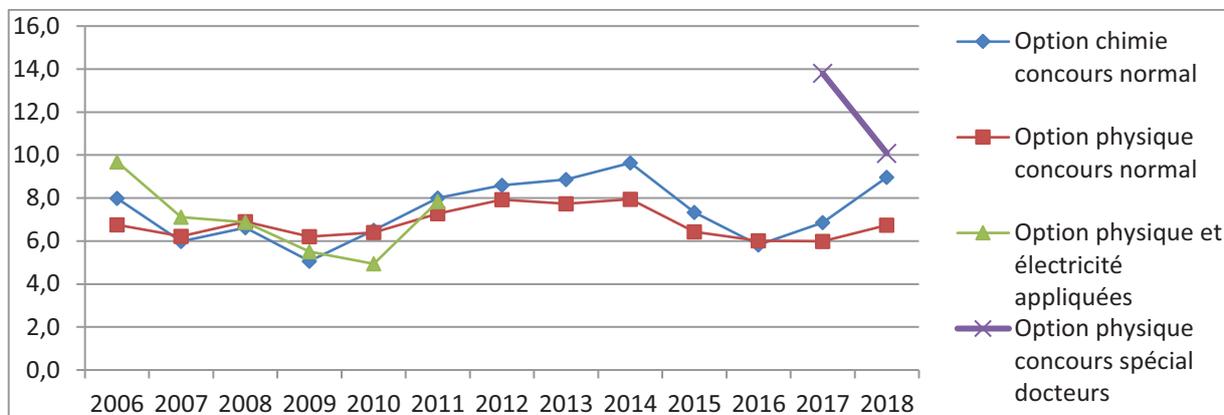
**Tableau 9 : évolution des effectifs des enseignants attachés de laboratoire
(fonctionnaires et non-fonctionnaires) – secteur public.**

	2013	2014	2015	2016	2017
Aix-Marseille	4	4	4	4	4
Amiens	1	1	1	1	1
Bordeaux	2	2	2	2	1
Clermont-Ferrand	1	1	.	1	1
Créteil	2	2	2	1	1
Dijon	1	1	1	1	1
Grenoble	1	2	.	.	.
Guadeloupe	1	1	1	1	1
Lille	1	1	1	1	1
Lyon	4	3	4	4	4
Martinique	6	6	6	6	6
Montpellier	2	2	2	2	2
Nancy-Metz	2	2	1	.	.
Nice	11	12	11	11	11
Paris	25	26	23	22	23
Poitiers	1	1	1	1	1
Reims	2	2	2	2	2
Rennes	1	1	1	1	1
Rouen	3	3	.	.	.
Strasbourg	4	4	.	.	.
Toulouse	6	6	6	6	5
Versailles	1	1	1	.	.
Total	82	84	70	67	66

Source : BSA - DEPP A2

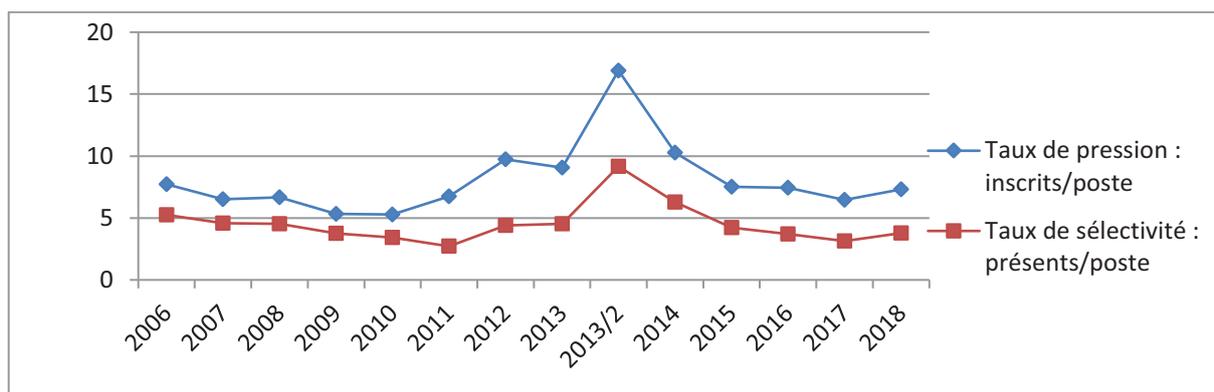
Taux de sélectivité des concours de physique-chimie et de mathématiques - physique-chimie du secteur public

