

Contenu de formation au Cycle Moyen physique - technologie

INVITATION A LA LECTURE

I. En présentant aux lecteurs du B.U.P. les « contenus de formation » en sciences expérimentales (physique et technologie) pour le Cycle Moyen, nous aimerions d'abord les inviter à dépasser toute suffisance de spécialiste pour de premiers jalons de l'initiation à leur discipline, et toute indignation pour cause de « défloration prématurée » sur des questions dont ils pouvaient se sentir les dépositaires exclusifs. Ce programme et ces instructions s'adressent aux *institutrices et instituteurs* ; ils ont été pensés pour les enfants des écoles.

Pourtant, ils présentent un intérêt qui dépasse l'école primaire. Pour les enseignements des collèges, ils sont une source indispensable de réflexion sur l'analyse des sujets d'étude et des démarches pédagogiques, sur les continuités et les ruptures qui marquent le passage du CM à la 6^{me} ; il ne faudrait d'ailleurs pas se limiter aux sciences physiques, mais examiner aussi ce qui concerne le français, les mathématiques, et les autres « activités d'éveil ».

Pour tous les physiciens, ils offrent l'occasion d'une prise de conscience de ce que peut être une initiation scientifique à ses premiers stades, en évitant de la penser par réductions successives à partir des lycées. Ils proposent une formulation par objectifs des notions directrices qui est sans doute aujourd'hui la plus satisfaisante pour les sciences physiques aux différents cycles. Ils s'efforcent de clarifier et préciser les méthodes d'enseignement. Enfin, leur élaboration a été marquée par une longue phase d'essais et de recherches, avec la participation effective de la plupart des professeurs de physique d'Ecoles Normales et des inspecteurs scientifiques (mais sans doute de trop peu de maîtres).

II. Un point de vue fructueux pour aborder le texte est de le *comparer* aux Objectifs, programmes et instructions pour les sciences expérimentales en 6^{me} et 5^{me} ; les lecteurs devraient s'y reporter (B.U.P. n° 594, mai 1977, p. 987).

Au premier abord, il faut noter une différence de conception : pour la 6^{me}, un programme, avec un contenu fondamental à caractère obligatoire ; pour le C.M., des objectifs qu'il est possible ou

souhaitable d'atteindre lorsque les domaines ont été abordés. Dans le cas du C.M., il s'agit avant tout d'indications précises (on pourra confronter à ce sujet ce qui est dit dans les deux textes sur l'observation) pour attirer l'attention des maîtres, les engager à introduire des activités (et il y a beaucoup à faire pour qu'elles le soient — d'abord en « sécurisant » les maîtres), les aider à déboucher sur des acquis notionnels, méthodiques ou pratiques solides. Il ne s'agit pas de « baliser » un ensemble de sujets d'étude avec des interdictions et des obligations.

Mais, au-delà, de nombreuses convergences apparaissent :

- même conseil de s'appuyer sur l'environnement naturel et technique des enfants. Au C.M., la chose est plus facile à cause des souplesses d'emploi du temps et des possibilités de relation directe avec les activités manuelles, les mathématiques, le français, le dessin, etc.,
- même insistance sur l'activité d'investigation de l'enfant placé en position de recherche. Ce qui dépasse de loin la simple observation d'expériences magistrales, ou même la manipulation pour « concrétiser » une notion ou imiter un mode opératoire,
- même appel à favoriser la diversification des activités et des critères d'évaluation.

III. Mais nous voudrions insister maintenant sur la notion d'*éveil scientifique*, que des spécialistes physiciens risquent de comprendre avec quelques difficultés. Pas plus que l'initiation de 6^{me} et 5^{me}, et contrairement à l'interprétation hâtive de certains, il ne constitue un retour aux antiques « leçons de choses », réduites à des pseudo-observations débouchant sur du vocabulaire. Il s'agit d'une conception d'ensemble nouvelle qui cherche à articuler étroitement le développement général de l'enfant avec l'initiation aux grands domaines du savoir.

