

**EVOLUTION DE L'ENSEIGNEMENT
SCIENTIFIQUE
EN FRANCE DEPUIS UN SIECLE**

**Victor HOST
1998**

EVOLUTION DE L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE EN FRANCE DEPUIS UN SIECLE

Victor HOST, 1998

Evoquer les soubresauts qu'a connus l'enseignement des sciences depuis un bon siècle, analyser les contenus, les méthodes, et les conséquences des tentatives de réforme qui se sont succédé durant cette période, pour mieux définir les choix qui se présentent pour l'avenir, telle était l'ambition de cet opuscule de Victor Host (1914-1998). La mort a interrompu le travail de l'auteur, nous laissant la tâche de terminer la mise en forme du texte. Nous avons mené ce travail autant qu'il était possible de le faire sans nous aventurer à deviner ce qui n'était pas écrit. Ainsi s'explique le caractère inachevé de ce document relativement aux normes de l'édition universitaire. Nous espérons cependant qu'il sera utile à tous ceux que ces problèmes concernent et qu'ils y trouveront matière à alimenter réflexion et action.

Jeannine Deunff et Jean-Michel Host.

Chapitre I. A L'ECOLE

1. LA FORMATION SCIENTIFIQUE DES JEUNES DEPUIS L'INSTAURATION DE LA SCOLARITÉ OBLIGATOIRE

1.1. La leçon de choses de Jules Ferry

L'initiation scientifique fut introduite dans le plan d'études de l'enseignement élémentaire par les lois organiques qui fondent l'école primaire. Elle porte une double dénomination suivant les textes, éléments de sciences naturelles, de sciences physiques, leur application à l'agriculture, à l'hygiène, aux activités industrielles ou bien, "leçon de choses", terme qui a prévalu ultérieurement. Ce dernier terme exprime l'une des filiations de la discipline, le rattachement de ces activités aux "object lessons" qui se sont répandues dans les pays anglo-saxons et en Allemagne («sachunterricht») dans la deuxième moitié du 19ème siècle et qui expriment l'enthousiasme pour les progrès de la science.

Mais ces "leçons de choses" ne sont pas la simple imitation des « object-lessons » ou

du « sachunterricht » ; elles ne sont pas introduites par "effraction" dans le curriculum. Elles visent à actualiser l'une des finalités générales de l'éducation en explicitant une méthode (appliquant partout l'observation), décisive pour la future participation à la vie politique et la préparation à la vie professionnelle (cf. Thèse Legrand). Elles se situent dans la tradition de la leçon de choses des salles d'asile au moment de leur transformation en écoles maternelles.

Leurs promoteurs sont persuadés que c'est en entraînant les enfants à l'observation qu'on leur permettra de développer une prise de conscience technique et morale qui les armera contre une approche dogmatique des valeurs religieuses.

Cette mise en place se situe dans un ensemble cohérent de mesures : valorisation de l'utilisation des manuels, des équipements renforcement du contrôle, et surtout systématisation de la formation à l'École Normale : imprégnation idéologique de l'instituteur, enseignement défini par le principe qui veut qu'on apprenne ce qu'on aura à enseigner (en quoi il se différencie nettement de l'enseignement secondaire) : il s'agit du développement d'une filière primaire verticale (cf. ENS), adaptée à une société rurale, statique (il s'agit d'apprendre pour la vie entière), fortement inégalitaire, ayant une culture spécifique (insertion dans le milieu, sciences au lieu du latin). Les expositions universelles de cette époque contribuèrent à répandre ces innovations : 3000 instituteurs furent conviés à visiter l'exposition de 1867 ; ils furent reçus par Napoléon III, découvrant des réalisations dans des pays différents, et ils suivirent quelques cours à la Sorbonne.

Mais la forme des activités et leurs finalités situent ces exercices dans le prolongement d'une innovation de Madame Pape-Carpentier dans le cadre des salles d'asile, ancêtres des écoles maternelles. Ces écoles sont destinées à l'origine à l'éducation des enfants défavorisés de milieu urbain. Madame Pape-Carpentier préconisait sous le nom de leçon de choses des exercices d'observation et de manipulations d'objets, dans des situations concrètes, pour déboucher sur une expression esthétique ou un jugement moral. Elle opposait "leçon de choses" à "leçon de mots" et fondait l'éducation morale sur l'expérience vécue et la réflexion, et non sur l'imposition de règles fixées par un code formel. Cette conception de la pédagogie lui valut de violentes attaques de la part de personnalités qui furent aussi les adversaires de la République.

Jules Ferry reprit cette innovation en l'adaptant à un public différent - la totalité des enfants d'âge scolaire - et en reformulant les finalités : former des citoyens conscients, informés et dévoués, qualités indispensables au soutien de la République. Il s'agissait de soustraire ces citoyens à la domination des notables par la pratique de l'esprit scientifique, de lutter contre la tradition cléricale de l'apprentissage par cœur (caractéristiques des pratiques catéchistiques), de substituer à l'affirmation dogmatique et verbale, l'objectivité du fait perçu, point de départ d'une démonstration rationnelle. Les fondateurs de l'école obligatoire placent au départ de tout apprentissage disciplinaire - non seulement en sciences, mais aussi en histoire, géographie, en langues - une méthode commune : l'observation. Pour eux, la culture intellectuelle rejoint nécessairement la formation du citoyen et l'éducation morale. L'accord sur les conduites à tenir est fondée sur l'analyse rationnelle des situations et sur l'autorité de la majorité. A la vertu des familles populaires, il faut ajouter celle des savants.

Il en résulte une double finalité qui a marqué la méthode, le contenu et la situation de la leçon de choses. Une visée pratique d'abord : il s'agit de faire pénétrer dans l'activité

quotidienne des changements d'orientation des pratiques courantes induits par les progrès de la science (et ceci en une seule génération) : hygiène, grâce au retentissement des découvertes de l'époque pasteurienne, agriculture grâce aux progrès plus lents des connaissances concernant la nutrition végétale.

A la visée pratique s'ajoute une visée plus théorique déjà signalée, beaucoup plus importante pour certains fondateurs de l'école laïque. Tous les caractères de cette matière (qui n'a pas encore les caractéristiques d'une discipline) sont commandés par ces deux finalités : méthodes, contenus notionnels, et place dans les curriculums. La leçon de choses se présente comme l'actualisation des finalités générales dans un champ d'activités déterminé et non comme une transposition du savoir des savants par échelons successifs. La discipline est caractérisée par la convergence des savoirs et des savoir-faire impliqués ou construits au cours de ces activités et non comme un modèle réduit d'une science, copie d'une réalité immuable, indépendante de la société où elle est élaborée. Elle présente nécessairement des recouvrements avec les autres disciplines. Le savoir est constitué par l'ensemble des données théoriques exigées par la compréhension des pratiques ; l'apprentissage répond à une demande de sens, la recherche d'un pouvoir, la régulation d'une valeur. De ce fait, le savoir ne peut pas être défini par un programme impératif précis ; celui-ci est formulé sous forme d'activités (expériences sur la balance, le thermomètre..., leçons sur...) ou des produits à définir (notions sur l'air..., idées des principales fonctions des êtres vivants, descriptions sommaires du corps humain). La mise en œuvre précise du programme est dévolue à des commissions départementales chargées de façon explicite des liaisons avec les services agricoles. Les indications de méthode, en revanche, sont de plus en plus impératives dans les textes officiels successifs. L'observation est retenue comme une méthodologie générale parce qu'elle est considérée comme la seule opération accessible aux enfants de l'école élémentaire. La référence à la théorie, c'est-à-dire aux explications fondées sur le recours au modèle ou au traitement de données numériques est proscrite. L'utilisation des outils scientifiques, le microscope par exemple, est pratiquement rejetée. L'observation doit se faire à l'œil nu ...jusqu'en 1970 ! Cependant, on note une ouverture aux pratiques expérimentales dans les instructions officielles de 1929 : tantôt elles se réduisent à décrire une manipulation pour définir un phénomène ou une fonction technique, tantôt elles préconisent une véritable recherche où les enfants ont une initiative effective dans une activité de résolution de problèmes. Un horaire important était prévu pour la discipline : deux heures et demie par semaine, soit une demi-heure par jour. Concevoir la construction d'une discipline scolaire à partir des finalités peut paraître surprenant alors que c'est parfaitement rationnel puisqu'on s'adresse à des enfants de cet âge et qu'on recherche leur accès à un savoir opérationnel, construit, remodelable en fonction de l'expérience et de l'information, un savoir dont la construction est prise en charge par le sujet lui-même et qui croît de façon exponentielle en fonction des éléments déjà construits. Partir des finalités consiste à se poser des problèmes de vie dans lesquels un blocage impose un détour, un questionnement scientifique, la recherche d'une relation indépendante de la situation et de l'environnement. L'apprentissage a un sens lorsqu'il débouche sur un savoir reconnu nécessaire. Un premier niveau de formation scientifique consiste à organiser notre expérience en îlots de rationalité dont la cohérence est assurée par un concept scientifique. Cette démarche suppose la légitimité des finalités effectivement recherchées. Elles ne sont pas nécessairement celles qui sont affirmées verbalement !

Les finalités des leçons de choses décrites ci-dessus étaient, à cette époque, affirmées et légitimes. Etablies par le pouvoir politique, elles ont contribué à la consolidation de la République, à la prise de conscience par les citoyens de leur responsabilité dans le fonctionnement de la démocratie, à la prise en charge progressive de tous les enfants scolarisables, sans rejet des moins favorisés, à la diffusion efficace des mesures d'hygiène (contrôle de la propreté, utilisation quotidienne de la brosse à dents, et même, diminution significative de la mortalité infantile...). Mais ces "leçons de choses" sont restées statiques au lieu d'évoluer avec les besoins de la société : elles correspondaient à l'idée que l'enfant était appelé à retourner dans son milieu d'origine, et qu'il devait acquérir à l'école le savoir dont il aurait à se servir toute sa vie. Dans les manuels de lecture, de sciences, de chant, on trouve une valorisation du mode de vie rural et artisanal (le forgeron ; le rémouleur ; le paysan et son cheval, ou son âne). Les "leçons de choses" renforcent l'image d'une société cloisonnée qui trouvait naturelle la coupure entre les écoles élémentaires qui faisaient partie des lycées - dont l'enseignement était basé sur des données linguistiques, qui accueillaient les enfants des milieux favorisés pour les orienter vers les professions de l'élite - et les écoles primaires "ordinaires" dont l'enseignement avait un caractère plus proche de la vie pratique et où l'on mettait en œuvre un élitisme républicain très sélectif. La prise de conscience de ces caractères s'imposa progressivement aux milieux éducatifs (voir ci-dessous) et provoqua un clivage entre les finalités recherchées par le pouvoir et celles qui étaient effectivement prises en charge par les enseignants. Une divergence importante portait sur l'équilibre entre le caractère utilitaire et l'ambition désintéressée et "culturelle" de l'enseignement qui poursuivait en fait deux finalités opposées : d'une part, préparer à la vie l'enfant qui quitte l'école à la fin du cycle primaire et d'autre part, assurer sa formation intellectuelle et scientifique. En effet, les auteurs des instructions se bornaient à des déclarations de principes sans décrire la procédure qui permettait de les articuler : en fait, leur conception de la science et des apprentissages scientifiques aurait nécessité un examen critique. Pour des raisons épistémologiques et quasi idéologiques, l'observation était considérée comme la méthodologie générale de l'enseignement scientifique. L'emprise du positivisme était très forte à l'époque dans les milieux universitaires, en particulier dans les lieux où étaient formés les enseignants*. "La découverte scientifique consiste à écarter le rideau qui cache le réel car c'est l'objet qui détient la vérité" (Instructions-1923). Le transfert de cette conception en didactique des sciences conduit à masquer complètement le rôle d'une activité intellectuelle complexe dans le questionnement qui la motive, le choix et la définition des critères organisateurs de la perception et les modalités du traitement des données observées. L'observation, qui se retrouve à chaque étape d'une démarche scientifique, diffère du simple exercice sensoriel débouchant sur un apprentissage de vocabulaire ; en particulier, elle fait intervenir des opérations intellectuelles qui l'organisent, par exemple :

- étonnement devant un fait inconnu,
- analyse d'une transformation par repérage du système et des variables,
- définition des objets premiers de la science par les opérations de classement, rangement,
- observations comparées débouchant sur la notion de plan d'organisation ou de cycle,
- opérations de vérification d'une hypothèse.

La pédagogie de l'observation ne se justifie que par la recherche objective, précise du référent empirique qui permet de caractériser différentes opérations de la démarche

scientifique. L'enseignement doit être "simple et concret car le maître se sert d'objets sensibles, fait voir et toucher les choses... pour exercer peu à peu les élèves à dégager l'idée abstraite, à comparer, à généraliser, à juger" (*Instructions-1923*).

