

PERSPECTIVES POUR LA RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES EN ANGLETERRE

John K. Gilbert

Le travail actuel et futur des chercheurs en didactique des sciences en Angleterre est présenté en relation avec la vague de changements qui affecte le système éducatif public. Le texte est illustré par des exemples d'articles publiés au cours de l'année précédente, ou en attente de publication, dans International Journal of Science Education, dont l'auteur est l'éditeur. Ces recherches sont ensuite situées dans le contexte plus large de la recherche sur l'enseignement des sciences dans l'ensemble de l'Europe. Des propositions pour une collaboration plus étroite dans le cadre de l'Union Européenne sont avancées.

1. LES CHANGEMENTS DANS L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

La loi de 1988 sur la Réforme de l'Enseignement a créé les bases d'un changement radical dans la structure d'ensemble du système éducatif de l'Angleterre (et du Pays de Galles également, mais nous n'en parlerons pas ici). Ce processus de changement est encore en cours, et fait l'objet de modifications répétées, au gré du Gouvernement de Sa Majesté. La quasi-totalité des pouvoirs des autorités éducatives locales, qui avaient la charge effective des écoles publiques, a été transférée à un conseil d'administration dans chaque établissement scolaire. Ce conseil prend l'ensemble des décisions financières concernant l'établissement et recrute le personnel, y compris le directeur. Un programme national, destiné à être "administré" à tous les élèves de 5 à 16 ans, a été établi. Les dispositions prises devaient être contrôlées par des inspections réalisées tous les quatre ans par un corps "indépendant", et par des tests nationaux organisés chaque année pour les élèves de 7, 11, 14 et 16 ans. Les résultats de ces inspections et de ces tests devaient être communiqués aux parents des élèves concernés, et publiés sur le plan national, pour permettre une comparaison des différentes écoles. Ces changements ont eu pour conséquence un renforcement massif du pouvoir central au niveau du Département de l'Éducation, accompagné d'une augmentation également massive de la bureaucratie au niveau de l'école.

changements du
système éducatif

la structure du
Programme
National

Le Programme National comprenait, à l'origine, les disciplines suivantes : anglais, mathématiques, sciences, gallois (au Pays de Galles seulement), technologie (y compris la technologie de l'information), une langue étrangère (généralement le français pour des raisons historiques), histoire, géographie, arts plastiques, musique, éducation physique. Initialement, ces disciplines avaient un statut à peu près équivalent, même s'il était prévu de répartir le temps disponible de façon inégale. Les programmes en ont été définis de façon tout à fait indépendante. Bien évidemment, l'emploi du temps s'est trouvé surchargé de façon excessive et une révision importante a été réalisée en 1992 (National Curriculum Council, 1992). Il s'est avéré que celle-ci n'était pas assez radicale, et, à la suite d'un refus de faire passer les tests nationaux de la part des enseignants à l'échelon national, en 1993, le système a été entièrement révisé au début de 1994 (Dearing, 1994). Parmi d'autres changements, il est prévu que les sciences deviennent une discipline fondamentale, avec l'anglais et les mathématiques, et qu'elles occupent environ 20% de l'emploi du temps. Cet ensemble de propositions fait encore l'objet de consultations avec les enseignants, les parents et l'industrie, à l'heure actuelle, mais sera vraisemblablement mis en œuvre en grande partie sous sa forme actuelle.

le Programme
National pour les
Sciences

Le Programme National pour les Sciences est construit autour de quatre grandes catégories d'"Objectifs d'acquisitions", qui précisent les contenus à étudier : "*Sciences expérimentales et d'investigation*" (que l'on pourrait interpréter comme les méthodes empiriques de la recherche scientifique) ; "*La vie et les processus de la vie*" (qui pourrait correspondre à la biologie) ; "*La matière et ses propriétés*" (qui pourrait correspondre à la chimie) ; "*Les processus physiques*" (qui pourrait correspondre à la physique) (Schools Curriculum and Assessment Authority, 1994). Dix niveaux d'acquisition sont définis pour chacun de ces chapitres, avec un éventail de performances attendues à différents âges : à 7 ans les niveaux 1 à 3, à 11 ans les niveaux 2 à 5, à 14 ans les niveaux 3 à 7, à 16 ans l'équivalent des niveaux 8 à 10. Ce schéma compliqué - et encore soumis à des changements rapides - d'objectifs fortement définis, visait à produire des effets déterminants sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences. L'intention générale était d'obtenir que tous les élèves reçoivent le même enseignement (jusque-là, par exemple, les filles arrêtaient la physique à 14 ans).

Des changements dans le marché du travail, jouant indépendamment des modifications des programmes scolaires pour les moins de 16 ans, ont eu pour effet de faire passer la proportion des jeunes de 16 ans étudiant à plein temps ou à temps partiel de 59 % en 1979-80 à 79 % en 1992-93, et des jeunes de 17 ans de 32 % à 46 % sur la même période (Department For Education, 1993). Le nombre d'étudiants à plein temps en première année dans l'ensei-

gnement supérieur a augmenté de 67 % entre 1981-82 et 1991-92, la proportion des filles atteignant 47 % à cette dernière date.

l'enseignement
général après
16 ans

Les programmes traditionnels pour les élèves de plus de 16 ans se destinant à l'enseignement supérieur comportaient trois disciplines, étudiées pendant deux ans pour l'examen du "Advanced Level" (*A-Level*). Le pourcentage de réussite avec mention passable est resté à peu près constant (environ 80 % des candidats dans chaque matière), alors que la proportion des jeunes du groupe d'âge se présentant à l'examen augmentait régulièrement (voir ci-dessus). La nature et les combinaisons des disciplines choisies à ce niveau ont changé au cours de ces dernières années. Sur une période de trente ans, on observe une baisse à peu près régulière de la proportion d'étudiants suivant les enseignements "Sciences seulement" (par exemple : physique, chimie et mathématiques), et une augmentation de la proportion des étudiants des enseignements de "Lettres seulement" (par exemple : anglais, français, histoire), et des enseignements "mixtes" (par exemple : biologie, anglais, sciences économiques) (Smithers and Robinson, 1991). Il est possible que ce soit la réputation persistante de difficulté des enseignements scientifiques pour le *A-level*, ou bien la qualité de l'enseignement donné avant 16 ans, qui détourne les élèves des études scientifiques. Des différences entre les sciences peuvent être constatées : sur les dix dernières années, le nombre de candidats a augmenté en biologie, il a un peu baissé en chimie, mais beaucoup baissé en physique. L'avenir de la physique et des enseignements liés à la physique paraît incertain.