D'où l'accent mis :

- sur les attitudes,
- sur une approche globale s'appuyant sur la résolution de problèmes qui aient un sens pour les enfants,
- sur une investigation largement autonome, où le tâtonnement est orienté par des questions précises et débouche sur des connaissances, qui sont de vraies réponses à ces questions, sur des savoir-faire et des méthodes qui sont de vraies compétences,
- sur les relations avec les apprentissages fondamentaux, langue orale et écrite (vocabulaire, grammaire, description et argumentation), mathématique (structures numériques et spatiales),

graphisme (représentaion, schématisation), nécessaires à l'élaboration et à la communication des idées.

Tous ces aspects, qu'il serait souhaitable de développer en 6^{me}, sont plus facile à mettre en œuvre dans les conditions de l'école primaire.

IV. C'est pourquoi, dans la mesure où les activités d'éveil seront généralisées et pratiquées réellement, l'enseignement des collèges pourra bénéficier d'une *base* que son horaire, le nombre d'élèves, les disponibilisés, rendent absolument *indispensables* pour sa réussite.

Nul doute en effet, que des enfants qui auront eu l'occasion renouvelée de se poser des questions scientifiques, de les résoudre par eux-mêmes, de prendre ainsi confiance en eux, qui auront pratiqué dans des situations motivantes et suffisamment mûries des mesurages, des expérimentations, qui auront enrichi leurs connaissances empiriques et défini de premiers concepts, pourront aborder l'enseignement plus systématique de la 6^{me} avec intérêt et succès. Peut-être seront-ils plus exigeants, car ils auront atteint déjà des résultats étonnants dans les domaines abordés au C.M., mais faudra-t-il s'en plaindre ?

C'est donc avec un esprit d'ouverture et de compréhension fondé sur leur intérêt, qu'il faut aborder les programmes de C.M., la collaboration entre enseignants de C.M. et de 6^{me}, et plus généralement le problème des débuts de la formation scientifique.

Jean-Louis MARTINAND,
(Université Paris VII).

SCIENCES EXPERIMENTALES PHYSIQUE - TECHNOLOGIE - BIOLOGIE

extrait de **Contenus de formation à l'école élémentaire - Cycle Moyen**
brochure C.N.D.P. n° 6108, 1980

I. OBJECTIFS**1. OBJECTIFS GENERAUX.**

A ce stade de la scolarité, les activités d'éveil dans le domaine des sciences expérimentales ont principalement pour but :

1.1. de continuer à développer chez l'enfant une attitude scientifique qui suppose :

La curiosité et la créativité ;

L'esprit critique et le souci de l'objectivité et de la rigueur.

1.2. de l'initier et de l'entraîner à :

Observer, l'observation étant une véritable activité intellectuelle d'investigation organisée en fonction de questions que l'enfant se pose spontanément ou qu'il est amené à se poser ;

Expérimenter dans les cas où la réponse au problème posé exige ce mode de recherche, et toujours dans des situations simples ne comportant qu'un nombre limité de variables ;

Mesurer chaque fois que nécessaire, à l'occasion d'observations ou d'expériences, en exécutant correctement l'opération de mesure ; interpréter, discuter, représenter les résultats (tableaux, graphiques...);

Schématiser chaque fois que possible (choisir des conventions pour la construction de schémas, découvrir la nécessité de normes et de symboles admis par tous) ;

Se documenter : rechercher, recueillir et choisir des documents adaptés au sujet d'étude ; exploiter ces documents en liaison avec les résultats de l'investigation par observation directe ou expérimentation ; préparer, réaliser et exploiter une enquête.

1.3. de l'aider à construire et à acquérir un certain nombre de notions de base de caractère scientifique (cf. § 2 ci-après).

2. OBJECTIFS SPECIFIQUES.

L'acquisition des compétences énumérées ci-après, dont les élèves doivent faire preuve à l'issue du cycle moyen, repose sur des activités simples en liaison étroite avec leur environnement naturel et technique (cf. les exemples proposés à titre indicatif).

Cette liste d'objectifs et les différentes rubriques sous lesquelles ils ont été regroupés pour la clarté de la présentation ne constituent pas un ordre impératif dans lequel il faudrait aborder les sujets d'étude. La programmation des activités sera établie par le maître et l'équipe d'école, en tenant compte du milieu, des événements de l'actualité (classe ou milieu environnant, apport des médias, etc.).