L'enseignement scientifique n'était pas un résumé du savoir savant mais une actualisation des notions permettant de comprendre et d'agir dans le cadre de la vie quotidienne et de développer la confiance dans la science (sur ce point, il reprenait la démarche scientifique de beaucoup de savants). Il a en grande partie rempli ce contrat, par exemple, par le développement de l'hygiène (usage de la brosse à dents, diminution de la mortalité infantile en une génération, caractère contagieux de la tuberculose considérée auparavant comme une maladie de dégénérescence). Dans ce domaine, les Français avaient mauvaise réputation.

La première guerre mondiale bouleversa le système des finalités, (suppression des exercices militaires avec des fusils de bois, par exemple...) mais le plan d'études de 1923 réussit à les renouveler, (accent mis sur le développement individuel, le plaisir de créer ...). De ce fait, un puissant mouvement d'innovation, soutenu par la base, permit l'épanouissement des écoles maternelles. Chez les instituteurs de l'école primaire, le mouvement Freinet interpréta ces finalités en s'isolant à l'intérieur de l'institution. En sciences, la revue : « *Sciences, Travaux Manuels et cinéma à l'école* » permit des échanges de matériel et de compétences et des discussions pédagogiques très fécondes ; mais cette activité s'étiola aux approches de la seconde guerre mondiale avec le déclin de l'enthousiasme pour la rénovation pédagogique et les méthodes nouvelles.

Le plan d'études ne reposait nullement sur une transposition didactique faite à partir du savoir du 2ème degré (en particulier par la place donnée à des notions qualitatives de physique), encore moins à partir du savoir des savants. Il était conçu par le cercle fermé des responsables de l'école élémentaire qui traduisaient les conceptions épistémologiques de l'époque (positivisme souvent teinté de scientisme), et les besoins attribués aux élèves.

1.2. Déclin et mort de la leçon de choses

Un fait souvent passé inaperçu marque le début du déclin : la transformation progressive d'une orientation éducative en une discipline scolaire, cloisonnée, régie par un programme (purement imaginaire), un horaire, une épreuve au Certificat d'Etudes ; La discipline est perçue comme un ensemble de connaissances verbales à ingurgiter et à restituer. L'évolution des manuels scolaires après 1930 impose peu à peu cette conception : le programme se traduit en 30 leçons, éventuellement sans rapport avec le milieu ou les intérêts des enfants (exemple : le crayon au C.E). Chacune débouche sur un résumé, un vocabulaire à mémoriser (souvent inutile) et dont l'état d'avancement permet le contrôle par l'Inspecteur, en général de formation littéraire.

La profonde mutation de la société après 1945 bouleversa les conditions de la vie scolaire : dix millions de ruraux vinrent en ville en 15 ans ; or le travail industriel ou tertiaire implique un milieu fortement hiérarchisé, où interviennent des spécialistes ayant une formation spécifique. Par ailleurs, le dépaysement entraîne souvent une crise

culturelle. Au moment où les besoins en éducation deviennent plus importants, où la durée de la scolarité s'allonge, la réussite scolaire devient un élément déterminant du statut du futur adulte : l'échec scolaire devient une réalité de plus en plus apparente. De violentes discussions opposent depuis cette époque, ceux qui l'attribuent aux déficiences de l'école primaire et ceux qui prétendent que c'est l'organisation de la pratique pédagogique du collège qui conduit à un nombre croissant d'enfants à l'illettrisme.

Or, à cette époque, se produisit une grave crise de la formation des instituteurs, en grande partie masquée par les structures formelles. Les Ecoles Normales rétablies après la guerre sont trop souvent devenues des boîtes à bachot, alors que la "culture du Bac" n'a que des rapports lointains avec la culture générale de l'instituteur. De nombreux formateurs n'ont qu'une connaissance trop partielle, trop superficielle de l'école élémentaire, leur recrutement, leur promotion est liée exclusivement aux diplômes académiques. Et surtout, un instituteur sur cinq seulement, passe par l'E.N.. De plus, beaucoup d'instituteurs parmi les plus compétents émigrent vers les C.E.G..d'où une sorte d'"hémorragie" dans le corps des instituteurs. D'où, une insuffisance réelle dans la qualité de la formation des instituteurs. Ainsi s'explique la création de la coutume, ensemble de pratiques transmises par reproduction et imitation, sans analyse ni évaluation. D'abord simple solution de facilité, elle se durcit du fait des attaques des professeurs du 2^e, et des parents, ce qui facilite une dérive corporatice, peu favorable à l'innovation.

Dans ce contexte, la leçon de choses, étrangère aux finalités implicites de la coutume, régressa en activité linguistique, basée sur le livre, ou bien fut abandonnée pour dégager un horaire plus large pour les deux disciplines instrumentales. Les instructions officielles (1946, 1953 ...) n'eurent aucun impact car elles étaient étrangères à la coutume et ont été ignorées des instituteurs. Par ailleurs, les rares scientifiques qui s'intéressaient à l'éducation scientifique des jeunes enfants, ne reconnaissaient pas leur activité dans la pratique pédagogique, d'autant plus qu'ils s'éloignaient de l'épistémologie positiviste (J. Perrin fonde le Palais de la découverte en 1936). Au moment de la bombe atomique et de la marche sur la lune, on détaillait la grappe de raisin sans même évoquer le concept de fruit, de graine ou de fécondation.

1.3. Les activités scientifiques d'éveil

A la suite des événements de 1968, la remise en question de l'institution scolaire (en particulier du caractère sélectif de l'échec scolaire), oblige la hiérarchie à prendre en compte le besoin d'autonomie, de créativité, de prise de responsabilité et de prise de parole, manifesté par une proportion importante d'élèves et d'enseignants, mais vivement refusé par d'autres. Un décret (08-69) crée le « tiers-temps pédagogique » - décloisonnement des apprentissages factuels disciplinaires, au profit d'activités susceptibles de favoriser le développement affectif et cognitif des enfants, regroupées sous le nom d'"activités d'éveil". Mais l'arrêté du mois suivant maintenait les programmes et permettait à d'autres de considérer le tiers-temps pédagogique comme un simple aménagement des horaires. Pendant 10 ans, les ministères se succédèrent sans prise de décision. L'I.N.R.P. fut chargé d'une recherche, « Activités d'éveil »,

réservée aux formateurs sans participation "à qualité" des instituteurs pour éviter d'anticiper sur les décisions officielles et disposer d'un alibi.

L'équipe de recherche « Activités d'éveil scientifiques » tenta d'articuler les finalités générales exprimées par le terme d'éveil (autonomie, développement affectif et cognitif ..), et des apprentissages susceptibles d'être reconnus comme opérationnels par les scientifiques. Les hypothèses de recherche prennent en compte les données épistémologiques (Bachelard, Popper, Canguilhem, rupture avec le positivisme), et psychologiques (Piaget, Wallon, Bruner), de façon à conduire les apprentissages en situation d'autonomie vers des acquis explicites et évaluables. Par ailleurs, elles s'appuient constamment sur les productions et les expériences de la base. On voulut éviter ainsi deux causes d'échec : le parachutage d'un projet établi en vase clos (type R.D.D.), procédure qui a connu un échec grave aux E.U. (5% de réussite), ou sa dilution comme dans les projets anglais par suite du caractère trop pointilliste des documents pédagogiques (pays sans curriculum à cette époque). Les principales orientations de recherche furent la définition d'objectifs qui actualisent les notions d'éveil et d'acquis scientifiques ; la pratique d'une démarche de résolution de problème qui part d'une situation ouverte et comporte une investigation effective des enfants, le repérage des représentations qui préexistent ou qui traduisent des dérives de la démarche, l'organisation annuelle du travail grâce à un tableau « objectifs-situations », support des activités de « planning-bilan ». Au moment de l'arrêt de la recherche, la perspective constructiviste était ébauchée par la recherche des niveaux de formulation d'un même concept, par des essais de structuration (réseau) d'un niveau donné envers une spécification progressive des disciplines telles qu'elles apparaissent dans les collèges.

La réforme de l'école élémentaire (1978 à 1981) prétendait s'inspirer des données de la recherche. Mais elle négligeait un point essentiel : la nécessité de déléguer, au niveau de l'équipe pédagogique, les modalités concrètes de l'organisation du travail par un contrat qui leur donnait la gestion des instruments de formation, la possibilité de travailler en équipe, et la responsabilité de choisir le matériel d'enseignement. A la place, ils disposaient d'un volumineux plan d'études, illisible pour beaucoup d'instituteurs, et d'outils de formation (stages, audiovisuel), peu conformes à leurs besoins et éventuellement contraires aux hypothèses de recherche. De plus, des recherches antérieures orchestrées avec fracas (math. modernes, linguistique ...) avaient provoqué chez beaucoup d'enseignants une allergie à l'innovation, d'autant plus que les textes officiels conçus comme des instruments de soutien et de réflexion étaient interprétés comme un programme impératif à caractère démentiel.

1.4. Le retour à la tradition

Le refus des activités d'éveil se situait dans un cadre plus général : le souci de restaurer les apprentissages fondamentaux (de nombreux censeurs accusaient l'école élémentaire de négliger ces derniers). L'idée fautive se répandit qu'il fallait augmenter les apprentissages systématiques en français et en math., et restaurer de façon plus générale l'activité de mémorisation des connaissances. On méconnaissait le fait que, de par leur logique, les activités d'éveil étaient nécessairement liées à des apprentissages

fonctionnels diversifiés, susceptibles de prévenir l'échec scolaire en leur donnant un sens, des occasions de réinvestissement, des possibilités d'intervention individuelle pour redresser les représentations incorrectes. La réforme de 1985 (Monsieur Chevènement venait d'être nommé Ministre de l'Education nationale) propose un programme précis dans un cadre horaire imposé.

Elle présente cependant certains aspects novateurs. Elle est préparée par une commission des programmes comportant des personnalités différentes par leur fonction, et peut diminuer la pression des lobbies irresponsables qui s'agitent autour des décideurs. Mais elle ne supprime pas une tare caractéristique des modalités de l'innovation en France : la décision est imposée immédiatement et à tous, sans recherche véritable et sans tâtonnement permettant des régulations progressives, puis abandonnée sans justification rationnelle. Par ailleurs, au lieu de partir d'une analyse des besoins et des attentes des élèves, elle cherche à réaliser une transposition didactique de la science des savants, par broyages successifs. On débouche ainsi sur un catalogue de notions non coordonnées et sans rapport avec les autres disciplines, problème d'une importance particulière pour le jeune enfant.

Par ailleurs, la technologie est fusionnée avec les sciences. Il est légitime de préparer les enfants au monde de demain en évitant de les maintenir dans un monde artisanal, par la pratique de l'ordinateur. Mais les conditions de cette innovation sont regrettables. La pratique de l'ordinateur est généralisée avec la mise au point du matériel et d'une pédagogie. De plus, on supprime les travaux manuels et l'on coupe de ce fait une longue tradition qui consiste à en faire des instruments de développement intellectuel, tout en valorisant une capacité qui n'est peut-être pas totalement démodée : l'adresse manuelle.

Les réformes ultérieures ont donné plus de simplicité et de cohérence à des programmes allégés ; Les notions de cycle et de projet d'école laissent des possibilités modérées d'innovation. Mais la fragmentation, a priori, en disciplines sans la mise en évidence de leurs interférences réciproques et leur différenciation en fonction du développement génétique réduit les finalités générales de l'éducation à des propos d'intention. Dans ce cadre, l'instruction scientifique n'est plus l'un des supports d'une culture générale "vivante", mais une discipline croupion, fermée sur elle-même.

Faut-il sortir du cadre de l'école pour donner une éducation scientifique de base ? Les occasions d'éducation et d'information scientifiques ne manquent pas -classes transplantées, activités périscolaires, de nature, ouverture des musées et des zoos, interventions des lobbies : environnement, santé, nutrition, culture physique, émissions culturelles de T.V. ...- Mais il s'agit le plus souvent d'apports pointillistes, à support iconique prédominant, sans expression symbolique permettant l'examen critique des données proposées et la mise en question des représentations sociales. Il manque aussi la possibilité de réinvestir l'acquis, d'éprouver le pouvoir donné par le savoir scientifique, de le remodeler s'il est remis en question. D'où la nécessité d'un lieu où l'élève a la possibilité individuelle de construire des éléments de savoir, de les organiser en réseau, de les appliquer pour résoudre les problèmes de vie. Pour réaliser cet objectif, il ne s'agit pas d'augmenter les horaires et les programmes d'une discipline

croupion mais d'organiser une institution qui permette le va-et-vient individuel entre des rencontres dans le cadre de pratiques sociales où l'élève se sent concerné et les moments d'apprentissage conceptuel. L'histoire de l'enseignement scientifique nous montre que cette pédagogie reste à inventer. La création des I.U.F.M donne le cadre qui permettrait cette évolution.