l'enseignement
professionnel
après 16 ans

La grande question politique de ces quelques dernières années a concerné les contenus d'enseignement pour les étudiants de bas niveau qui choisissent de poursuivre leurs études au delà de 16 ans. À côté d'un certain nombre d'autres innovations, trop limitées et trop passagères pour être rapportées ici, les formations "*Qualification Professionnelle Nationale*" (*NVQ*) ont été progressivement mises en place. Celles-ci sont destinées à préparer les élèves à un emploi dans certaines catégories de professions, telles que l'hôtellerie, le bâtiment. Le problème est qu'elles ne bénéficient pas d'une équivalence avec les *A-levels* en ce qui concerne l'accès possible à des études supérieures. Pour y répondre, de nouvelles formations "*Qualification Professionnelle Nationale Générale*" (*GNVQ*), dont une formation scientifique, sont en cours de mise en place. Elles sont équivalentes à deux *A-levels* (Royal Society of Arts, 1992). Ces enseignements "appliqués" forment un net contraste avec les enseignements "purs" "académiques" des *A-levels*, et attirent beaucoup d'élèves, car ils sont de plus en plus souvent acceptés pour l'entrée dans l'enseignement supérieur. Cependant, l'introduction de ces nouvelles formations n'a pas résolu la question majeure : répondre à une demande nouvelle des étudiants. C'est dans ce but qu'une

développement
des
enseignements
universitaires

formation GNVQ équivalente au niveau inférieur du *A-level* est en cours d'élaboration. On peut s'attendre à une activité effrénée dans ce domaine pendant cinq ans au moins.

Ces changements ont eu des effets, même s'ils restent modérés à l'heure actuelle, au niveau des universités. Traditionnellement, les universités anglaises préparaient à des diplômes dans une seule discipline, par exemple la physique, ou, au maximum, une combinaison de quelques matières, par exemple la physique et la chimie. Or, comme cela a été souligné plus haut, la tendance de l'enseignement secondaire n'est plus de préparer les élèves spécifiquement à de tels cursus d'études. En même temps, le gouvernement fait pression sur les universités pour qu'elles augmentent la proportion des étudiants en science (actuellement 37 % de l'ensemble). En conséquence, il est beaucoup plus facile d'obtenir une place dans la plupart des universités pour étudier les sciences que les lettres. Les formations "mixtes", par exemple biologie et gestion, n'offrent pas suffisamment de places. La création récente d'un titre universitaire unique, en insérant des formations techniques supérieures dans le secteur universitaire et en favorisant de ce fait la compétition entre des établissements de prestige et de financement équivalents, au moins en principe, doit stimuler l'innovation. Beaucoup d'universités sont en train de créer des diplômes modulaires et de diminuer les pré-requis exigés à l'entrée, proposant ainsi des formations plus généralistes.

En termes d'enseignement et d'apprentissage, l'évolution récente permet de penser qu'un nombre croissant d'étudiants, à tous les niveaux du système, développeront un éventail plus large de savoirs et de compétences. Ils seront armés pour faire face aux défis de demain, plutôt que pour reproduire les réussites d'hier. Le problème pour la science sera de proposer des enseignements ayant une valeur culturelle générale, plutôt que portant sur les pré-requis pour un travail de recherche ultérieur. Un autre défi sera d'élargir à l'ensemble du système éducatif l'utilisation de la variété des méthodes d'enseignement élaborées dans le contexte scolaire.

2. LES CHANGEMENTS DANS LA RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

les structures
institutionnelles
pour la recherche
sur
l'enseignement
des sciences

La plus grande partie de la recherche en cours dans ce domaine en Angleterre concerne les élèves de 5 à 16 ans. Dans bien des cas, les chercheurs sont associés à la formation des enseignants, soit dans le cadre de départements de didactique des sciences spécifiques (par exemple à l'Institut d'Éducation de l'Université de Londres ou à l'Université de Reading) soit dans le cadre de groupes de

recherche spécifiques à l'intérieur des facultés de sciences de l'éducation (par exemple à l'Université de Leeds, au King's College de Londres) soit individuellement dans le cadre de facultés de sciences de l'éducation (par exemple à l'Université de Leicester). Dans certains cas, des relations ont été établies avec des départements de sciences (par exemple à l'Université de York) ; certaines recherches sur l'enseignement des sciences font même d'ailleurs partie de départements de sciences (par exemple à l'Université de Glasgow). Le gouvernement actuel se propose de transférer la formation initiale des enseignants progressivement des universités aux établissements scolaires. Au fur et à mesure de l'application de cette politique, les crédits sont déplacés des universités aux établissements scolaires. Ceci entraîne une diminution progressive du nombre de formateurs d'enseignants, de sorte qu'il est de plus en plus difficile de maintenir des groupes viables de chercheurs en didactique des sciences. Il semblerait que les universités commencent à voir l'intérêt de la coopération, pour la recherche, plutôt que de la compétition.

Le financement de la recherche sur l'enseignement des sciences, comme de toute autre recherche, est essentiellement constitué de fonds affectés par l'État à des universités particulières. Le niveau de ce financement dépend des résultats d'un audit effectué tous les quatre ans sur la qualité des résultats de la recherche. La recherche est de plus en plus concentrée dans des départements "bien classés". Des possibilités d'obtention de crédits assez modestes existent pour des chercheurs individuels ou des groupes de recherche sur une base compétitive, en provenance du Conseil National de la Recherche Économique et Sociale, mais pour en bénéficier toutes les branches de la recherche sur l'éducation se trouvent en compétition avec la psychologie, la sociologie, l'économie : la recherche sur l'enseignement des sciences en obtient très peu. Certaines œuvres publiques et sociétés industrielles versent de l'argent à la recherche, et l'enseignement des sciences en a largement bénéficié par le passé. Les sociétés industrielles, en particulier, financent plus volontiers la production de matériel d'enseignement (par exemple des vidéo-cassettes), bien que la recherche puisse souvent y être associée sous la forme d'évaluation. Cependant, ces sources dépendent des bénéfices et de la générosité de l'industrie britannique : tous deux ont diminué ces derniers temps. Le Département National de l'Éducation ne finance pratiquement aucune recherche en éducation : peu des travaux financés aboutissent à des publications sous forme non censurée.