Graphe 1 : agrégation externe de physique-chimie : taux de sélectivité (présents/poste) secteur public.



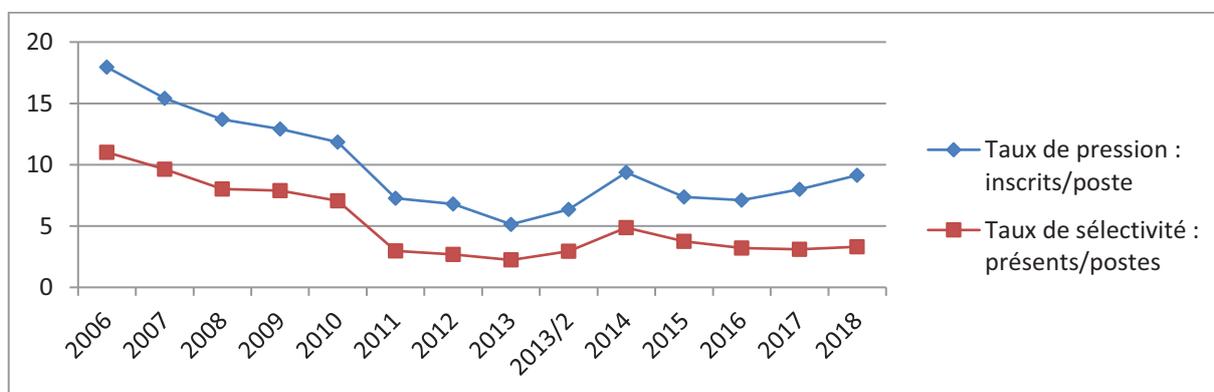
Source : DGRH, janvier 2019

Graphe 2 : CAPES externe et troisième concours - physique-chimie, taux de pression et taux de sélectivité - secteur public.



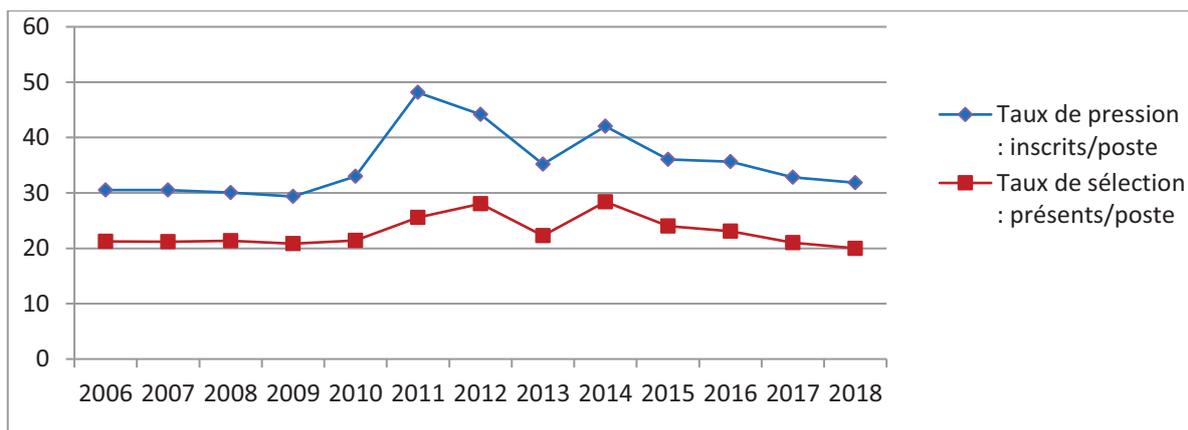
Source : DGRH, janvier 2019

Graphe 3 : CAPLP externe et troisième concours - mathématiques - physique-chimie, taux de pression et taux de sélectivité - secteur public.