2. L'EDUCATION SCIENTIFIQUE AU COLLEGE : PROBLEME LIMITE A LA FORMATION DE BASE POUR TOUS DANS LE CADRE DE LA SCOLARITE OBLIGATOIRE

2.1. La situation en 1945

On constate une coexistence de deux types d'enseignement scientifique :

- Dans l'enseignement long (avant tout classique), 1 heure, 1 heure et demie de sciences naturelles dont le programme était resté pratiquement inchangé depuis soixante ans : Etude de l'organisation des êtres vivants pour expliquer leur place dans la classification, leur fonction et leur support avec le milieu en dehors de toute théorie (cellule, évolution). D'où le terme «d'Histoire naturelle» que les professeurs des disciplines "nobles" continuaient à donner par dérision à cet enseignement,.

Le seul changement important a été le passage à la monographie à partir de 1920 ; il a conduit à introduire l'animal vivant en laboratoire et, de ce fait, à développer une problématique biologique (La réalisation de ce type de monographies était mise en œ uvre depuis 1920 en Allemagne).

- Dans l'enseignement court, collèges modernes et C.E.G, un programme de sciences physiques et naturelles prenait la place du latin (il comprenait de plus, un programme de "travaux manuels").

Faute de matériel et de personnel qualifié, cet enseignement était souvent de type pseudo-expérimental, dogmatique et peu utile à ceux qui continuaient des études scientifiques. Mais cette situation ne justifiait pas l'ignorance et le mépris dont il faisait l'objet de la part de certains décideurs et de nombreux professeurs du secondaire, car il comportait des aspects positifs trop peu évalués : éveil de quelques élèves, formation de base facilitant une préparation professionnelle ultérieure.

- La fusion progressive de l'enseignement court et du 1er cycle de l'enseignement long se fit par disparition de la composante physique de la filière moderne (au profit d'un enseignement de langues étrangères ou la langue maternelle d'origine). Or le besoin d'un élargissement de la culture générale par une ouverture aux sciences et aux techniques était largement ressentie à l'époque, d'où des tentatives de rénovation par deux voies différentes : introduction de disciplines nouvelles par effraction ou aménagement (modernisation) de disciplines existantes.

2.2. Aménagement de disciplines nouvelles

Des groupes de pression extérieurs à l'institution jouèrent un grand rôle dans ces tentatives.

- **Les classes nouvelles (1945-1961)**

Elles répondent à un besoin d'innovation visant à faciliter l'entrée au collège d'une fraction croissante d'une même classe d'âge : développement de l'initiative et de la recherche personnelles grâce à la maîtrise des méthodes de travail, prise en charge d'une classe par une équipe pédagogique, travail sur des projets pluridisciplinaires impliquant une certaine polyvalence.

Deux aspects de cette pédagogie concernent particulièrement l'enseignement scientifique :

- La substitution de l'apprentissage par la méthode d'enquêtes et de découvertes, à la méthode d'enseignement dogmatique de présentation du savoir : elle comporte la formulation d'un problème à partir d'une situation vécue, une recherche de solution au cours de laquelle le travail autonome par groupes est important, un contrôle de l'acquis par la communication, le réinvestissement et le recours aux sources d'information.

Elle joua un grand rôle dans l'évolution de la pédagogie des sciences, malgré les vives critiques dont elle fit l'objet : le dépassement des formes naïves conduisant à la maîtrise progressive, bien que toujours incomplète, de la pédagogie de résolution de problèmes qui permet de mimer certaines formes élémentaires du travail des chercheurs scientifiques, et qui donne un sens aux travaux pratiques englués dans l'ornière positiviste (expériences, observation, conclusion).

- L'étude du milieu, préconisée par les partisans de l'éducation nouvelle comme méthode d'apprentissage à partir des données de la perception, et élargie à l'analyse d'un problème de vie, permet de donner un sens aux apprentissages qu'elle comporte. Les méthodes de travail impliquent souvent une approche systémique et pluridisciplinaire et permettent de saisir la culture du milieu, en particulier celle du monde agricole. Les biologistes adoptèrent souvent cette démarche mais, à cause des difficultés du travail en équipe interdisciplinaire, le réduisirent souvent en étude dans le milieu, c'est-à-dire en dégageant d'emblée un problème disciplinaire spécifique dans une situation complexe. Cette procédure réductionniste eut cependant une influence positive : elle changea la relation pédagogique, fit découvrir les difficultés des élèves (représentations) et aussi leurs possibilités de création.

- **Les travaux scientifiques expérimentaux (1961-1968)**

Ils prennent la suite des innovations des classes nouvelles dans le domaine scientifique :

Il s'agit de mener librement une démarche de recherche expérimentale ou documentaire sur des thèmes relatifs à des domaines très variés.

Il ne s'agissait pas d'apprendre une liste de connaissances définies à l'avance, mais à partir d'un problème posé par les élèves de déboucher, si possible, sur des explorations

objectives et même sur la découverte de lois quantitatives. Après avoir équipé des laboratoires et abusé de l'enthousiasme de nombreux participants, cette recherche fut abandonnée car elle ne se situait pas dans le catalogue des disciplines traditionnelles avec leurs programmes, leurs inspecteurs leurs examens et leurs procédures d'évaluation. Elle marqua cependant un certain nombre de professeurs de sciences naturelles qui poursuivront cet effort dans le cadre de la discipline.

- **La technologie**

Discipline autonome mais dont le développement présente des interférences multiples avec celui des sciences. Un besoin très vif mais diffus se développa après la 2ème guerre mondiale pour comprendre la civilisation technique qui bouleversait les modes de vie et pour préparer les jeunes au choix pertinent de leur activité professionnelle future. Mais la gestation d'une discipline nouvelle pour promouvoir ces finalités fut difficile. La transposition didactique d'une discipline universitaire était impossible et le choix des pratiques sociales de référence était contesté. Les promoteurs des T.M.E dégagèrent de cette discipline une importante activité de communication et de symbolisation. Mais cette orientation fut arrêtée car elle était liée à un milieu artisanal en cours de disparition (de plus, certains objets sans intérêt, comme l'arrêt de porte (targette) faisaient l'objet d'analyses savantes).

Une autre activité, l'étude des technologies et des stratégies impliquées dans les travaux de production, conduisent à privilégier le dessin technologique. Finalement, depuis 1985, l'orientation technologique fut centrée sur les techniques nouvelles communes à de nombreuses industries ou métiers tertiaires comme l'électronique, la robotique, l'informatique. Toutes ces tentatives hésitantes réalisées trop souvent sans préparation suffisante et généralisées trop rapidement, se sont caractérisées par des difficultés de recrutement et de formation d'enseignants et des dépenses d'équipement inutiles.

L'histoire de la technologie concerne celle des sciences sur les points suivants de convergence :

- Souvent, une même situation peut être abordée de deux points de vue complémentaires : la recherche d'un principe général d'explication (propriétés, loi), par une opération de décontextualisation qui relève de la physique, la mise en évidence de toutes les variables qui conditionnent l'efficacité de la pratique de l'instrument. Trop souvent, l'un des deux aspects est ignoré, en particulier à cause de la formation des professeurs.

- Les deux disciplines ont des intersections, (en particulier la mesure et les pratiques instrumentales), ou des ressemblances dans la séparation des variables, la démarche hypothético-déductive (causalité ou preuve).

Par quelle discipline faut-il commencer ? Ou faut-il les mener en parallèle ?
Quels enseignants et comment les former ?

Les tâtonnements ont été aggravés par les modalités des prises de décision : imposition de mesures sans expérimentation préalable, généralisation immédiate avant la mise en

place des moyens, couverture par un discours théorique brillant mais inefficace, expériences "tape à l'œil" non généralisables.

Finalement, la technologie et la physique suivent des cours parallèles réalisés par des enseignants de formation différente en dehors de toute coordination véritable. Dans de nombreux cas, l'option technologie de 4ème ne joue pas son rôle de discipline d'éveil mais elle est l'indicateur d'une orientation déjà réalisée bien que masquée vers le professionnel court.

2.3. Innovation par aménagement des disciplines existantes. Les Sciences naturelles

Dans un premier temps, un puissant mouvement d'innovation parti de la base et souvent encouragé par l'Inspection Générale s'appuya sur l'expérience des classes nouvelles et la pratique de l'étude du milieu pour donner une cohérence réelle à la méthode de découverte et pour renouveler l'orientation des objectifs vers les définitions des fonctions caractéristiques du vivant et les relations entre êtres vivants. La circulaire de 1968 et les programmes de 1977 qui officialisent cette évolution présentent un caractère exceptionnel en France : ils ne sont pas imposés par le haut, mais expriment le résultat d'un vote des professeurs concernés. Plus tard, ceux-ci prennent une part active à l'intégration des concepts développés par des disciplines nouvelles comme l'écologie et la biologie moléculaire : leur demande de formation précède parfois la mise en place des unités d'enseignement et de recherche dans l'enseignement supérieur. Cette période présente cependant une lacune regrettable, la déficience de réflexion épistémologique (tout aussi marquée dans l'enseignement supérieur). Elle stérilise en partie la fécondité des travaux pratiques et elle ne permet pas de suivre les orientations nouvelles de la pensée scientifique, par exemple, le rôle des modèles et des méthodes probabilistes. Elle ignore la phase tâtonnante et foisonnante de la recherche pour réduire la présentation à la reconstitution logique de la démarche en vue de la confrontation critique.

Après 1970, des facteurs multiples tendent à bloquer progressivement l'innovation. La réduction des T.P ou la suppression des dédoublements, aggravent singulièrement les conditions de travail (prise en charge de plus de 200 élèves par un même enseignant). La liaison indispensable avec les sciences physiques se révèle défailante. De plus, le développement accéléré des découvertes en biologie tend à focaliser l'attention de nombreux enseignants sur la mise à jour rapide des connaissances au détriment de la construction de réseaux conceptuels opérationnels pour les élèves et d'une application du savoir au domaine empirique de la vie quotidienne. Les données immédiates de la biologie moderne (biologie moléculaire et cellulaire, génétique, immunologie ...), sont de moins accessibles à l'expérience directe et l'objet des «travaux pratiques » doit être renouvelé si on veut éviter de les réduire à des exercices écrits.

2.4. L'enseignement scientifique dans les filières dérivées de l'enseignement primaire

Les fondateurs de l'école de la troisième République ont voulu réduire l'écart entre l'enseignement primaire et l'enseignement secondaire et mettre en place un tronc commun, l'école élémentaire, couvrant les cinq premières années de la scolarité. Cette réforme conduit à l'unification presque totale des horaires et des programmes et marque une réaction contre la pédagogie élitiste des classes primaires de lycée. Après l'école élémentaire, se posaient deux problèmes de plus en plus aigus :

-nécessité de créer un enseignement de niveau intermédiaire entre le secondaire et le primaire en vue du recrutement de professionnels du secteur secondaire et tertiaire, et, éventuellement, d'autres cadres

-nécessité d'occuper la majorité des enfants qui restaient à l'école primaire.

Le premier objectif fut atteint par l'extension des "cycles primaires supérieurs" : "Ecoles primaires supérieures" (E.P.S.) et "Cours complémentaires" (C.C.) créés dès 1830 et considérablement développées plus tard (textes de 1887).

Le deuxième objectif ne fut mis en œuvre qu'à la suite du prolongement de la scolarité en 3^e par la création des classes de fin d'études.

Dans toutes ces filières, l'enseignement scientifique présentait des caractères spécifiques.

• Les filières du Primaire supérieur

Une filière de trois ans après le Cours supérieur conduisait au Brevet, premier titre de capacité exigé des Instituteurs. A l'origine, il s'agissait d'un enseignement complémentaire de l'Ecole primaire, mis en œuvre par des instituteurs. Puis il fut complété par un deuxième cycle de trois ans, assuré en particulier dans toutes les Ecoles Normales et conçu avant tout pour la formation des instituteurs. (Les caractères de l'enseignement scientifique ont déjà été décrits en 2.1).

Deux Ecoles Normales Supérieures (Fontenay et Saint-Cloud) furent fondées pour former des cadres, Inspecteurs départementaux et professeurs d'Ecoles Normales de l'enseignement primaire.

