



AVIS DE L'ACADEMIE DES SCIENCES SUR LA REFONDATION DE L'ENSEIGNEMENT

Engagée depuis plus d'une décennie au service de la qualité de l'enseignement des sciences, l'Académie des sciences indique ici l'état de ses réflexions sur les besoins du pays en termes d'enseignement, selon le plan des travaux de la concertation mise en place par M. et Mme les Ministres Vincent Peillon et George Pau-Langevin.

L'Académie des sciences attache la plus grande importance à la qualité de l'enseignement scientifique dès le début de l'école primaire. Cette qualité aura en effet une incidence majeure tant pour le libre exercice de la citoyenneté que pour les capacités économiques du pays dans les décennies à venir.

Par sciences, l'Académie entend aussi bien les mathématiques que l'ensemble des sciences expérimentales et d'observation, ainsi que la plus récente science informatique.

Le texte qui suit a été approuvé à l'unanimité par l'Académie lors de sa séance du 25 septembre 2012. Il rappelle dans une annexe les diverses et importantes actions entreprises par l'Académie depuis une dizaine d'années — tant institutionnellement qu'à travers de nombre de ses membres fortement investis à titre personnel.

Quatre points majeurs doivent être mis en exergue :

- 1. L'Académie rejoint la préoccupation nationale sur l'importance capitale d'un premier degré assurant une plus grande égalité entre enfants dans la maîtrise de la langue française, des mathématiques et des sciences expérimentales. Elle souligne combien ces dernières, bien enseignées, peuvent être l'occasion d'une pratique exigeante de la langue et révéler des talents, en respectant la diversité des intelligences tout en atténuant l'effet de conditions familiales peu favorables.*
- 2. L'Académie insiste sur le fait que cette égalité des chances doit être assurée tout au long de la formation des élèves puis de celle des étudiants. Cela nécessite en particulier de reconsidérer en profondeur les mécanismes, les acteurs et les processus de leur orientation, en particulier lors des deux transitions scolaires majeures constituées par les articulations collège-lycée puis lycée-formations supérieures.*
- 3. S'agissant des professeurs, l'Académie est particulièrement soucieuse de leur qualité, que doivent assurer tant leur formation initiale que continuée tout au long de leur carrière. Ce souci redouble aujourd'hui en présence d'une alarmante rareté de candidats à ce métier.*
- 4. S'agissant des programmes des enseignements, l'Académie réaffirme qu'ils doivent répondre en tout premier lieu à des enjeux clairs et affichés. Ces programmes doivent évoluer en fonction de leur capacité à satisfaire ces enjeux. Cette capacité doit être évaluée par des analyses rigoureuses de leur impact, effectuées selon des méthodes scientifiquement incontestables.*

Enfin, l'Académie tient à exprimer ses fortes préoccupations concernant l'enseignement des sciences dans les filières professionnelles et technologiques actuelles du lycée où les élèves, comme tout futur citoyen, doivent recevoir les fondements une culture générale scientifique de qualité. Elle a entamé dans ce sens une réflexion commune avec l'Académie des technologies et fera part de ses avis et recommandations à l'issue de ces travaux.

AVIS DE L'ACADEMIE DES SCIENCES SUR LA REFONDATION DE L'ENSEIGNEMENT

Les avis et recommandations ci-dessous sont organisés selon la trame fournie par le Ministère de l'éducation nationale, qui a précisé les axes de réflexion des quatre groupes de travail. Elles ne sont formulées que sur des points au sujet desquels elle a déjà produit plusieurs Avis et Notes ou organisé des colloques (voir Annexe) ou pour lesquels l'Académie des sciences estime avoir une compétence à se prononcer.

REUSSITE SCOLAIRE POUR TOUS

PREMIER DEGRE

L'Académie rejoint la préoccupation générale sur l'importance capitale d'un premier degré assurant une plus grande égalité des chances entre enfants, notamment dans la maîtrise de la langue française, des sciences (y compris les mathématiques). Elle souligne combien les sciences sont l'occasion pour tous d'une pratique exigeante de la langue et, pour certains, de révéler des talents. Les diversités doivent être respectées et prises en compte pour que tous les enfants puissent bénéficier d'un enseignement scientifique adapté : diversités sociales, diversité des intelligences, diversité entraînée par le handicap fonctionnel.

Concernant les mathématiques, elle rappelle son Avis détaillé de 2006, soulignant notamment deux objectifs : d'une part, donner à l'enfant un socle solide d'automatismes dans le domaine du calcul ; d'autre part, maintenir constamment ces calculs en liaison avec leur sens quantitatif. Elle rappelle aussi la nécessité de combattre l'innumérisme, au même titre que l'illettrisme, tous deux conséquences et cause significative de l'inégalité sociale (voir son avis de Décembre 2011).

Concernant les sciences d'observation et expérimentales, elle souligne que l'effort engagé par *La main à la pâte* depuis 1996 est loin d'être parvenu à son terme, environ une moitié encore des classes primaires françaises ne respectant sans doute pas les obligations d'enseignement de ces sciences, obérant par là-même la qualité de leur études au collège. Elle rappelle que le goût pour les sciences se cultive tôt. L'enseignement scientifique, conformément à la Loi de 2005, est destiné à préparer au « libre exercice de la citoyenneté » et ne saurait se réduire à la lutte contre la désaffection des études supérieures scientifiques.

