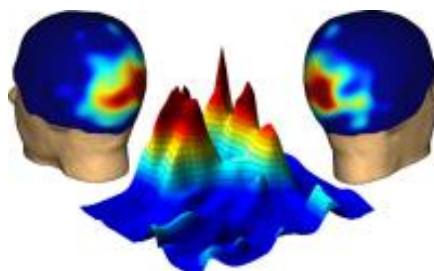


Pour une éducation à la culture scientifique et technologique



Juin 2015

La culture scientifique et technologique prépare le futur citoyen à comprendre le monde qui l'entoure et à appréhender les défis sociétaux et environnementaux. [...] Il importe de développer à l'école, pendant le temps scolaire et périscolaire, une politique de promotion de la science et de la technologie. Tout au long de la scolarité, seront développées les relations entre le milieu scolaire et les acteurs du monde scientifique et technologique (laboratoires de recherche, ingénieurs, entreprises, musées, monde associatif...). L'un des objectifs est que de plus en plus d'élèves, notamment de filles, au cours et à l'issue de leur parcours, souhaitent s'engager dans les carrières scientifiques et techniques. [...]

Loi d'orientation et de programmation pour la refondation de l'école

Préambule

La terminologie de « culture scientifique et technologique » a fait une apparition récente dans les textes de l'éducation nationale. Ce n'est effectivement que dans le décret pris en 2006 pour expliciter le socle commun de compétences visé pour tous les élèves en fin de scolarité obligatoire par la loi de 2005, qu'apparaît de la façon la plus tangible, avec le troisième « pilier » du socle, l'objectif énoncé comme « principaux éléments de mathématiques et culture scientifique et technique ».

Bien que constituant un objectif affiché des politiques publiques depuis de nombreuses années, la difficulté à cerner ce concept, à circonscrire son champ exact, au carrefour entre politique de recherche, politique d'éducation, politique culturelle et politique industrielle, n'aura pas permis d'en donner une définition opérationnelle pour en faire un réel objet d'enseignement / apprentissage jusqu'à il y a peu encore.

La lecture de quelques textes récents amène encore à des constats qui peuvent sembler étonnants au regard de cette préoccupation clairement affichée dans la loi d'orientation de développer une culture scientifique et technologique. Ainsi, il n'est pas fait mention des sciences dans la circulaire relative à l'éducation artistique et culturelle ; un regard sur les ressources du site Eduscol montre le cloisonnement entre éducation artistique et culturelle et culture scientifique et technologique ; la loi d'orientation, bien que faisant état de cette culture scientifique, cloisonne également parcours d'éducation artistique et culturel et culture scientifique, etc.

Alors, y-a-t-il la culture, la culture générale, des frontières et des regroupements entre les différents champs de la culture (culture artistique, littéraire, historique, économique, scientifique et technique...) ? Non, bien évidemment. Face à la définition vaste et polysémique du mot culture, il est tentant de vouloir préciser « culture scientifique », voire « culture scientifique et technique ». Mais à chaque fois que l'on rajoute un qualificatif à un mot, c'est son sens qui se réduit. Or le sentiment que la science fait partie intégrante de la culture est aujourd'hui largement partagé. La séparation sémantique est factice, autrement dit, pour reprendre Claude Fabre (professeur à l'Université Pierre et Marie Curie), « Le boson de Higgs se situe sur le même plan que la princesse de Clèves ». Mais cette séparation a un objectif : faire reconnaître l'importance particulière de cette culture scientifique.

De multiples questions émergent alors pour l'enseignant : *Que recouvre l'expression « culture scientifique et technologique » ? Quels sont les enjeux de la culture scientifique et technologique dans la société ? Comment l'école répond-elle à ces enjeux ? Que peut-on faire concrètement ?*

Mais avant de se poser ces questions, il faut encore revenir sur ce qu'est la science (parce qu'acquérir une culture scientifique c'est notamment être capable de répondre à cette interrogation : *qu'est-ce que qui est scientifique et qu'est-ce qui ne l'est pas ?*).

L'objet de ce document est de tenter d'éclairer le sens de cette appellation « culture scientifique et technologique », d'affirmer l'importance de cette culture et d'apporter quelques éléments de réponses concrets sur la manière dont elle peut être construite avec les élèves.