En sciences, les cours étaient, jusqu'en 1942, assurés par des professeurs de la Sorbonne qui acceptaient de se déplacer pour enseigner à des promotions de 12 à 15 élèves. D'autre part, l'accès des instituteurs à l'enseignement supérieur était freiné par des règles très strictes, si bien qu'il y avait dans les Ecoles Normales et les Ecoles Normales Supérieures, avant 1940, un grand déficit de professeurs qualifiés. D'où les jugements contrastés portés sur la formation scientifique du Primaire Supérieur. Le plus souvent, il s'agissait d'un enseignement dogmatique donné sans pratique expérimentale, évalué par des équipes inadaptées (deux années de suite les élèves ont composé sur la fabrication du vinaigre en Sciences Physiques ...), qui ne débouchait sur aucune formation. En général, les professeurs de Seconde ne tenaient pas compte de l'acquis, en Physique et Chimie, de leurs élèves issus des cours complémentaires. Par contre, il existe des indices objectifs qui montrent les possibilités de cette formation au niveau des élèves ou des cadres des Ecoles Normales (lorsqu'il est réalisé suivant les exigences du plan d'études). Les livres de Sciences Naturelles destinés aux élèves des écoles normales publiques (par exemple, le très célèbre « REGNIER-CHADEFAUD »)

avant 1939 n'ont pas été mis au pilon à la suppression des Ecoles Normales. Ils ont servi d'instrument de travail pour les candidats au CAPES et à l'Agrégation. Dès que l'obstacle de la possession de Baccalauréat a été levé, de nombreux élèves des Ecoles Normales ont fait des études universitaires brillantes en sciences. Les professeurs d'Ecoles Normales et les instituteurs qui avaient cette culture scientifique mixte ont été capables de se recycler pour la maîtrise des disciplines et des techniques nouvelles : introduction de la biochimie, du microscope polarisant, etc... et de participer activement à l'innovation pédagogique, alors que celle-ci était freinée par une formation trop spécialisée et centrée sur l'anatomie, comme ce fut le cas, par exemple, pour les recherches sur les activités d'éveil, l'étude du milieu, la protection de l'environnement.

L'existence des deux filières, quasi étanches de la maternelle à l'université, l'école primaire et l'enseignement des lycées, qui reproduit en partie la division de la société, génère deux familles d'esprits qui s'opposent par leur culture. Le qualificatif d'esprit primaire souvent attribué aux instituteurs par les notables issus de l'enseignement secondaire désigne des modes de pensée étroitement apparentés à la caricature de l'enseignement scientifique tel qu'il était souvent donné; en particulier, il se signalait par sa tendance à adopter comme critère de vérité le raisonnement qui ramène une situation complexe à la simple relation positiviste du fait à la loi. Mais cette opinion partisane occultait les aspects positifs de l'enseignement primaire supérieur. Il prenait mieux en compte l'expérience et la culture, liés au travail, aux manipulations, à l'action sur les objets, au contact avec la nature, alors que la culture secondaire était centrée sur l'étude des mots et supposait une maturité linguistique qui n'était pas atteinte par beaucoup d'élèves de milieu populaire. Au lieu d' abandonner cette filière, il aurait fallu l'évaluer, rechercher ses déficiences, en particulier, les formes caricaturales de l'enseignement scientifique, et rechercher les modalités du développement cognitif et des apprentissages de la langue, liés à la démarche expérimentale. A partir des données recueillies, il était possible de remédier à trois grandes insuffisances :

- dans le secteur de la recherche pédagogique,
- dans la formation des maîtres,
- dans l'équipement des laboratoires,

pour aboutir à un véritable enseignement du second degré au lieu de mettre en échec, au collège, beaucoup d'enfants, plongés brusquement dans un milieu étranger. En effet, la transformation du primaire supérieur à partir de 1940 en enseignement "moderne", portait seulement sur les formes ; en particulier, il modifiait complètement le statut de l'enseignement scientifique par la réduction des horaires, la suppression des sciences physiques... et le mépris de beaucoup de secondaires pour un enseignement sans latin.

• **La classe de fin d'études**

En 1938, six élèves sur sept n'étaient pas admis en 6ème, à l'issue du CM2, et une proportion importante avait encore, légalement, deux années de scolarité à effectuer. La classe de fin d'études fut créée à l'intérieur de l'école primaire pour occuper ces enfants, c'est à dire, pour leur apporter une culture générale adaptée et les préparer à la vie active par une formation pratique et pré-professionnelle en rapport avec leur milieu. De plus, la préparation du CEP allait se faire sur deux ans.

Les sciences appliquées auxquelles étaient attribuées un horaire de 5 heures hebdomadaires étaient consacrées soit à des cours de caractère scientifique (hygiène, biologie végétale et applications, usage des engrais, électricité) ou technologiques (transmission des mouvements), soit à des travaux pratiques (réparation d'outils agricoles pour les garçons, travaux ménagers pour les filles...). Le programme national (et machiste) variait avec le sexe et le milieu géographique (rural, urbain, marin) ; d'autre part, il était établi avec précision pour le milieu local par une commission technique départementale. Ce programme procédait d'une conception statique, voire passéiste de la culture. Certains travaux pratiques relevaient du bricolage. D'autres se justifiaient initialement par le dessein de familiariser les jeunes avec les techniques d'avenir. De plus, de nombreux maîtres ne possédaient pas les connaissances théoriques et pratiques indispensables, et l'équipement de la plupart des écoles était rudimentaire. Les I.O de 1949 et de 1953 tentèrent en vain de remédier à ces déficiences. En particulier, au lieu de réduire les explications sur la vie pratique à l'apprentissage de recettes et de règles, l'accent fut mis sur l'enseignement des méthodes et des connaissances scientifiques correspondant à des problèmes de vie et celui-ci fut réalisé suivant le schéma : observation des faits, énoncé des lois, leur application. Ce principe imposait aux maîtres la couverture d'un programme énorme sans référence au pré-requis, aux obstacles, au domaine de validité : comment traiter la nutrition végétale, les engrais, la respiration, pour des élèves qui ne connaissent pas les bases de la chimie et ignorent la notion de gaz ? En fait, l'objectif réel de cette classe devint la préparation du CEP en deux ans. En sciences, l'épreuve consistait à répondre en 20 minutes à deux questions tirées d'une liste départementale de sujets d'examens (qualité d'une eau potable, transmission du mouvement par l'étude de la bicyclette, composition du sol, les engrais azotés, la balance de Roberval, binage et roulage...). Ce qui était évalué, ce n'était pas la culture scientifique mais la capacité des candidats à fournir une réponse écrite conventionnelle à une question stéréotypée. Les finalités des classes de fin d'études étaient difficiles à atteindre, d'autant plus que le public de ces classes se réduisait de plus en plus aux élèves ayant des retards scolaires.

Pourtant, les objectifs de cette classe étaient hautement souhaitables - une démocratie ne peut survivre si les citoyens ne possèdent pas une culture de base - mais l'effort de recherche, de formation des maîtres et d'équipement n'a pas été fait. Quelques maîtres avaient fourni un effort d'innovation intéressant surtout en première année de classe de fin d'études, -faire le bilan des adaptations des différentes fonctions physiologiques à la fin d'une course, étudier les combustions et le réglage de différents appareils de chauffage, faire des montages de circuits électriques...- mais leur travail n'a pas été observé et évalué. Il est devenu rapidement inadapté au nouveau contexte technique et social. La seule fonction reconnue à l'école primaire, c'était de servir d'antichambre au collège. On croyait réduire le handicap socioculturel par la simple généralisation de l'entrée en sixième sans changer le contenu et l'esprit de l'enseignement. Mais en fait, on tendait à l'aggraver en travaillant uniquement sur des mots avec des enfants dont la culture était centrée sur les opérations portant sur les objets. De plus, en réduisant les sciences appliquées à un produit scolaire et verbal, on freinait l'orientation vers l'enseignement professionnel (technique) à partir des critères positifs, et ceci malgré tous les discours officiels. Contrairement à l'objectif fixé par les programmes, la classe de fin d'études n'a pas diminué le fossé qui sépare les exécutants des décideurs,

formés à la pensée abstraite et la maîtrise de la langue.

3. LA REFORME DE L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE DANS LES COLLEGES

3.1. La situation en 1945

Le bouleversement de la société à l'issue de la deuxième guerre mondiale est lié en partie au développement extraordinaire de la recherche fondamentale et appliquée. La recherche absorbe jusqu'à 4% du PNB aux USA et frôle les 2% en France. Elle est non seulement un facteur capital du développement mais un instrument décisif du pouvoir des Etats. Pendant plus d'une décennie, le nombre de chercheurs croît de façon exponentielle. Au petit nombre des chercheurs des universités s'ajoutent les chercheurs des nombreux instituts créés ou développés depuis 1936 (CNRS, Institut Pasteur, I.N.R.A. en 1946, INSERM, CEA, CNES, ORSTOM). L'intérêt des décideurs se porta d'abord en France comme aux USA sur la sélection et la formation de scientifiques de haut niveau, caractérisés en particulier par un niveau élevé en mathématiques. Puis émergea progressivement la nécessité d'introduire dans la culture générale de base une dimension scientifique, à la fois pour disposer d'un vivier suffisant de scientifiques (en particulier par la promotion des filles) -ah bon !...- pour créer dans le grand public un climat favorable à la recherche, et pour faciliter l'adaptation aux changements des conditions de vie. Mais cette prise de conscience ne déboucha pas sur un projet cohérent donnant lieu à une réalisation progressive, en particulier à cause de l'instabilité des responsables, de la difficulté à manœuvrer entre la pression des différents lobbies et les contraintes budgétaires. Les effectifs des collèges subirent une croissance considérable : ils gonflèrent rapidement d'abord sous la demande des familles et à partir de 59, par la généralisation de l'entrée en 6ème après le CM et la prolongation de la scolarité obligatoire jusqu'à 16 ans (1959). Il faut y ajouter les effets du baby-boom. Les problèmes quantitatifs absorbaient toute l'attention des décideurs, en particulier la construction de plusieurs centaines de collèges.

Au cours des deux décennies qui suivirent la deuxième guerre mondiale, la filière primaire supérieure fut progressivement supprimée par alignement sur les horaires et les programmes de l'enseignement secondaire traditionnel. Au cours d'une première étape -les cours complémentaires deviennent des "C.E.G."- les plans d'études et les enseignants ne changent pas, en particulier, les programmes scientifiques sont maintenus. Mais cette disposition constitue un désavantage pour les nombreux élèves qui sont entrés au CEG pour des raisons sociales d'opportunité mais qui se destinent en fait au second degré long ; l'enseignement scientifique devient un handicap pour eux car il n'est pas conçu dans l'optique du lycée mais il a pris la place d'un horaire de langues vivantes, c'est à dire d'une discipline de base des lycées.

Au cours d'une deuxième étape, les filières modernes "long" et "court" sont regroupées à l'intérieur d'un même établissement, le CES. Mais ce dernier reçoit principalement les élèves les moins doués -au moins en apparence - pour un enseignement exclusivement verbal, et l'enseignement scientifique joue à nouveau le rôle d'indicateur de l'échec scolaire.

Au cours d'une troisième étape, les sections sont supprimées à l'intérieur du collège unique mais les aspects positifs de la pédagogie des EPS ont disparu :

- le refus d'une pédagogie élitiste,
- la prise en compte du retard linguistique et des difficultés du contexte familial,
- le contact avec le monde des objets, en particulier à l'occasion de l'enseignement scientifique.

Pourquoi a-t-on manqué la possibilité de changer le statut de l'enseignement scientifique et technologique pour en faire une discipline favorable à la réussite scolaire de certains élèves par la valorisation de la culture et de l'expérience de leur milieu, au lieu de les dépayser à ce point à l'entrée du collège par une activité de symbolisation purement verbale ?

Pourtant, ce problème était évoqué désormais dans le public. Des études sociologiques avaient mis en évidence le handicap socioculturel, l'importance des codes et des rôles familiaux dans les apprentissages scolaires. En psychologie génétique, les travaux de WALLON et de PIAGET avaient montré l'importance de l'action sur les objets dans un contexte d'autonomie favorable à la communication et à la symbolisation sur le développement cognitif et ils étaient discutés dans les milieux universitaires. Des savants comme J. Perrin, fondateur du Palais de la Découverte (1936) ont fait un grand effort de diffusion de la culture scientifique (Ex : clubs scientifiques). Toutes ces tendances ont inspiré le plan Langevin-Wallon de rénovation de l'enseignement, développé à partir de 1946 par une commission semi-officielle et adopté "en principe" (mais non "mis en œuvre") par le Ministère en 1946. Il prévoyait en particulier la création d'un cycle moyen d'observation, ouvert à tous les élèves et comportant une initiation effective à la culture scientifique et technique. Mais il manquait en particulier un contact opérationnel avec les enseignants, marqués par une culture disciplinaire très cloisonnée alors que les chercheurs tenaient souvent des discours généraux, abstraits, étrangers aux problèmes quotidiens de la classe. Les résultats de la psychologie génétique étaient souvent présentés comme des interdits et le handicap socioculturel ressenti comme un véritable obstacle insurmontable ; il manquait un lieu où professeurs et formateurs puissent apprendre à communiquer. Même le milieu universitaire qui soutenait le plan Langevin-Wallon avait des tendances technocratiques ; les familles de groupes de Sceaux ont parfois préféré la fréquentation des laboratoires à celle de l'école, et Freinet ne fut pas convoqué à la séance de présentation du plan Langevin -Wallon. Par suite de cette dichotomie, les mesures de rénovation répondaient à deux logiques différentes.