Concernant l'école maternelle, l'Académie demande que son originalité demeure protégée, en lui donnant comme objectif la pratique du français oral par *tous* les enfants, et singulièrement par ceux dont le français n'est pas la langue parlée en famille. Les sciences sont une occasion remarquable de cette pratique, accompagnée du développement des capacités sensorielles de l'enfant comme le démontre le succès de l'implantation de *La main à la pâte* dans les classes maternelles, conforté par la production de nombreuses ressources.

Les enquêtes destinées à l'évaluation globale et anonyme des élèves sont de plus en plus privilégiées au niveau européen et international (cf. les enquêtes PISA qui ont été utiles pour faire prendre conscience d'un certain nombre de faiblesses de notre système éducatif, notamment dans sa prise en charge des élèves issus de l'immigration). Cependant, bien évidemment, la valeur de ces enquêtes implique que leur méthodologie permette d'évaluer en profondeur les acquis des élèves sans induire de dérive favorisant une pédagogie centrée sur une simple réussite à des tests. Il y a là un véritable défi pour la recherche pédagogique, accru lorsqu'il s'agit d'évaluer une pédagogie d'investigation désormais recommandée en primaire et collège. Comment évaluer, à quel rythme, et avec quelles méthodologies l'acquis en termes de méthodes et de connaissances demeure un problème non tranché auquel travaille l'Académie des sciences en son sein (Ceci implique le développement de méthodes

d'évaluation rigoureuses, reposant sur le choix d'indicateurs pertinents qui ne se résument pas à un chiffre obtenu lors d'une épreuve, mais qui doivent mesurer les impacts à distance, voir plus bas la section « éducation fondée sur les faits ») et dans le cadre de sa participation à l'IAP¹.

COLLEGE

L'Académie a souligné dans ses Avis successifs (2004 et ultérieurement) combien le collège demeure le maillon faible du système, combien il accuse les inégalités sociales au lieu de contribuer à les compenser et est responsable de la perte d'une fraction beaucoup trop importante d'une classe d'âge pour les études ultérieures et/ou l'emploi.

S'agissant des sciences expérimentales et des technologies, l'Académie rappelle son initiative, associée à l'Académie des technologies, dans la création en 2006 d'un enseignement intégré de science et technologie en 6^e et 5^e, et le succès de celui-ci, tel qu'évalué de façon indépendante notamment par la DEPP. Elle en prône une extension résolue afin de pouvoir concerner une proportion significative des collèges dès l'horizon 2020, ainsi que la mise en œuvre effective et rapide de convergences entre disciplines autour de thèmes communs en 4^e et 3^e. La généralisation d'expérimentations sur ces sujets doit être encouragée, sans les retarder au motif de recherche d'exhaustivité.

S'agissant des mathématiques, la création de laboratoires de mathématiques demeure un objectif indispensable, en s'appuyant notamment sur les réseaux constitués avec les moyens des Investissements d'avenir en 2012.

L'Académie, opposée à un apprentissage hors l'école trop précoce, souligne l'importance d'ouvrir le collège sur la vie de la cité et sur la connaissance concrète des métiers par tous les élèves (et non aux seuls promis à une filière professionnelle), au moyen de stages d'entreprise, de parcours se diversifiant au sein d'un collège commun, et de contacts plus précoces entre l'école et les milieux professionnels.

SOCLE COMMUN²

L'Académie souhaite que la continuité instaurée par le socle commun, très positive dans la structuration de la scolarité obligatoire, soit développée en direction d'une école du socle commun. Compte-tenu des différences majeures de profil professionnel et de formation des professeurs entre premier et second degré, cette école est un projet à long terme, qui ne

¹ Ce point essentiel fut mis en évidence dans les discussions et conclusions du récent colloque de l'IAP sur ce thème à Helsinki (juin 2012). L'IAP, « *Global Network of Science Academies* », dont l'Académie des sciences préside actuellement le Science Education Program global ainsi que sa branche européenne (ALLEA, « *All European Academies* », réunit les Académies nationales des sciences de plus de cent pays. L'Académie est engagée dans un travail sur ces questions aux côtés de ses partenaires du monde entier.

² Nota Bene : dans ce qui suit les termes « socle commun », « école du socle » sont distingués et pris dans les acceptations suivantes. Le « socle commun », légal, s'applique à la scolarité obligatoire (école et collège), dans un continuum où actuellement tous les élèves sans exception ont des programmes et horaires identiques. Il en est résulté l'idée d'une fusion progressive entre école et collège : le terme « école du socle » a ainsi fait récemment son apparition. De même, le terme de « pôles » n'est pas pris comme impliquant des orientations différentes des élèves, mais comme un enseignement multidisciplinaire délivré par un seul professeur devant les élèves (le nombre élevé de professeurs est une source bien connue d'échecs au début du collège) dans la continuité de l'EIST (« enseignement intégré des sciences » de 6^e et 5^e) pour ce qui concerne le pôle sciences. Néanmoins, l'Académie préconise avec force, comme lors de son expérience EIST aujourd'hui validée par le MEN, que ces enseignements « fusionnés » multidisciplinaires doivent être conçus par un triplet de professeurs disposant chacun d'une solide formation validée dans leur propre champ disciplinaire (Sciences de la vie et de la Terre, Sciences physiques, Technologie) afin de se concerter et s'instruire mutuellement.

pourrait prendre forme que par des expérimentations soignées, rigoureusement analysées. Le collège y trouverait naturellement sa forme de collège commun plutôt qu'unique.

