

INITIATION À LA SCIENCE ET À LA TECHNOLOGIE À L'ÉCOLE PRIMAIRE. CRITIQUE D'UN ENSEIGNEMENT DÉFICIENT

Mamadou Vieux Lamine SANÉ

Université Virtuelle du Sénégal (UVS)

Professeur associé

Université Laval du Canada

mamadouvieuxlamine.sane@uvs.edu.sn

&

Cheikh FAM

Laboratoire d'études et de recherches sur le Genre, l'Environnement, les

Religions et les Migrations (GERM)

Université Gaston Berger de Saint-Louis, Sénégal

xalima009@yahoo.fr

Résumé : Le renouveau d'une école au service du développement, promu par la réforme du curriculum de l'éducation de base au Sénégal, ne se fera pas sans la rénovation et la valorisation qu'appelle l'enseignement de la didactique de la science. A travers une approche anthroposituationniste, cet article analyse la situation de cet enseignement à l'école primaire, base du système éducatif, et les implications qui en résultent au moyen-secondaire et au-delà. En se fondant sur l'expérience de terrain, il montre ainsi que la désaffection des filières scientifiques au niveau supérieur est la conséquence d'une initiation déficiente à la science et à la technologie, marquée par l'usage d'approches pédagogiques inadaptées.

Mots clés : approche anthroposituationniste, approche pédagogique, expérimentation, interdisciplinarité, science

Abstract : The renewal of a school in the service of development, promoted by the basic education curriculum reform in Senegal, will not happen without the renovation and enhancement required for the teaching of science didactics. Through an anthroposituationist approach, this article analyzes the situation of science teaching in primary school, which is the basis of senegalese education system, and resulting implications for middle-secondary school and beyond. Based on field experience, it thus shows that disaffection of scientific fields at higher levels is the consequence of deficient initiation into science and technology marked, at elementary school, by the use of unsuitable educational approaches.

Keywords: anthroposituationist approach, experimentation, interdisciplinarity, educational approach, science

Introduction

Ces dernières années, dans le débat officiel sur l'école sénégalaise, un accent particulier est mis sur la valorisation de l'enseignement de la science et sur la vulgarisation des « filières scientifiques de plus en plus désaffectées en faveur des filières littéraires » (Sané, 2012 : 67-77). À l'élémentaire, dans les classes où il est pratiqué, l'enseignement de la science est « de type vertical » (Reeler, 2015 : 56-67) avec, au tableau, un maître qui parle en tournant le dos aux élèves qui écrivent. Pourtant, une rénovation de l'apprentissage de la science est proposée dans la réforme du curriculum de l'éducation de base dont le socle programmatique intègre une Initiation à la Science et à la Technologie (IST) à côté des savoirs fondamentaux (lire, écrire et compter). Qu'entend-on par « science » ? Comment la science est-elle enseignée ? Comment devrait-elle être enseignée ? Comment y intéresser les enseignants et les élèves ? Quels sont les facteurs favorisant de l'enseignement de la science ? Quelle est la place de l'expérimentation scientifique dans la formation des enseignants ? Comment penser le lien entre science et technologie ? Les réponses à ces questions constituent la trame de cette réflexion, laquelle procède d'une approche anthroposituationniste mobilisant des témoignages, des constats et des observations de pratiques d'enseignement. À l'occasion de séances d'animation pédagogique et de visites de classes à l'élémentaire et au moyen-secondaire, nos investigations nous ont permis d'apprécier la réalité de l'enseignement de la science dans des proportions dont, jusqu'ici, nous ne soupçonnions pas l'importance. Partant d'une tradition durkheimienne de (1) clarification conceptuelle, cette contribution s'appuie sur les points relatifs (2) aux approches verticale, horizontale et globale de l'enseignement de la science ; (3) à l'autorité et à la discipline comme facteurs favorisant et (4) l'expérimentation scientifique et technologique en marge de la formation des enseignants.

1. Clarification conceptuelle

Pour éviter des catégorisations conceptuelles interminables, le terme générique de « science » est employé et la définition qui en est retenue est celle qui correspond à celui et celle qui fait la science, c'est-à-dire le (la) scientifique (Charpak, 1996). De même, pour parler comme la plupart des enseignants rencontrés dans le cadre de ce travail, les termes d'« expérience scientifique », d'« expérience » ou encore d'« expérience qu'on touche » sont employés à la place du concept d'« expérimentation » plus couramment usité en science. Dès lors, en faisant prendre une pierre à un élève, un enseignant lui fait découvrir sa masse, sa surface et sa nature, entre autres propriétés. L'élève apprend ainsi que :

- (a) le physicien peut l'aider à dire pourquoi la pierre pèse ;
- (b) le mathématicien est un allié pour calculer la surface de la pierre ;
- (c) le biologiste lui permet de dire pourquoi la pierre est une matière inerte.