Pour ces raisons, une grande partie de la recherche est faite par des enseignants universitaires, dans le temps qu'ils peuvent arracher à leurs fonctions d'enseignement et d'administration. Le nombre d'enseignants préparant des diplômes de recherche est faible, que ce soit à plein temps ou à temps partiel, d'une part parce qu'ils ne peuvent obte-

les sources de
financement

déclin des
activités de
recherche

nir un financement, d'autre part parce qu'une qualification dans ce domaine ne donne aucun avantage en ce qui concerne l'avancement dans les établissements scolaires et qu'il y a peu de postes dans l'éducation supérieure. À cause de la réputation, à l'étranger, et particulièrement dans les pays du Commonwealth, de la recherche en didactique des sciences au Royaume-Uni, il y a encore un nombre important d'étudiants étrangers au niveau de la recherche. Inévitablement, et à juste titre, ceux-ci s'intéressent surtout aux questions qui ont de l'importance dans leur pays d'origine, plutôt qu'à celles qui ont de l'importance en Angleterre. En résumé, si la qualité des travaux de recherche sur l'enseignement des sciences en Angleterre reste d'un niveau élevé, ces évolutions laissent penser que la qualité comme la quantité des résultats de recherche sont sérieusement menacées.

3. LES RECHERCHES CONCERNANT LE PROGRAMME NATIONAL POUR LES SCIENCES

La recherche demande beaucoup de temps, depuis la conception du projet jusqu'à la publication, en passant par le travail sur le terrain. La première version du Programme National n'a paru qu'en 1990. Il n'est donc pas surprenant que ce soit maintenant seulement que paraissent des textes importants sur ce sujet dans les revues. Ces dernières étudiants actuellement la façon dont elles pourraient répondre à la demande de publications portant sur les changements, dont les délais de parution soient courts (Gilbert, 1994a ; Duschl, 1994). Un ensemble de grands thèmes peuvent être identifiés, qui, considérés comme un tout, constituent un programme pour les recherches sur l'enseignement des sciences en Angleterre.

3.1. Le développement de l'enseignement des sciences à l'école primaire

Jusqu'à récemment, les futurs professeurs de l'enseignement primaire n'avaient besoin d'aucun diplôme scientifique. En conséquence, l'enseignement scientifique était souvent absent dans les écoles primaires. Là où il existait, l'accent était mis sur la biologie, souvent sous la forme d'études de la nature.

Harlen (1993) a résumé les trois raisons qui ont motivé l'introduction de la science comme matière obligatoire au niveau primaire.

La première procède du fait que, depuis vingt ans, on s'aperçoit de plus en plus qu'à l'âge de l'école primaire, les enfants attribuent une certaine signification, désignée sous le terme de "conception alternative", à beaucoup des mots

l'enseignement
change vite, les
résultats de
recherche sont
plus longs

le
développement
de
l'enseignement
des sciences à
l'école primaire

utilisés dans les sciences. Le problème est que cette signification est souvent différente de celle des scientifiques, et que, une fois acquise par l'enfant, il faut beaucoup de temps pour la changer. L'argument est donc que l'évolution de ces significations attribuées par les enfants vers celles de la science doit commencer aussitôt que possible.

La deuxième raison tient au constat que la façon la plus efficace de changer ces conceptions est d'engager les élèves dans des démarches d'investigation guidée, qui mettent en jeu et développent les compétences méthodologiques scientifiques. Il est donc nécessaire de faciliter le développement et l'utilisation de ces compétences.

La troisième raison concerne les attitudes envers les sciences. Dans les années 70, à une époque où les sciences étaient plus fréquemment des disciplines facultatives dans l'enseignement secondaire, on a pu constater que dès l'âge de dix ans des attitudes affirmées vis-à-vis des sciences étaient déjà installées, qui influençaient fortement les choix d'options. L'idée a ainsi été avancée que, pour éviter que les adolescents, et surtout les filles, ne se désintéressent des études scientifiques devenues obligatoires dans l'enseignement secondaire, il était nécessaire qu'ils en aient une expérience positive à l'école primaire.

ses spécificités

Ces raisons à l'introduction des sciences dans les programmes de l'école primaire ont fortement influencé les approches de l'enseignement et de l'apprentissage qui ont été adoptées. Suivant une tradition bien ancrée de centrer les études primaires sur les intérêts des enfants, l'enseignement scientifique est fondé sur des sujets qui intéressent les élèves, et où d'autres disciplines, comme l'anglais et la géographie, jouent un grand rôle. Sur ces sujets, les élèves conduisent des investigations, étroitement guidées par l'enseignant, qui utilisent et mettent à l'épreuve leurs propres idées. Cet engagement actif, souvent organisé sous la forme de travail en groupes des élèves, se prête au développement d'attitudes positives vis-à-vis de la science.

Les difficultés qui accompagnent l'introduction de telles méthodes de travail dans de nombreuses écoles sont résumées dans le dernier rapport de l'Inspecteur des Écoles sur les sciences à l'école primaire :

ses faiblesses

"Les sciences sont nettement plus enseignées dans les écoles primaires depuis dix ans et la plupart des écoles ont augmenté et amélioré leurs ressources pour l'enseignement scientifique. [...] l'un des plus grands obstacles à l'enseignement des sciences a été le manque de connaissances de beaucoup d'enseignants dans ce domaine. [...] lorsque le travail autour de centres d'intérêt n'est pas bien organisé, ou lorsque trop d'aspects de trop de sujets différents sont abordés, le travail manque de cohérence, et conduit à donner aux élèves une expérience superficielle de la science."