Dans cet esprit, l'organisation du cursus en collège, aujourd'hui trop exclusivement ciblé vers l'orientation en lycée général, selon un petit nombre de pôles, tels que humanités, sciences et techniques, arts, permettrait à des élèves, actuellement déstabilisés par un trop grand nombre de matières enseignées sans cohérence globale, de donner plus de sens à leur parcours scolaire. Néanmoins, cela pose le problème crucial de mettre en place une véritable orientation des élèves et une information compréhensible par tous les parents afin de ne pas créer dès le collège des parcours réputés comme sélectifs au détriment des autres (à l'image de la filière S du lycée général actuel) et d'abandonner une pratique trop souvent en vigueur aujourd'hui, à savoir d'orienter les élèves en fonction de leurs milieux sociaux plutôt que de leurs capacités intellectuelles afin de remettre enfin en route l'ascenseur social.

Comme l'a montré le Rapport de la Commission des affaires sociales de l'Assemblée nationale (2010), la pénétration du socle dans la pratique des professeurs est encore minimale au collège : les objectifs d'interdisciplinarité et de compétences demeurent mal compris et peu acceptés. Un effort considérable de dialogue et de développement professionnel des professeurs demeure nécessaire sur ce point.

LYCEE

Concernant l'enseignement scientifique, le lycée doit répondre à une double nécessité : assurer que les élèves inscrits en section générale S ou en sections technologiques acquièrent un goût et une maîtrise des sciences qui les conduisent à choisir des métiers scientifiques ou techniques avec une préparation adéquate; assurer que tous les élèves, quelle que soit leur voie, comprennent le fonctionnement de la science, son histoire, ses résultats majeurs et son contexte épistémologique. L'Académie souhaite donc avec force que l'histoire des sciences et des technologies, replacée dans son contexte socio-philosophique, constitue un enseignement à part entière, ainsi qu'elle l'a affirmé en 2012 dans un colloque rassemblant notamment les doyens des inspections générales de philosophie et des disciplines scientifiques.

Tout en maintenant la spécificité disciplinaire des enseignements de science, l'Académie préconise d'installer à l'occasion de l'enseignement de sujets globaux (ex., l'énergie, l'environnement, etc.) un véritable partenariat entre les disciplines et une collaboration entre le monde de la science, celui de la technique et ceux des autres champs de la culture.

En outre, reconnaissant l'importance de la transition entre lycée et études supérieures, l'Académie recommande d'explorer et de soutenir tous liens possibles entre lycée et université, tels que contacts entre professeurs, visites, etc., afin de préparer en amont les lycéens et d'assurer une participation des professeurs du secondaire sous forme de tutorats en première année des cours universitaires. Outre l'intérêt pour les étudiants, ce double dispositif permettrait une meilleure prise de conscience par chaque corps de professeurs des modes de travail et des contraintes de l'autre corps et de faire ainsi évoluer leurs enseignements en conséquence.

L'ensemble de ces préconisations nécessite de reconsidérer en profondeur les programmes de formation initiale des professeurs enseignant les sciences et de mettre en place un système efficace afin d'accompagner leur développement professionnel tout au long de leur carrière. L'Académie s'est exprimée à plusieurs reprises dans ce sens par une série de Notes et d'Avis publiés notamment entre 2008 et 2010 (voir *infra* Groupe 4 et Annexe « *Fondation La main à la pâte* »).

VOIE PROFESSIONNELLE

L'Académie prévoit de se prononcer sur les solutions à mettre en œuvre dans les filières professionnelles et technologiques à l'issue de la réflexion commune qu'elle a entreprise avec l'Académie des technologies. Cependant, d'ores et déjà, elle exprime avec force ses graves préoccupations sur l'enseignement de la science dans ces filières : les élèves de ces filières doivent en effet bénéficier d'une formation aux sciences qui à la fois construisent leur culture générale de citoyen et leur donne une appétence pour l'innovation, si urgente pour inverser la situation actuelle de l'emploi en France.

L'enseignement des sciences dans les filières professionnelles est indispensable parce que celles-ci font partie de la culture nécessaire à tout professionnel. Cet enseignement ne doit pas être identique à celui délivré dans les filières générales, car les objectifs diffèrent ; il ne doit donc absolument pas en être une version réduite ou simplifiée. Réfléchir à sa spécificité, garantir sa qualité est un objectif essentiel si l'on n'accepte pas qu'il puisse y avoir une rupture de culture au sein d'une même entreprise entre l'ingénieur formé en filière générale, et ses collaborateurs formés en filière professionnelle.

Cette place des sciences garantirait en outre que des élèves issus de voies professionnelles centrées sur les métiers scientifiques et souhaitant améliorer leurs qualifications ou se réorienter professionnellement à un moment ou un autre de leur carrière puissent se confronter à des enseignements auxquels les filières actuelles ne les préparent absolument pas (en particulier car les filières plus adaptées sont prises d'assaut par les lycéens de la filière générale (S) désirant effectuer des formations techniques courtes).