Plus généralement, dans l'espace scolaire, la science est quasi spontanément associée à des termes comme « physique » ou « mathématique » sans donner à penser à tous les métiers qui ont trait à la science, comme architecte, médecin, pharmacien, menuisier, mécanicien, etc. Les classes extra-muros (visites d'ateliers de métiers manuels, par exemple) trouvent toute leur pertinence dans ce contexte. L'image du scientifique dans les établissements d'enseignement, renvoie non seulement à un nombre limité de métiers, mais aussi à l'idée qu'un scientifique est « un homme enfermé dans son laboratoire avec ses rêves ou ses cauchemars. » (Allamel-Raffin et Gangloff, 2007 : 122-133), À l'école primaire, cette image est encore plus vraie, comme en témoignent les réponses par le dessin de deux groupes d'élèves sur trois, en fin de Cours Élémentaire (CE). En effet, répondant à la question « Qu'est-ce qu'un scientifique ? », les élèves n'ayant pas fait de la science, ou ayant reçu un enseignement vertical de la science, proposent des dessins qui laissent entrevoir un homme « seul ». Ce dernier, dont le visage est « redoutable », porte un chapeau pointu et sort de sa tête des bulles avec des points d'exclamation et d'interrogation. En revanche, chez les enfants qui ont fait de la science et réalisé des expériences (Kouhila, 2000 : 173-202), les dessins font apparaître des hommes et des femmes qui ont l'air détendu et qui travaillent en équipes. Les dessins sont souvent accompagnés de petits commentaires pour montrer que les scientifiques font des choses utiles pour la société. Si, dans les trois catégories d'élèves, la curiosité du scientifique n'est pas en cause, les élèves de la troisième catégorie n'en pensent pas moins que cette curiosité doit porter sur des choses utiles à la société.

2. La didactique de la science à l'épreuve des approches verticale, horizontale et globale

Les développements récents de la psychologie renseignent sur le caractère naturel de la curiosité de l'enfant (L'Ecuyer, 2019 : 55-131). Cette curiosité se définit comme le comportement naturel de vouloir savoir quelque chose grâce à la recherche et à l'apprentissage (Manuel pédagogique, 2011 : 39-73). Elle s'exprime par le questionnement, de façon motrice et verbale (Vausse, 2010 : 2-20) : un « pourquoi » qui entraîne un autre et ainsi de suite. C'est mieux que rien. Toutefois, il y a un automatisme dans cette attitude qui n'est pas toujours motivée par la curiosité. Dans notre environnement, il y a de « vrais pourquoi qui suscitent des réponses parfois

difficiles, mais qui se prêtent bien à des expériences scientifiques réalisables en classe. »
(Charpak, 2011 : 60-125) :

- (1) Pourquoi l'eau bout-elle à 100°C ?
- (2) Pourquoi une bougie allumée s'éteint-elle dans un caisson ?
- (3) Pourquoi voit-on le soleil à l'Est le matin et à l'Ouest le soir ?
- (4) Pourquoi certains arbres ont-ils des épines à la place des feuilles ?

En général, dans les classes que nous avons visitées, les élèves ne posent que peu voire pas de questions. Leur mutisme, lors des leçons, contraste avec leur curiosité naturelle. Or, le questionnement est au cœur de la démarche scientifique (Popper, 1973 : 121-124). Se pose alors la question de savoir à quel moment et pourquoi la curiosité naturelle des enfants s'arrête. Autrement dit, que se passe-t-il entre la maison où les enfants posent des rafales de questions et l'école où ils sont comme inhibés ? A ce sujet, des élèves d'établissements scolaires, de classes, d'âges et de sexes différents déclarent : « Je suis timide. » (S. D., fille, CE2) ; « Je crains d'être ridicule. » (M. F., garçon, CM1) ; « Mes camarades vont se moquer de moi. » (F. D., garçon, CM2) ; « J'ai peur de faire des fautes. » (A. S., fille, 6^{ème} de collège) ; « Personne ne m'écoute. » (ND. F. S., fille, 5^{ème} de collège) ; « Je veux poser des questions, mais je ne peux pas en français. » (B. F., garçon, 4^{ème} de collège). À ces blocages d'ordre psychologique, socio-affectif et langagier, la plupart des enseignants ne sont pas outillés pour apporter les réponses appropriées. Un Inspecteur de l'Éducation et de la Formation déclare :

Malgré les injonctions incessantes de la tutelle pour une application effective de l'approche par compétences, les méthodes traditionnelles de transmission passive de connaissances déclaratives sont encore employées dans les classes. C'est à croire que l'on est dans une classe de vocabulaire ou alors de langue à l'occasion de leçons dites de science (O. D., IEF).

Cependant, la science étant aussi un discours sur le monde (Kouhila, 2000 : 173-202), le propos de l'inspecteur ne remet pas en cause le lien nécessaire et indispensable entre « science » et « langage ». En effet, quand un enseignant fait dire à un élève : « La pierre tombe. », il lui fait faire une phrase simple avec un sujet et un verbe ; mais il s'agit aussi d'une phrase de science car quand la pierre est lâchée, elle ne monte pas : elle tombe. Et demain, la pierre tombera aussi ; ce qui permet d'introduire ce temps du langage qu'est le futur et ainsi de faire constater le caractère immuable de la réalité scientifique mise en évidence. Ladite phrase est l'expression la plus exacte de la manifestation d'un phénomène scientifique. Et, la prise en compte du lien entre « science » et « langage », par le recours au point de vue de l'élève, favorise une approche moins verticale de l'enseignement de la science (Reeler, 2015 : 56-67). En effet, avec l'approche verticale qui a toujours existé, le maître est devant le groupe classe. Il parle et les élèves écrivent. En classe de science, les élèves ont pour tâches d'apprendre par cœur, pour le lendemain, ce qu'ils ont écrit sous la dictée du maître. Il faut dire que c'est une des