D'une part, des personnalités ou des lobbies étrangers au milieu des enseignants scientifiques des collèges (y compris les responsables) ont cherché à introduire de nouvelles formes d'activités par une véritable effraction dans un cursus scolaire figé dans son organisation complexe. (La moindre modification d'horaire ou de formation entraînait des conséquences multiples, en particulier des dépenses budgétaires).

D'autre part, à certaines époques, se manifeste un vif mouvement d'innovation dans le milieu enseignant, qui présente des caractères spécifiques (c'est un mouvement empirique, qui se situe dans un cadre disciplinaire). Pendant cette période, le milieu professionnel de l'agriculture, lassé par le hiatus culturel entre la culture secondaire de l'éducation nationale et les attentes du milieu a développé une filière propre qui ne se limite pas à un enseignement professionnel.

3.2. Essais de rénovation par la création de nouvelles disciplines

- **Les classes nouvelles (1945-1961)**

L'expérience des classes nouvelles fut lancée par des responsables de l'Education Nationale acquis à la nécessité de répondre aux nouvelles finalités éducatives des collèges -réduction de l'échec scolaire, autonomie et créativité grâce à l'apprentissage des méthodes de travail, coopération- et se distingua par une innovation radicale portant sur les contenus, la relation pédagogique, l'organisation scolaire. Chaque classe nouvelle était prise en charge par une équipe pédagogique robuste -d'où (page 16) l'acceptation de la pluridisciplinarité, de projets relatifs à des problèmes de vie reconnus par les élèves et exigeant une approche interdisciplinaire. Des moyens spécifiques étaient attribués, en particulier un horaire pour la concertation. La pratique pédagogique s'inspirait largement de celle des mouvements d'éducation scientifique. Les caractères de cette pédagogie concernent plus directement l'enseignement scientifique :

- Le développement de l'apprentissage par résolution de problèmes

La méthode fut importée sous le nom de « méthode de découverte » des pays anglo-saxons". Sa diffusion rapide sans analyse critique préalable et expérimentation pédagogique suscita des critiques violentes : l'enfant n'est pas un physicien en culottes courtes qui réinvente la démarche du savant ; la prise en charge effective d'un problème scientifique par la classe est difficile, l'intervention du maître aboutit souvent à une imposition déguisée ; une expérience ponctuelle ne peut être interprétée que dans le cadre d'un ensemble précis de prérequis. Malgré sa naïveté apparente, elle comporta des aspects positifs. Elle permit aux maîtres de découvrir, parfois à leur grande surprise, les obstacles, les erreurs et les oublis dus à la persistance des représentations et de concevoir des stratégies pour surmonter l'échec : l'activité autonome, le dialogue entre pairs. Elle permit de comprendre pourquoi l'imposition du savoir constitue la principale cause de régression et d'admettre que le savoir scientifique se construit par rectifications successives. En fait on relève souvent dans la pratique pédagogique et même dans les textes officiels une autre erreur : la régression de la méthode de résolution de problème à une simple méthode active où toutes les initiatives viennent du maître : choix du problème, filtrage des propositions des élèves, imposition du matériel.

- Le décloisonnement des apprentissages par l'étude du milieu

Ce terme a désigné des activités ayant des objectifs et des pratiques différentes suivant les époques. Au début, il définissait une forme d'accès au savoir (comme les leçons de choses), l'apprentissage par l'observation. Par inductions successives, en développant les critères organisateurs de la perception dans des directions différentes -donc sous la conduite d'une équipe interdisciplinaire- on débouche sur un milieu défini par un ensemble de caractères physiques, biologiques, techniques et sociaux. Le milieu était le centre qui donnait un sens au savoir, permettait de construire des îlots de rationalité surtout dans le cadre d'une conception positiviste de la science. L'étude du milieu consistait à réaliser des projets relatifs à des problèmes de vie reconnus par la classe et

conduisait à des apprentissages susceptibles d'être exploités. Le milieu peut aussi être étudié d'un point de vue écologique au sens large, par exemple il peut s'agir d'expliquer la persistance ou l'évolution d'un système donné par un ensemble de facteurs en interaction. Ces projets peuvent avoir un grand intérêt, ils donnent une fonction et un sens aux apprentissages scientifiques, ils exigent initiative, prise de responsabilité et coopération ; ils ouvrent l'école à des activités diversifiées, ils impliquent l'apprentissage des méthodes de travail. Mais l'interaction des différentes compétences suppose un travail de coordination délicat, dans les conditions actuelles du décloisonnement disciplinaire. D'où la régression du travail des élèves sous la forme d'activités dans le milieu, c'est à dire de projets à dominante disciplinaire, en particulier en sciences naturelles. L'expérience avait pris une grande extension (16000 élèves en 1948) mais elle absorbait des crédits importants en créations de postes et stages de formation. Le ministre débordé par les problèmes quantitatifs abandonna l'expérience en 1961 sous le couvert d'une pseudo-généralisation sans frais (classes pilotes). Ces recherches avaient induit un grand effort d'autoformation chez de nombreux professeurs, en particulier en sciences naturelles : leur attention se portait sur l'élève -ses attitudes, ses représentations- et sur la relation pédagogique, en particulier au cours du travail de groupe. Mais elle développa chez de nombreux maîtres qui avaient investi beaucoup d'énergie dans cette expérience, une attitude marquée par l'attentisme vis à vis des perspectives venues d'en haut.

- **Les travaux scientifiques expérimentaux (1961-1968).**

Après l'abandon de l'expérience des classes nouvelles, le lobby des savants attachés à la recherche du volet scientifique prévu par le plan Langevin-Wallon dans le cadre de l'enseignement moyen destiné à tous les élèves, obtient un premier pas dans cette direction par la création des travaux scientifiques expérimentaux (une heure dans le cycle d'observation). Les activités proposées étaient en rapport avec le développement psychologique des enfants. Le but recherché n'était pas l'acquisition d'un programme défini de connaissances, considéré comme prématuré, mais l'acquisition de la capacité à conduire librement de façon opérationnelle une recherche expérimentale ou documentaire sur un problème défini par les élèves ou reconnu par eux (dévolution) et ayant un sens pour eux. Les thèmes proposés relevaient des disciplines les plus variées : biologie, géologie, géographie, physique, chimie, astronomie, géométrie ... et tout professeur pouvait intervenir. Les objectifs recherchés relevaient du domaine méthodologique : conception et réalisation d'une expérience, vérification d'une hypothèse, réalisation et interprétation d'une série de mesures, traitement d'une suite de nombres ou de graphiques, formulation d'une loi, recherche documentaire... Parallèlement, le travail autonome devait compléter l'apport des disciplines traditionnelles à la maîtrise de l'expression écrite, au développement de la pensée critique et abstraite, à une culture humaniste.

Ces activités déroutaient beaucoup d'enseignants car elles exigeaient une véritable culture scientifique et même des connaissances non acquises à l'université. Comme elles ne relevaient pas de la transposition didactique d'une discipline universitaire précise, il manquait l'autorité scientifique pour la définir et structurer une formation. D'autre part, elle ne donnait pas lieu à une évaluation globale, à la notation individuelle,

à une épreuve d'examen, à la création d'un corps d'inspecteurs spécialisés et responsables. Les créations originales ne furent pas reconnues par suite d'une exploitation insuffisante des documents et les dérapages ne furent pas sanctionnés, ce qui donna libre cours aux critiques. Les groupes de pression firent valoir que la formation expérimentale pouvait se faire à l'intérieur des disciplines. L'innovation fut abandonnée dans les réformes de 1969 et l'enseignement de la biologie bénéficia d'un lot de consolation (1/2 heure de plus à l'emploi du temps, et dédoublement des classes...) mais ces avantages lui furent retirés progressivement.

Chapitre 2. DANS LA SOCIÉTÉ, CULTURE DE BASE ET FORMATION SCIENTIFIQUE : BILAN D'UN SIECLE DE TATONNEMENTS

Pendant longtemps, la formation scientifique de base n'a été définie que par référence à la science universitaire et à la recherche scientifique fondamentale. Or, le bon fonctionnement de la démocratie dans une société en évolution rapide nécessite une opinion publique informée, qui ne se laisse pas emballer par les modes et les coups de cœur de la presse et des médias, qui n'oscille pas entre deux positions excessives : sacralisation de la recherche ou défiance systématique. Le recrutement qualitatif et quantitatif de chercheurs suppose un vivier suffisamment développé grâce à l'intérêt -qui ne va pas de soi-, porté par les jeunes aux sciences. La formation des techniciens de l'industrie et de la recherche exige une ouverture suffisante des jeunes vers les disciplines scientifiques. Et on ne peut pas envisager un développement durable de la recherche si elle n'oriente pas les pratiques d'une population capable d'assumer les changements rapides des conditions de vie. Mais des raisons plus importantes devraient déterminer actuellement le rôle et la place de la formation scientifique dans la culture de base. Alors que les décisions d'ordre économique, politique et social, se fondent le plus souvent sur des intérêts à court terme ou marqués par la recherche du pouvoir ou du profit, la capacité à observer, analyser et prévoir les perturbations provoquées par l'action humaine devient une exigence vitale. La lutte contre l'épuisement des ressources naturelles, les pollutions, les destructions liées aux grands travaux implique la régulation des conduites individuelles et la participation aux décisions collectives : dans l'analyse qui précède les prises de décision, on néglige trop souvent des variables importantes et il n'est pas rare que les conséquences de l'intervention se manifestent dans des domaines que les décideurs n'ont pas explorés. La culture scientifique intervient à la fois dans la régulation des conduites personnelles et dans la participation aux décisions collectives. Elle est nécessaire pour résoudre les problèmes posés par la survie d'une société démocratique. Or, la formation des experts est souvent si éloignée de celle des exécutants que cette hétérogénéité crée des différences de mentalités, de modes de pensée, de possibilités d'information qui rendent

difficile la participation des citoyens aux discussions et aux prises de décision. En particulier, les citoyens “de base” sont souvent déroutés par les formes de pensées déductives, modélisantes et probabilistes. Or, ils ont “des choses à dire” dans leur langage, une expérience à communiquer, des interrogations parfois originales à formuler... Par ailleurs, le caractère pluraliste des sociétés développées supprime (et c'est heureux !) la cohérence qu'assure l'imposition d'une idéologie. La convergence sur un projet de société, l'acceptation des différences impliquent une discussion publique sans domination (Habermas), discussion orientée par des critères rationnels. L'école est l'un des lieux où cette convergence peut être préparée, en particulier -mais pas uniquement- par la participation de la culture scientifique à la lutte contre les foisonnements de l'irrationnel, l'oppression des intégrismes, la chasse aux dissidents. La culture scientifique permet de définir objectivement les implications d'une décision. Enfin, la culture scientifique contribue à éclairer les prises de positions philosophiques et les choix métaphysiques ou éthiques. Elle ne les détermine pas, mais elle aide à les objectiver (évoquons le statut de la nature, celui des origines humaines, l'idéologie d'une terre vivante : GAÏA). En particulier, quelle est la légitimité de l'intervention humaine dans le sort fait aux animaux, la disparition de nombreuses espèces, les manipulations génétiques ? Après avoir bouleversé les techniques, (et donc les problèmes) de la procréation, la recherche s'oriente vers la maîtrise du patrimoine génétique... Et qu'en sera-t-il de la manipulation de la conscience ?

Les valeurs ne peuvent être considérées comme une simple retombée scientifique, elles ne s'établissent pas par une déduction directe des principes abstraits qui s'imposent à tous, elles relèvent d'une confrontation qui articule axiologie et empirisme. La culture scientifique contribue à l'objectivité de la confrontation dans le traitement des données empiriques.

Pour réaliser ces exigences, la formation scientifique ne peut se limiter à l'acquisition d'un savoir scolaire purement verbal, encadré d'un discours édifiant sur la science ; elle n'a pas pour prototype le physicien en culottes courtes car elle ne produit pas de nouvelles données scientifiques, dans un champ très précis, à partir de méthodes et techniques parfaitement décrites et définies. Elle peut se décomposer en deux étapes : la première, qui se situe nécessairement à l'intérieur de la scolarité obligatoire porte sur l'accès à une culture commune qui permet la communication, malgré les différences de niveau, d'intérêts ou d'expériences. Il ne s'agit pas de proposer à la suite de transpositions didactiques successives un “broyat” du savoir des savants. Certes, certains manuels présentent le savoir universitaire sous forme linéaire, comme celle d'un code de droit, mais le savoir des scientifiques se présente lui-même comme un hypertexte complexe.