Stéphane Le Jeune
Pilote de la commission « Culture scientifique et technologique »
du département de Loire Atlantique

Partie I :

Une définition de la culture scientifique et technologique



■ A propos de la science et de la méthode scientifique

On dit souvent de la démarche d'investigation pratiquée à l'école qu'elle est inspirée de la méthode scientifique, dont on décrit les étapes, souvent de façon linéaire. Mais on n'explicite peu ou pas les fondements de la méthode scientifique, les « règles » qu'un scientifique se doit de respecter pour produire un travail « honnête » intellectuellement parlant. Cette lacune explique sans doute pour partie pourquoi il est parfois difficile de débattre de certains sujets scientifiques avec le grand public : sans expliquer les différences entre savoir, opinion, théorie, croyances, et même tout simplement sans définir la science, les incompréhensions sont multiples et débouchent sur des impasses.

Le terme de science est utilisé dans des contextes divers...

D'abord la science peut être comprise comme une somme de connaissances relatives à un sujet donné : c'est sans doute la définition la plus commune. Mais quand on parle de science on peut aussi se référer à une communauté de personnes, les scientifiques, les chercheurs qui travaillent sur un sujet donné : c'est le sens utilisé généralement en sociologie. Dans une troisième acception du terme, il n'est pas rare qu'en parlant de sciences on désigne en réalité ses applications technologiques, ses débouchés et par là même, ses conséquences. Enfin, le terme science est également utilisé pour désigner la démarche du scientifique, la méthodologie employée qui permet de valider des connaissances.

... qui sont parfois sources de malentendus.

Si la science est comprise au sens de somme de connaissances, alors elle peut être considérée par le grand public comme une vérité établie, immuable (c'est d'ailleurs l'impression que pouvait donner le cursus scolaire lorsqu'il ne développait que des connaissances, sans se préoccuper de démarches). Mais la science évolue et les outils s'affinent, cela peut parfois donner l'impression que les scientifiques finissent par se contredire.

Lorsque la science est perçue au travers de ses débouchés, comme à partir de différents sujets s'inscrivant dans l'actualité sous la rubrique des risques qu'ils font courir aux individus (gaz à effet de serre et réchauffement climatique, catastrophes nucléaires, maladie de la « vache folle » et grippe aviaire, organismes génétiquement modifiés...), la défiance se répand dans l'opinion publique, mêlant évolution de la science, mise en œuvre de technologies et développements économiques.

Ces malentendus, cette défiance, proviennent pour partie d'une méconnaissance du travail du scientifique, de la méthode scientifique, au sens le plus large possible, qui repose notamment sur quatre fondamentaux.

La démarche scientifique ne peut s'initier que sur un scepticisme initial concernant les faits.

Nous n'expérimentons sur le monde réel que parce que nous nous posons des questions. Si ce qui est à découvrir est déjà écrit, nous n'avons d'emblée qu'une parodie de science. Le scientifique doit donc travailler avec une hypothèse honnêtement émise et ne doit pas faire un travail de démonstration d'une hypothèse, il doit la tester (il est vrai cependant qu'un dispositif expérimental est élaboré en fonction des hypothèses sur ce que l'on pense pouvoir obtenir). Ce scepticisme initial représente la différence fondamentale entre une croyance et un savoir ; une croyance par définition s'appuie sur un principe d'autorité et de certitude et n'a pas besoin de justification.

Ainsi, il est essentiel en classe de faire émerger des questionnements, d'inciter les élèves à remettre en question leurs croyances ou leurs opinions (la situation de départ doit permettre de les amener progressivement à déconstruire leur modèle explicatif initial s'il est inadapté ou erroné pour préparer à en accueillir un nouveau), de ne pas écarter d'emblée des hypothèses qui conduiraient à ne mener des expériences que pour chercher à prouver ce que l'on sait déjà. Dans le même ordre d'idées, valider une hypothèse (dont on sait qu'elle constitue la réponse au problème posé) au prétexte qu'elle est partagée par tous, sans la mettre à l'épreuve, c'est laisser penser à l'élève qu'une croyance ou une opinion partagée peut avoir le statut de savoir.

Les méthodes de la science sont réalistes.

Le monde existe indépendamment et antérieurement à la perception que j'en ai et aux descriptions que l'on en fait. Si un scientifique fait des expériences et les publie, c'est dans l'espoir qu'un collègue inconnu lui donnera raison en ayant trouvé le même résultat. Il parie donc que le monde physique se manifesterà à ce collègue comme il s'est manifesté à lui.