façons d'enseigner à l'école primaire et des générations d'élèves ont été ainsi initiés à la science. Certes ce procédé permet de faire mémoriser, parfois de façon durable, des notions appartenant au registre scientifique (nom d'objets de science, nom de phénomènes ou de processus scientifiques, formules ou expressions scientifiques). Toutefois, il ne peut pas suffire à tout l'enseignement de la science (Passeron, 1967 : 149-171). La science ne se réduit pas à des mots, des phrases et des formules établis une fois pour toutes. La science se nourrit davantage d'« expériences », c'est-à-dire la façon d'utiliser les organes de sens au contact du réel : observer, voir, écouter, goûter, sentir et toucher (L'Ecuyer, 2019 : 55-131). Sous ce rapport, l'approche verticale de l'enseignement souffre de nombreuses lacunes. En effet, par son caractère magistral et dogmatique (Passeron, 1967 : 149-171), cette approche seule ne permet pas de faire comprendre les phénomènes scientifiques étudiés en classe. En témoigne la phrase d'un élève qui écrit, sous la dictée de son maître : « L'eau **boue** à 100°C. » (A. S., élève en classe de CM2) au lieu de « L'eau **bout** à 100°C. » (I. F., enseignant en activité, 12 années d'exercice). Aussi, pour dire ce qu'il a compris de sa leçon de science l'élève s'exclame-t-il : « Oh c'est facile, dans la **boue**, il y a de l'**eau** ! » (A. S., élève en classe de CM2). Cet élève saurait, le lendemain, répéter de mémoire sa leçon et aurait une bonne note en contrôle. Cependant, il n'avait pas compris. Non seulement il écrit une phrase qui n'a pas de sens d'un point de vue grammatical, mais, et c'est tout un, l'explication qu'il donne du fait prétendument étudié est fautive. Les réponses de cet élève résultent d'un enseignement typiquement vertical donné par « un maître peu soucieux du regard de ses élèves et de la place des choses dans ses leçons de choses. » (G. T., directeur d'école en activité, 23 années d'exercice). Un travail sur les mots aurait permis de faire constater que le terme « bout » est un verbe dans « L'eau bout à 100°C. » et que son homonyme « boue » est un substantif dans « L'eau boue à 100°C. » ; ce qui change tout. Le recours à l'approche horizontale permettrait à un tel enseignant de prendre l'enfant par la main - c'est métaphorique - et d'aller avec lui, en dialogue, à la découverte du monde (Kane, 2004 : 250-331). L'enseignant en sait plus que l'enfant, mais il a une attitude commune à la découverte qui consiste à se poser des questions, à formuler des hypothèses, à laisser l'enfant s'exprimer librement sur ce qu'il pense être les réponses aux questions posées (Bru, 2001 : 5-7). Cette démarche de type expérimental est indispensable dans l'enseignement de la science et les élèves doivent y être initiés car ils ont des hypothèses, parfois naïves voire fausses, mais peu importe (Collet, 2008 : 69-77). Les élèves ont des idées. Ils peuvent faire travailler leur imagination et formuler des hypothèses. Ils peuvent aussi réaliser, si l'enseignant les y intéresse, des expériences simples dans leurs principes et dans le matériel requis : (1)

une balance Roberval pour peser ; (2) un thermomètre pour relever la température ; (3) un chronomètre pour évaluer une durée ; (4) un double décimètre pour mesurer des longueurs. Le travail en groupes (de 3 ou 6 élèves, suivant l'effectif de la classe) est instauré. Et, à la fin de l'expérience scientifique, les élèves ont la réponse à la question posée au départ. Enfin, dernière étape, et pas des moindres, d'un enseignement de type expérimental, les élèves rédigent. De cette manière, « science » et « langage » sont mis en relation (Kouhila, 2000 ; 173-202). Globalement, il s'agit de susciter l'éveil de la curiosité, d'instaurer le travail en groupes ou en équipes et de faire réaliser des « expériences qu'on touche ». Ce type d'enseignement de la science « améliore la maîtrise du langage chez les élèves plus jeunes. » (F. C., enseignante, 27 années d'exercice) et encourage l'interdisciplinarité qui, au collège et au lycée, peut faire se rencontrer et dialoguer les enseignants dans leurs différentes spécialités. Ainsi, dans le cadre de modules intégrés, l'occasion sera donnée au professeur de mathématiques ou au professeur de physique de parler avec le professeur de français, sachant qu'ils ont tous des mots à mettre en commun (MEN-Sénégal, 2008 : 20-213). Dans l'activité d'enseignement, et plus encore dans l'enseignement de la science, le dialogue occupe une place centrale. Devant sa classe, l'enseignant est en permanence à l'écoute de ce qu'il dit lui-même et de l'écho qui lui en est renvoyé par ses élèves. En d'autres termes, l'enseignant doit s'efforcer d'être à la place de l'élève pour pouvoir réagir en temps réel à de nécessaires réajustements de son action (Cusset, 2011 : 232). Même si l'élève en face est parfois silencieux, l'enseignant doit savoir écouter le silence ; un peu comme dans la musique où il faut écouter les silences presque autant que le vide et le plein. Il est important de déculpabiliser les élèves de poser des questions car cela participe de l'éveil de leur curiosité (L'Ecuyer, 2019 : 55-131). L'enseignement de la science y contribue en même temps qu'elle remplit plusieurs autres fonctions à l'école primaire. L'enseignement de la science encourage le travail collectif et permet à l'élève d'avoir un point de vue et d'apprendre à le défendre (Donckèle, 2003 : 99-119). Cependant, les visites de classes à l'élémentaire, au collège et au lycée ne permettent pas d'attester de la prise en compte effective de telles préoccupations (Kane, 2004 : 250-331). Au meilleur des cas, les élèves travaillent par groupes et non en groupes eu égard à leur faible implication dans la réalisation d'une tâche. Durant les leçons de science, les étapes de formulation d'hypothèses et de manipulation sont absentes. Les élèves ne s'investissent pas tant dans l'analyse du fait scientifique et n'ont rien à dire du résumé final qu'ils ont à écrire dans le cahier, ni plus ni moins (Talbot, 2011 : 79-111). À l'école élémentaire, un enseignement de la science de cette manière est contre-productif. L'enfant, pour parler comme Piaget, est un bourgeon infatigable, à la joie de vivre et de se sentir agité (Piaget, 1948 : 131-193). Dans les premières années de l'école primaire,

l'enfant est à l'étape des opérations sensorimotrices et une initiation progressive à la science est possible voire recommandée. Un professeur de physique déclare :

Je pense que c'est à force de faire de la science à un jeune âge, que les élèves y prennent goût. Il est important, pour les élèves, d'apprendre la science à l'école élémentaire même s'ils ne font pas plus tard des études purement scientifiques ou un métier de scientifique : il n'est jamais trop tôt de commencer (S. S., professeur de science physique au collège, 19 années d'exercice).

