

Chapitre premier
PRINCIPES ESSENTIELS
POUR UNE ÉDUCATION À LA SCIENCE

L' énoncé de ces principes contient les valeurs et les fondements que nous considérons comme devant guider les décisions et les actions dans l'éducation à la science et en vertu desquels ses choix et actes doivent être jugés. Il n'y a pas de hiérarchie dans la façon dont les propositions qui suivent sont énoncées, mais une certaine logique puisqu'elle commence par des buts généraux, des objectifs et des progressions, et qu'elle est suivie par des principes mis en relation avec des expériences d'apprentissage et leurs implications pour les programmes de sciences dans les écoles.

1. Pendant les années de scolarité obligatoire, les écoles doivent, par leur programme d'éducation à la science, viser systématiquement à développer

et soutenir la curiosité des élèves sur le monde, le plaisir de l'activité scientifique et la compréhension de la façon dont les phénomènes naturels peuvent être expliqués.

L'éducation à la science doit développer la curiosité des élèves, leur capacité d'émerveillement et de questionnement en s'appuyant sur leur inclination naturelle à vouloir comprendre le monde qui les entoure. La science doit être présentée aux élèves comme une activité pratiquée par des personnes diverses, telles qu'eux-mêmes. Lorsque les élèves font l'expérience personnelle de comprendre et de relier à des expériences antérieures une nouvelle expérience, cela n'apporte pas seulement du plaisir et une satisfaction personnelle mais leur fait également comprendre qu'ils peuvent augmenter leurs connaissances par une investigation active. Ce processus et son résultat en tant qu'activité scientifique peuvent produire une réponse émotionnelle positive qui sert alors de motivation à l'étape suivante d'apprentissage.

Dans ce contexte, nous présentons la science comme une connaissance à facettes multiples portant sur le monde mais également comme un processus d'observation, de questionnement, d'investigation, de raisonnement sur les faits et évidences au cours duquel la connaissance et les théories se développent et se transforment. Affirmer que la science, comprise de cette façon, joue un rôle-clé dans l'éducation dès

le début de l'école ne nuit en rien à l'importance d'établir les fondamentaux du lire, écrire et compter dès les premières années. L'expression linguistique est essentielle dans tout apprentissage, et la science tient un rôle tout particulier en fournissant un contexte et une motivation pour son développement. La communication et la discussion des idées qui découlent d'une expérience directe invitent les élèves à essayer de transmettre aux autres ce qu'ils pensent et les conduit à reformuler leurs idées, en réponse aux significations que les autres donnent à leurs propres expériences. Donc le développement du langage et celui des idées sur le monde progressent naturellement de concert. De même, la science de la nature fournit un riche contexte au développement des compétences mathématiques.

Nous ne prétendons pas que chaque concept puisse être introduit et compris très tôt. La compréhension en sciences résulte de l'exploration d'objets et de phénomènes, elle est stimulée par la curiosité sur la façon d'expliquer les choses du monde qui nous entoure et, comme souligné plus loin (principe 4), comprendre n'est pas quelque chose de présent ou d'absent, mais quelque chose qui progresse en complexité au fur et à mesure de l'expérience.

Le principe que la science doit faire partie de l'éducation dès l'école primaire est fondé sur une évidence claire de l'impact positif que produit son enseignement. La science à l'école primaire suscite

les idées intuitives mais non scientifiques des enfants, idées qui laissées à elles-mêmes vont interférer plus tard avec leur compréhension du monde.

Mettre en œuvre l'investigation scientifique donne aux élèves la joie de découvrir par eux-mêmes et leur fait déjà percevoir la nature de l'activité scientifique, la puissance mais aussi les limitations de la science. Découvrir les personnes qui ont créé la science et son histoire conduit à mieux l'apprécier comme une aventure humaine passionnante, dans laquelle des connaissances solides sont établies grâce à la collecte systématique de données et l'utilisation des évidences.

2. Le but principal d'une éducation à la science doit être de rendre chaque individu capable de contribuer de façon informée aux décisions qui affectent son propre bien-être comme le bien-être de la société ou l'environnement, et d'agir de façon appropriée.