Ainsi, il est essentiel en classe de travailler sur les conditions des expériences, l'identification des facteurs conduisant à leur reproductibilité. De même, il convient de montrer que les résultats d'une expérience ne pourront être considérés comme valides que lorsque ces résultats auront été corroborés par plusieurs groupes (ou par d'autres moyens que l'expérience, la différence entre un élève et un chercheur réside dans le fait que l'élève cherche un savoir qui a déjà été trouvé et formulé). Il faut donc éviter de bâtir des conclusions et construire des savoirs sur la base d'une seule expérience réalisée.

Les méthodes de la science mettent en œuvre la rationalité de l'observateur.

La rationalité scientifique consiste simplement à respecter les lois de la logique et le principe de parcimonie : aucune démonstration scientifique ne peut souffrir de fautes de logique, la sanction immédiate étant sa réfutation ; la parcimonie se traduit par le fait que les théories que nous acceptons sur le monde sont les plus économiques en hypothèses. Plus les faits sont cohérents entre eux et moins la théorie qu'ils soutiennent a besoin d'hypothèses. Pour prendre un exemple, le détective, pour résoudre un crime, cherchera à minimiser les zones d'ombres et les hypothèses pour construire son scénario.

Ainsi, il convient de mettre en lumière la complexité ou la simplicité des hypothèses formulées par les élèves, critère pouvant permettre de justifier que certaines ne seront pas testées en classe.

La science observe un matérialisme méthodologique.

Par matérialisme il faut comprendre ici tout ce qui est expérimentalement accessible dans le monde réel. C'est la seule manière que nous avons d'accéder à une connaissance sur le monde physique, la science ne travaille pas avec des catégories par définition immatérielles (esprits, élans vitaux, etc.) ; cela participe de sa définition.

Ainsi, les hypothèses faisant appel à ces catégories immatérielles seront écartées en ce sens qu'elles ne relèvent pas du champ de la science.

Pourquoi ces quatre points forment-ils la base de la méthodologie scientifique ? Tout simplement parce qu'ils représentent le socle minimum auquel souscrit – consciemment ou non – tout scientifique pour permettre une vérification par autrui (notamment la reproductibilité si importante en science) et au-delà, pour permettre une validation collective.

Ces éclaircissements permettent aussi de revisiter la question de la « science participative citoyenne », nouveau concept aux contours un peu flous pour les citoyens et qui cherche à les impliquer dans la démarche des constructions des savoirs : sur Internet, des dizaines de « laboratoires virtuels » invitent chacun à prendre part au progrès en récoltant des données ou en triant des informations. Ce concept inquiète un certain nombre de chercheurs, par peur de voir les règles de la démarche scientifique modifiées. L'exemple des cultures OGM à l'INRA détruites par des associations « citoyennes » fait craindre que cette « science participative citoyenne » ne soit en définitive qu'une attaque contre la méthodologie scientifique : si les résultats ne vont pas dans le sens des « croyances » des citoyens, alors ils seront rejetés. Le scepticisme sur les faits et la rationalité seraient donc jetés aux oubliettes. Dans les sciences participatives, il faut bien comprendre que les concitoyens ne font pas des sciences, ils ne font que participer à des collectes d'informations dont l'analyse, la validation est assurée par les scientifiques, les applications et les décisions relevant ensuite de l'Etat.

Dans un contexte où les sciences et les techniques font l'objet d'une certaine suspicion de la part des citoyens qui ont tendance à voir davantage les aspects négatifs que les aspects positifs de leur développement, une action en matière de culture scientifique et technique s'impose. Ce sujet ne prend tout son sens que dans le cadre de la culture générale de l'individu-citoyen confronté à des évolutions accélérées qui bousculent bien des certitudes.

■ Un peu d'histoire pour mieux comprendre le concept de culture scientifique et technologique

Au moment de la réflexion sur la création d'une instruction publique, pendant la Révolution, les **enseignements scientifiques** sont d'abord portés par des préoccupations d'ordre culturel, visant l'élaboration d'un certain rapport au monde inspiré de la connaissance.

Ainsi, Condorcet¹ (1743-1794) estime que les progrès de la science et de la raison mèneront au bonheur des sociétés et des individus, que les sciences peuvent « substituer enfin l'ambition d'éclairer les hommes à celle de les dominer ».