Dès lors, comment expliquer que la plupart des instituteurs soient encore en retrait par rapport à l'enseignement de la science ? Les réponses suivantes sont données par des enseignants :

Je n'ai pas le temps. Je suis en classe d'examen CM2 (Cours Moyen 2^{ème} année) et les élèves doivent terminer le programme. Je sais que les leçons de science sont nécessaires, mais ce que les parents regardent en fin d'année scolaire c'est si leur enfant passe ou pas. C'est tout. Je fais des leçons d'IST (Initiation à la Science et à la Technologie) parce que ces leçons sont dans le programme, mais le matériel pour faire ces leçons fait souvent défaut (A. S, instituteur en activité, 22 années d'exercice).

J'ai une classe de CE2 (Cours Élémentaire 2^{ème} année) et je fais des leçons de science avec mes élèves. Mais ce sont des leçons parfois difficiles car les classes sont pléthoriques et le matériel qu'il faut n'est pas disponible. Faire travailler les élèves en groupes n'est pas aussi facile. J'ai organisé la classe pour favoriser le travail de groupes, mais pour faire une expérience scientifique, les élèves bavardent trop. Certains ne suivent même pas et en plus tous les groupes n'ont pas toujours le matériel requis (M. ND., institutrice en activité, 11 années d'exercice).

Tous les enseignants enquêtés dans le cadre de ce travail disent éprouver des difficultés à enseigner la science. Les principaux écueils soulignés sont l'organisation du temps de travail, l'absence de matériels didactiques appropriés et les effectifs pléthoriques. Excepté quelques actions velléitaires pour dispenser des leçons de science avec des expériences en classe, le modèle traditionnel d'enseignement vertical reste encore largement dominant. Le manque de temps pose la question du quantum horaire qui, par ricochet, fait s'interroger sur la distribution des crédits horaires dans l'emploi du temps journalier et sur l'évaluation des compétences effectivement acquises par les élèves, au terme d'une étape ou d'un cycle d'enseignement (Cros *et al.*, 2009 : 94-210). Les données empiriques montrent que, quel que soit le système éducatif considéré, il y a toujours un écart entre les préconisations des organisations internationales : norme UNESCO de 800 heures/an, les objectifs nationaux : 900 heures/an au Sénégal (Niang, 2015 : 127-146) et la réalité quotidienne des écoles : environ 500 heures/an dans les écoles visitées. Dès le début du XX^e siècle, les chercheurs, dont le terrain a été surtout nord-américain, ont montré qu'il était quasi impossible d'utiliser 100 % du temps scolaire officiel annuel. Selon Chopin (2010 : 87-110) :

Le temps réel de scolarisation des élèves, aussi appelé « quantité d'instruction par élève », est obtenu en tenant compte des pertes de temps liées aux absences des enseignants et des élèves et aux jours de grève. Ce temps correspond à la portion du temps officiel durant lequel les enseignants et les élèves sont formellement en classe et en situation d'enseignement-apprentissage.

Le décalage entre le temps scolaire annuel prescrit par les autorités et le temps effectif utilisé dans les classes apparaît donc commun à tous les systèmes éducatifs. Cependant, cet écart est plus ou moins important selon les contextes sociaux, économiques et culturels dans lesquels s'inscrivent les systèmes scolaires (Bloom, 1974 : 682-688). Plusieurs facteurs externes et internes au pays, à la localité voire à l'école compromettent les possibilités d'application d'une norme internationale dont la dimension qualitative n'est pas suffisamment prise en compte par la recherche actuelle. En effet, dans sa dimension quantitative, le quantum horaire correspond au nombre d'heures de cours par an, prévu par les politiques publiques. Il est important de ce point de vue, en tant qu'il rappelle une des clauses du contrat de travail d'un enseignant. Toutefois, l'importance de cette quantité de temps n'est réelle qu'en fonction de l'emploi qui en est fait, lequel est indissociable des conditions de travail des enseignants, mais aussi du programme scolaire (Hélou et Lantheaume, 2008 : 65-78). Les recherches montrent qu'en fonction de son degré de motivation et de ses compétences, un enseignant est plus à même, qu'un autre, de faire un usage efficace du temps scolaire (Bru, 2001 : 5-7). Dans ce sens, G. NG. (Enseignante en activité, 14 année d'exercice) affirme qu' « un enseignant motivé peut faire acquérir à ses élèves, en quelques heures, un paquet de savoirs qu'il mettrait des jours de classe à faire passer si sa motivation était moindre. » À travers les injonctions de la hiérarchie à respecter le quantum horaire, la plupart des enseignants pensent qu'il faut accorder le temps effectivement imparti à chaque discipline du programme. Chez les instituteurs conduisant une classe de CM2, il y a comme une obstination à terminer le programme annuel. Or, dans l'esprit de l'approche par compétences, il ne s'agit pas tant d'évaluer un programme que de mesurer certaines acquisitions réelles des élèves (Bourny *et al.*, 2013 : 1-5). Sous ce rapport, il importe de relativiser la dimension quantitative du fameux quantum horaire dans le discours officiel sur l'école au Sénégal. Tout au plus, les instructions officielles devraient rappeler des règles pédagogiques simples du genre « enseigner peu et bien » (Ernst, 1997 : 67-80). D'une certaine manière, enseigner, c'est aussi choisir. Et, pour un élève, il vaut mieux comprendre un petit nombre de choses parfaitement que savoir beaucoup de choses superficiellement. L'exemple de la leçon sur l'ébullition de l'eau montre qu'avec un enseignement de type vertical, l'élève peut savoir, mais il court le risque de ne pas comprendre. Avec un enseignement qui favorise la relation horizontale, l'élève ne saura, peut-être, pas beaucoup de choses car il faut parfois plus de temps que prévu pour réaliser des