Afin de réajuster et de préciser la progression, des bilans périodiques (chaque mois ou chaque trimestre) feront le point des acquisitions des enfants (connaissances réinvesties, connaissances nouvelles, comportements...).

A l'issue du cycle moyen, il convient que la plupart des grands domaines mentionnés ci-après aient été abordés.

2.1. Domaine de la physique et de la technologie :

2.1.1. La matière :

Discerner dans les propriétés d'un objet, celles qui sont liées à la substance (état solide : dureté, attraction par un aimant...) et celles qui sont liées à d'autres caractéristiques (forme, taille...).

Consater et éventuellement vérifier la conservation de la substance et, si possible, de la masse, dans quelques transformations physiques familières (*gel de l'eau et fusion de la glace, évaporation et condensation, dissolution du sel ou du sucre dans l'eau et cristallisation, mélange des liquides,...*).

Recueillir, conserver, transvaser un gaz (de l'air). Utiliser la compressibilité de l'air (*seringue, pompe à bicyclette, gonfleur, soufflet,...*).

Utiliser quelques récipients usuels (*éprouvettes, verres mesureurs, compte-gouttes,...*) pour comparer, mesurer des volumes. (cf. objectifs mathématiques); utiliser la balance (*balance à deux plateaux, pèse-lettre, pèse-personne...*) pour comparer, mesurer des masses.

2.1.2. La chaleur, la température :

Gêner ou favoriser les échanges de chaleur (*propagation, isolation : moyens de chauffage, calorifugeage, cuisson des aliments, glacière, bouteilles isolantes,...*).

Utiliser le thermomètre à liquide, lire la température.

Repérer et connaître la température correspondant à certaines situations (*fusion de la glace, ébullition de l'eau,...*).

2.1.3. L'électricité :

Découvrir et réaliser un circuit électrique dans des situations diversifiées (*jouets ou objets familiers fonctionnant avec piles, éclairage de la bicyclette, jeux questions-réponses,...*).

Représenter un circuit électrique simple par un schéma et réciproquement passer d'un schéma à la réalisation pratique.

Classer quelques substances d'usage courant en conducteurs et isolants.

Associer plusieurs piles (pour alimenter une ampoule : *lampe torche*; distinguer les deux pôles d'une pile : *jouets à moteur...*).

Discerner les cas où le courant électrique présente des dangers (courant du secteur).

2.1.4. La lumière :

Retrouver, pour tout objet éclairé, la ou les sources de lumière; utiliser une source lumineuse pour obtenir un éclairage convenable (*faire apparaître ou disparaître des ombres...*).

Distinguer objets opaques, transparents ou translucides.

Représenter, à partir de la source, le trajet de la lumière permettant de justifier l'aspect et la forme de l'ombre.

Se servir de divers appareils optiques (*appareil photo, appareil à projection, loupe...*) et savoir régler son appareil pour obtenir une bonne image ; comparer l'image à l'objet ; établir pour les aspects les plus évidents, un parallélisme entre le fonctionnement de certains de ces appareils et celui de l'œil (*par exemple : paupières, pupille...*).

2.1.5. Le son :

Modifier les caractères d'un son en agissant sur les conditions dans lesquelles il est produit (*guitare, flûte à bec, xylophones...*).

Découvrir (par la vue, le toucher) dans certaines situations privilégiées (instruments à corde et à percussion) qu'à un son est associée une vibration.

2.1.6. Les combustions :

Déclencher, entretenir, activer ou ralentir une combustion.

Mettre en évidence la disparition des produits de départ et la formation de produits nouveaux (*eau, noir de fumée...*) ; découvrir la nécessité de l'air dans une combustion (*bougie, lampe à pétrole, briquet à gaz*).

2.1.7. Le temps, l'espace, le mouvement :

LE TEMPS :

Repérer dans le temps un événement ou une série d'événements (simultanéité, ordre chronologique : notion de « date »).

Classer et ranger des durées.

Mesurer des durées à l'aide d'unités arbitraires et à l'aide d'unités légales ; utiliser le sablier, l'horloge, le mouvement apparent du soleil, le chronomètre, la montre à trotteuse ou à affichage numérique.

Rattacher le temps des horloges aux phénomènes astronomiques (mouvement apparent du soleil, phases de la lune, calendrier).