Mais il s'agit de valoriser l'acquisition de compétences, d'attitudes, de savoirs :

- être capable de reconnaître et d'appliquer des connaissances relatives à un certain nombre de problèmes de vie,
- savoir s'étonner lorsque les prévisions ne sont pas réalisées et en rechercher la cause,
- comprendre la démarche d'un chercheur et savoir reconnaître comment une prévision peut être mise en défaut, comment un raisonnement peut se révéler faux dans certaines circonstances (falsification),
- savoir jauger les déformations introduites en particulier par les médias, (le théâtre de la preuve),

- savoir rechercher une information relative à un problème donné et réorganiser le savoir à la suite d'une rectification ponctuelle.

De plus, il importe de situer cet apprentissage dans le cadre d'un projet pédagogique global (scolaire ou parascolaire) qui favorise le développement cognitif ou les apprentissages instrumentaux (langue orale en particulier). Il faut se demander comment ce projet s'intègre dans l'expérience et le contexte culturel de l'enfant.

La deuxième étape (qui ne sera pas abordée ici) pose le problème de la communication entre la culture du spécialiste et celle de l'homme de la rue.

L'analyse des "leçons de choses", faite dans le chapitre I, a montré quelle importance a été donnée à l'observation dans l'entraînement des jeunes élèves.

La description de l'expérimentation a aussi conduit à de nombreuses impasses. La différence entre activités à finalités techniques et activités scientifiques n'est pas claire. Ces dernières consistent à agir sur la nature pour connaître. Lorsque l'observation comparée ne permet pas d'isoler une variable, il ne suffit pas de multiplier les expériences avec du matériel simple mais il faut inventer un dispositif qui résiste à l'examen critique. La démarche expérimentale ne consiste pas à appliquer une "recette" passe-partout attribuée à Claude Bernard ou à imposer une explication après une manipulation quasi rituelle (le verre renversé pour la pression atmosphérique, la bougie sous la cloche pour l'analyse de l'air) mais elle exige la participation active et critique de la classe. La validité des pratiques pédagogiques fondées sur la tradition n'a pas été confirmée par les recherches épistémologiques et psychologiques qui se sont développées de façon systématique au XX^{ème} siècle... Or la recherche de l'objectivité n'est pas la seule contrainte de l'enseignement scientifique, la mise en question des évidences sensibles et pratiques est nécessaire pour permettre la construction du savoir scientifique. Bachelard a qualifié d'obstacle épistémologique les représentations spontanées véhiculées par le langage, (le soleil se couche, etc.), et les pratiques sociales. Ce sont ces obstacles épistémologiques, ces fausses représentations, qui doivent être ébranlés. D'autre part, les recherches des psychologues du développement (Piaget, Wallon) ont décrit les représentations des enfants et les ont situées par rapport aux étapes du développement cognitif. Les didacticiens ont ainsi été conduits à postuler une détermination réciproque entre ce développement et des apprentissages scientifiques où l'enfant utilise les instruments de la pensée rationnelle. Ceci se fait à partir d'un même exercice : une activité de résolution de problèmes, en situation d'autonomie et de communication. Ce travail assume ainsi simultanément deux fonctions : le développement de la pensée rationnelle et les apprentissages scientifiques.

Même après la diffusion des recherches en pédagogie et en didactique -après la deuxième guerre mondiale-, les textes officiels ignorent ces problèmes. Ainsi s'explique en partie la déficience de l'efficacité éducative des apprentissages scientifiques, qui se révèlent non réinvestissables (sauf aux épreuves du Certificat d'Etudes Primaires) et qui sont oubliés très rapidement, malgré le nombre des apprentissages successifs (le plus souvent livresques !) et leur caractère pesant.

Et pourtant, les objectifs directement utilitaires de cet enseignement étaient atteints de façon satisfaisante !

Ces textes officiels ont fortement imprégné la mentalité des maîtres (souci de prendre en charge tous les enfants, de valoriser la liberté de conscience, de faire respecter le travail manuel...), mais ils étaient très insuffisants pour rendre les maîtres capables de

déterminer :

- ce qu'il fallait enseigner (répartition annuelle),
- quel contenu il fallait donner aux termes "leçons sur...", "notions sur...", "expériences sur... ",
- comment il fallait organiser le questionnement,
- comment il fallait gérer les réponses des élèves,
- comment on pouvait réussir et interpréter les expériences suggérées...

L'évolution du système scolaire, la cristallisation des contenus pédagogiques, les innovations modestes ou radicales, étouffées ou transplantées, venues ou non de la base, dépendaient de variables multiples. La leçon de choses a subsisté pendant près d'un siècle, malgré les variations qu'elle a subies principalement à l'issue des deux guerres mondiales.

La période de l'école de Jules Ferry qui s'étend jusqu'à la première guerre mondiale est caractérisée par :

- la continuité de la politique (plus de trente ans sans changement de programme, sans que le travail d'un ministre soit détruit par son successeur),
- sa cohérence (les responsables ont choisi d'agir sur l'ensemble des variables qui déterminent les pratiques pédagogiques réelles),
- la qualité du consensus entre les différents partenaires du système éducatif (marqué le plus souvent par un engagement militant des acteurs : instituteurs - voir les "hussards noirs de la République" de Péguy-, inspecteurs, hommes politiques et notables locaux).

Ce consensus avait une tendance au scientisme et au nationalisme (exercices militaires avec des fusils de bois) mais il a permis à des pédagogues éminents (par exemple : Félix PECAUD, premier directeur de l'école normale supérieure de FONTENAY) de donner leur pleine mesure.

La formation des instituteurs constitue la clé de voûte du système. Les Ecoles Normales étaient d'abord des lieux où les élèves d'origine populaire recevaient une formation civique et morale ¹, parfois à orientation idéologique, qui respectait leur culture d'origine (valorisation du travail manuel) tout en leur donnant les habitudes (hygiène, "bonne" tenue à table, par exemple) que l'on souhaitait diffuser en milieu populaire. La formation intellectuelle qui menait au Brevet Supérieur était radicalement différente de celle des lycéens du même âge qui préparaient, eux, le Baccalauréat. Dans toutes les disciplines, les programmes étaient centrés sur le principe qu'il fallait apprendre ce que l'instituteur doit savoir pour pouvoir enseigner : on faisait beaucoup d'arithmétique mais on n'étudiait pas les dérivées...

L'enseignement scientifique était orienté par deux idées directrices : donner une formation expérimentale portant principalement sur les domaines étudiés à l'école primaire et comprendre les activités agricoles et industrielles, principalement dans la région, (visites d'usines, aciéries, usines chimiques, par exemple...).

La leçon débutait par une expérimentation réalisée souvent avec un matériel simple, voire rudimentaire, qui permettaient seulement une monstration suivie d'un cours théorique.

¹ NIQUE Christian. « *L'impossible gouvernement des esprits : histoire politique des Ecoles Normales primaires nathan*. 1991.

Chapitre 3. BILAN ET PERSPECTIVES

1. BILAN : LACUNES ET CAUSES DE BLOCAGE DES PLANS D'ÉTUDE SUCCESSIFS

1.1. Difficultés de l'établissement d'un plan d'étude qui rende les finalités opérationnelles

Tantôt le plan d'études est construit à partir du savoir des savants, tantôt il est établi en fonction des pratiques sociales et/ou des intérêts personnels des élèves.

Dans le premier cas, on part d'un niveau élevé et on déduit par des transpositions didactiques successives des formulations de plus en plus simplifiées pour le niveau des lycées, du collège, de l'école élémentaire.

Cette procédure présente des inconvénients tant du point de vue épistémologique que du point de vue pédagogique.

En effet, le savoir universitaire ne présente pas l'organisation linéaire d'un cours de droit. Il se présente comme un hypertexte susceptible de subir des traductions multiples suivant le domaine de recherche concerné. Sans fil directeur le résultat final risque de n'être qu'un broyat conceptuel sans vraie cohérence..

Le résultat de la transposition dépend donc de la composition des compétences et des orientations de l'équipe. Du point de vue pédagogique, cette méthode risque fort d'imposer d'emblée un cloisonnement disciplinaire et un catalogue de connaissances dénué de sens pour l'enfant qui reste centré sur ses problèmes de vie et n'arrive que très progressivement à l'objectivité des méthodes scientifiques.

Dans le deuxième cas, on part du vécu et des intérêts des enfants et des pratiques sociales qui les concernent pour dégager un savoir qui leur donne un pouvoir ou qui réponde à leurs besoins d'explications. Il faut donc commencer par un questionnement dont certains éléments présentent un caractère scientifique et conduisent à un savoir ponctuel. Celui-ci, détaché du contexte subjectif dans lequel il a été produit grâce à sa vérification par les sources d'information et la confrontation sociale, peut être intégré dans un îlot de rationalité dont le contenu est déterminé par des critères objectifs.

Le rôle du plan d'étude est de définir ces îlots ainsi que les situations de référence possibles.

Quelle méthode choisir ?

L'évaluation de la mise en œuvre des plans d'étude par les enseignants et du travail réel des élèves fait apparaître l'intérêt de la seconde approche. Il ne faut cependant pas oublier la nécessité d'un recours aux scientifiques pour définir les objectifs possibles et pour rédiger des formulations qui ne se réduisent pas à des recettes techniques ou à des phrases creuses (du type "fiches de connaissances" par exemple), mais qui soient claires et cohérentes, exactes et non génératrices d'ambiguïtés ou d'erreurs...

1.2. Quelle démarche ?

En France, les instructions officielles et les documents de travail des maîtres insistent sur deux caractères: la pratique des méthodes actives et la présence d'objets servant de supports à l'observation et à l'expérimentation.

- ***Pratique des méthodes actives***

Les textes décrivent rarement les critères effectifs des méthodes actives et les théories de l'apprentissage auxquelles elles se réfèrent.

Pour les partisans de l'apprentissage par les questions, le maître transmet le savoir objectif élaboré par la société scientifique et prétend pratiquer les méthodes actives lorsqu'il amène les élèves à trouver eux-mêmes la bonne réponse grâce à la présentation judicieuse du matériel et à l'orientation habile du questionnement suivant la démarche socratique.

Mais la recherche en didactique a montré, au grand étonnement de maîtres de valeur, que les élèves organisent leurs idées, leurs interprétations des formulations proposées par les adultes ou par leurs camarades en un système de représentation idiosyncrasique souvent très éloigné des énoncés scientifiques.

A l'autre pôle, se situe l'apprentissage par résolution de problèmes désigné pendant longtemps " apprentissage par la méthode de découverte ".

Cette dernière expression est ambiguë et source de polémiques car elle laisse supposer que l'enfant fait les mêmes découvertes que le savant malgré l'extraordinaire différence entre les deux situations.

L'apprentissage par résolution de problèmes désigne des attitudes exigées par la recherche scientifique et que les chercheurs ont admiré chez l'enfant comme la créativité et la richesse de l'imagination .

La résolution de problèmes s'appuie sur l'initiative des élèves qui est à l'origine du questionnement, de la formulation des hypothèses, des échanges entre eux, en particulier dans l'expression des représentations et dans leur rectification.

Ce travail permet de faire apparaître le caractère dynamique du savoir scientifique, c'est-à-dire ses possibilités de réinvestissement dans des situations différentes, la nécessité de reformulation lorsque les prévisions sont mises en échec.

Actuellement, la plupart des plans d'étude recommandent cette pédagogie qui fait l'objet de nombreuses recherches en didactique. Cependant, les projets n'attirent pas toujours l'attention sur les difficultés et les limites de ce type de pédagogie.

La formulation du problème et son adoption par toute la classe à l'occasion d'activités spontanées exigent maturation et expérience.

Le résultat ponctuel de la démarche doit être confirmé par l'exploitation de documents. Ensuite, une métaréflexion permet d'intégrer le savoir dans une structure cognitive et d'explicitier la logique de la démarche. On prépare ainsi des points d'appui pour les apprentissages par réception dont l'importance croît au cours de la scolarité .

- **Présence d'objets servant de supports à l'observation et à l'expérimentation**

Les concepts scientifiques sont construits à partir de données tirées de références empiriques par l'observation et l'expérimentation. De ce fait, faut-il répéter ces diverses opérations pour apprendre ou une simple explicitation par le langage ou l'image est-elle suffisante ? La réponse varie avec la finalité du savoir.

Si l'apprentissage se limite à une simple explication, c'est-à-dire à un énoncé du concept et de ses conditions de validité, il peut suffire pour comprendre le travail du savant ou de l'expert et les conséquences d'une intervention. Mais alors il ne permet pas la prévision dans des cas précis, ce qui exige le repérage des variables, leur contrôle grâce à la maîtrise des techniques.