expérimentations, mais il aura formé son raisonnement et appris comment travailler en science. Dans cette optique, le temps ne saurait être une contrainte pour enseigner la science. Les expériences à réaliser en groupes lors d'un enseignement de type horizontal, en faisant perdre utilement du temps, favorisent des acquisitions comprises, assimilées et durables. Le proverbe chinois suivant est assez illustratif de ce qui vient d'être dit : « Dis-moi et j'oublie. Montre-moi et je me souviens. Implique-moi et je comprends. »

Par ailleurs, dans la plupart des écoles primaires visitées, il y a une insuffisance notoire de matériels didactiques pour enseigner la science. Autant en formation initiale que sur le terrain, les instituteurs ne sont plus ni intéressés ni initiés à fabriquer le matériel didactique simple dont ils ont besoin. Comme en témoignent les propos suivants, d'autres difficultés relatives à l'enseignement de la science sont évoquées :

J'ai une classe de CP (Cours préparatoire) et c'est très difficile de faire des leçons de science. Avant l'approche par compétences, je ne faisais pas de science au CP. Maintenant, ces leçons sont inscrites dans le programme et nous sommes tenus de les faire. Le problème est que les élèves sont nombreux, distraits et ne tiennent pas en place. Durant les leçons d'IST (Initiation à la Science et à la Technologie), je ne peux faire travailler qu'un petit nombre d'élèves. La majorité des élèves prend la leçon de science pour un jeu. Il n'est pas facile d'allier travail et jeu (R. D., institutrice en activité, 15 années d'exercice).

Les enseignants m'avouent régulièrement leurs difficultés à faire des leçons de science et de technologie. Mes visites de classes m'ont permis de noter que beaucoup d'enseignants ne suivent pas les recommandations du guide pédagogique pour les cours d'IST. Les enseignants ne s'investissent pas dans la collecte ou la création de matériels didactiques pour faire de leurs leçons de science des moments de travail en groupes et en autonomie. Nos écoles aussi manquent de matériels pour ce genre de leçons. Mais ce ne devrait pas être source de blocages. Les expériences scientifiques à faire réaliser ne requièrent pas du matériel sophistiqué. Parfois, il suffit juste d'une balance, d'un thermomètre, d'une loupe ou d'un tube à essais (A. D., directeur d'école en activité, 29 années d'exercice).

L'instituteur, plus que tout autre enseignant, doit être un exemple vivant de ce qu'il exige d'enfants aux yeux de qui il incarne le savoir (Cusset, 2011).

3. L'autorité et la discipline comme facteurs favorisants

Un exemple coréen d'enseignement de la science à l'école primaire montre que les effectifs pléthoriques ne peuvent être un obstacle. En effet, dans des classes de 50 à 60 élèves où règnent la discipline et le calme, les enseignants coréens parviennent à donner avec succès des leçons de science. Pour les mêmes effectifs au Sénégal, les rares instituteurs qui font des leçons de science, avec des « expériences qu'on touche »,

parlent de séances laborieuses, lesquelles, à défaut d'être tronquées, ne permettent pas souvent d'arriver aux résultats attendus. Manifestement, ce qui est en cause ici et là, c'est moins la pléthore d'élèves que le manque de discipline dont les élèves font montre devant des enseignants parfois en mal d'autorité et incapables de gérer de grands groupes. Il ressort de ce constat que ce qu'il faut organiser dans les classes c'est moins le travail que la discipline. De manière générale, l'organisation de la discipline déteint positivement sur l'organisation du travail (Gérard, 1883 : 375-446). La discipline, comme les connaissances de base, s'acquiert à l'école primaire. Les instituteurs ont certes des attitudes différentes, plus ou moins favorables à l'instauration de la discipline, mais l'institution scolaire semble ne plus demander cette exigence. Le discours officiel, depuis des années, a fortement tendu, si ce n'est pas à le négliger, à proscrire cet apprentissage fondamental qu'est la discipline. Aux apprenants, les enseignants pourraient commencer par faire comprendre et admettre que leur univers culturel est, du moins dans ce qu'il a de meilleur, plus vrai et plus profond que celui de l'enfance (Ferry, 2003 : 50-104). En effet, au collège d'enseignement moyen, lorsqu'il a été demandé à des élèves en classe de 4^{ème} de donner, par un dessin ou un simple schéma, une représentation globale de l'intérieur de leur corps ; d'y retracer, par exemple, les grands moments de processus tels que la digestion ou la circulation sanguine, les résultats ont permis de constater que toutes les représentations étaient significatives, sur le plan psychologique et symbolique, de la vision que l'enfant a de lui-même. Cependant, sur le plan scientifique, qui en l'occurrence intéresse d'abord l'école, ces représentations ne se situent pas au même niveau et ne possèdent pas la même valeur que les explications données par l'enseignant. Au-delà de la science, cet exemple métaphorique vaut dans toutes les autres disciplines du programme scolaire. En ce sens, la finalité de la culture scolaire est de préparer les élèves à entrer dans un univers d'adultes qui peuvent s'enorgueillir de ce qu'ils peuvent transmettre et léguer aux jeunes générations pour leur permettre de s'inscrire à leur tour dans un monde qu'elles seront appelées, elles aussi, à habiter, à enrichir et à transformer (Ferry, 2003 : 50-104). C'est à ce type de relation asymétrique entre transmetteurs de savoirs et de valeurs (enseignants) et récepteurs (élèves) que correspond l'autorité de l'enseignant. Cette autorité doit être constamment présente dans la relation pédagogique d'enseignement-apprentissage au risque de transformer la classe en un lieu de palabres où tout est permis à l'élève.