L'ESPACE :

Déterminer les points cardinaux (*boussole, ombre d'un piquet au soleil...*) et situer un élément du paysage par rapport à eux.

Reconnaître si une direction ou une surface plane sont horizontales (*niveau à eau, niveau à bulle...*).

Repérer une direction verticale (*le fil à plomb du maçon*).

Etablir la relation entre verticale et horizontale (*niveau de maçon*) ; mesurer une dénivellation.

LES MOUVEMENTS :

Comparer des distances parcourues pendant des temps égaux (*voitures-jouets*).

Exprimer une rotation en nombre de tours par unité de temps (*électrophone, chignole...*).

Décrire les modifications qualitatives et quantitatives d'un mouvement, de certains mécanismes simples : engrenages (*essoreuse à salade, batteur à manivelle, chignole, duplicateur à alcool...*) ; chaîne

et roue dentée (*bicyclette,...*) courroies et poulies (*moulin, électro-
phone...*).

Caractériser les actions opposées, qui permettent ou assurent un équilibre (*balance, poids et poussées à propos des corps flottants, force dans les leviers, etc.*) Au cycle moyen, on ne fera aucune distinction entre poids et masse.

2.1.8. L'énergie :

Provoquer un mouvement en utilisant l'électricité (*moteur d'un jouet à pile,...*), le travail musculaire (*bicyclette, essoreuse à salade, batteur à manivelle,...*), la déformation d'un objet élastique (*jouets à ressorts ou à élastique,...*), le vent (*moulinet, maquette d'éolienne ou de moulin à vent,...*), la chute d'un poids (*horloge, tourne-broche, moulin à sable,...*);

Produire de la chaleur ou de la lumière à partir d'un combustible, de l'électricité (*chauffage, éclairage*), du soleil (*maquette de four solaire; enflammer du papier avec une loupe : précautions à l'égard de ce type de risque d'incendie*);

Identifier dans des circonstances familières et variées la ou les sources d'énergie utilisées (*appareils ménagers, réveil, automobile,...*);

S'interroger sur les conditions d'utilisation qui contribuent aux économies d'énergie (*techniques d'isolation, mode d'utilisation des appareils, des véhicules, etc.*).

2.2. Domaine de la biologie.

.....

II. INSTRUCTIONS PEDAGOGIQUES

Au cycle élémentaire, les activités d'éveil relevant des sciences expérimentales (physique, technologie, biologie) ont permis un entraînement à l'observation, une initiation au tâtonnement expérimental et à la mesure. Cette initiation sera développée au cycle moyen, par une utilisation plus organisée encore de l'observation et des activités expérimentales, dans des situations où cette démarche est accessible aux élèves. Il s'agit par ces activités d'aider l'enfant à se donner les moyens d'organiser peu à peu, à partir de problèmes issus de son environnement immédiat, un ensemble de compétences et un système de connaissances qui lui permettront de comprendre progressivement le monde dans lequel il vit.

C'est par des démarches d'exploration, d'analyse, de comparaison, d'invention, de construction, s'appuyant constamment sur l'activité de l'enfant qu'on s'efforcera d'apporter des réponses à ces problèmes. Comme au cycle élémentaire, les problèmes se rapporteront essentiellement à :

- Des études dans le milieu : environnement proche de l'école, sorties dans le quartier (en milieu urbain : *arbres de la rue, plantes des balcons, parcs et jardins publics, chantier, etc.*), dans les environs (en milieu rural : *prairies, champs, ruisseaux et mares, forêts, outils de la ferme, etc.*).

- L'observation d'êtres vivants en relation avec leur environnement (*moineaux et pigeons en ville, insectes dans les bois,...*).
- La constatation de phénomènes physiques (*dissolution, flottaison, par exemple*).
- Le fonctionnement d'objets techniques familiers (*jouets ou appareils ménagers : rôle de chaque organe, comparaison avec d'autres objets*). Ces problèmes de fonctionnement permettront souvent de découvrir certains aspects de phénomènes physiques (*électricité, son...*). D'une manière générale, l'interprétation entre l'étude des objets techniques et celle des phénomènes physiques sera constante : à l'école primaire l'une ne peut se concevoir sans l'autre.