Arago² (1785-1853), grand vulgarisateur scientifique, crée en 1835 les Comptes rendus de l'Académie des Sciences afin de faire connaître les travaux de l'Académie, comptes-rendus qui existent toujours. Pour lui, les sciences, avant d'être utiles aux « intérêts matériels » auxquels on veut parfois les réduire, sont d'abord ce par quoi « les préjugés sont tombés à jamais ».

Mais les différents enseignements scientifiques dispensés dans les divers ordres d'enseignement au cours de l'histoire n'ont pas toujours visé cette référence culturelle, et se sont longtemps cantonnés, pour certains types d'écoles, à des acquis tournés vers les « applications ».

Pour les **enseignements techniques**, l'association à la notion de culture était plus délicate encore. En 1983, Jack Lang, ministre de la culture, ouvrait un colloque sur le design et la création industrielle:

« Il n'y a pas d'un côté la production, l'économie, le travail, l'argent, l'industrie, la consommation, les choses dites sérieuses et puis de l'autre la philosophie, la conscience, la morale, les humanités, la critique, l'art, les choses moins immédiatement utiles, sous-entendu parfois moins sérieuses. Cette coupure entre le monde de la production et le monde de la réflexion [...] recouvre une autre distinction, qui n'est pas moins perverse: distinction entre les arts nobles, ceux que les rhétoriciens du XIX^{ème} siècle ont érigés en forme d'arts digne des humanités [...] et de l'autre côté, les arts roturiers, ou les arts mineurs, ceux qui se trouvent le plus souvent liés au monde de l'industrie. »

En 1984, Le Groupe Science Culture fondé par Jacques Robin, Henri Atlan, Jacques Attali, René Passet, Joël de Rosnay, etc., dressait le constat suivant:

*« Les sciences et les techniques façonnent chaque jour davantage les modes de vie quotidiens de nos sociétés, les relations entre pays, les stratégies des entreprises, l'imaginaire personnel et collectif.
Les cultures, qui renvoient à la capacité des sociétés de se connaître et d'agir sur elles-mêmes, échouent à se saisir des savoirs scientifiques et techniques.
On assiste à la consolidation de deux pensées et de deux pratiques étrangères l'une à l'autre, qualifiées "de scientifique" et "d'humaniste" qui s'ignorent quand elles ne se méprisent pas. »*

C'est en 1985 avec l'apparition de la technologie au collège, en référence au concept de « culture générale », que l'on voit définir la technologie selon la double approche de l'appropriation de l'ensemble de démarches techniques et de la « compréhension de l'influence de la technique sur la culture d'une société et de l'empreinte de la technique dans la culture. ».

« **Culture scientifique** » et « **culture technique** » n'ont pas de long passé commun en matière scolaire. Jusqu'à récemment, dans les programmes, il n'existait pas de regroupement spécifique des disciplines concernées par cette « culture scientifique et technologique » et, à l'intérieur des programmes de chacune, la préoccupation culturelle n'était pas souvent explicite.

Cette préoccupation est aujourd'hui plus apparente. Ainsi, en 2009, dans le vademécum relatif à la mise en œuvre de la compétence 3 du socle au collège, trouve-t-on un paragraphe intitulé « La contribution des trois disciplines à l'acquisition d'une culture scientifique et technologique » (physique et chimie, sciences de la vie et de la Terre, technologie). Il y a quelques années seulement, le programme de sciences physiques et chimiques de seconde dispose que:

« La culture scientifique et technique acquise au collège doit permettre à l'élève d'avoir une première représentation globale et cohérente du monde [...], qu'il s'agisse de la nature ou du monde construit par l'Homme. L'enseignement des sciences physiques et chimiques [donne] à l'élève cette culture scientifique et citoyenne indispensable à une époque où l'activité scientifique et le développement technologique imprègnent notre vie quotidienne et les choix de société. Le citoyen doit pouvoir se forger son opinion sur des questions essentielles, comme celles touchant à l'humanité et au devenir de la planète. Cela n'est possible que s'il a pu bénéficier d'une formation de base suffisante pour avoir une analyse critique des problèmes posés et des solutions proposées. La science s'avère un instrument privilégié de cette formation parce qu'elle est école de structuration de l'esprit, susceptible d'aider durablement les élèves à observer, réfléchir, raisonner ».