4. Des expérimentations scientifiques et technologiques en marge de la formation des enseignants

Au nombre des difficultés notées dans l'enseignement de la science, figure l'appréhension d'une leçon nécessitant de faire réaliser des expériences scientifiques dont les résultats et les biais qui s'y rattachent ne sont pas maîtrisés *a priori*. En témoigne le cas d'une leçon d'activités de mesures durant laquelle une institutrice (K. D., 14 années d'exercice), ignorant l'existence d'erreurs de parallaxe et d'erreurs liées à l'instrument de mesures, n'arrivait pas avec ses élèves de CM2 à trouver les grandeurs exactes recherchées. Il en est de même du cas de cet autre enseignant qui se sert de la taille de ses élèves pour expliquer les notions logicomathématiques d'« inférieur », de « supérieur » et d'« égal » : « Amy est supérieure à Astou et à Ndèye, mais Marième est égale à Seynabou. » (L. F., enseignant en activité, 20 années d'exercice). Tout aussi inédites sont ces appellations utilisées en géométrie pour désigner une droite, une demi-droite et un segment : « Cette droite s'appelle droite A. Cette demi-droite s'appelle demi-droite B et ce segment s'écrit (AB). » (L. G., enseignant en activité, 10 années d'exercice). De l'avis des élèves-maîtres enquêtés, ces manquements dans la conduite de leçons de mathématiques sont symptomatiques d'une formation initiale qui « accorde plus d'importance à la théorie sur la didactique des disciplines qu'à ce qui fait le métier, c'est-à-dire la pratique de classe. » (I. L., élève-instituteur en fin de formation), La parenthèse ouverte sur des activités de mathématiques dans cette réflexion sur l'enseignement de la science se justifie par le fait qu'en activités de résolution de problèmes mathématiques comme en leçons de science, il s'agit de faire apprendre à raisonner (Espinoza, 2004 : 92-111). La science et les mathématiques ne sont pas les seules activités qui favorisent le raisonnement même si elles y contribuent grandement. Comme en leçon de science, le langage est d'autant plus présent en mathématiques que les énoncés mathématiques sont des textes dont il faut savoir saisir le sens. Les capacités de raisonnement logique en mathématiques sont indissociables d'une connaissance structurée de la langue. L'enseignement primaire au Sénégal était fondé sur les éléments (Décret, 1979 : 30-73). Par exemple, dans l'enseignement de la langue, les élèves apprenaient d'abord des choses simples et, progressivement, allaient vers des choses plus élaborées. L'apprentissage de la lecture-écriture, portait d'abord sur les lettres, les syllabes, les mots et la phrase avant l'étude de textes entiers. Dans les anciens manuels de grammaire, l'enseignement portait d'abord sur la nature des mots, puis des phrases et, progressivement, sur la fonction des mots dans la phrase et sur les propositions. Depuis plus de deux décennies, cet ordre est inversé par l'approche globale de la lecture préconisée dans les nouveaux

manuels. Les élèves commencent par apprendre différents types de textes complexes avant de se mettre à y rechercher des indices et autres détails plus simples. Mais l'approche globale de l'enseignement au primaire ne concerne pas seulement l'apprentissage de la lecture. Elle s'étend aussi à l'enseignement des mathématiques. Dans ce domaine des mathématiques, les élèves sont confrontés à des situations-problèmes complexes et stéréotypées, lesquelles ne les incitent pas au raisonnement, à la démonstration et à la rédaction (Dupont et Fagnant, 2014 : 175-214). Le propos de M. N. (enseignant en activité, 16 année d'exercice) illustre ce qui précède :

Dans notre école, nous obtenons d'excellents résultats à l'entrée en 6^{ème} et au CFE (Certificat de Fin d'Etudes Elémentaires). Chaque année, nous avons quasiment 100% de réussite. L'astuce est d'apprendre aux élèves à reconnaître un certain nombre de questions types et à répondre de manière automatique.

Ainsi, la leçon de résolution de problèmes, au lieu d'être un moment de mobilisation intériorisée et d'intégration de ressources diverses acquises à travers d'autres apprentissages, reste dominée par l'application quasi automatique de formules sèches (Crahay et Detheux, 2005 : 57-78). Une telle pratique est observée dans la plupart des écoles visitées où, de surcroît, nous avons rencontré des enseignants dits « spécialistes » de la classe de CM2 parce que plus portés que le reste de l'équipe pédagogique à la résolution de problèmes.