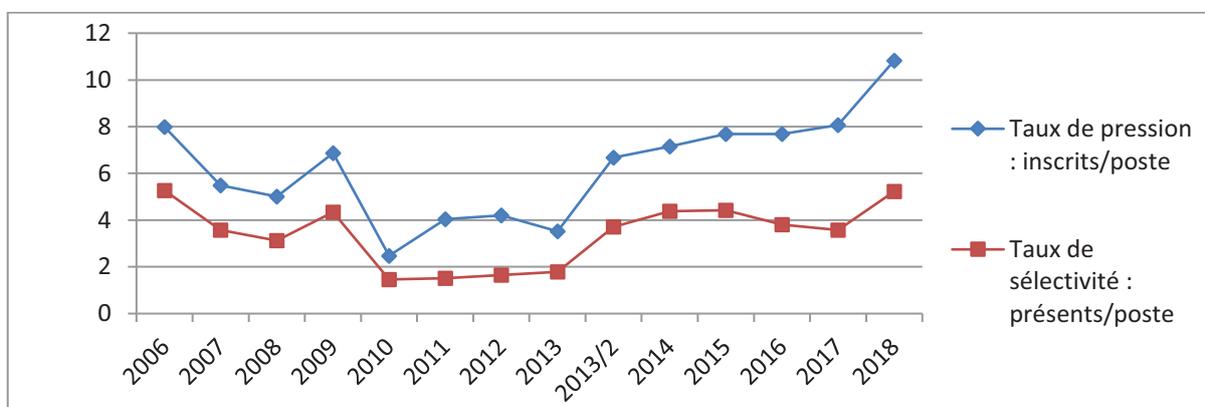
Source : DGRH, janvier 2019

Graphe 4 : agrégation interne de physique-chimie, taux de pression et taux de sélectivité secteur public.



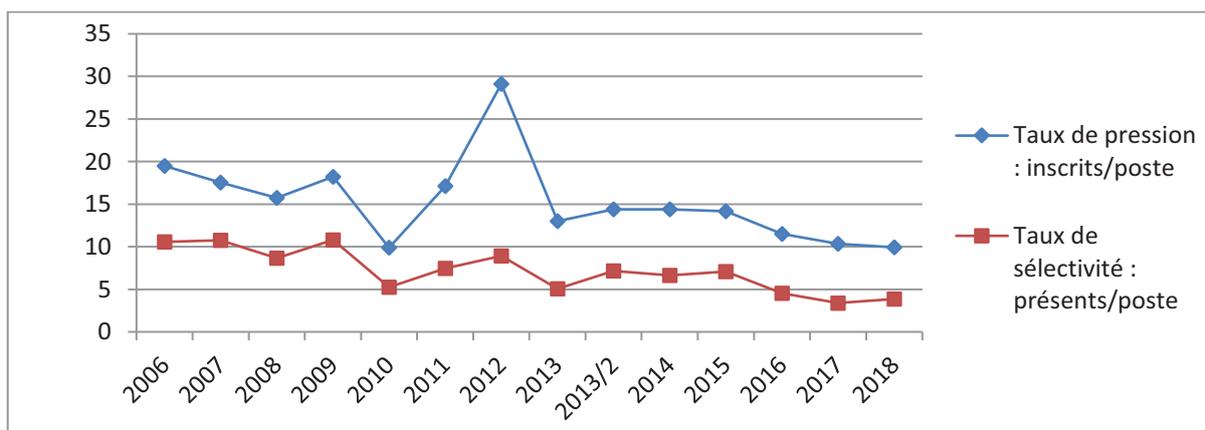
Source : DGRH, janvier 2019

Graphe 5 : CAFEP physique-chimie, taux de pression et taux de sélectivité – secteur privé.