Une éducation à la science pour tous veut simplement dire ceci : une éducation qui est importante pour tous les élèves, ceux qui plus tard deviendront des scientifiques ou des techniciens, ceux qui exerceront des professions requérant une certaine connaissance scientifique, mais aussi tous les autres. L'éducation à la science est au service de l'individu comme à celui de la société.

S'agissant des individus, l'éducation à la science les aide à développer la compréhension, la capacité de raisonner, les attitudes qui en feront des êtres en

bonne santé physique et émotionnelle, aptes à vivre de façon épanouissante. Comprendre les divers aspects du monde autour de soi, l'environnement naturel comme ce qui est créé par les applications de la science, ne sert pas seulement à satisfaire et stimuler la curiosité mais aide également les individus dans leurs choix personnels pouvant affecter leur santé, leur environnement ou leurs orientations professionnelles. Les façons d'apprendre la science qui conduisent à la comprendre contribuent également à développer des compétences d'apprentissage, nécessaires tout au long de la vie pour bien se conduire dans un monde en rapide évolution. Le développement d'attitudes adéquates vis-à-vis de la science et vis-à-vis de l'usage des évidences lors d'une prise de décision aide les élèves à devenir des citoyens informés, prêts à rejeter les faux arguments et capables de reconnaître et d'utiliser une évidence dans tel ou tel choix particulier.

Des bénéfices apparaissent également pour la société quand les individus ou les groupes font des choix mieux informés, lorsqu'il s'agit, par exemple, de gestion de l'énergie ou d'autres ressources, de la pollution et des conséquences d'une alimentation inadéquate, du manque d'exercice ou du mauvais usage des médicaments. Tout autant que l'impact sur la vie quotidienne, ces situations ont des implications plus larges pour l'avenir en ce qui concerne leur impact à long terme sur l'environnement. Comprendre comment la science est utilisée dans bien

des aspects de la vie est nécessaire pour rendre justice à l'importance de la science et pour reconnaître l'attention qu'il faut accorder à un bon usage de la connaissance scientifique. Les étudiants doivent savoir comment, à la fois dans le présent et historiquement, la technologie qui utilise la connaissance scientifique peut avoir des impacts positifs ou négatifs sur la société. Relier la science à des situations familières et à des objets utilisés quotidiennement stimule l'intérêt à l'apprendre mais doit aussi être utilisé pour développer la perception de l'étendue, locale autant que globale, des conséquences de ces applications.

Si les élèves développent une conscience plus large du rôle de la science dans la vie quotidienne et particulièrement des attitudes résultant d'une éducation à la science précoce, cela peut conduire un plus grand nombre de ces élèves à choisir de se spécialiser en sciences, mais il ne s'agit là que d'un résultat secondaire et non du but principal de l'objectif énoncé d'une science pour tous.

3. L'éducation à la science a des objectifs multiples. Elle doit viser à développer: la compréhension d'un ensemble de notions-clés DE science incluant des idées de science et des idées SUR la science et son rôle dans la société; des compétences scientifiques permettant de rassembler et d'utiliser des évidences, des attitudes scientifiques.

Nous utilisons ici l'expression *notion-clé* pour signifier un énoncé abstrait, expliquant des relations observées entre phénomènes ou des propriétés. Cela diffère de l'usage quotidien du terme *idée* désignant une pensée qui n'est pas nécessairement reliée à l'usage des évidences. Une notion-clé que nous considérons comme importante en sciences est une notion qui s'applique à tout un ensemble d'objets ou de phénomènes, alors que ce que nous pourrions appeler *petite idée* ne s'applique qu'à une observation particulière ou à une simple expérience. Par exemple, le fait que les vers de terre soient bien adaptés à vivre dans le sol est une petite idée; une notion-clé plus ample est que les êtres vivants ont évolué sur de très longues périodes de temps pour pouvoir vivre dans certaines conditions.

Par une éducation à la science, les élèves développent leur compréhension de notions-clés sur les objets, les phénomènes, les matériaux et les relations dans le monde naturel (par exemple, que toute matière est faite de particules microscopiques; que certains objets sont capables d'en affecter d'autres à distance). Non seulement ces notions-clés fournissent des explications aux observations et répondent aux questions qui surgissent dans la vie quotidienne, mais elles permettent des prédictions sur des phénomènes n'ayant pas été observés jusqu'ici. Une éducation à la science doit également développer des notions-clés traitant de l'investigation scientifique, du raisonnement

et des méthodes de travail (par exemple, le fait que la méthode scientifique permet de faire des prédictions basées sur des explications possibles ou qu'elle permet de tester la valeur de différentes idées par rapport à leur capacité de preuve), ainsi que des idées sur les relations entre science, technologie, société et environnement (par exemple, que les applications de la science peuvent avoir des effets sociaux, économiques et environnementaux positifs ou négatifs).