(Her Majesty's Inspectorate of Schools, 1989, p.5)

Même avec l'impulsion donnée aux sciences à l'école primaire par le statut de discipline fondamentale qui lui est accordé dans le Programme National, il faudra peut-être encore dix ans avant que ne soient surmontées les difficultés existant au niveau des ressources, des connaissances des enseignants et de l'organisation dans la classe. L'évaluation de l'évolution du système constituera une tâche de première importance pour la recherche.

3.2. L'enseignement des sciences proposé aux élèves de 11 à 16 ans

Bien que l'enseignement scientifique ait pris une place de plus en plus grande dans les programmes des écoles secondaires au cours des trente dernières années, l'introduction par le Programme National d'un enseignement scientifique à la fois obligatoire pour tous et intégrant les diverses disciplines scientifiques a posé des problèmes dans beaucoup d'écoles.

la structure des programmes scientifiques dans l'enseignement secondaire

Certains de ces problèmes sont dus à la formation des enseignants, qui ont presque tous un diplôme universitaire, souvent en physique, chimie ou biologie, mais rarement dans ces trois disciplines. Les laboratoires, principaux espaces pour l'enseignement des sciences dans les établissements secondaires, étaient équipés principalement ou exclusivement pour l'une de ces sciences. Les établissements ont chacun adopté une modalité d'organisation parmi un éventail de réponses possibles au Programme National, en fonction de leur propre programme antérieur - c'est-à-dire de ce qu'ils enseignaient jusque-là. Certains ont adopté une approche scientifique intégrée, dans laquelle un seul enseignant est responsable de toutes les sciences enseignées dans une classe. D'autres ont adopté une approche coordonnée, selon laquelle chaque objectif d'acquisition du programme est enseigné par un spécialiste, le tout étant orchestré pour assurer une cohérence de l'apprentissage pour les élèves. L'approche par modules est un hybride des deux précédentes, avec des ensembles de cours enseignés par différents spécialistes dans une même classe.

Le nombre d'élèves dans les écoles secondaires en Grande Bretagne décroît depuis quelques années, reflétant la baisse des taux de natalité des années précédentes. Ce facteur, ajouté à l'introduction d'un enseignement scientifique intégré pour tous les élèves, a produit une augmentation de l'hétérogénéité des niveaux d'apprentissage dans les classes, même quand des classes de niveaux, sélectionnées sur la base des résultats antérieurs, sont explicitement organisées.

L'accent est davantage mis sur la nécessité de faciliter la différenciation de l'apprentissage, pour prendre en compte la variété des points de départ et des rythmes d'apprentissage, et en même temps de définir une progression, car tous les étudiants doivent arriver à améliorer leurs performances par

des
changements
dans les styles
d'enseignement

rapport aux niveaux spécifiés (Postlethwaite, 1993). Des approches pédagogiques constructivistes sont mises en œuvre dans ce but, bien que moins fréquemment qu'à l'école primaire, à cause d'une tradition plus profondément enracinée d'enseignement expositif en classe entière, mêlée souvent d'enseignement en classe dialoguée. On peut noter néanmoins un développement des approches centrées sur "l'apprentissage flexible", faisant appel à une variété de matériels écrits utilisés par les élèves sur une base individualisée, l'enseignant jouant un rôle de conseiller. Elles s'accompagnent souvent de l'usage de jeux, de simulations et de problèmes à résoudre (voir Wellington, 1994). Dans l'ensemble, la tendance va vers le développement de méthodes d'apprentissage actif, qui sont très dépendantes des connaissances sur les contenus et des compétences de gestion de la classe de l'enseignant.

les enseignants
et la nature de
la science

L'introduction d'un chapitre spécifique dans le Programme concernant "*les sciences expérimentales et d'investigation*" a attiré l'attention sur le rôle du travail pratique dans la science à l'école, et sur la nature de la science. Ce dernier point s'est montré source de difficultés pour bien des enseignants, car il semble qu'au moins jusqu'à ces dernières années, le sujet n'était pas traité à l'Université, ni dans la formation professionnelle des enseignants. En bref, beaucoup d'enseignants ont un point de vue réaliste du monde, un point de vue inductiviste de la méthodologie scientifique, et un point de vue accumulationniste des progrès scientifiques. Actuellement, des progrès considérables se font dans le sens d'une formation des enseignants aux points de vue hypothético-déductifs sur la méthodologie scientifique, et aux points de vue socio-constructivistes sur l'avancée des connaissances scientifiques (voir Wellington, 1994). Ceux-ci semblent cependant encore réticents à abandonner une conception de la science comme vérité absolue, qui constitue pour beaucoup d'entre eux une justification de leur place privilégiée dans les programmes scolaires - l'introduction d'études historiques, de jeux de rôles et de discussions ouvertes sur la science en classe leur semblant signifier cet abandon.

L'inertie due aux programmes traditionnels et à la formation des maîtres est responsable de la lenteur de l'évolution de l'enseignement scientifique pour les élèves de 11 à 16 ans. Il faut le souligner cependant : les professeurs de sciences britanniques sont en général des personnes qualifiées, qui ont à la fois des connaissances solides et un engagement moral dans l'enseignement des sciences à tous les jeunes. Les difficultés évoquées plus haut seront progressivement surmontées. Ici encore, des recherches sur l'évolution du système pourraient éclairer utilement la manière de conduire des changements ultérieurs.

3.3. Les rapports entre l'enseignement des sciences et celui de la technologie

On peut penser que l'introduction de la technologie a représenté la plus grande avancée réalisée par le Programme National initial (1990), même si cette discipline était fondée sur les traditions disparates du travail manuel (menuiserie, métal), de l'économie domestique, des arts plastiques et des études commerciales. Cependant, faute d'une organisation cohérente de la réalisation de documents pédagogiques, le nouveau programme s'est avéré trop difficile à mettre en œuvre pour beaucoup d'écoles. La discipline a été rebaptisée : Conception et Technologie (*Design and Technology*) (Dearing, 1994) et se définit maintenant comme l'introduction progressive d'activités de conception et de fabrication.