Source : DGRH, janvier 2019

Graphe 6 : CAFEP PLP mathématiques - physique-chimie, taux de pression et taux de sélectivité. Secteur privé.



Source : DGRH, janvier 2019

Les personnels de laboratoire

Tableau 1 : évolution des ITRF recrutés en BAP B ayant une affectation principale en collège et lycée - secteur public.

	2013	2014	2015	2016	2017
collège	189	182	181	172	179
lycée	2568	2629	2784	2802	2894
Total	2757	2811	2965	2974	3073

Source : BSA - DEPP A2

Tableau 2 : ITRF recrutés en BAP B ayant une affectation principale en collège et lycée : ventilation suivant les grades - données 2017.

	ASI	TRF	ATRF	Total
collège	0	1	178	179
lycée	12	517	2365	2894
Total	12	518	2543	3073

Source : BSA - DEPP A2

Tableau 3 : ITRF recrutés en BAP C ayant une affectation principale en collège et lycée : ventilation suivant les grades - données 2017.

	ASI	TRF	ATRF	Total
collège	0	0	1	1
lycée	0	8	16	24
Total	0	8	17	25

Source : BSA - DEPP A2

Tableau 4 : nombre d'établissements - données 2017. Secteur public.

	Collèges	LP	LEGT*	EREA
Nombre	5294	834	1608	79

*dont 689 LPO

Source : Repères et références statistiques - 2018 - DEPP.

Une expérimentation d'un enseignement intégré de sciences et technologie (EIST)

Une expérimentation de l'EIST est initiée au collège en 2006-2007 à l'initiative de l'Académie des sciences. Il s'agit de faire porter les trois enseignements, de sciences de la vie et de la Terre, de physique-chimie et de technologie, par un seul enseignant issu de l'une de ces disciplines. L'objectif est de proposer aux jeunes collégiens un enseignement de sciences moins morcelé, facilitant la transition école-collège et permettant de promouvoir des démarches d'investigation fondées sur l'expérience et de nourrir la curiosité et le goût des élèves pour les sciences. L'organisation la plus courante est la suivante : trois groupes allégés de moins de vingt élèves sont constitués à partir de deux classes de sixième ; chacun des trois professeurs assure la totalité de l'enseignement dans chacun des groupes. Les trois professeurs disposent d'une heure de concertation et l'intégration des trois programmes disciplinaires se fait à travers l'étude de thèmes transversaux.

Cette expérimentation s'étend progressivement jusqu'à concerner environ quatre cents collèges. La direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (DEPP) a mené une évaluation du dispositif à partir de la rentrée 2008 et ceci sur quatre années consécutives²⁰⁶. Les résultats de cette évaluation ne font pas apparaître d'effets significatifs du dispositif d'EIST en sixième par rapport à celui d'un enseignement disciplinaire traditionnel, ni sur l'évolution des performances des élèves en sciences, ni sur l'évolution de leur intérêt et de leur motivation pour celles-ci. L'étude relève toutefois que les élèves ayant bénéficié de l'EIST en sixième montrent un niveau de motivation pour les sciences légèrement supérieur en moyenne à celui des élèves du groupe témoin, et ce tout au long de leur scolarité au collège.

Un rapport de l'inspection générale de l'éducation nationale rendant compte de l'EIST en 2009²⁰⁷ fait état d'une série de motifs de satisfaction. Les effets positifs soulignés par ce rapport sont liés à une dynamique pédagogique créée durant l'année de sixième, sans préjuger d'une amélioration des performances en sciences des élèves à l'issue de leur parcours au collège ni de leur motivation finale pour cet enseignement.