Bien que ces notions-clés de science soient l'objet principal de ce petit ouvrage, il est important de souligner que les buts de l'éducation à la science incluent également le développement d'attitudes et de compétences scientifiques.

La compréhension de la façon dont la connaissance scientifique s'est développée doit, au moins en partie, résulter de la mise en œuvre d'investigations scientifiques de différentes sortes. Par une telle activité, les élèves apprennent à formuler des questions et à trouver des méthodes de collecte des données par l'observation et la mesure, afin de répondre aux questions, d'analyser et d'interpréter ces données, et de s'engager dans des discussions sur leurs résultats et la façon de les obtenir.

Une attitude fondamentale est la volonté de participer aux activités scientifiques, c'est-à-dire de poursuivre une investigation sur le mode scientifique. Les objectifs de l'éducation à la science doivent donc comprendre la

volonté de recueillir des données de façon contrôlée et systématique, d'être ouvert dans leur interprétation, de travailler en collaboration avec les autres, d'être ouvert au questionnement et, quand il le faut, critique sur les affirmations et explications proposées ainsi que de se comporter, au fur et à mesure de l'investigation, de manière responsable par rapport à l'environnement, à sa propre sécurité et à celle des autres.

Ces objectifs divers ne sont pas atteints indépendamment les uns des autres. Dans l'apprentissage, il existe une interaction essentielle entre eux : une véritable compréhension demande des compétences telles que celles qu'impliquent l'usage des évidences et le raisonnement et des attitudes telles que la curiosité, le respect des faits et l'ouverture d'esprit. Les mener à terme entraîne l'utilisation de la langue, écrite ou orale, et éventuellement des mathématiques afin de décrire les propriétés et les relations des objets et des phénomènes, afin de reconnaître la signification scientifique de mots qui peuvent en avoir une différente ou plus étendue dans leur usage quotidien.

4. Il doit y avoir une progression claire vers les objectifs de l'éducation à la science en explicitant les notions qui doivent être acquises à chaque étape à partir d'une analyse soignée des concepts, des apports de la recherche et de la compréhension des processus d'apprentissage.

Les enfants viennent à l'école avec des idées déjà bien établies sur le monde, qui résultent de leurs actions, de leurs observations, de leurs réflexions dans leur vie quotidienne. Ces idées sont le point de départ du développement de la compréhension, comme des compétences et des attitudes qui sont le but même de l'éducation à la science.

Pour aider à progresser vers des buts plus éloignés, il est important d'avoir une idée sur la direction et la nature de cette progression, et tout particulièrement sur ce que les élèves doivent connaître, comprendre et faire aux différentes étapes de leur éducation scolaire.

Identifier la progression demande à la fois une analyse logique pour établir les idées les plus simples requises par l'introduction des idées plus complexes (par exemple, les idées sur la masse et le volume avant d'introduire la densité) et, puisque les êtres humains ne développent pas nécessairement les idées de façon logique, toute évidence empirique résultant de la recherche sur la façon dont la pensée se développe. Ces deux approches ne sont pas indépendantes car c'est ce qui est attendu qui structure la façon dont se posent les questions de recherche. Néanmoins, c'est en analysant comment les élèves donnent du sens à leurs expériences que nous pouvons fournir une riche description des changements dans leur façon de penser, changements qui indiquent une progression vers les buts poursuivis.