Il conviendra également d'approcher certains problèmes dans une perspective historique, économique ou écologique. Ainsi :

- *Pour tel objet technique : comment fonctionne-t-il ? Pourquoi a-t-il été fabriqué ? Quelle est sa finalité ? Sa place dans la société ? Quelle a été son évolution au cours des âges ?*
- *Pour tel constat relatif à un animal, à une plante, à un élevage ou une culture ; qu'en est-il ailleurs, dans d'autres conditions ? Qu'en était-il autrefois ?...*
- *Pour tel problème humain, comment apprécier les différences de cultures, de développement technique ? etc.*

Ainsi, un problème pourra avoir des prolongements pluridisciplinaires : lors de l'étude du fonctionnement de l'écluse, par exemple, on s'interrogera naturellement sur son rôle et son activité (liaison avec les activités d'éveil : géographie, initiation économique).

Toutefois, on veillera à ne pas mêler les différentes pistes d'exploitation, à ne pas se disperser dans des extensions abusives et d'intérêt secondaire par rapport aux questions à l'étude.

Certains constats, certaines exploitations de références scientifiques pourront engendrer des réflexions d'ordre moral (*abus des médicaments, du tabac, de l'alcool... ; problèmes de nutrition, de santé, de sécurité ; économie d'énergie ; respects des différences humaines, etc.*). La liaison avec l'éducation morale et civique se fera tout naturellement.

Les problèmes étudiés seront donc intégrés à une étude plus globale du milieu. Mais dès l'école élémentaire, cette exploration de l'environnement exige des apprentissages spécifiquement scientifiques. Il convient bien sûr, de rester modeste, de se garder de viser des objectifs trop ambitieux, tout en s'attachant à *donner peu à peu à l'enfant des habitudes de rigueur dans la pratique de l'observation* et de la démarche expérimentale. On veillera :

- A une formulation précise du problème rencontré, de l'hypothèse proposée, des observations ou de l'expérimentation envisagées ;
- Au respect des exigences de la mesure ;
- A une expression claire des résultats (textes, schémas, tableaux, graphiques, etc.) et des conclusions.

La démarche pédagogique fera une très large place à la recherche active des enfants, au tâtonnement expérimental, à la réalisation de

montages et de maquettes. Une situation de départ bien choisie, un problème permettant des observations et une expérimentation simples conduites par la classe : *autant d'étapes qui doivent entraîner la consolidation d'un certain nombre de connaissances fondamentales exprimées en termes simples.*

1. LA SITUATION DE DEPART.

Le point de départ peut être l'étonnement spontané ou suscité des enfants (si leur curiosité est sans cesse tenue en éveil) et le besoin de comprendre qui se manifestent, au cours de leurs activités personnelles (jeu, bricolage, fait de la vie courante) ou lors d'une sortie, devant un phénomène naturel, un événement amplifié par les moyens de communication et d'information (presse, télévision), un animal, une plante ou un objet technique familier apporté par le maître ou un élève.

Mais si les activités les amènent à se poser de nombreuses questions, les enfants se posent rarement de façon spontanée un problème, c'est-à-dire une question à résoudre par des démarches de caractère scientifique.

L'activité intellectuelle des enfants s'exercera donc sur des problèmes clairement posés, bien compris de tous et assez motivants pour qu'ils aient envie de les résoudre. Les questions des enfants, auxquelles le maître prêterait une écoute attentive, la formulation de leur opinion (souvent préjugés ou erreurs qu'il s'agit de remettre en cause), la confrontation des points de vue, les échanges orientés par le maître au sein de la classe, permettront de trier, de reformuler les questions pour aboutir à un problème précis, puis à des observations plus systématiques.

Par exemple :

Comment fonctionne une écluse ?

Comment allumer l'ampoule avec une ou plusieurs piles ?

Quel est le gaz qui se dégage d'une eau gazeuse naturelle ?

Comment évaluer la hauteur d'un pylône ?

Que deviennent les aliments que nous mangeons ?

Comment équilibrer les menus pour rester en bonne santé ?

Que deviennent les fleurs des arbres de la cour ?

Que se passe-t-il si une plante verte ne reçoit plus de lumière ?