Depuis les années 1990, l'enseignement élémentaire est le théâtre d'une réforme radicale entreprise au nom d'un certain nombre d'objectifs : « rendre l'enseignement plus significatif » et « rendre les élèves plus autonomes. » (Cros *et al.*, 2009 : 94-210). Cependant, à l'élémentaire, les enseignants fustigent une avalanche de termes nouveaux (données connues, données superflues et données inconnues), de techniques de résolution (méthode de Miche, méthode régressive et méthode de chainage en arrière) et de types de problèmes mathématiques (déductogrammes, algorithmes et problèmes a-didactiques). Au lycée, une lecture des programmes et des manuels actuels des filières scientifiques permet de faire le même constat. Les mots savants (dérivé, primitive et intégrale) employés dans ces manuels ne sont plus insérés dans des raisonnements qu'il faut faire. Par ailleurs, dans la plupart des lycées, les blocs scientifiques n'existent que de nom. Certains blocs, existant depuis la création du lycée sont devenus des magasins où est entassé du matériel scientifique hors d'usage. D'autres blocs scientifiques, parfois nouvellement construits au nom de la promotion de l'enseignement de la science, sont des locaux déserts qui font parfois office de greniers.

À l'université, la plupart des étudiants, qui ont suivi un enseignement déficient au moyen-secondaire, ont du mal à faire des études supérieures abouties. Les élèves, arrivant à l'université, ayant été habitués au collège et au lycée à pratiquer les

mathématiques comme un apprentissage d'automatismes, ne sont pas capables de les pratiquer autrement (Ndiaye, 1996 : 126-136). Il ressort de ces constats et des témoignages des enseignants enquêtés, que la plupart des problèmes rencontrés pour enseigner la science et les mathématiques sont causés par des lacunes qui remontent à l'école primaire : des lacunes en langue et communication, en mathématiques élémentaires et des lacunes de comportement. L'enseignement de la technologie est inséparable de celui des mathématiques et de la science dont elle représente de nombreuses applications (Sy et Potvin, 2020 : 1-8). Toutefois, les instituteurs, les professeurs et surtout les formateurs dans les Centres de Formation Technique et Professionnelle (CFTP) soutiennent que, même quand il est fait, l'enseignement de la technologie reste inadapté pour inciter les apprenants à la créativité. Les programmes scolaires n'offrent plus des entrées possibles sur des visites d'ateliers d'artisans ; et le recours par l'enseignant, en classe ou en dehors, à des experts (chercheurs, techniciens et spécialistes) n'est plus systématique (Jensen, 2002 : 7-12). La description, le dessin et la schématisation d'objets utilitaires techniquement réussis ont disparu des activités de l'école. La plupart des élèves qui arrivent par défaut dans les CFTP ne maîtrisent ni les techniques opératoires, ni les unités de mesures et leurs correspondances. De même, ces élèves n'ont pas d'expériences de manipulation et de construction de figures et de volumes (Fagnant *et al.*, 2014 : 179-189). Selon les formateurs, les contenus de l'enseignement de la technologie à l'école élémentaire sont lacunaires et peu stimulants. De leurs avis, il serait utile de faire apprendre aux élèves, dès l'école primaire, à avoir une vision « pratique » des objets quotidiens.

Conclusion

La politique de revalorisation des filières scientifiques au lycée et à l'université passe par la rénovation de l'enseignement de la didactique de la science à l'école primaire puisque tout le système éducatif repose sur cette école. Pour que les actions soient efficaces, il faut agir dans les classes, au plus près des enseignants et des élèves, non pas par des directives officielles, mais de manière concrète. L'enseignement de la science ne se fera pas sans le recours à une interdisciplinarité dont le langage occupe une position transversale. Ainsi, les élèves seront initiés au raisonnement, à la démonstration et à la rédaction, trois étapes d'une démarche d'usage universel, utile pour tout type de connaissance à acquérir. Aussi bien dans la perspective de poursuivre des études scientifiques ou littéraires que dans l'optique de s'insérer dans la vie professionnelle, le travail qu'il sera demandé de faire ne consistera point en des problèmes dont les réponses aux questions sont prémâchées. Dans la réalité de la vie

intellectuelle et professionnelle, les choses sont différentes et commandent de faire correspondre les situations-problèmes d'apprentissage à la vision socioconstructiviste de la réforme curriculaire actuelle.

Références bibliographiques

- Allamel-Raffin Catherine et Gangloff Jean-Luc, 2007, « Le savant dans la bande dessinée : un personnage contraint », *Communication et langages*, n° 154, pp. 122-133.
- Bloom S. Benjamin, 1974, "Time and Learning", *American Psychologist*, vol. 29, n° 9, pp. 682-688.
- Bourny Ginette, Fumel Sylvie, Keskpaik Saskia et Trosseille Bruno, 2013, *L'évolution des acquis des élèves de 15 ans en compréhension de l'écrit et en culture scientifique. Premiers résultats de l'évaluation internationale PISA 2012*, MEN (Paris), Volume 30, pp. 1-5.
- Bru Marc, 2001, « Étudier les pratiques enseignantes : les raisons d'un choix », *Les Dossiers des Sciences de l'Éducation*, 5, pp. 5-7.
- Charpak Georges, 2011, *La main à la pâte : les sciences à l'école primaire*, Edition Flammarion, 159 pages.
- Chopin Marie-Pierre, 2010, « Les usages du « temps » dans les recherches sur l'enseignement », *Revue française de pédagogie*, vol. 170, n° 1, pp. 87-110.
- Collet Isabelle, 2008, « Il expérimente, elle regarde. Les sciences dans les livres documentaires pour enfants », *Alliage*, n° 63, pp. 69-77.
- Crahay Marcel et Detheux Monique 2005, « L'évaluation des compétences, une entreprise impossible ? Résolution de problèmes complexes et maîtrise de procédures mathématiques », *Mesure et évaluation en éducation*, 28(1), pp. 57-78.
- Cros Françoise., De Ketele Jean-Marie, Dembélé Martial, Develay Michel et Gauthier Roger-François, 2009, *Étude sur les réformes curriculaires par l'approche par compétences en Afrique*, « Rapport de recherche », Centre international d'études pédagogiques (CIEP), 222 p.
- Cusset Pierre-Yves, 2011, « Que dit la recherche sur « l'effet enseignant » ? », in French, *La note d'analyse*, p. 232.
- Décret n° 79-1165, 1979, *Organisation de l'Enseignement élémentaire au Sénégal*, « Rapport de présentation », 80 p.
- Donckèle Jean-Paul, 2003, « De l'enseignant qui enseigne à l'enseignant qui anime », in Erasmé (Ed.), *Oser les pédagogies de groupe*, pp. 99-119.