Les idées scientifiques sont souvent complexes, et le progrès dépend de façon variable des expériences plus larges, du développement du raisonnement ou de l'accès à différentes façons d'expliquer les phénomènes, les propriétés et les relations entre objets. La progression va donc varier d'un élève à l'autre selon les occasions que chacun rencontre à la fois dans l'école et à l'extérieur. Une description précise de la progression qui s'appliquerait à tous les élèves n'est pas réaliste, mais il y a au moins des tendances communes qui permettent de décrire de manière générale ce que l'on peut attendre à différentes étapes lorsque les élèves vont de l'école maternelle à l'école primaire, puis secondaire. Ces tendances comprennent :

- une capacité croissante à considérer que certains phénomènes peuvent être expliqués par des propriétés qui ne sont pas directement observables,
- une reconnaissance croissante qu'il est nécessaire de comprendre plusieurs facteurs pour expliquer tel ou tel phénomène,
- une analyse de plus en plus quantitative des observations, utilisant les mathématiques pour affiner les relations et approfondir la compréhension,
- un usage plus efficace de modèles physiques, mentaux et mathématiques.

Le fait de reconnaître et de mettre en œuvre ces tendances générales soutient des progressions plus souples que ne le ferait une séquence d'activité établie

une fois pour toutes, laquelle pourrait ne pas répondre aux besoins de tous les élèves, un point sur lequel nous revenons dans le principe suivant.

5. La progression vers les notions-clés doit résulter de l'étude de sujets qui intéressent les élèves et qui ont un lien avec leur vie.

Il est important de faire la distinction entre les documents écrits qui définissent le programme en termes d'une suite d'acquisitions d'apprentissage (un programme national, par exemple) et les activités de classe pratiquées par les élèves. Le programme, appelé encore curriculum, est en général compris comme le document qui indique les objectifs et les intentions qui les sous-tendent tout au long des années de scolarité. Ce n'est généralement pas le rôle de ce document de fixer la manière dont ces objectifs seront atteints. C'est un rôle qui revient au professeur et aux instructions ou aides que peuvent lui fournir les auteurs des programmes. Ces éléments s'appuient sur une pratique de la classe, les contextes des méthodes qui visent à atteindre les objectifs énoncés dans le principe 3 et la mise en conformité avec les autres principes. Le programme doit aider les professeurs à établir un contexte d'apprentissage que les élèves percevront comme significatif pour eux, et surtout motivant. Une question centrale posée aux auteurs de programmes et aux maîtres est de garantir la façon dont les petites

notions-clés ou petites idées qui se développent lors de l'étude de sujets particuliers construisent progressivement des notions-clés plus amples.

L'une des réponses possibles est d'analyser les préalables à chaque notion-clé majeure puis de créer une série d'exercices qui, au moins en principe, pourraient se combiner pour conduire à la compréhension recherchée. Lorsque les élèves font face à des matériaux structurés et à des activités soigneusement mises en séquence, ils ont à faire confiance : si vous faites cela aujourd'hui, vous comprendrez mieux demain. Mais une telle approche revient à ignorer ce que nous savons aujourd'hui sur la façon dont les personnes apprennent, en particulier l'importance qu'il y a à donner un sens à l'expérience personnelle. Ceux qui apprennent trouvent généralement très difficile d'apprendre tout en comprenant, lorsqu'il leur faut partir de tâches dont la signification ne leur est pas apparente. Ils apprennent plus rapidement lorsqu'ils sont capables de relier leurs expériences nouvelles à ce qu'ils savent déjà, lorsqu'ils ont le temps de parler et de questionner et lorsqu'ils sont motivés par la curiosité pour répondre aux questions. Cela suggère des activités qui puissent permettre aux élèves d'entrer en relation avec des objets réels et avec des problèmes réels. Cela signifie que les façons d'enseigner et d'apprendre doivent être suffisamment souples pour laisser la place aux différentes expériences et à ce que des situations particulières peuvent offrir, si

bien que les centres d'intérêt et les questions des élèves peuvent être utilisés comme point de départ vers des objectifs qui demeurent communs. De telles activités ne sont pas typiquement celles qui visent une par une des notions présentes dans un programme structuré. Des activités qui ont un sens et qui soulèvent l'intérêt des élèves contribuent fréquemment au développement d'autres idées qui leur sont reliées.

6. Les expériences d'apprentissage doivent faire appel à une vision de la connaissance scientifique et de l'investigation scientifique qui est rendue explicite et qui est en accord avec une vision scientifique et éducative actualisée.