les relations entre science et technologie à l'école

Néanmoins, la technologie (ou plus exactement, l'enseignement technologique) s'est révélée d'un grand intérêt pour les enseignants en sciences, et ceci pour plusieurs raisons. Premièrement, et bien qu'il n'y ait aucun doute au sujet des relations étroites entre la technologie moderne et la science moderne, beaucoup de scientifiques et d'enseignants de science considèrent la technologie comme une science appliquée, et par conséquent, son enseignement comme une extension, en quelque sorte, de l'enseignement scientifique. En second lieu, les investigations en science et en technologie adoptent des approches similaires, et d'autre part de nombreux concepts scientifiques sont utilisés, quoique sous une forme modifiée, en technologie. Troisièmement, comme le programme scientifique peut paraître très abstrait, les enseignants de sciences trouvent que la technologie représente un bon moyen de démontrer les relations de la science avec le monde de tous les jours.

différentes modalités

Un large éventail de degrés d'intégration de l'enseignement des sciences et de l'enseignement de la technologie a vu le jour (voir Gilbert, 1992). Parmi ceux-ci, on peut citer : un enseignement scientifique suivi d'une discussion des relations entre la science et la production d'objets technologiques ; l'introduction à l'enseignement scientifique par le moyen de l'analyse d'un produit technologique approprié ; l'utilisation d'un produit technologique comme cadre d'ensemble pour enseigner les idées scientifiques. Que la technologie soit vue comme une aide à la motivation pour l'enseignement scientifique, ou que les deux disciplines soient considérées comme complémentaires par rapport à la compréhension du monde et de l'action sur le monde, il semble très probable que les relations entre les deux disciplines seront appelées à devenir plus approfondies et plus variées.

La recherche sur la nature de ces relations pourrait apporter des éclaircissements précieux.

3.4. La contribution de la didactique des sciences à l'éducation à l'environnement

Des discussions avec les jeunes montrent invariablement qu'ils sont très intéressés par l'environnement naturel et les effets des actions de l'homme sur l'environnement et qu'ils ont beaucoup de connaissances à ce sujet. Si l'objectif d'un programme est d'aider les élèves à faire face aux problèmes qu'eux-mêmes discernent, on s'attendrait à ce qu'il comprenne une approche de l'éducation environnementale. S'agissant du Programme National de Grande-Bretagne, cette prise de conscience est survenue, quoique quelque peu tardivement, et l'éducation à l'environnement a été instituée comme thème interdisciplinaire, à enseigner à travers d'autres disciplines scolaires, la science jouant un rôle majeur (National Curriculum Council, 1990).

Étant donné l'absence de perspectives générales bien établies sur l'éducation à l'environnement dans les écoles britanniques, il n'est guère surprenant que ces dernières aient rencontré de grandes difficultés à en assurer l'enseignement, sur le plan des personnels enseignants, des ressources en matériel et de l'organisation de l'emploi du temps (Gayford and Dorion, 1994). La révision la plus récente du Programme National (Dearing, 1994) semble avoir abandonné l'éducation environnementale - délibérément ou accidentellement, seul le temps le dira.

Cependant, il semble peu probable qu'une réflexion majeure sur l'éducation à l'environnement dans les écoles britanniques puisse être indéfiniment repoussée. Les questions de la qualité de la vie, du rapport entre l'expansion économique et l'exploitation des ressources naturelles, entre le développement technologique et les effets sur l'environnement, figurent comme des priorités dans bien des programmes politiques. L'éducation environnementale, parce qu'elle implique des jugements de valeur qui s'appuient sur des données scientifiques, technologiques et économiques, paraît très ardue à beaucoup d'enseignants. Des exemples de programmes détaillés, de méthodes d'enseignement et de matériels de qualité, sont difficiles à trouver. Dans les dix années à venir, tout ceci devrait devenir accessible. Il est capital que l'éducation scientifique joue un rôle majeur dans ce mouvement : aux yeux de beaucoup de jeunes tout ce qui est ouvertement destructeur de l'environnement doit être combattu ou tout au moins évité. Si l'éducation scientifique ne réussissait pas à prendre toute sa place dans l'éducation environnementale, cela produirait chez eux non seulement un point de vue déformé sur la science, mais encore une plus grande antipathie à son égard. Ce domaine complexe ne peut pas évoluer valablement sans bénéficier des éclairages de la recherche.

l'enjeu important de l'éducation à l'environnement...

...et son développement insuffisant dans l'enseignement

3.5. L'évaluation de l'éducation scientifique

les effets
déterminants des
changements
dans l'évaluation

La manière, la forme et le contenu des épreuves d'évaluation obligatoires introduites par le Programme National pour les élèves de 7, 11 et 14 ans, ont eu un impact très important sur l'enseignement dans toutes les disciplines. L'introduction de ces épreuves pourra s'avérer avoir produit des effets positifs, par exemple sur l'amélioration des résultats des élèves les moins favorisés, mais son résultat le plus immédiat est une baisse du moral et de l'engagement professionnels des enseignants.

les buts de
l'évaluation

Black (1993) a fait remarquer que l'évaluation répond à trois objectifs différents : aider directement l'apprentissage, sanctionner une qualification individuelle des élèves, permettre de rendre compte publiquement de l'efficacité des institutions et de leurs enseignants. Le dispositif d'évaluation nouvellement introduit vise le troisième de ces objectifs et constitue donc une menace directe pour les écoles et les enseignants. Bien que les procédures soient actuellement en cours de réexamen, la plupart des épreuves restent écrites. En ce qui concerne les sciences, les élèves passent trois épreuves écrites, chacune étant tirée d'un ensemble de trois épreuves, le choix se faisant en fonction des résultats probables de l'élève d'après l'évaluation de son professeur. Des épreuves pratiques s'y ajoutent, l'évaluation s'appuyant à la fois sur des réponses écrites et des observations par l'enseignant.

conflit entre les
enseignants et le
gouvernement

La désorganisation de ce dispositif, qui a résulté de grèves des enseignants en 1993 (qui se reproduiront vraisemblablement, au moins partiellement, en 1994), et l'absence d'études indépendantes (interdites par le Gouvernement) rendent difficiles des conclusions claires sur l'effet de ces épreuves d'évaluation. Cependant, Black (1993) déclare, en se basant sur une enquête par téléphone, que :

"Les enseignants pensaient que leur enseignement commençait à être orienté par l'évaluation, que leur manière d'enseigner devenait plus formelle, en particulier à cause de la pression d'un programme spécifique à terminer, et que l'emploi d'épreuves de contrôle écrites se trouvait renforcé."