²⁰⁶ *Évaluation des effets du dispositif expérimental d'enseignement intégré de sciences et technologie (EIST)*, Marion Le Cam (DEPP) et Olivier Cosnefroy (Université Grenoble Alpes), in *Éducation et Formation* n° 86-87, mai 2015.

²⁰⁷ Rapport IGEN n° 2009-043, mai 2009, Dominique Rojat, Norbert Perrot et Gilbert Pietryk.

La mise en place de l'enseignement de spécialité physique-chimie de la classe de première de la voie générale²⁰⁸

De manière très générale, les programmes sont jugés bien construits et la bonne articulation avec les programmes du cycle 4 et leur dimension spiralaire sont soulignées. La démarche de modélisation est parfois perçue comme l'unique fil rouge des programmes.

La place du volet expérimental est jugée suffisante et les activités expérimentales bien réparties entre les différentes thématiques. Certains s'interrogent sur la manière dont certaines capacités expérimentales sont rédigées et identifient un risque que les professeurs se « *détachent d'activités expérimentales problématisées* ».

Dans leur grande majorité, les professeurs apprécient les contenus et les considèrent attractifs et formateurs. Il est cependant parfois rapporté que ces contenus sont formateurs du point de vue disciplinaire mais non du point de vue des compétences transversales avec un risque, malgré les recommandations des préambules, de « *s'éloigner d'un enseignement réellement contextualisé* ».

Les contenus sont majoritairement jugés comme trop ambitieux, notamment ceux qui mobilisent des outils mathématiques. Il est également relevé que l'accent mis sur les modèles peut conduire les enseignants à « *enseigner des modèles* » sans souligner la manière dont la « *science fonctionne* ». La durée impartie semble insuffisante et le programme trop dense, mais il est indiqué qu'il est difficile de porter un jugement sur ce point en faisant abstraction du contexte sanitaire et de la mise en œuvre des programmes de seconde et de première la même année.

L'introduction de capacités numériques dans un programme de physique-chimie est jugée « *intéressante* », « *incontournable* » et parfois présentée comme « *une source de motivation pour les élèves* ». Cependant plusieurs points d'attention sont relevés : leur articulation avec les concepts de physique-chimie, la possible surcharge cognitive, la grande disparité entre les équipes et les questions de formation des enseignants ou encore l'articulation entre les différents enseignements qui mobilisent ce type de capacités numériques.

L'introduction de capacités mathématiques dans un programme de physique-chimie est quant à elle considérée comme une « *évolution positive* » ou comme une « *réelle avancée* » dans la mesure où le programme accorde une place plus importante aux modèles. Il est également relevé que « *les limites des attendus sur ces capacités ne sont pas perçues comme suffisamment précises* » et que cela permet « *d'encourager les croisements didactiques entre la physique-chimie et les mathématiques* ».

Concernant la problématique mesure et incertitudes, un manque de formation des enseignants est clairement identifié tout comme le fait que les professeurs n'ont pas encore fait évoluer leurs pratiques dans ce domaine de formation parfois jugé comme non prioritaire.

Une bonne articulation avec le programme du cycle 4 est unanimement reconnue. Quant à la manière dont il prépare à la poursuite d'études supérieures scientifiques, l'analyse, encore prématurée, est plus nuancée, même si une large majorité considère que l'accent mis sur les fondamentaux facilitera, pour les élèves, la transition vers les différentes formations scientifiques de l'enseignement supérieur.

En conclusion, si une grande majorité de professeurs juge que « *le programme est intéressant, attractif et cohérent* » et qu'il « *permet d'aborder de nombreux aspects de la physique et de la chimie* », d'autres, beaucoup moins nombreux, estiment que « *le programme ne permet pas aux professeurs d'interroger l'image de la science et sa relation avec la société, la nature de la science et de sa construction* ». Cette dualité d'appréciations interroge à la fois les objectifs des enseignements de spécialité dans le cadre de la réforme du lycée, l'articulation entre les mathématiques et l'enseignement de spécialité physique-chimie, l'existence nouvelle d'un enseignement scientifique dans le tronc commun de formation des élèves, la manière dont un programme scolaire est rédigé au regard de l'indispensable liberté pédagogique des enseignants et, plus généralement, la différence entre la « *science savante* » et la « *science enseignée* ».