La science est souvent présentée comme une collection de faits et de théorèmes dont la justesse a été démontrée. Le mot *objectivité* est fréquemment utilisé pour décrire la méthode scientifique, impliquant qu'il n'existe qu'une façon de voir et que celle-ci est d'une certaine manière indépendante du jugement humain et des valeurs. La vision actuelle de la science est plus dynamique : les théories dépendent des évidences disponibles et, en conséquence, elles peuvent changer lorsque de nouvelles évidences surgissent. La science est vue comme le résultat d'une aventure humaine, mettant en jeu la créativité et l'imagination autant que la collecte soignée de données et leur interprétation pour produire évidences et preuves.

L'histoire des sciences contient beaucoup d'exemples de modifications dans la façon dont certains phénomènes ou objets du monde, par exemple le système solaire, sont compris. Avec du recul, en connaissant les évidences qui à une certaine époque ont soutenu les nouvelles idées, celles-ci peuvent paraître évidentes mais, au moment où elles ont émergé, elles ont souvent requis un saut de pensée créative qui a conduit à la collecte de toutes sortes d'évidences plutôt que ces dernières n'en ont été le point de départ : un mélange de raisonnement inductif et déductif. Les idées, les notions qui sont confirmées de façon répétée par l'évidence finissent par acquérir un statut de fait mais leur stabilité dépend de l'amplitude de ces évidences. Voir la science comme un processus de compréhension du monde a plus de chances de séduire les élèves que de la voir comme une série de procédures mécaniques et de réponses justes établies une fois pour toutes.

L'activité scientifique et la pensée, qu'il s'agisse d'élèves ou de scientifiques, visent à comprendre. En cela, elles diffèrent de la technologie, qui vise à résoudre des problèmes par la conception et la fabrication de produits. Dans ce processus de compréhension, le jugement ultime de la validité d'un énoncé scientifique est l'évidence apportée par l'observation du monde physique. C'est ici que les sciences de la nature diffèrent des mathématiques, où la logique forme la base du raisonnement. Il y a de nombreuses

raisons pour combiner les sciences de la nature, les mathématiques et la technologie dans l'enseignement et dans l'apprentissage, mais il demeure important de reconnaître qu'elles se situent différemment dans la production de connaissances et de compréhension. Les mathématiques sont attirantes par leur précision et les réponses claires qu'elles fournissent. En comparaison, les sciences de la nature peuvent paraître imprécises, mais cela découle de leur dépendance d'évidences qui peuvent être incertaines ou ouvertes à nombre d'interprétations différentes, mais non parce qu'il s'agirait simplement d'une question d'opinion ou de croyances.

7. Toutes les activités scientifiques du programme doivent approfondir la compréhension d'idées scientifiques tout en ayant d'autres objectifs possibles tels que développer des attitudes et des compétences.

Ce n'est pas par hasard que le développement des notions-clés est énoncé en premier dans la liste des objectifs du principe 3, car il doit représenter la priorité dans la conception des expériences d'apprentissage. Bien des moments d'apprentissage en sciences peuvent également contribuer au développement de compétences et d'attitudes; des activités qui n'auraient que cela comme objectif – objectif non cognitif –, et qui seraient découplées de liens pouvant conduire au développement de notions scientifiques, ne contribuent

pas suffisamment à une éducation à la science. Les compétences doivent être mises en relation avec des questions de science: quelque chose doit être observé; les données doivent être prises sur quelque chose. Si ce quelque chose n'est pas relié à la compréhension du monde physique ou du monde vivant, la compétence utilisée est générique plutôt que scientifique. De même des activités qui sont construites uniquement pour jouer ne font pas plus partie de l'éducation à la science que ne le ferait la seule observation d'un feu d'artifice.

Comme pour tout apprentissage, il existe différentes sortes de motivation pour étudier la science: certaines sont intrinsèques et résultent d'un intérêt pour le sujet; certaines sont extrinsèques et se manifestent par l'enthousiasme ou la récompense.

Il y a évidemment place pour des démonstrations saisissantes quand elles conduisent à des questions sur lesquelles les élèves vont conduire une investigation. Néanmoins, il est particulièrement important que le professeur s'assure que les activités des enfants aillent plus loin que l'amusement et les aident à accroître leur compréhension des objets ou phénomènes autour d'eux. Cela ne veut pas dire que les élèves les plus jeunes vont nécessairement avoir conscience des notions-clés que leurs activités visent à comprendre; cela ne risque de se produire que pour les élèves plus âgés, dans le secondaire. Mais, dans l'esprit du professeur, il doit y avoir une conscience explicite de la façon dont ses activités vont

tisser des fils de pensée qui pourront plus tard être reliés. Au niveau primaire, où les notions-clés pourraient paraître particulièrement éloignées de la capacité de compréhension des enfants, il faudra sans doute aider les professeurs à reconnaître l'importance de cette progression vers les notions-clés à partir des idées plus modestes qui sont développées lors d'étapes successives.