En effet, la rapidité de l'introduction des innovations technologiques en milieu industriel et professionnel montre que notre pays aura besoin de techniciens compétents formés à ces innovations afin d'assurer le maintien et le développement de plusieurs de ses filières technologiques (par exemple EDF se soucie fortement de cet aspect) aussi bien que de ses PME.

UN SYSTEME EDUCATIF JUSTE ET EFFICACE

L'évolution rapide de nos sociétés, l'importance prise par internet comme source d'information aux côtés de l'école, et le fait que nos citoyens sont et seront de plus en plus souvent confrontés à des décisions de nature scientifique tant lors de choix politiques qu'au cours de l'évolution de leurs vies professionnelles réclament de stimuler chez les élèves d'autres compétences que celles développées traditionnellement par l'école. Développer l'apprentissage de la critique positive, de l'esprit d'initiative et de créativité, et la capacité d'apprendre à apprendre en continu en intégrant de manière critique toutes les sources d'information impose, pour les sciences, que ses concepts, principes et méthodes, plutôt qu'un simple apprentissage à la manipulation de ses outils, soient compris et appropriés. Le tandem *La main à la pâte*/EIST remplit déjà cette mission au primaire et au début du collège mais le lycée général reste encore traditionnel malgré de récentes réformes encourageantes des programmes.

En outre, la nature multiculturelle de la société française actuelle, en particulier la diversité linguistique des milieux familiaux et de leur appréciation souvent relative accordée au rôle de l'éducation scolaire de leurs enfants (la distribution des scores français de la dernière enquête PISA indique deux maxima, l'un bien au-dessous du score moyen, l'autre bien au-dessus),

demande que l'enseignement puisse compenser dès son début (maternelle, primaire) ces facteurs lourds d'inégalité sociale. L'enseignement scientifique peut contribuer à ce rééquilibrage, comme il l'a fait dans un passé trop lointain, en redémarrant « l'ascenseur social ».

MONDE NUMERIQUE

L'Académie s'est réjouie de la création d'une nouvelle spécialité de *science informatique* en Terminale S en 2012. Néanmoins, observant l'immense révolution liée au monde numérique et ses conséquences sur l'emploi comme sur la vie sociale, l'Académie considère que la pratique actuelle des TICE (usages) dès l'école primaire est loin de fournir une véritable introduction à la science informatique. L'Académie considère qu'une introduction à cette dernière est indispensable dans tous les lycées, possible dès le collège, et sans doute dès le primaire. Elle plaide pour des expérimentations rapides dans cette direction, auxquelles elle est disposée à apporter son concours. Elle ne se prononce pas sur l'opportunité de créer un corps de professeurs spécialisés, compte-tenu du caractère des connaissances, transversal à toutes les disciplines. Elle rappelle sa proposition (2007) de la création de mineures lors des concours de recrutement, l'une d'entre elles pouvant être de science informatique et présente dans des concours portant sur des disciplines variées, même au delà des disciplines scientifiques. L'Académie a engagé un travail de réflexion de fond sur ce sujet qui se concrétisera par un rapport qui devrait être disponible fin 2012.

La révolution informatique implique une révolution tout aussi grande de la pédagogie de l'informatique et de la place qui lui sera attribuée : ceci doit commencer dès l'école où, par exemple, ces nouveaux enseignements devront ouvrir aux notions de langage et de règle, et pas seulement à l'apprentissage de pratiques élémentaires (utilisations de messagerie, de traitements de texte, de logiciels, etc., d'ailleurs, pour beaucoup, souvent apprises « sur le tas » et devenues ainsi familières à beaucoup d'élèves dès leur très jeune âge) ; continuer bien sûr au collège et au lycée, en abordant aussi bien les aspects théoriques (algorithmique), techniques (logiciels), sociétaux (hypermnésie des informations présentes sur le WEB, responsabilité et responsabilisation, droit).

DES PERSONNELS FORMES ET RECONNUS

L'Académie réaffirme le rôle central du professeur et l'importance de mettre en place et soutenir toutes les actions qui peuvent l'assister dans la conception et l'exercice de son métier. Elle a publié plusieurs avis et recommandations dans ce sens (voir Annexe).

ECOLES SUPERIEURES DU PROFESSORAT

L'Académie se réjouit de l'objectif actuel d'une révision substantielle du dispositif de mastérisation, sur lequel elle s'est prononcée de manière abondante et circonstanciée (Avis de 2004, Avis détaillé à l'issue du Colloque de 2007, Note de juin 2008, Avis d'octobre 2009, Avis et recommandations à l'issue du Colloque de 2010). Autant elle juge que l'ambition de recruter des enseignants ayant un Master est bonne, que cela soit en termes d'élévation du niveau de connaissances ou en termes d'ouverture sur des débouchés élargis, autant elle regrette que la précipitation dans laquelle la précédente réforme a été mise en œuvre ait pu affecter au moins transitoirement le nombre et la qualité des recrutements de professeurs: La nouvelle réforme envisagée, en particulier la création annoncée des Ecoles supérieures du professorat, constitue une espérance qui ne peut prendre le risque d'être déçue.