Étant donné que la réussite aux nouvelles épreuves demande la mémorisation d'un plus grand nombre de connaissances factuelles, il semblerait que l'apprentissage, aussi bien que l'enseignement, en ait souffert. Étant donné l'énorme impact de l'évaluation tant sur l'emploi des ressources que sur la pratique pédagogique, des recherches variées et sur une grande échelle semblent nécessaires.

4. LA COLLABORATION À L'INTÉRIEUR DE L'UNION EUROPÉENNE

Une enquête récente sur la recherche en didactique des sciences physiques dans quelques pays européens (Gilbert, 1994a) a montré l'importance d'un certain nombre de thèmes. Il peut être utile de présenter rapidement les travaux anglais en cours dans ce contexte, en s'appuyant sur les articles récents ou en cours de publication dans la revue *International Journal of Science Education*. La présentation suit l'ordre décroissant d'importance des thèmes dans l'ensemble des travaux européens ; ainsi le thème des "concepts" est plus largement traité dans l'ensemble de l'Europe que celui de l'"évaluation". Comme on le verra, l'Angleterre, de même que les autres pays, présente des particularités propres par rapport à ce schéma "moyen".

4.1. Conceptions et concepts

C'est un champ de recherche majeur en Angleterre. Le travail de longue haleine conduit par le C.L.I.S.P. à l'Université de Leeds (Donnelly, 1994) sur le développement des concepts chez les enfants, avec les implications qu'il entraîne pour l'enseignement des sciences, prend sa place à côté du travail effectué au King's College de Londres (Adey, 1994) sur la "progression" dans l'apprentissage des sciences et sur le développement de compétences conceptuelles chez l'enfant, ainsi qu'à côté du travail de l'Institute of Education de l'Université de Londres sur l'évolution de la "*pensée de sens commun*" (Ogborn, 1994).

Les publications récentes manifestent un déplacement de l'intérêt. Des recherches sur la compréhension des concepts de physique continuent. Ainsi Arnold et Millar (1994) ont étudié l'équilibre thermique, tandis que Twigger et al. (1994) ont travaillé sur la force et le mouvement, et que Arnold, Sarge et Worrell (1994) ont ajouté une contribution à l'abondante littérature sur la compréhension par les enfants de la Terre comme un corps céleste. Les études portant sur les conceptions de l'environnement commencent à se développer : Leach, Driver, Scott et Wood-Robinson (sous presse) ont entrepris une étude en profondeur des idées sur l'écologie chez des jeunes de 5-16 ans ; Batterham, Stanisstreet et Boyes (sous presse) se sont penchés sur le thème des effets des véhicules à moteur sur l'environnement. Plusieurs de ces études portent sur une sélection transversale d'élèves, et peuvent ainsi donner une idée de ce à quoi pourrait ressembler une progression de la compréhension.

L'objet des recherches se déplace inévitablement vers les causes de ces schémas de compréhension. Mariani et Ogborn (sous presse) ont examiné l'ontologie des événements physiques chez les élèves ; Monk (sous presse) propose des hypothèses sur les causes des changements dans

les principaux centres de recherche sur les concepts

intérêt croissant pour les concepts dans le domaine de l'environnement

les conceptions des élèves. L'utilisation de logiciels pour amener un changement conceptuel a été explorée par Henessy et al. (sous presse), tandis que le travail d'Adey (1994) sur l'accélération cognitive a fait l'objet d'une revue critique et de compléments (Leo et Galloway, sous presse).

4.2. Développement curriculaire

le Programme national a fait l'objet de peu d'études...

Il y a eu étonnamment peu d'études de la mise en œuvre du Programme National. Cependant, la tâche de gestion des départements scientifiques scolaires, qui devient de plus en plus exigeante, fait l'objet d'une recherche (Adey 1994), ainsi que le rôle des travaux pratiques et leur conduite (Adey 1994 - Millar 1994). Des façons de rendre la science scolaire plus attrayante pour les filles ont été explorées (Watts, Bently, 1994).

4.3. Science, Techniques et Société

Comme il a été dit plus haut, il existe un ensemble de travaux reconnus sur l'interface entre les enseignements scientifiques et technologiques (Gilbert 1992).

4.4. L'enseignement des sciences au niveau de l'enseignement supérieur

... de même que, pour d'autres raisons, l'enseignement scientifique universitaire

Il s'agit d'un sujet auquel étonnamment peu d'attention a été accordée, bien que certains signes montrent que cette situation est en train de changer (Donnelly 1994). Woolnough (1994) a étudié les facteurs qui influencent, chez les étudiants ayant les qualifications requises, le choix de suivre des enseignements scientifiques dans l'enseignement supérieur. Meester et Maskill (sous presse) ont examiné le rôle et l'organisation des travaux pratiques dans l'enseignement supérieur. Maskill et Selles (sous presse) ont analysé la préparation et l'aide aux enseignants de sciences stagiaires au cours de leurs expériences d'enseignement.

4.5. Étude des interactions dans la classe

Bien que ce thème ne fasse pas actuellement l'objet de recherches spécifiques, un grand nombre de travaux en didactique des sciences en Angleterre comportent des observations de classe.

4.6. Histoire et philosophie des sciences dans l'enseignement scientifique

Il ne fait aucun doute que ce domaine suscite beaucoup d'intérêt en Angleterre à l'heure actuelle. Cela vient peut-être de l'inclusion des "*Sciences expérimentales et d'investigation*", sous une forme qui est controversée, dans le Programme National. Jenkins (1994) a passé en revue

un intérêt
croissant pour
l'épistémologie

l'éventail des contributions potentielles de l'histoire et de la philosophie des sciences à l'enseignement scientifique. Kouladis et Ogborn (sous presse) ont fait une revue critique des méthodes utilisées pour identifier les conceptions sur la nature de la science, chez les enseignants spécifiquement. C'est une contribution importante, car un certain nombre d'études ont été réalisées sur la compréhension de la nature de la science, à la fois auprès des enseignants (Lakin et Wellington, 1994) et auprès des élèves (Leach, Driver, Millar, Scott, 1994 ; Solomon, Duveen, Scott, 1994). Sutton (sous presse) a poursuivi ses analyses pénétrantes sur la nature du langage dans les sciences et dans l'enseignement scientifique. Le rôle des modèles dans l'enseignement scientifique fait l'objet d'un intérêt grandissant (Gilbert, 1994c ; Patton, sous presse).