8. Les programmes d'apprentissage des élèves, de même que la formation initiale et le développement professionnel des maîtres, doivent être cohérents avec les méthodes d'enseignement et d'apprentissage requises pour atteindre les objectifs énoncés dans le principe 3.

Quelqu'un qui apprend comprend ou non une idée selon la façon dont elle l'aide à donner un sens à ses expériences à un moment particulier. Le processus selon lequel une expérience nouvelle va faire sens suppose l'utilisation d'une idée qui permette des prédictions, lesquelles seront mises à l'épreuve par l'apparition de nouvelles évidences rassemblées par telle ou telle investigation. Il y aura peut-être plusieurs idées à essayer, provenant d'une expérience antérieure de celui qui apprend ou fournies par d'autres élèves, par le professeur ou par d'autres sources d'information. Si l'on demande aux élèves d'accepter des idées qui peuvent très bien entrer en conflit avec leurs propres idées intuitives sans leur laisser la possibilité de voir

par eux-mêmes, il est improbable que ces idées seront réellement utilisées pour donner un sens à ce qu'ils observent autour d'eux. Il en découle que les méthodes d'enseignement pertinentes sont celles qui rendent les élèves capables de construire leur compréhension à partir de prédictions fondées sur des idées possibles, des hypothèses, de la collecte de données de diverses manières, de l'interprétation des données, de la confrontation des observations à leurs prédictions et d'une discussion de l'utilité de ces idées.

Il n'est pas possible de conduire une investigation en manipulant directement des objets sur toutes les notions qui font partie des objectifs d'une éducation à la science. D'autres formes d'investigation, telles que les observations ou les études de corrélation, doivent souvent être utilisées, par exemple lorsqu'il s'agit du système solaire ou de l'intérieur du corps humain. Le point essentiel ici n'est pas tant la manipulation physique que l'activité mentale, le fait que les élèves soient les participants qui réfléchissent en recherchant et en utilisant l'évidence et en la discutant entre eux.

Participer à une classe sous forme d'investigation non seulement contribue au développement de notions scientifiques mais donne l'occasion aux élèves de comprendre ce qu'est la science et comment travaillent les scientifiques.

L'enseignement doit donc offrir aux élèves l'occasion de réfléchir à ce qu'est leur participation à une

investigation scientifique : comment ils ont recherché et utilisé les évidences ; quel a été le rôle de la discussion avec les autres pour développer leur compréhension. Comprendre la nature, la puissance, mais aussi les limitations de l'activité scientifique se nourrit aussi d'une connaissance des travaux des scientifiques passés et présents : comment les questions ont-elles surgi et comment y ont-ils répondu ? qu'est-ce qui les a conduits à poser ces questions ? quelles discussions en ont résulté ? et les différences de point de vue ont-elles été résolues ou non ?

Le processus de formation des enseignants, initiale ou continue, doit reconnaître que ces professeurs, en tant qu'apprenants, ont également besoin d'une expérience directe de l'activité scientifique et de son langage à leur propre niveau. Leur formation doit donc inclure différentes sortes d'investigation scientifique personnelle, suivies d'une réflexion sur les conditions et le rôle du maître qui aide à la compréhension à la fois des notions scientifiques et du processus de la science.

9. L'évaluation joue un rôle central dans l'éducation à la science. L'évaluation formative de l'apprentissage par les élèves et l'évaluation sommative de leurs progrès doivent s'appliquer à tous les objectifs.