L'Académie considère essentiel de placer les futures Ecoles du professorat au sein des universités, tout en les distinguant fortement, par leurs missions, leur organisation et leur direction, des IUFM antérieurs. Consciente de l'insuffisant intérêt apporté par les universités dans les années récentes à cette mission cruciale pour la nation, elle craint le regrettable impact de ce fait sur la qualité des professeurs enseignant les sciences et insiste très fortement pour que les universités autonomes prennent au sérieux cette mission de formation professionnelle, comme elles ont su le faire dans les décennies écoulées pour les professions d'ingénieur ou de médecin. En particulier, l'Académie attend des universités qu'elles proposent enfin des maquettes ambitieuses de Master ouvrant à la fois aux métiers de l'enseignement et à d'autres débouchés professionnels pour lesquels la combinaison d'une expertise disciplinaire, accompagnée si possible d'un certain contact avec la recherche, serait très riche. Il semble que des incitations fortes devraient être exercées, aussi bien en termes d'affectation de moyens que de prise en compte de cette mission dans leur évaluation, pour que cette implication des Universités dans la formation des enseignants, et des futurs enseignants ne reste pas un vœu pieux.

L'Académie exprime sa très grande préoccupation devant les déficits croissants de jeunes choisissant de devenir professeurs, notamment dans les disciplines scientifiques. Il y va de l'avenir même du pays. Elle souligne les orientations souhaitées, détaillées et justifiées dans ses Avis antérieurs :

- Maintenir le principe d'une titularisation requérant un master (bac +5) et d'une réussite au concours pour tous les futurs professeurs.
- Dissocier clairement le master, vérifiant connaissances fondamentales d'un champ disciplinaire, ou d'un ensemble de champs disciplinaires, et le concours, vérifiant soigneusement les aptitudes à exercer le métier de professeur aux niveaux concernés (école, collège, lycée), quelle que soit la filière de master préparée.
- S'agissant des sciences, le concours devrait privilégier : les compétences expérimentales ; la capacité d'ouverture interdisciplinaire en complément des savoirs spécialisés (*mineure*) ; l'autonomie, par la présentation d'un dossier relatant une expérience professionnelle au moins (classe, laboratoire de recherche, bureau d'étude) ; le lien des savoirs disciplinaires avec l'épistémologie et l'histoire des sciences.
- S'agissant des concours dans les autres disciplines, notamment philosophie, histoire, littérature, le concours devra évaluer le niveau de culture scientifique.
- Placer l'admissibilité, voire l'admission, au concours le plus tôt possible (L3 ou M1 au plus tard) de façon à favoriser la préprofessionnalisation ou permettre une réorientation fructueuse en cas d'échec au concours, et assurer ainsi la sécurité d'un parcours aux jeunes attirés par le métier de professeur mais inquiets d'études trop longues.
- Intégrer dans les 5 années de formation universitaire, de façon progressive, un nombre suffisant d'expériences d'enseignement (primaire ou secondaire), à des degrés croissant de responsabilité et convenablement accompagnées, pour permettre à l'étudiant de se jauger, au concours de le juger et au jeune professeur de faire ses premiers pas face aux élèves avec l'assurance requise. Conçue de façon adéquate, une telle formation professionnelle ne devrait pas requérir d'année supplémentaire après le concours, sinon l'exercice normal du métier accompagné par l'employeur (cf. *infra*).
- Prévoir un parcours spécifique pour les étudiants se destinant à l'école maternelle, tout particulièrement si celle-ci accueille désormais davantage d'enfants à l'âge de trois ans (pré-maternelle).
- S'agissant des sciences, donner aux masters spécifiquement ciblés « enseignement » un positionnement qui les distingue clairement des masters « recherche » (ex-DEA) ouvrant ultérieurement à la préparation d'un doctorat, ou des masters ayant d'autres finalités

professionnelles (ex-DESS). Sur ce point, une vision uniforme pour les sciences d'une part, les humanités et sciences sociales de l'autre, est inadéquate, les besoins et traditions universitaires étant fortement distincts.

- Mettre en place un dispositif contractuel de financement des études pour des étudiants de bon niveau, dès le début de L2, partiellement au moins sur critères sociaux, afin d'ouvrir le professorat à des jeunes gens a priori empêchés d'effectuer des études longues pour des raisons financières. Il est essentiel de veiller à ce que le bénéfice d'une telle mesure d'incitation ne soit pas annulé par une charge supplémentaire excessive associée à l'aide consentie et handicapant le temps d'étude.
- Maintenir le concours de l'agrégation, en réservant statutairement les agrégés à l'animation des lycées (*Groupes de pairs*, à l'image de la médecine) et à l'articulation Bac-3 (lycée) – Bac+3 (licence), dont la mise en place est urgente.

MISSIONS DES ENSEIGNANTS

L'Académie rappelle l'importance cruciale qu'elle attache au développement professionnel des professeurs tout au long de leur carrière, en vue d'un enseignement scientifique de qualité, à l'école, au collège et au lycée. Elle a déploré les moyens sans cesse réduits du côté de l'employeur depuis une décennie, et le désintérêt fréquent des universités pour cette tâche (à l'exception des IREM), tout en notant avec satisfaction l'engagement de nombre d'organismes de recherche, de scientifiques et d'associations diverses pour aider les professeurs qui enseignent les sciences.