le rôle des
travaux pratiques

Les relations entre le développement d'une compréhension de la nature de la science d'une part, et de la nature du travail en laboratoire et de sa pratique d'autre part, sont examinées de façon plus précise. Duggan et Gott (sous presse) ont étudié la place des travaux pratiques dans le Programme National pour les sciences du Royaume-Uni. L'étendue des possibilités ouvertes pour enseigner effectivement les démarches scientifiques au moyen de travaux pratiques a fait l'objet d'un inventaire critique (Brotherton et Preece, sous presse). Les moyens d'améliorer la qualité de l'apprentissage à travers les travaux pratiques ont également fait l'objet de recherches, en particulier par la mise en œuvre de travaux de groupes (Kempa et Ayob, sous presse) et par une structuration plus précise des activités (Johnstone et Al-Naeme, sous presse).

4.7. Centres scientifiques interactifs

Il existe actuellement et depuis longtemps de l'intérêt pour les travaux dans ce domaine (par exemple Priest and Gilbert, 1994).

4.8. Évaluation

trop peu de
recherches sur
l'évaluation

Étant donné l'importance de l'évaluation dans le Programme National, il n'est pas surprenant que cette question ait reçu beaucoup d'attention, bien plus que dans le reste de l'Europe en moyenne. Cependant, assez peu de travaux dans ce domaine ont été systématiques et ont donné lieu à publication. Bird et Welford (sous presse) ont analysé les performances aux examens d'étudiants pour qui l'anglais était une seconde langue. Jenkins (sous presse) a analysé la nature et la mise en œuvre des orientations nationales dans l'évaluation du travail pratique réalisée par les établissements scolaires.

Ce survol rapide semble indiquer que les chercheurs en didactique des sciences anglais et ceux d'autres pays

la recherche sur
l'enseignement
des sciences
dans le contexte
européen

d'Europe partagent le même éventail de centres d'intérêt. Il peut être opportun, par conséquent, d'entreprendre des recherches collaboratives entre différents groupes de recherche d'un certain nombre de pays. Le climat politique est bien plus propice actuellement pour de telles entreprises. Après bien des années sans pouvoir d'action dans le domaine de l'éducation, l'Union Européenne prend maintenant des mesures positives. Le "Livre Vert" *"sur la dimension européenne de l'éducation"* (Commission of the European Communities, 1993a) propose différentes procédures pour aller de l'avant. Le Cadre IV a récemment institué un domaine nouveau, celui de *"Recherche en Education et Formation"* (Commission of the European Communities, 1993b), dont les priorités seront :

"- les problèmes qui intéressent l'ensemble des États membres : le marché unique, les nouvelles exigences en termes de compétences, et les demandes de développement endogène ;

- les innovations en matière de méthodes d'enseignement et de formation : outils, aspects psycho-pédagogiques et organisationnels, gestion de la qualité" (p. 26).

Il devrait être possible d'insérer dans un tel contexte les intérêts communs identifiés dans cet article.

En attendant, beaucoup de possibilités de soutiens réciproques peuvent voir le jour à travers les revues européennes qui publient la plupart des recherches. La Conférence des Rédacteurs de Revues sur l'éducation scientifique, qui s'est tenue à Gaeta (Italie) en 1993, a exploré un certain nombre des possibilités ouvertes par cette voie. L'une d'elle impliquerait le développement d'une coordination explicite entre les textes publiés dans les revues nationales et dans les revues internationales. L'Université d'Été sur la Recherche Européenne sur l'Enseignement des Sciences est maintenant instituée (Lijnse, 1994). Une Association Européenne de Didactique de la Biologie existe déjà. La création d'une Association Européenne pour la Recherche sur l'Enseignement des Sciences (European Science Education Research Association) est envisagée.

une
collaboration
accrue entre les
revues

John K. GILBERT
Département de l'enseignement des
Sciences et de la Technologie
Université de Reading, Grande Bretagne

La traduction a été assurée par June Dyer, avec la collaboration d'Anne Vérin.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADEY, P. (1994). Research in science education at King's College, London. In : P. Lijnse (ed.), *European Research in Science Education*. The Hague, C.I.P. (pp. 87-90).
- ARNOLD, M., MILLAR, R. (1994). Children's and lay adults' views about thermal equilibrium. *International Journal of Science Education*, 16 (4), 405-20.
- ARNOLD, P., SARGE, A., WORRALL, M. (sous presse). Children's knowledge of the earth's shape and its gravitational field. *International Journal of Science Education*.
- BATTERHAM, D., STANISSTREET, M., BOYES, E. (sous presse). Kids, cars and conservation : children's ideas about the environmental impact of motor vehicles. *International Journal of Science Education*.
- BIRD, E., WELFORD, G. (sous presse). The effect of language on the performance of second-language students examinations. *International Journal of Science Education*.
- BLACK, P. (1993). Formative and summative assessment by teachers. *Studies in Science Education*, 21, 49-97.
- BROTHERTON, P., PREECE, P. (sous presse). Teaching science process skills. *International Journal of Science Education*.
- C.E.C. (1993a). *On the European Dimension of Education*. Brussels, Commission of the European Communities.
- C.E.C. (1993b). *Framework IV*. Brussels, Commission of the European Communities.
- DEARING, R. (1994). *A review of the National Curriculum and Assessment*. London Department for Education.
- D.F.E. (Department for Education) (1993). *Statistical Bulletin 16/93 : Participation in education by 16-18 years old in England 1979/80 and 1992/3*. London, Department for Education.
- DONNELLY, J. (1994). Research in the Centre for Studies in Science and Mathematics Education at the University of Leeds. In : P. Lijnse, *European Research in Science Education*. The Hague, C.I.P. (pp. 99-102).
- DUGGAN, S., GOTT, R. (sous presse). The place of investigations in practical work in the UK. National Curriculum for science. *International Journal of Science Education*.
- DUSCHI, R. (1994). Editorial policy and Introduction. *Science Education*, 78 (3), 203-8.