Cependant, si la notion apparaît dans les intitulés et dans les intentions affichées, il faut reconnaître que la logique du socle était, jusqu'à il y a peu de temps encore (avec maintenant le socle commun de connaissances, de compétences et de culture), davantage tournée vers la validation de compétences. La référence culturelle n'était pas centrale. Si la notion de compétence, privilégiant les usages de la science dans un contexte d'action, peut conduire à des points de vue plus ouverts à l'esprit de la « culture scientifique et technologique » que le récit ou les exercices scolaires traditionnels, il n'est pas sûr que certains points de vue, comme celui de l'aventure des sciences, ou de la réflexion philosophique et politique sur les sciences et le monde technique étaient pour autant abordés.

Ces évolutions montrent toutefois qu'il y a aujourd'hui consensus sur l'intérêt et la nécessité d'un ancrage culturel plus constant des enseignements scientifiques, dans le sens :

- de la découverte par les élèves du sens social des sciences et des techniques, des enjeux et des questions qu'elles posent ;
- de la connaissance et par là de la démystification de leur histoire ;
- de la découverte plus authentique des méthodes de la recherche et des piliers qui la soutiennent.

■ Les enjeux de la culture scientifique et technologique

Au travers des discours des pouvoirs publics, de la lecture du paragraphe consacré à la culture scientifique et technologique dans la loi d'orientation, on peut dégager un certain nombre d'objectifs sociétaux :

- aider les citoyens à comprendre le monde qui les entoure et à appréhender les défis sociétaux et environnementaux ; alimenter le débat public sur les relations entre science, technique et société.
- aider à la promotion de l'égalité des chances, lutter contre la désaffection à l'égard des études scientifiques en renouvelant l'enseignement des sciences.
- contribuer par ces actions au développement de la recherche et de l'innovation ;

Ces objectifs, de niveaux et d'importances variés, traduisent une analyse fondamentale qui peut s'exprimer de la manière suivante : la science et la technologie ont pris une telle importance dans nos sociétés développées qu'il n'est pas envisageable que les individus-citoyens n'aient pas accès à une information et une réflexion sur leur évolution et sur les multiples conséquences de leur développement.

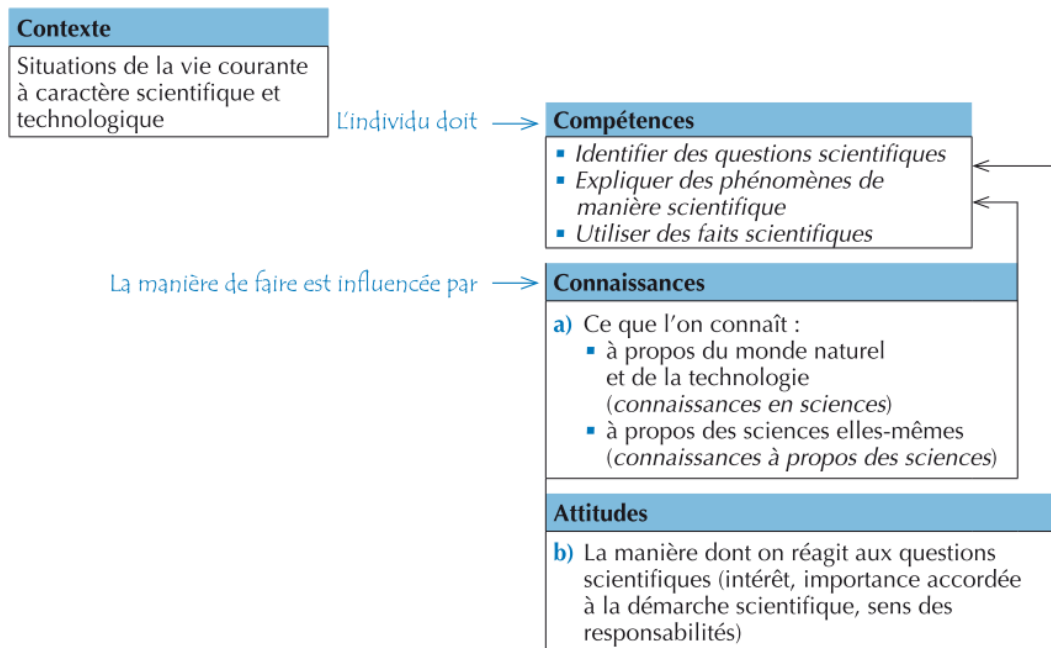
■ Une définition de la culture scientifique et technologique