Par *La main à la pâte*, l'Académie a contribué au rapprochement des professeurs des écoles avec la science. Par l'enseignement intégré de science et technologie en début de collège, elle a amorcé une convergence entre disciplines trop séparées. Par ses propositions aux Investissements d'avenir, elle amorce en 2012 un nouveau modèle de développement professionnel au sein de quelques structures prototypes, les *Maisons pour la science au service des professeurs*.

- L'Académie plaide pour un substantiel rapprochement à réaliser entre le monde professoral et les acteurs de la science et de la technique (recherche et monde socio-professionnel technique). Elle note avec satisfaction que plusieurs actions intra- ou périscolaires participent activement à ce rapprochement et à l'éveil des élèves aux sciences actives, certaines étant d'ailleurs initiées par certains de ses membres (*Sciences à l'Ecole, Olympiades, Travaux personnels encadrés au lycée*, etc. ; voir Annexe).
- Elle souligne combien l'actuelle alternative entre remplacement des professeurs devant les élèves ou usage des temps de vacances pour les actions de développement professionnel condamne toute tentative d'évolution à grande échelle, alors que l'Etat employeur a une obligation concernant ces actions.
- Elle propose que les universités développent rapidement des outils (crédits ECTS, diplômes d'université) validant les acquis de leurs actions de développement professionnel, afin qu'elles puissent être prises en compte dans les déroulements de carrière.

EVALUATION

Les programmes des enseignements se doivent de répondre en tout premier lieu à des enjeux clairs et affichés et doivent évoluer en fonction de leur capacité à satisfaire ces enjeux. Il y va de l'intérêt de la nation mais aussi du rôle égalitaire du système éducatif.

Ce constat implique que des objectifs clairs en termes d'acquisition de méthodologies, ou de connaissances factuelles soient à chaque fois identifiés, et que des évaluations rigoureuses, effectuées selon une méthode scientifique indiscutable, soient mis en place. Ceci est tout particulièrement indispensable au moment d'expérimentations pédagogiques afin d'identifier celles qui doivent être généralisées.

Il s'agit donc de fonder l'élaboration des programmes, leurs évaluations, et celle de leur mise en œuvre à travers des choix pédagogiques, sur des faits, et non sur des opinions fussent-elles celles d'experts. Le Comité de l'enseignement de l'Académie a travaillé, et travaille, sur le concept d'« éducation fondée sur les faits » (« *evidence based education* », en anglais). Celle-ci est parallèle à la « *médecine fondée sur les faits* » (« *evidence based medicine* », en anglais) qui est depuis les années 1980 le paradigme utilisé pour le progrès des pratiques médicales, et l'outil privilégié d'évaluation de la Haute Autorité de Santé (HAS) : le choix A est meilleur que le choix B lorsque des groupes de sujets identiques traités (enseignés) selon A ont un résultat objectivement meilleur que ceux traités (enseignés) selon B sur un ou plusieurs critères décidés consensuellement à l'avance. Ces critères ne peuvent être un simple chiffre de notation obtenu à l'issue d'une « épreuve » nationale. Ils doivent permettre d'évaluer de façon soigneuse et consensuelle le résultat de l'enseignement, ou du programme éducatif testé. Cela nécessitera souvent la mesure de succès à des années de distance, que ce soit en termes de réussite scolaire, d'accès à l'emploi, etc. En éducation, comme en santé, l'expérimentation est nécessairement comparative, l'acquisition de données nécessite des cohortes de sujets bien suivis, l'information et la recherche du consentement éclairé des parties prenantes (élèves, parents, enseignants, etc.), la prise en compte des inégalités sociales, comportementales et biologiques. L'ensemble est un grand défi ; mais ne pas accepter un tel défi serait une faute : Jean Bernard disait, à propos des défis éthiques posés par l'expérimentation rigoureuse de traitements sur les malades : « ce qui n'est pas éthique, c'est de ne pas faire ces expérimentations, et de rester dans l'ignorance », ou, rajoutons-le, de se fonder sur la tradition et les croyances fussent-elles les plus sincères et généreuses.

L'Académie, grâce à l'ensemble des champs disciplinaires qu'elle couvre peut réaliser un travail en profondeur sur ces questions afin de proposer ensuite au Ministre de l'éducation nationale des outils adaptés et validés.

Annexe :

1) Rappel des positions prises depuis 2003 par l'Académie des sciences et communiquées aux ministres compétents puis rendues publiques.