Cependant, il n'est pas toujours possible de fonder un apprentissage sur une démarche expérimentale (exemples: rôle et structure de l'ADN, désintégration de l'atome). Mais les apprentissages par simulation ou l'exploration d'une application permettent souvent de dépasser les approximations d'un apprentissage verbal. D'où l'intérêt de la méthode par résolution de problèmes qui donne des repères dans un cadre de connaissances en évolution rapide.

Les solutions adoptées diffèrent suivant le niveau.

A l'école élémentaire, la primauté donnée à l'observation dans les plans d'étude successifs se justifie à condition de préciser les opérations intellectuelles qui permettent le repérage et le traitement des données. Les textes plus récents étendent les pratiques pédagogiques vers l'action et l'expérimentation. Mais les expériences citées dans les manuels ne sont souvent que des "monstrations" imposant une explication sans analyse critique des variables et des interprétations possibles (expérience du verre renversé, analyse de l'air par la bougie).

Au collège, un effort financier important a été fait pour permettre la réalisation effective de travaux pratiques (construction et équipement de laboratoires, dédoublement des classes pour les travaux pratiques pour permettre aux enseignants de suivre le travail de chaque élève au cours des manipulations). Mais la distinction entre cours et travaux pratiques, aggravée par le cloisonnement des disciplines (sciences physiques, sciences naturelles, technologie) permet difficilement un enseignement cohérent et une démarche de résolution de problèmes, et tend à bloquer le dynamisme de la classe. La finalité des travaux pratiques est parfois perdue de vue. Ils se réduisent à des applications répétitives de techniques ou à des cours déguisés, marqués par une conception positiviste des sciences.

Les résultats ne sont pas toujours en rapport avec l'engagement enthousiaste de nombreux enseignants. Après la période d'innovations fécondes déjà évoquées, des difficultés apparaissent. Les finalités spécifiques de ces pratiques pédagogiques s'estompent dans l'urgence des problèmes de vie des élèves et la nécessité d'adapter le contenu de l'enseignement scientifique au foisonnement des découvertes largement évoquées par les médias.

- ***Priorité à l'acquisition des connaissances ou à la maîtrise des méthodes spécifiques de la pensée scientifique***

De vives discussions ont longtemps opposé les enseignants et les chercheurs sur ce problème.

Pour les uns, il fallait d'abord construire un petit nombre de concepts de base à partir de situations signifiantes, pour les autres, il fallait d'abord orienter le foisonnement des activités enfantines vers la maîtrise de la méthode expérimentale. Or, l'opposition entre le processus et le produit est artificielle, en particulier dans le cadre des apprentissages par résolution de problèmes, où le savoir se définit comme la réponse à une recherche.

Les deux finalités se définissent par interaction. Le savoir reste purement verbal, s'il ne peut être réinvesti efficacement dans des situations réelles pour être confirmé ou réfuté. Il est réduit à une recette technique s'il se limite à un mode d'emploi spécifique et s'il n'est pas impliqué dans un contexte global. Inversement, la "méthode expérimentale" c'est-à-dire la prétendue méthode de Claude Bernard, ne désigne pas une procédure uniforme et infaillible. Or, une vraie méthode expérimentale, cohérente, résulte d'un enrichissement progressif des procédures de recherche au fur et à mesure que se développent les structures cognitives du jeune enfant.

Parmi les opérations qui la caractérisent, citons :

- la formulation d'hypothèses à partir de l'observation,
- la vérification de l'hypothèse par la démarche hypothético-déductive,
- l'interaction des variables à l'intérieur d'un système repéré,
- la construction d'un modèle permettant d'expliquer et de prévoir.

Pourtant, ce modèle se révèle de plus en plus inadéquat parce que la science évolue rapidement, parce que les enfants vivent dans un milieu technique bouleversé, parce que les élèves ne sont plus les mêmes (allongement de la scolarité, lutte contre l'échec scolaire), parce qu'il faut contribuer à la résolution de leurs problèmes de vie.

Certes, sur le plan institutionnel, des réformes très onéreuses furent engagées, comme la généralisation des travaux pratiques, mais on n'avait pas défini la formation théorique qui aurait pu établir le lien entre la culture générale et les apprentissages professionnels. Or, c'est cette formation qui détermine le véritable niveau de qualification professionnelle du maître. Celui-ci, au lieu d'être un exécutant de consignes, qui reproduit la coutume, devait être capable d'adapter ses interventions aux intérêts et aux représentations des élèves, d'éviter les échecs individuels, de prendre en compte les problèmes du milieu, et l'évolution des sciences et des techniques.

C'est pourquoi les innovations des années quarante-cinq (classes nouvelles) et des années soixante-dix (pédagogie d'éveil), à cause du manque de formation des maîtres, ont été en grande partie étouffées.

1.3. La formation

A l'école élémentaire, trois types de formation se sont succédé dont le point commun était d'être différentes de celle des autres enseignants.

- ***La formation des maîtres avant quarante***

Pendant près d'un siècle, la formation initiale a été centrée sur l'acquisition de la matière à enseigner, que la filière suivie soit celle du Brevet supérieur (culture à orientation professionnelle) ou celle du Bac (culture générale dévoyée par le bachotage). De toutes façons, une coupure radicale s'établit entre ces formations des futurs maîtres de l'enseignement primaire et celle des futurs professeurs du secondaire, formés, eux, à l'université.

Cette formation est devenue, progressivement, de plus en plus inadaptée. Au début, la liaison étroite avec la profession fut efficace, mais elle devint rapidement anachronique à cause de son caractère statique et rural et tendit à consolider les inégalités sociales par la différence de culture.

- ***La formation des maîtres après 1945***

Après mille neuf cent quarante-cinq, la préparation du baccalauréat substitue une culture générale à une culture à orientation professionnelle. Cette culture générale était insuffisante parce que verbale. De ce fait, une formation professionnelle éclatée donnée en une ou deux années à l'école normale restait le plus souvent cantonnée au plan des recettes et des discours. La formation des professeurs de collèges, poussée jusqu'au niveau de la licence ou de la maîtrise, et de niveau élevée, mais éloignée en partie des exigences spécifiques d'un futur enseignant, laisse peu de place au travail sur les problèmes de vie en liaison avec les spécialistes compétents. Quant aux futurs professeurs, ils ont parfois l'impression d'être des sous-produits de la formation des chercheurs sans accéder eux-mêmes à la recherche, sans en vivre le dynamisme. D'autre part, l'université laisse souvent peu de place au domaine des recherches stabilisées, alors que ce domaine constitue souvent la base de l'enseignement secondaire (systématique, anatomie comparée). De plus, la prise en compte de ces notions élémentaires implique souvent un mode différent d'organisation du savoir. Enfin, une réflexion épistémologique fondée en partie sur l'histoire des sciences, est nécessaire pour comprendre la logique d'une recherche et l'origine d'un problème. Ajoutons que l'extrême spécialisation de la formation universitaire entraîne la quasi-impossibilité de la bivalence réservée aux professeurs les moins formés, les PEGC. Or, le cloisonnement excessif rend plus difficile pour l'élève la construction de concepts à partir d'éléments localisés dans des tiroirs (différents), et le travail en équipe des professeurs, les horaires réduits de chacun ne permettent pas de pratiquer une pédagogie individualisée. Et le souci très vif, chez de nombreux professeurs, de réduire le handicap socio-culturel par une activité plus conforme aux intérêts et aux expériences des élèves est contrarié par l'absence de formation relative au développement cognitif de l'élève, aux échecs dus à l'ignorance de ces représentations, et à l'évolution de ces attitudes.

Un fossé sépare souvent les scientifiques des spécialistes en sciences de l'éducation.

Les premiers reprochent aux seconds leur vocabulaire ésotérique; les seconds dénoncent le positivisme étroit de nombreux enseignants.

La formation pédagogique s'est trop souvent limitée pratiquement à un apprentissage empirique au cours de stages qui étaient ressentis souvent comme interrompant l'activité principale : la préparation de l'agrégation.

- **Problèmes de formation à partir de 1991**

La création des IUFM en 1991 entraîne deux modifications importantes.

Comme le statut de l'instituteur est aligné sur celui des professeurs de collège par l'équivalence du niveau de formation (durée et diplômes), la collaboration entre les deux types d'enseignants est possible sans relations de dépendance. Mais cet allongement de la durée des études des maîtres de l'école élémentaire est-il simplement dû à une mode que l'on retrouve dans d'autres secteurs d'activité, ou a-t-il un sens : répondre à un besoin spécifique de qualification professionnelle ?

La polyvalence de l'instituteur n'est pas la consécration d'une infériorité, mais la condition nécessaire pour assurer le développement cognitif (et affectif) de l'enfant.

Au cours d'une activité scientifique réussie, les élèves sont amenés à employer un langage abstrait, précis et rigoureux, parfois à faire des schémas, à rédiger un compte rendu objectif d'observation, de sortie, d'expérimentation, à faire des mesures et à traiter les données obtenues.

Le maître doit avoir ces objectifs présents à l'esprit pour vérifier s'ils sont atteints ou organiser les apprentissages nécessaires en cas de défaillance.

En effet, les disciplines se construisent progressivement par interaction.

Or, les instructions officielles de l'école élémentaire insistent sur cet aspect, mais leur prise en compte est très insuffisante.

La polyvalence suppose cependant un minimum de culture scientifique que ne possède pas le plus grand nombre des élèves-maîtres. La maîtrise de la culture scientifique doit être acquise malgré le cadre horaire très réduit attribué à la formation scientifique. Cette formation consiste principalement en une incitation à la curiosité, au questionnement, et à la création investie dans la démarche scientifique. La méthode la plus employée consiste à mener en parallèle la résolution d'un même type de problèmes au niveau du centre de formation : (Ecole Normale, puis IUFM), et au niveau de l'école élémentaire (thèse de troisième cycle, DEVELAY), et à s'appuyer sur la documentation et la compétence des membres de l'équipe pédagogique.

Le professeur de collège acquiert une compétence professionnelle spécifique, non seulement par une connaissance de plus en plus pointue de sa discipline, mais par la maîtrise des moyens, des connaissances et des relations qui lui permettent d'éviter l'échec (handicap socioculturel), et de répondre aux besoins des élèves.

2. LES TROIS MODES DE GESTION DE L'INNOVATION

Le premier mode de gestion est de type **politique et hiérarchique**. Il est fondé sur une conception durkheimienne de l'éducation. Le rôle de l'école est d'intégrer les enfants dans la société des adultes. L'enseignement scientifique donne un fondement objectif à cette nécessaire intégration.

L'école de Jules Ferry était fondée sur ce principe, de façon intelligente et efficace. L'enseignement scientifique ou : »leçons de choses », en était l'un des piliers. Il y avait une cohérence entre les objectifs et les moyens nécessaires pour les réaliser, en particulier l'immense effort de formation des maîtres, et la base adhérait aux finalités définies par les décideurs.

La dégradation des leçons de choses après 1945 est due à plusieurs causes :

- l'insuffisance et les difficultés de la formation des maîtres,
- le fossé grandissant entre le programme proposé et l'explosion technique et scientifique de cette époque,
- le désaccord croissant entre ces textes proposés et les convictions politiques ou personnelles de nombreux maîtres,
- la crise des manuels, trop souvent surchargés de détails inutiles, et rédigés par des fonctionnaires sans contact suffisant avec les classes.

D'autre part, les changements constants des équipes ministérielles, source d'instabilité et d'incohérences sont en partie responsables de cette dégradation. Le système d'innovations tourne à vide.

D'une façon générale, le mode politique de gestion de l'innovation bute sur la résistance des enseignants, le repli sur la coutume, l'attentisme et la défense corporative.

Le deuxième mode de gestion de l'innovation est un mode **consensuel**.

Tout véritable Éducateur est un inventeur dans sa classe, car il doit résoudre continuellement des situations imprévues. En général, ces expériences ne sont pas communiquées et restent ignorées des décideurs, et par suite oubliées.

Dans un certain nombre de cas, elles peuvent déboucher sur un mouvement pédagogique parfois en opposition avec les instructions ministérielles, par exemple celui de Freinet.

Le fonctionnement démocratique donne lieu éventuellement à une dérive spontanéiste.

L'intérêt de ces mouvements pédagogiques est considérable : les enseignants y appliquent déjà la philosophie et les finalités des activités d'éveil scientifiques qui se fondent sur un besoin de sens, la recherche d'un intérêt ou d'un pouvoir et non sur un apprentissage imposé arbitrairement. Le maître est à l'écoute des élèves, il connaît leurs intérêts, les échecs dus aux représentations préalables, il voit si l'élève est capable de réinvestir le savoir appris, mais il doit éviter plusieurs dérapages : la dégradation de la communication en bavardages ou déménagements (des tables ou du matériel de la classe): il est difficile d'organiser un travail de groupe en situation d'autonomie.