GAYFORD, C., DORION, C. (1994). *The Planning and Evaluation of Environmental Education in the National Curriculum*. Reading, University of Reading, The New Bulmershe Papers.

GILBERT, J. (1992). The interface between science education and technology education. *International Journal of Science Education*, 14 (5), 563-78.

GILBERT J. (1994a). On the significance of journals in science education : the case of I.J.S.E., *International Journal of Science Education* (sous presse).

GILBERT, J. (1994b). The development of educational research in the physical sciences in some European countries. Dortmund Summer Symposium, May.

GILBERT, J. (1994c) (ed.). *Models and Modelling in Science Education*. Hatfield, Association for Science Education.

HARLEN, W. (1993) (2nd ed.). *Teaching and Learning Primary Science*. London, Paul Chapman.

H.M.I. (Her Majesty's Inspectorate of Schools) (1989). *Aspects of Primary Education : The teaching and learning of science*. London, Department of Education and Science.

HENNESSY, S., TWIGGER, D., DRIVER, R., O'SHEA, T., O'MALLEY, C., BYARD, M., DRAPER, S., MOHAMED, R., SCANLON, E. (sous presse). A classroom intervention using a computer-augmented curriculum in mechanics. *International Journal of Science Education*.

JENKINS, E. (sous presse). When is a policy not policy ? School-based assessment of practical work at 16+. *International Journal of Science Education*.

JENKINS, E. (1994). HPS and school science education : remediation or reconstruction. *International Journal of Science Education*, 16 (6), 613-623.

JOHNSTONE, A., AL-NAEME, F. (sous presse). Filling a curriculum gap in chemistry. *International Journal of Science Education*.

KEMPA, R., AYOB, A. (sous presse). Learning from group work in science. *International Journal of Science Education*.

KOULAUDIS, V., OGBORN, J. (sous presse). Science teachers' philosophical assumptions : how well do we understand them ? *International Journal of Science Education*.

LEACH, J., DRIVER, R., SCOTT, P., WOOD-ROBINSON, C. (sous presse). Children's ideas about ecology : pts. 1, 2, 3. *International Journal of Science Education*.

- LAKIN, S., WELLINGTON, J. (1994). Who will teach the "nature of science" : teachers' views of science and their implications for science education. *International Journal of Science Education*, 16 (2), 175-90.
- LEACH, J., SCOTT, P., DRIVER, R., MILLAR, R. (1994). *Students' Understanding of the Nature of Science (Working Papers 1-11)*. Leeds, C.L.I.S.P., University of Leeds.
- LIJNSE, P. (1994) (ed.). *European Research in Science Education*. The Hague, C.I.P.
- MILLAR, R. (1994). Research in Science Education at the University of York. In : P. Lijnse (ed.), *European Research in Science Education*. The Hague, C.I.P.
- LEO, E., GALLOWAY, D. (sous presse). Conceptual links between cognitive acceleration through science education and motivational style : a critique of Shayer and Adey. *International Journal of Science Education*.
- MARIANI, M., OGBORN, J. (sous presse). The ontology of physical events : a comparison of two groups. *International Journal of Science Education*.
- MASKILL, R., SELLES, S. (sous presse). The preparation and support of science students' teaching practice : students', teachers' and tutors' perceptions of what is required. *International Journal of Science Education*.
- MEESTER, M., MASKILL, R. (sous presse). First-year chemistry practicals in universities in England and Wales : organizational and teaching aspects. *International Journal of Science Education*.
- MONK, M. (sous presse). On the identification of principles in science that might inform research into students' beliefs about natural phenomena. *International Journal of Science Education*.
- N.C.C. (National Curriculum Council) (1990). *Curriculum Guidance 7 : Environmental Education*, York, National Curriculum Council.
- N.C.C. (National Curriculum Council) (1992). *Starting out with National Curriculum*. York, National Curriculum Council.
- OGBORN, J. (1994). Research in the Department of Science Education, Institute of Education, University of London. In : P. Lijnse (ed.), *European Research in Science Education*. The Hague, C.I.P. (pp. 91-8).
- PATON, R. (sous presse). On an apparently simple modelling problem in biology. *International Journal of Science Education*.
- POSTLETHWAITE, K. (1993). *Differentiated Science Teaching*. London, Open University Press.
- PRIEST, M. GILBERT, J. (1994). Learning in museums : situated cognition in practice. *Journal of Education in Museums* (sous presse).

- R.S.A. (Royal Society of Arts) (1992). *General National Vocational Qualifications : Centre Guidelines*. London, Royal Society of Arts.
- S.C.A.A. (Schools Curriculum and Assessment Authority) (1994). *Science in the National Curriculum : Draft Proposals*. London, S.C.A.A.
- S.C.A.A. (Schools Curriculum and Assessment Authority) (1994b). *Design and Technology in the National Curriculum*. London, S.C.A.A.
- SMITHERS, A., ROBINSON, P. (1991). *Beyond Compulsory Schooling : a numerical picture*. London, Council for Industry and Higher Education.
- SOLOMON, J., DUVEEN, J., SCOTT, L. (1994). Pupils' images of scientific epistemology. *International Journal of Science Education*, 16 (3), 361-73.
- SUTTON, C. (sous presse). Beliefs about science and beliefs about language. *International Journal of Science Education*.
- TWIGGER, D., BYARD, M., DRIVER, R., DRAPER, S., HARTLEY, R., HENNESSY, S., MOHAMED, R., O'MALLEY, C., O'SHEA, T., SCANLON, E. (1994). *International Journal of Science Education*, 16 (2), 215-30.
- VIGLIETTA, L., (1993). *Preconference book of the International Meeting of Science Education Journal, Gaeta, Italy (August)*. Available from I.R.R.S.A.E., Turin.
- WATTS, D.M., BENTLEY, D. (1994). Humanizing and feminizing school science ; reviving anthropomorphic and animistic thinking in constructivist science education. *International Journal of Science Education*, 16 (1), 83-98.
- WELLINGTON, J. (1994) (ed.). *Secondary Science : contemporary issues and practical approaches*. London, Routledge.
- WOOLNOUGH, B. (1994). Factors affecting students' choice of science and engineering. *International Journal of Science Education*, 16 (6), 659-676.