C'est à partir de cette recherche que l'enfant, guidé par le maître, construit et acquiert ses connaissances ; celles-ci seront une réponse à une question qui se pose, qu'il est capable de formuler lui-même. La démarche impliquera souvent des moments de tâtonnement, d'investigation et de recherche autonome. Aux différentes étapes, l'enfant aura toujours la possibilité d'exprimer ses représentations spontanées devant le phénomène naturel ou l'objet technique ; elles seront prises en compte par le maître et remises en question par la confrontation avec les idées des autres et surtout avec les faits observés.

2. QUEL TYPE DE PROBLEME ?

Toute question à caractère scientifique ne peut devenir un sujet d'étude à l'école primaire, en particulier les questions ne permettant aucune observation ou expérimentation ou se référant à des situations trop complexes. Il appartiendra donc au maître de choisir la situation de départ en fonction des intérêts des enfants, mais aussi en fonction des possibilités d'observation et d'étude expérimentale, et des *objectifs qu'il se propose de poursuivre* selon une programmation et une progression qu'il aura lui-même soigneusement établies. La recherche de situations susceptibles d'intéresser la classe, débouchant sur un problème et par-là sur une véritable activité intellectuelle, sera une des principales préoccupations des maîtres.

3. LA PHASE DE RECHERCHE.

L'investigation doit s'organiser en fonction du problème à résoudre et se fonde sur les types d'activités suivantes :

3.1. L'observation.

L'observation n'est pas un simple exercice sensoriel débouchant sur une acquisition de vocabulaire. Elle est une activité intellectuelle d'investigation conduisant les élèves à mettre en lumière des relations, à identifier des systèmes, à caractériser des processus (*par exemple : la croissance d'un rameau ; la transmission d'un mouvement*).

Elle peut être spontanée ou guidée, ponctuelle ou continue.

Des observations conduites systématiquement peuvent permettre d'établir, par exemple :

Le cycle de développement ou le plan d'organisation d'un animal ou d'une plante ;

L'ensemble des modifications produites dans le milieu par telle ou telle action (de l'homme, par exemple) ;

Des signes de transformation d'un être vivant qui grandit ;

Des modalités de fonctionnement d'un objet technologique ;

Les conditions de production d'un phénomène physique.

L'observation s'exercera sans ou avec des instruments (loupes, éventuellement jumelles ; instruments de mesure,...). Elle peut concerner directement l'objet d'étude (contact direct avec la nature, les animaux, les plantes, les objets,...). Elle peut aussi, dans les cas où les observations directes nécessitent des compléments, s'exercer sur des documents de substitution : photos, diapositives, films, etc.

Afin d'éviter que l'observation ne soit fugace, l'enfant en traduira les données sous une forme communicable utilisant l'ensemble des moyens d'expression (dessins, croquis, schémas, comptes rendus, montages photographiques, voire films, etc., cf. § 4).

3.2. L'expérimentation.

L'expérimentation n'est pas un support — un « tour de passe-passe » — servant à illustrer un discours dogmatique. C'est un moyen

de découvrir, de mettre en évidence, de préciser une ou des relations causales.

On rencontrera souvent des difficultés à suivre le schéma classique (hypothèse, conception de l'expérience, réalisation du montage, conclusion aboutissant à l'acceptation ou au rejet de l'hypothèse). Les enfants ne sont pas encore pleinement capables de se donner *a priori* une méthode pour séparer les variables et raisonner sur une hypothèse. Ils pourront tâtonner, s'engager dans des impasses, consacrer parfois beaucoup de temps sans résultat immédiat, pour arriver progressivement, guidés par le maître, à séparer des variables qu'ils n'avaient pas perçues au départ. Exemple :

Le rôle de la surface du liquide dans l'évaporation ;

Le rôle de la lumière, ou de la quantité d'eau versée lors des arrosages, pour la vie ou le développement des plantes.

Le matériel utilisé sera simple, le plus souvent familier ; il doit permettre une participation active de la classe à cette expérimentation. En général, ce sont les enfants qui doivent manipuler et non le maître.

Les échanges entre les enfants, les questions, les suggestions, les activités d'observation que comportent certaines phases de l'expérimentation, le matériel, les documents et la comparaison des différents montages proposés jouent un grand rôle dans le cheminement de leur pensée. On n'en restera pas au stade de l'expression orale : sous la direction du maître, les élèves élaboreront progressivement les *traces écrites* traduisant ce cheminement (cf. § 4).