De façon générale, l'innovation fondée sur l'invention et la communication est à la fois préparation à la vie démocratique et à la formation de l'esprit scientifique, et elle implique l'ouverture de l'école sur le milieu.

Processus d'encadrement pédagogique des sciences

	1) Responsables et statut des différents partenaires du système scolaire	2) Conception générale du plan d'études	3) Modalités particulières à l'éducation scientifique	4) Rapport avec le milieu naturel, technologique et social	5) Evolution et intégration par ouverture du processus ou dérivés	6) Rôle du maître formateur
a) Processus hiérarchique centré sur les finalités	Les décideurs traduisent les finalités reconnues par le pouvoir politique en un plan d'études imposé et uniforme. Les maîtres sont avant tout des exécutants. Les élèves sont "éduqués", c'est-à-dire conduits vers les objectifs fixés par les adultes, cf. Durkheim	La hiérarchie au service des décideurs assure directement les différentes étapes de la mise en œuvre du travail : rédaction des programmes et des instructions, formation et sélection du personnel (par la notation), choix des moyens d'enseignement, observation et évaluation	Savoir utile sélectionné pour ses applications sans recherche d'un corpus scientifique-cohérent - <i>a priori</i> disciplinaire. Importance accordée à l'observation qui conditionne l'application exacte d'une connaissance à une situation. Conception positiviste de la science.	Malgré les propos officiels, l'école est coupée de la vie. Elle est fermée aux personnes non autorisées par l'I.A. Le milieu se présente comme le prolongement de la classe : "leçons de choses en classe et en promenade". Très forte tendance à l'uniformité : "La même dictée au même moment	Processus confiné à une vision statique incapable de prendre en compte la transformation de la société, l'allongement de la scolarité, la nécessité de fonder les apprentissages sur une culture générale à orientation scientifique. L'abandon des finalités accélère la dérive du plan d'études en un programme	Exécutant
b) Processus consensuel fonction d'une société démocratique	Un groupe d'enseignants, de chercheurs constitué librement définit un projet éducatif et le met en œuvre/ Maîtres: mettent en valeur leurs capacités d'innovation et de communication. Elèves consultés, participent éventuellement aux décisions.	Les décisions relatives au plan d'études et à l'organisation du travail sont prises à l'issue d'un débat démocratique du groupe enseignants-élèves. Elles prennent en compte l'environnement social et les intérêts des élèves. C'est le groupe d'enseignants qui prévoit,	Place capitale accordée à la méthode de découverte à l'occasion de problèmes repérés par les maîtres et les élèves; vérifications et compléments sont assurés par la recherche documentaire. Pas de programme systématique ni de manuels. Le savoir se situe par rapport au vécu	Liaison étroite entre l'école et le milieu de vie. Importance des activités de projet relatives à des problèmes reconnus par la classe. Maîtres, élèves, intervenants extérieurs ne sont pas assignés à des rôles rigides. Individualisation des apprentissages par	Evolutions possibles : Adhésion à des finalités en dehors des équipes et acceptation d'une observation et d'une évaluation objectives : réussite des projets pédagogiques. Dérive spontanée par la fermeture de l'équipe sur elle-même.	Créateur
c) Processus technocratique fondé sur les données scientifiques	Une commission de spécialistes (disciplines scientifiques et psychologiques) construit le plan d'étude à partir des compétences spécifiques de chaque membre. Le produit a un caractère scientifique. Maîtres et élèves sont des sources d'information (grâce aux enquêtes et aux observations de classes).	Les commissions proposent ou contrôlent les niveaux de formulation et la correspondance du savoir proposé avec les finalités précédemment définies. Elles recherchent les causes d'échec et les stratégies pour le contournement des obstacles (représentations d'ordre épistémologique) liés au développement cognitif ou au statut social de l'élève (régulation par évaluation). Création d'un	Le plan d'études a un caractère disciplinaire marqué. Les références aux finalités ont un caractère purement formel. Le programme est conçu comme le 1 ^{er} palier d'un curriculum scientifique cohérent. Le programme est caractérisé par le cloisonnement disciplinaire.	Les spécialistes font des interventions spécifiques dont le contrôle échappe en grande partie aux maîtres. L'étude du milieu est limitée par le caractère national des productions des équipes de recherche (entretiens, évaluations).	L'école élémentaire tend à être orientée en fonction des exigences du collège et non des besoins et des intérêts des élèves. Programme précis et obligatoire. Une mauvaise utilisation de la recherche en didactique tend à transformer le document d'aide (objectifs, obstacles, stratégies) en une fiche de recettes passe-partout.	Noeud d'un réseau.

Le troisième mode est fondé sur l'**expertise**.

Toutes les décisions sont prises par des commissions de spécialistes qui réunissent les compétences impliquées dans l'action pédagogique, spécialistes de la discipline, psychologues, etc.

L'enseignant devient un exécutant qui subit l'addition des compétences spécifiques sans avoir le lien qui leur donne un sens.

En sciences, les commissions facilitent le rajeunissement des disciplines, l'élimination des erreurs et des formulations ambiguës des programmes et des manuels, mais elles ont l'inconvénient d'imposer d'emblée un cloisonnement disciplinaire qui n'a pas de sens pour les enfants et elles font éclater les relations entre les disciplines impliquées dans la constitution des compétences fondamentales.

Quel est le mode préférable ?

Tout plan d'étude combine les trois modes en les hiérarchisant.

La conception hiérarchique de l'innovation tend à annexer les instruments du mode technocratique et à justifier sa domination par la compétence scientifique des experts.

A l'opposé, le mode consensuel ne peut éviter de s'embourber dans des querelles d'école et des prises de position subjectives qu'en faisant appel aux instruments d'observation, d'évaluation, et d'analyse épistémologique faites par les experts. L'innovation ne présente un caractère démocratique que si elle se développe librement dans le cadre d'une finalité politique reconnue et explicite imposée par la hiérarchie et avec les instruments proposés par les experts et utilisés de façon critique.

Comment réussir l'innovation en sciences?

A première vue, l'enseignement scientifique de base paraît impossible compte tenu de la réduction des horaires et de la rapidité des modifications apportées par les nouvelles découvertes.

Certes, le maître n'est plus le dépositaire du savoir, mais il reste celui qui donne la culture de base permettant de comprendre le langage des experts, de participer de façon critique aux discussions (ex: environnement, santé) et de repérer les faits qui contredisent les attentes supposées, de vérifier l'intégration du savoir sur le plan du vécu et sur le plan du connu.

L'enseignement scientifique met en rapport deux compétences complémentaires assumées par deux rôles différents : l'expert qui travaille sur le plan du vécu dans sa complexité, et le scientifique qui explique les lois et construit les modèles utilisés.

De ce fait, le scientifique est immergé dans l'environnement technique qui lui impose un recyclage permanent.

L'accès à une culture de base commune suppose que l'on évite la ségrégation par l'échec ou le nivellement par la base.

A l'époque de Jules Ferry, ces conditions étaient en grande partie remplies à l'école élémentaire. Elles étaient réalisées par l'intuition de l'instituteur issu des mêmes classes populaires que ses élèves et qui voulait la réussite de tous. Mais un siècle plus tard, cette condition est loin d'être réalisée. Alors que les professeurs d'école appartiennent aux classes moyennes, et passent par l'enseignement supérieur, leurs élèves, dans les

banlieues par exemple, sont souvent d'une culture totalement différente par le langage, les intérêts, les attitudes, l'expérience de la vie, d'où le handicap psychosociologique qui a provoqué un déluge de recherches dans les années soixante et qui inspire nombre d'expériences.

Les professeurs de sciences naturelles du collège ont souvent les mêmes conduites car les élèves manifestent souvent d'autres capacités que l'intelligence abstraite : rigueur de l'observation et inventions technologiques.

D'autre part, l'enseignement scientifique laisse peu de place aux enfants dits "surdoués" au collège comme à l'école primaire et ne leur donne pas la possibilité de mettre en œuvre et de valoriser toutes leurs potentialités. De ce fait, ils ne peuvent pas constater leurs limites.

Un accord unanime se fait actuellement sur la nécessité de différencier les itinéraires pédagogiques des élèves portant sur les capacités, les intérêts, et les rythmes scolaires, d'où le besoin de diversifier les formes d'apprentissage et les niveaux de formation en respectant les exigences d'une formation minimale permettant aux élèves de communiquer et de coopérer grâce à leurs capacités spécifiques.

Certes, des solutions parcellaires ont été réalisées en sciences en substituant aux filières rigides des classes hétérogènes pratiquant fréquemment le travail de groupe. Cependant, elles sont loin d'ébranler le fonctionnement du système fondé sur la fabrication du bon élève qui deviendra plus tard un expert ou un décideur.

Pour déboucher sur une véritable individualisation, il faut donner une place importante aux deux formes d'activité qui contribuent à la formation scientifique en dehors de l'école. D'une part, il est très important de donner la possibilité aux élèves d'approfondir leurs intérêts personnels qui exigent souvent des connaissances scientifiques spécifiques, par exemple : apprentissage auto ou avion, pêche, jardinage, nutrition rationnelle; d'autre part, on peut utiliser des instruments d'informatique qui permettent souvent d'apprendre vite et mieux.

En outre, chaque élève est plus ou moins un spécialiste possédant des compétences personnelles dont il fait profiter l'ensemble de la classe.

La réalisation de ces conditions, dont l'importance est à peine entrevue, suppose une transformation radicale de l'école sur le plan de l'organisation comme sur celui de la pédagogie. L'organisation scolaire doit laisser le maximum de place à des activités individualisées en liaison étroite avec les spécialistes concernés par le problème et avec le maître qui guide l'élève dans sa recherche bibliographique et dans ses apprentissages instrumentaux et qui veille à l'intégration des acquis.

Dans cette perspective, la compétence individuelle n'induit pas un esprit de compétition en vue de la sélection, mais vise à apporter une contribution à une œuvre collective.

L'innovation, selon les procédures indiquées, est-elle possible dans le cadre actuel de la classe?

Le cloisonnement de l'emploi du temps et la coupure avec le milieu de vie rendent très difficile une pédagogie permettant de réaliser les finalités définies dans l'introduction.

Des essais d'ouverture ont été tentés dans différentes directions : réalisation d'un projet d'école, classes transplantées, sorties, participation à des activités lancées et prises en charge par des "lobbies" et centrées sur des points de défense de l'environnement, d'éducation à la santé. Mais ces interventions et ces actions ne sont pas toujours

intégrées dans une perspective constructiviste cohérente, en particulier faute d'horaires suffisants. Or, il n'est pas possible d'attribuer un supplément d'horaire, car d'autres disciplines nouvellement introduites (certaines langues vivantes), ou prenant une part plus importante dans les emplois du temps (arts plastiques, informatique), présentent la même revendication.

En revanche, les média donnent une large place à l'actualité scientifique : découvertes, activités pratiques, problèmes d'éthique. Ils réalisent des documents par une mise en scène qui contraste avec la pauvreté des moyens de l'école. Mais ces documents véhiculent souvent :

- des représentations sociales formulées avec une insuffisante précision même si leur nouveauté les rend intéressantes,
- des démonstrations discutables, comme celles qui sont décrites dans les évocations du "théâtre de la preuve". (Travaux de Daniel RAICHVARG et al.).

Dans ces conditions, que peut faire l'école? Si elle ne se contente pas d'un enseignement croupion, elle peut faire éclater le cadre de la classe pour donner une place beaucoup plus grande aux apprentissages individuels, car ceux-ci permettent d'utiliser efficacement les technologies modernes (déjà employées de façon systématique dans les apprentissages professionnels).

Dans ce cadre, le rôle du maître est d'aider l'élève à réussir un projet précis, en lui permettant d'acquérir une compétence explicite et en évitant de le laisser se contenter de faire une compilation qui n'aboutirait qu'à un exposé soporifique !

Cette compétence s'inscrit dans un contrat individuel qui intègre les apprentissages scientifiques dans la culture générale. Elle correspond à une maîtrise "d'expert" acquise non seulement par l'élève, mais aussi mise au service de toute la classe.

Le travail par classes entières est nécessaire bien que réduit. Il habitue les élèves à la confrontation critique des interprétations et il réalise le contrat de classe, c'est-à-dire le programme minimum de savoirs et de savoir-faire qui permet de communiquer.

La réalisation de ces objectifs suppose l'organisation de réseaux de classe regroupant maîtres et intervenants extérieurs en équipes pédagogiques qui coordonnent leurs activités et qui gèrent des moyens lourds.

Ces essais d'innovation n'ont pas été inutiles car ils apportent l'expérience indispensable pour réussir la mutation profonde de l'école, en particulier de l'enseignement scientifique, mutation qui semble prochaine.