- En 2003, un Groupe de travail, présidé par Nicole Le Douarin, Secrétaire perpétuel, est mis en place par l'Académie des sciences. Il rend public un *Avis sur L'enseignement scientifique et technique dans la scolarité obligatoire : école et collège*, en Juillet 2004. Les conclusions de cet Avis, rendu public, abordent la formation initiale et continuée des maîtres.
- En Mars 2005, après concertation avec l'Académie des technologies, des *Recommandations communes* sont adoptés par les deux Académies, et soulignent la responsabilité particulière de la communauté scientifique dans la qualité de l'offre de formation continue.
- En Février 2006, à l'occasion de la remise des Prix de *La main à la pâte*, l'Académie formule une *Déclaration sur l'enseignement*.
- En Janvier 2007, l'Académie publie un *Avis sur la place du calcul dans l'enseignement primaire*, rédigé à la demande du ministre de l'éducation nationale.
- En Novembre 2007, à la suite d'un Colloque organisé par l'Académie au printemps 2007, et à l'occasion de l'intégration des Instituts universitaires de formation des maîtres dans l'Université, l'Académie publie une série de *Recommandations portant sur la formation des professeurs à l'enseignement des sciences*
- En Juin 2008, après les annonces du Président de la République, l'Académie complète le précédent Avis par une *Note de travail concernant la formation des professeurs enseignant les sciences*. Vu l'actualité d'alors, cette Note traite exclusivement de la formation initiale.
- Dans ses *Réflexions sur l'enseignement des sciences au lycée* (Juillet 2008), l'Académie propose un texte d'étape, traitant de la formation des professeurs enseignant au lycée.
- En Novembre 2008, l'Académie complète ce texte par *Quelques propositions du Comité sur l'enseignement des sciences, relatives à la réforme de la classe de Seconde du lycée général et technologique*. Le travail coopératif des professeurs et la valeur de l'interdisciplinarité y sont soulignés.
- En Octobre 2009, l'Académie revient sur la '*Mastérisation*'. *Le dispositif de formation et de recrutement des professeurs enseignant les sciences (école, collège, lycée)* par un Avis motivé par la phase de réflexion intense concernant la mise en place de la *mastérisation* à la rentrée universitaire 2010.
- En Novembre 2009, le Comité pour l'enseignement de l'Académie présente un *Texte relatif au document 'Vers un nouveau lycée en 2010'*, document publié par le Ministre de l'éducation nationale. Ce texte souligne l'importance des actions d'accompagnement des professeurs de lycée.
- En Novembre 2010, le Comité de l'Académie complète le texte précédent par un Avis, en présentant *L'Académie des sciences et la réforme du lycée*.
- En Novembre 2010 et à la suite d'un nouveau Colloque tenu au printemps 2010 à son initiative, l'Académie publie un *Avis & recommandations*, portant sur la formation

continue des professeurs enseignant les sciences à l'école, au collège et au lycée.

- À la fin de l'année 2010, l'Académie soumet aux Investissements d'avenir un projet de démonstrateur d'une nouvelle vision du développement professionnel des professeurs enseignant les sciences. Ce projet est accepté et financé en Septembre 2011. En Janvier 2012 l'Académie met en place, avec deux Ecoles normales supérieures partenaires, une Fondation de coopération scientifique destinée à la mise en œuvre de ces démonstrateurs (Maisons pour la science au service des professeurs) qui ouvrent en Septembre 2012 dans quatre universités.
- En mai 2011, à l'occasion du sommet du G8-G13, qui se tient en France, l'Académie publie une *Déclaration commune des Académies des sciences G8+ "Une éducation à la science, outil de développement global"*, qui manifeste son engagement international sur les questions d'éducation : elle y souligne ce que sont ses deux priorités : l'éducation à la science n'est pas seulement destinée aux futurs chercheurs et ingénieurs ; elle vise la population dans son ensemble, aussi bien au moment de l'école qu'ensuite. L'éducation à la science à l'école poursuit deux buts : fournir à chaque élève les connaissances de base qui lui permettent d'exercer son rôle de futur citoyen ; détecter et former les élèves les plus doués et les plus désireux de science afin de préparer la génération suivante d'enseignants et de chercheurs.
- En Décembre 2011, l'Académie souligne qu'il faut « combattre l'innumérisme » au même titre que l'on combat l'illettrisme.
- En Mai 2012, l'Académie organise avec l'Inspection Générale un colloque sur l'enseignement philosophique et les sciences prônant la collaboration entre ces disciplines, et soulignant le rôle de l'enseignement philosophique et historique dans la formation à la science, notamment des élèves des classes littéraires, économiques ou de gestion.

2) Actions de l'Académie des sciences.

○ *La main à la pâte et la Fondation de coopération scientifique homonyme*

Depuis 1996, sous l'impulsion de Georges Charpak, l'Académie des sciences a développé *La main à la pâte* pour un enseignement rénové de la science à l'école primaire puis au collège (6^e et 5^e) en France. Elle a coopéré sur ce sujet avec nombre de pays, en Europe et dans le monde. L'ampleur prise par ces actions a conduit l'Académie à proposer une Fondation de coopération scientifique *La main à la pâte*, créée par décret (oct. 2011) et opérationnelle dès 2012, aux côtés de deux autres fondateurs (Ecoles normales supérieures de Paris et de Lyon). Outre le développement des lignes d'action ci-dessus (primaire, collège, international) et en lien étroit avec celles-ci, la Fondation met en œuvre le projet proposé en 2011 par l'Académie aux Investissements d'avenir et financé pour 5 ans par ces derniers, à savoir la création dans quatre Universités de *Maisons pour la science au service des professeurs* enseignant les sciences dans les régions Alsace, Auvergne, Lorraine, Midi-Pyrénées. Ces Maisons, œuvrant en étroit contact avec les rectorats, sont des prototypes : elles veulent contribuer à un nouvel élan du développement professionnel (formation continue) de ces professeurs au contact de la science et de la technique vivantes, renforcer l'attractivité du métier, la pratique d'une pédagogie active, le lien avec la pratique de la langue orale et écrite au service de l'égalité des chances des élèves du primaire et du collège. En 2012-2013, plus de 1500 professeurs participeront aux activités proposées, en moyenne sur deux journées.