3.3. La mesure.

Le cycle moyen étant une période privilégiée pour munir l'élève d'outils efficaces en mathématiques appliquées, on attachera une importance particulière à la mesure. Les activités expérimentales permettront ainsi à l'enfant de progresser dans la maîtrise du nombre, dans la construction de notions relatives à certaines grandeurs (longueur, masse, volume, durée). Elles lui donneront l'occasion d'exploiter, de consolider ses connaissances mathématiques (nombres décimaux, sens des opérations arithmétiques, fonction numérique et, en particulier, la proportionnalité) dans des situations variées, ou de découvrir parfois certaines notions mathématiques à partir d'un objet technique, d'un phénomène physique ou biologique.

La mesure est un aspect essentiel de l'initiation scientifique et technologique. Elle est un moyen de progresser dans la compréhension des phénomènes, elle permet notamment d'établir des relations numériques entre les grandeurs ; par exemple :

A propos de la bicyclette, *relation entre le nombre de tours du pédalier et le déplacement effectué ;*

A propos de la croissance d'un individu donné, *relation entre âge et taille ou poids.*

3.4. Activités documentaires.

Dans le domaine de la biologie en particulier, l'expérimentation n'est pas toujours possible et il est le plus souvent indispensable de comparer les données de l'observation directe à celles présentées par des

documents (aussi variés que possible : livres, diapositives, film de télévision scolaire ou non scolaire) de niveau accessible aux enfants.

4. LA PHASE D'ELARGISSEMENT ET DE MISE AU POINT DES CONNAISSANCES.

Les données d'une observation ou d'une manipulation restent parcellaires. Il est indispensable de confronter ce qui s'est fait en classe à ce qui se passe ou se fait à l'extérieur. Les notions abordées ne seront vraiment intégrées par l'enfant que si on lui donne l'occasion de les retrouver dans des observations familières ou dans les apports de documents.

Ces comparaisons constituent une amorce de généralisation. Une situation de départ ne suffit pas à dégager une notion, une relation générale. C'est la diversité des situations observées, les ressemblances, les comparaisons, les oppositions qui permettent de dégager progressivement cette notion, cette relation générale.

C'est en ce sens que les élèves du cycle moyen pourront également être initiés, de manière simple et sur des exemples adaptés à leurs possibilités, à des modes de représentation permettant la généralisation. A leur niveau, il s'agira, à propos d'un appareil, d'une fonction ou d'un phénomène, de les aider à élaborer un schéma (ou une maquette) ne retenant que les éléments caractéristiques communs aux différentes formes, souvent très diversifiées, que cet appareil, cette fonction ou ce phénomène revêt dans la réalité (*exemples : organe de la locomotion ; circuit électrique*). Il va de soi que cette démarche n'a de portée éducative que si ce n'est pas le maître qui impose d'emblée la représentation, mais si ce sont les élèves qui, aidés par le maître certes, l'élaborent eux-mêmes.

Le souci d'élargissement justifie d'autre part que les élèves soient aussi appelés à utiliser livres, catalogues, dictionnaires, notices techniques, textes et illustrations concernant le sujet d'étude. L'initiation scientifique véritable ne peut se limiter à l'activité expérimentale menée en classe (d'autant plus que celle-ci, au cycle moyen, ne peut être que modeste). Elle doit également conduire à confronter aux résultats de l'observation ou de l'expérience, des informations contenues dans des documents et, si nécessaire, à les réorganiser en conséquence. Mais il faut éviter que les enfants se livrent à de simples compilations, voire à la copie de documents (textes, croquis, schémas) trop difficiles ou trop spécialisés.

Ils doivent être appelés à rechercher et choisir (éventuellement en liaison avec une enquête) des documents adaptés au sujet d'étude, à les exploiter de façon critique, par comparaison avec les résultats de leurs observations et expérimentations préalables, et aussi à s'essayer à élaborer eux-mêmes de semblables documents (par exemple en vue d'un compte rendu, d'une exposition, d'échanges interscolaires).