- Dupont Virginie et Fagnant Annick, 2014, « Analyse des régulations interactives entre élèves lors de la résolution d'un problème mathématique en groupe », *Les cahiers des sciences de l'éducation*, 36, pp. 175-214.
- Ernst Sophie, 1997, « Repenser l'enseignement des sciences. Un grand projet pour l'école », *Revue Internationale d'éducation de Sèvres*, 14, pp. 67-80.
- Espinoza Jean Vincent, 2004, « Polyvalence et mathématiques à l'école primaire », *Carrefours de l'éducation*, n° 18, pp. 92-111.
- Fagnant Annick, Demonty Isabelle, Dierendonck Christophe, Dupont Virginie et Marcoux Géry, 2014, « Résolution de tâches complexes, évaluation « en phases » et compétence en mathématiques », in Christophe Dierendonck, Bernard Rey et Even Loarer (dir.), *L'évaluation des compétences en milieu scolaire et en milieu professionnel*, Bruxelles : De Boeck, pp. 179-189.
- Ferry Luc, 2003, *Lettre à tous ceux qui aiment l'école : Pour expliquer les réformes en cours*, ODILE JACOB, 181 p.
- Gérard Octave, 1884, « L'esprit de discipline dans l'éducation », *Revue Internationale de l'enseignement*, 7, pp. 564-574.
- Hérou Christophe et Lantheaume Françoise, 2008, « Les difficultés au travail des enseignants », *Recherche et Formation*, 57, pp. 65-78.
- Jensen Derrick, 2002, "Thinking Outside the Classroom: An Interview with Zenobia Barlow", *The Sun Magazine* 3, pp. 7-12.
- Kane Saliou, 2004, *Guidage dans les activités expérimentales de physique et chimie - analyse de contexte du Sénégal et propositions argumentées d'innovations*, « Thèse de doctorat » en Science de l'éducation. Didactique des sciences physiques, Université de Paris XI, pp. 250-331.
- Kouhila Mohammed, 2000, « Quelles activités de formation pourrait-on mettre à l'œuvre avec les stagiaires de l'ENS en vue d'assurer une adéquation entre la formation à la didactique et la pratique professionnelle au lycée. Compte rendu d'innovation », *Institut National de Recherche Didaskalia* 17 (Paris), pp. 173-202.
- L'Ecuyer Catherine, 2019, *Cultiver l'émerveillement et la curiosité naturelle de nos enfants*, Editions Eyrolles, 224 p.
- Manuel pédagogique, 2011, *Aider l'enfant à interpréter le monde par l'apprentissage par l'enquête dans l'environnement*, Institute of Child Study, 99 p.
- MEN (Senegalese Ministry of National Education), 2008, *Programmes de sciences physiques des cycles moyen, secondaire général et technique*, General Inspectorate of National Education Report, pp. 20-213.

- Ndiaye Waly, 1996, « Quels travaux pratiques pour les sciences expérimentales au premier cycle à la faculté des sciences et technique de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar ? », *Presse de l'Université de Montpellier*, 2, pp. 126-136.
- Niang Fatou, 2015, « La gestion du temps scolaire à l'école primaire au Sénégal. Entre normes internationales, politiques nationales et logiques locales », *Revue Tiers Monde*, n° 223, pp. 127-146.
- Passeron Jean-Claude, 1967, « La relation pédagogique et le système d'enseignement », *Prospective*, 14, pp.149-171.
- Piaget Jean, 1948, *Le langage et la pensée chez l'enfant. Etudes sur la logique de l'enfant*, Editions Delachaux et Niestlé (Neuchâtel-Paris), pp. 131-193.
- Popper Karl, 1973, *La Logique de la découverte scientifique*, « Compte-rendu » de Gohau Gabriel, *Raison présente* 32, pp. 121-124.
- Reeler Doug, 2015, « Au fondement de l'apprentissage horizontal : les conditions d'un développement efficient », *Humanitaire. Enjeux, pratiques, débats*, pp. 56-67.
- Sané Ansoumana, 2012, « L'enseignement des sciences au Sénégal devant des choix cruciaux », *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, pp. 67-77.
- Sy Ousmane et Potvin Patrice, 2020, "Effects of senegal's science and technology curriculum on the interest and self-concept of middle-school-students", *Progress in Science Education (PriSE)* 3 (1), pp. 1-8.
- Talbot Laurent, 2011, « Pratiques d'évaluation orales des enseignants du primaire et du secondaire », *Mesure et évaluation en éducation*, 34(3), pp. 79-111.
- Vausse Anne, 2010, « L'approche vygoyskienne pour aider à comprendre la pensée des enseignants », *Les Cahiers de Recherche en Education et Formation* 81, pp. 2-20.