La Fondation exerce son activité sous le contrôle de ses membres fondateurs, avec le concours d'entreprises (Fondation Mérieux, Michelin, Saint-Gobain, Total). Son Centre

national, fort d'une trentaine de permanents, pilote l'ensemble des actions, avec une implication directe de nombreux membres de l'Académie des sciences.

Trois ministères (éducation nationale, enseignement supérieur et recherche, affaires étrangères et européennes), liés par conventions pluriannuelles à l'Académie, soutiennent l'ensemble des actions ici décrites, ainsi que de nombreux autres partenaires.

○ *Actions d'académiciens soutenues par l'Académie*

La Délégation à l'éducation et à la formation (DEF) de l'Académie des sciences met en œuvre les actions décidées par l'ensemble de ses membres et prépare de nouvelles actions issues de ses avis et recommandations. Elle s'appuie sur les analyses émises par plusieurs de ses membres fortement impliqués par les questions liées à l'enseignement des sciences et travaillant en particulier au sein de son Comité de l'enseignement.

Cependant, aux côtés des actions portées par ces deux structures de l'Académie, de nombreux académiciens, et en particulier plusieurs des membres de son Comité de l'enseignement, ont assuré des fonctions importantes ou participé à des instances consultatives ou opérationnelles au sein de différents ministères et concernant l'enseignement des sciences. En outre, plusieurs académiciens ou groupes d'académiciens ont développé ou portent des actions importantes à titre individuel bien qu'en symbiose avec l'Académie et avec son soutien. Parmi bien d'autres, on peut par exemple rappeler les initiatives suivantes (par ordre alphabétique de leurs auteurs) :

- **François Bacelli**, directeur de projet à l'Inria, et **Gérard Berry**, titulaire de la chaire « Algorithmes, machines et langages » du Collège de France, travaillent activement afin de mettre en place une nouvelle pédagogie de l'informatique qui soit réellement en ligne avec la révolution du numérique en allant au-delà du simple apprentissage aux pratiques élémentaires en abordant aussi bien les aspects algorithmiques que techniques (logiciels) et sociétaux (hypermnésie des informations présentes sur le WEB, responsabilité et responsabilisation, droit, etc.). En collaboration entre autres avec Gilles Dowek, professeur d'informatique à l'Ecole polytechnique, F. Bacelli vient de publier un excellent ouvrage sur ce thème préfacé par G. Berry (*Informatique et sciences du numérique* ; Eyrolles).
- **Stanislas Dehaene**, titulaire de la chaire de psychologie expérimentale cognitive du Collège de France, étudie les bases cérébrales des fonctions cognitives utilisées dans le langage, le calcul et le raisonnement. Ses recherches ont notamment concerné l'étude de l'organisation du système cérébral dans le calcul arithmétique, la lecture, le raisonnement fournissant ainsi des bases scientifiques solides pour la pédagogie ou pour comprendre des dysfonctionnements (ex., dyslexie).
- **Jean-Pierre Demailly**, mathématicien, spécialiste de la géométrie analytique complexe est responsable d'un réseau de classes expérimentales primaires (SLECC : savoir lire, écrire, compter, calculer), expérimentation soutenue par la DGESCO, alliant enseignants et parents sur une base volontaire et ayant donné d'excellents résultats. Jean-Pierre Demailly promeut en outre l'usage de logiciels libres auprès des établissements scolaires, initiative de portée nationale réunissant des milliers de contributeurs.
- **Christian Dumas**, spécialiste de biologie et de physiologie végétale, professeur émérite à l'Ecole normale supérieure de Saint Cloud puis de Lyon. Ancien instituteur, il s'est toujours investi sur toutes les questions relatives à l'enseignement, de l'école à l'université, et en particulier sur les problèmes touchant à l'environnement et à la biodiversité.
- **Pierre Encrenaz**, astronome, est Président de *Sciences à l'Ecole* qu'il a fondé en relation

avec le ministère de l'Éducation Nationale, et dont le but est d'inciter les élèves du second degré à concevoir puis réaliser des projets scientifiques en facilitant l'attribution de subventions de ressources didactiques et de plans d'équipement, et en organisant des visites de chercheurs et d'ingénieurs dans les classes. Il soutient et encadre aussi l'organisation de concours académiques, nationaux et internationaux (*Olympiades internationales*, *C'génial*, etc.).

- **Etienne Ghys**, mathématicien, Directeur de recherche à l'École normale supérieure de Lyon, a produit *Dimensions*, un outil pédagogique (WEB ou DVD) qui initie à la difficile notion de dimension, en donnant une forte place à l'histoire ; cet outil pédagogique ambitieux sur un sujet difficile, est consulté aussi bien par des élèves de collège que par des Professeurs de Mathématiques. Dans le cadre du labex MILYON (Mathématiques et Informatique à Lyon) et en lien avec *CapMaths* il a coordonné la mise en place d'une Maison des Mathématiques et de l'Informatique à Lyon (ouverture le 10 octobre 2012).
 - **Jean-Pierre Kahane**, mathématicien, ancien Président de la Société mathématique de France est à l'origine du rapport de la Commission de réflexions sur l'enseignement des mathématiques (CREM) et a présidé le Comité Scientifique des IREM et la Commission Internationale de l'Enseignement des Mathématiques. Une de ses idées fortes a conduit à la création de « Laboratoires des Mathématiques ».
-