5. LES TRACES DES ACTIVITES ET LA FORMULATION DES RESULTATS.

Les observations, l'expérimentation, les comparaisons doivent conduire la classe à une *formulation claire* de l'idée essentielle, de l'interprétation des données, des notions à l'étude et de la synthèse du travail entrepris. Cela suppose, que tout au long des activités, les

élèves soient appelés à consigner des *traces durables* de celles-ci : énoncé du problème abordé, de l'hypothèse formulée, description de l'expérience réalisée, tableau des résultats, comparaisons effectuées..., conclusion. La formulation des résultats doit faire l'objet d'un soin particulier. Cet effort de la part des élèves les aide en outre à commencer à organiser leurs représentations.

A cet effet, les moyens déjà utilisés au cycle élémentaire seront privilégiés : textes, croquis, schémas, tableaux, graphiques... D'autres moyens d'expression ou de représentation pourront aussi être occasionnellement utilisés : compte rendu oral enregistré au magnétophone, maquettes, montages audio-visuels, etc.

Chaque enfant constituera ainsi sa propre documentation, reflet du travail personnel et collectif. Toute trace écrite devant être motivée et réinvestie, il s'agira non d'imposer un résumé formel, mais d'arriver à un document construit par la classe. En effet, ces productions auront d'autant plus de portée éducative que le maître n'imposera pas des formes stéréotypées, mais que les enfants prendront en charge la responsabilité de veiller à ce qu'elles correspondent à des besoins bien déterminés :

Permettre la comparaison d'observations successives ;

Schématiser et symboliser pour mieux comprendre ou pour mieux faire comprendre (la réalisation de dessins simplifiés, puis de schémas est à la fois facteur et témoignage du cheminement vers la compréhension et permet en outre de faire prendre conscience aux enfants de l'importance de « normes » de représentation admises par tous) ;

Communiquer clairement des résultats à des camarades (autres groupes, classes voisines, correspondants, etc.) ;

Témoigner du travail accompli par la classe (liaison avec les familles, etc.).

En résumé, et sans imposer un schéma « passe-partout » pour la conduite de ces activités d'initiation à la démarche scientifique, il convient de préciser qu'à une nécessaire phase initiale d'activités plus ou moins divergentes (exploration, recherche foisonnante, communication libre selon le langage des enfants, productions spontanées, orales, écrites, dessinées...), doit succéder une phase non moins nécessaire d'activités plus convergentes par lesquelles les élèves décrivent le travail effectué, explicitent leurs démarches et formulent les résultats enregistrés dans un langage précis qui permet la communication et donne lieu à des traces durables.

Il va de soi qu'au cours de ces activités, des objectifs relevant plus spécialement d'autres domaines que celui des sciences expérimentales (français, mathématiques, géographie, activités manuelles, dessin, etc.) seront poursuivis simultanément, ce qui justifie qu'en matière d'horaire le maître prenne en compte toutes ces composantes interdisciplinaires, sans s'enfermer dans un cloisonnement rigide.

6. EVALUATION DES ACQUISITIONS.

Le maître ne peut connaître de façon précise les objectifs réellement atteints que par un *contrôle des acquisitions* des élèves, c'est-à-dire de leurs connaissances et de leur savoir-faire. Cette évaluation

aide aussi chaque enfant à se situer par rapport aux objectifs visés et à prendre conscience de ses progrès, de l'exactitude et de la précision de ses connaissances et de sa compréhension, de ses possibilités d'action.

Cette évaluation peut intervenir au cours du déroulement même des activités (les comportements des enfants au cours d'une séquence témoignant de la portée de séquences précédentes). Elle peut faire l'objet d'exercices particuliers. Il s'agit de vérifier ce que les élèves ont retenu de ce qu'ils ont fait ou vu, leur compréhension d'une notion, leur capacité à réutiliser cette notion dans une situation nouvelle. D'autres situations — fortuites ou délibérément ménagées — permettront d'évaluer l'acquisition de méthodes ou de techniques : par exemple, connaissant un dispositif expérimental, l'enfant est invité à préciser le but de ce dispositif, à l'utiliser ou à déceler des erreurs dans les interprétations.

Cette phase d'évaluation des acquisitions est indispensable au maître pour établir le bilan du travail de sa classe et pour maîtriser et adapter la progression des activités dans ce domaine.