²⁰⁸ Cette note est le fruit de l'exploitation d'une enquête diffusée auprès des IA-IPR de physique-chimie en décembre 2020.

L'implication des enseignants de physique-chimie dans l'enseignement scientifique de la voie générale

Les programmes de première et de terminale d'enseignement scientifique sont par nature interdisciplinaires. Certains des thèmes qui y sont abordés relèvent cependant davantage du champ d'études traditionnel d'une des trois disciplines des enseignants concernés : mathématiques, sciences de la vie et de la Terre, physique-chimie. Les thématiques où l'on peut déceler une telle dominante disciplinaire de physique-chimie sont nombreuses, ce qui peut expliquer l'engagement important des enseignants de cette discipline dans la prise en charge de l'enseignement scientifique.

Ainsi, les IA-IPR de physique-chimie estiment²⁰⁹ que les enseignants de physique-chimie assurent environ 50 % des heures d'enseignement scientifique en classe de première et 40 à 45 % en terminale. Cette différence peut s'expliquer par le fait que certaines notions de mathématiques présentes dans le programme de terminale sont nettement plus complexes qu'en première et sont plus fréquemment prises en charge par des enseignants de mathématiques.

Les enseignants estiment, dans leur grande majorité (environ 70 %), que la place accordée à la physique-chimie dans les programmes est adaptée aux objectifs de formation de l'enseignement scientifique. Ils apprécient que des activités expérimentales soient explicitement présentes dans les attendus des programmes, même si, de fait, les établissements où l'enseignement scientifique est pratiqué sans horaires à effectifs réduits sont les plus nombreux.

Malgré l'intérêt manifesté par les enseignants de physique-chimie pour les programmes de l'enseignement scientifique, les IA-IPR signalent que ceux qui demandent spontanément à prendre en charge cet enseignement sont peu nombreux en proportion. Dans la grande majorité, cette prise en charge est imposée et résulte de la décision du chef d'établissement. Certains IA-IPR constatent que l'attribution de l'enseignement scientifique est un paramètre d'ajustement des services des enseignants plus souvent que l'expression d'une réelle motivation de l'enseignant. Ainsi, une proportion notable d'IA-IPR (23 %) estiment que la part de contractuels engagés dans l'enseignement scientifique est plus importante que pour les autres enseignements de physique-chimie de lycée. Certains inspecteurs remarquent cependant que cette situation est susceptible d'évoluer dans le sens d'un engagement plus volontaire des enseignants de physique-chimie lorsque l'enseignement scientifique sera mieux installé dans les lycées.

De la même façon, alors que la collaboration des équipes pluridisciplinaires engagées dans l'enseignement scientifique est encore jugée insuffisante par la majorité des IA-IPR, on peut espérer que cette situation s'améliore lorsque les enseignants se seront mieux appropriés les objectifs de formation de cet enseignement. Il faut d'ailleurs noter que les restrictions liées à la situation sanitaire ont particulièrement perturbé la mise en place de toutes les facettes de l'enseignement scientifique. Les sujets des évaluations communes, qui mobilisent des notions relevant d'au moins deux disciplines, et le projet expérimental et numérique en classe de première n'ont pu être encore organisés – sauf rares exceptions. La mise en place, en temps normal, de ces éléments sera de nature à favoriser un travail collaboratif pluridisciplinaire.

²⁰⁹ Les estimations statistiques citées dans ce paragraphe résultent d'une enquête réalisée par la mission en décembre 2020 auprès de l'ensemble des IA-IPR de physique-chimie.