L'évaluation utilisée au cœur même de l'enseignement pour aider à l'apprentissage des élèves est appelée formative. Son fondement est celui-ci : pour apprendre

en comprenant, les élèves doivent commencer à partir d'idées et de compétences qu'ils possèdent déjà. Le rôle du maître est de faciliter cet apprentissage en s'assurant que les activités proposées fournissent suffisamment de challenges pour développer des idées et des compétences. Cela suppose d'avoir établi le degré atteint par les élèves et de savoir comment faire le pas suivant. Une partie importante de ce processus est d'aider les élèves à reconnaître les buts d'une activité et à être capable de juger leurs performances, de sorte qu'ils puissent jouer un rôle dans la direction de leur effort. Cette utilisation de l'évaluation est un processus constant et non quelque chose qui se produit après l'apprentissage, comme c'est le cas de l'évaluation sommative : cela doit donc faire partie des guides fournis au professeur. L'évaluation formative doit donc s'appliquer à l'ensemble des objectifs si les professeurs veulent se donner la chance maximale de les atteindre tous.

L'évaluation sommative a un but différent de l'évaluation formative. Elle est utilisée pour établir un bilan de l'acquis des élèves à un moment donné de façon à le communiquer, par exemple, aux parents, à de nouveaux professeurs lors d'un changement de classe ou d'école et aux élèves eux-mêmes. Puisqu'il s'agit d'un bilan, cette information n'a pas besoin d'être aussi détaillée que dans le cas formatif. Elle peut dériver de l'information collectée au fil des semaines si celle-ci est

confrontée à la description des objectifs requis pour tel ou tel niveau. Il est également possible de l'obtenir par un contrôle sur ce que les élèves peuvent faire à un certain moment à l'aide de tests ou de tâches spécifiques. Mais, en faisant cela, la contrainte d'une série nécessairement limitée de tests ou de tâches rend difficile l'assurance que tous les objectifs ont été atteints, tandis que le résumé fourni par le maître des informations recueillies à partir d'un large choix d'activités est plus clairement relié aux objectifs d'apprentissage. Une combinaison du jugement du professeur et d'épreuves de contrôle utilisées pour modérer les jugements du professeur fournit probablement des données qui combinent de façon adéquate la validité et la fiabilité.

Ce qui fait l'objet d'une évaluation et d'un rapport est supposé représenter ce qui est important à apprendre, si bien qu'il est essentiel de ne pas se limiter à ce qui est facile à tester.

10. En visant ces objectifs, l'enseignement des sciences à l'école doit promouvoir la coopération entre les maîtres et l'implication de la communauté, en y incluant celle des scientifiques.

Dans tous les domaines d'apprentissage, les écoles tirent bénéfice d'une communication aux parents et à d'autres membres de la communauté de leurs objectifs et de la façon dont elles travaillent pour les atteindre. La vie à l'école n'est qu'une partie de l'expérience

des enfants, et les heures qu'ils passent au dehors peuvent être mises à profit pour soutenir leur travail scolaire si une communauté plus large a conscience des objectifs de l'école. Cela est particulièrement important pour l'éducation à la science, dont le but est de comprendre le monde autour de soi et dont le champ d'application est donc pratiquement illimité. L'intérêt de partager la vision et les objectifs de l'école peut aller bien au-delà d'un bénéfice pour les élèves eux-mêmes. Certaines écoles créent des occasions pour les parents, ou pour d'autres, de faire les mêmes types d'expériences d'investigation scientifique que les élèves et de développer leur propre compréhension : par exemple, sur des sujets au contenu scientifique tels que la conservation de l'énergie, le recyclage des matériaux et la protection des habitats naturels.

Les expériences des élèves à l'école peuvent également tirer parti de programmes qui encouragent activement les professeurs à travailler ensemble ou avec la communauté locale. La science est complexe et transformer son enseignement est exigeant. Très peu de professeurs d'école se sentent parfaitement à l'aise dans tous les domaines scientifiques qu'ils ont enseignés ; de fait, bien des enseignants de l'école primaire ne sont à l'aise que dans très peu de domaines scientifiques, et certains enseignants du secondaire doivent enseigner tous les sujets scientifiques bien qu'ils n'en aient étudié qu'un ou deux en profondeur. Tous peuvent bénéficier

de dispositifs qui permettent aux enseignants de partager d'une façon ou d'une autre leur expérience, d'accéder à des conseils donnés par des scientifiques et de se forger une idée sur les applications de la science à partir des industries locales ou d'autres acteurs de la communauté. La communauté scientifique peut utilement contribuer à l'amélioration de l'éducation à la science en permettant à ses étudiants ou à ses chercheurs de répondre à des questions sur Internet ou d'accompagner des enseignants dans leurs écoles.