Une définition opérationnelle et partagée pour l'école est celle du Projet International pour le Suivi des Acquis des élèves (PISA). Dans la perspective du cycle PISA 2006, la culture scientifique a été définie comme suit :

- **Les connaissances scientifiques** de l'individu et sa capacité d'utiliser ces connaissances pour identifier les questions auxquelles les sciences peuvent apporter une réponse, pour acquérir de nouvelles connaissances, pour expliquer des phénomènes scientifiques et pour tirer des conclusions fondées sur les faits à propos de questions à caractère scientifique.
Par exemple, un individu qui lit un article sur la santé est-il capable de distinguer les aspects scientifiques de ceux qui ne le sont pas ? Est-il capable d'exploiter ses connaissances pour justifier des décisions personnelles ?
- La compréhension des **éléments caractéristiques des sciences** en tant que forme de recherche et de connaissance humaines.
Par exemple, les individus sont-ils capables de faire la différence entre des explications basées sur des faits et des opinions personnelles ?
- La conscience du **rôle des sciences et de la technologie** dans la constitution de notre environnement matériel, intellectuel et culturel.
Par exemple, les individus sont-ils capables d'identifier et d'expliquer le rôle des technologies dans l'économie, l'organisation sociale et la culture d'un pays ? Sont-ils conscients des changements environnementaux et de leurs conséquences sur la stabilité économique et sociale ?
- La **volonté de s'engager en tant que citoyen réfléchi** à propos de problèmes à caractère scientifique et touchant à des notions relatives aux sciences.
Cette dimension de la culture scientifique renvoie à la valeur que les élèves confèrent aux sciences, tant à leurs thèmes qu'à leur démarche, comme moyen de comprendre le monde et de résoudre des problèmes.

Pour opérationnaliser cette définition, quatre composantes ont été prises en compte dans la composition de l'évaluation : les contextes, les compétences en sciences, les connaissances *en* sciences et à *propos de* la science, les attitudes *envers* les sciences. Ainsi, chaque item de l'évaluation PISA place le jeune devant une situation de la vie courante à caractère scientifique nécessitant la mise en jeu d'un ensemble de compétences influencées par ses connaissances en sciences ou à propos de la science ainsi que par ses attitudes vis-à-vis de la science.

Figure : Le cadre d'évaluation de la culture scientifique du cycle PISA2006
 Extrait de « PISA 2006 : Les compétences en sciences, un atout pour réussir »



Sources principales :

- Rapport n°2012-014 de janvier 2012 de l'Inspection générale de l'administration de l'Éducation nationale et de la Recherche « La diffusion de la culture scientifique : bilan et perspectives »
http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/2012/59/5/2012-014_CST_213595.pdf
- PISA 2006 : Les compétences en sciences, un atout pour réussir, vol. 1 © OCDE 2007
<http://www.oecd.org/pisa/39777163.pdf>
- Intervention de Guillaume Lecoindre au colloque 2013 de l'Union rationaliste
<http://www.union-rationaliste.org/index.php/rationalisme-scientifique/colloques/123-colloque-2013/556-comment-apprendre-aux-eleves-a-distinguer-savoirs-croyances-et-opinions-les-creationnismes>
- Images issues de la banque d'images libres du CNRS et de l'Encyclopedi@ :
<http://phototheque.cnrs.fr/> <http://encyclopedia.erpj.com/>

Partie 2 :

Des pistes concrètes pour un développement de la culture scientifique et technologique dans les établissements scolaires



Cette partie du dossier se propose de dresser quelques pistes d'activités à développer auprès des élèves et d'attirer l'attention sur quelques points dans les pratiques de l'enseignement des sciences expérimentales et de la technologie.

Ces pistes et préconisations s'articulent autour des quatre composantes de la définition de la culture scientifique et technologique selon PISA : les connaissances scientifiques et la capacité à les utiliser ; la compréhension des éléments caractéristiques des sciences ; la conscience du rôle des sciences et de la technologie ; la volonté de s'engager en tant que citoyen réfléchi.

Elles sont développées dans un ensemble de fiches permettant de les opérationnaliser, dans le contexte du département de la Loire-Atlantique. Ces fiches, séparées de ce dossier, seront amendées durant l'année 2015-2016. **A la date de parution de ce dossier (juin 2015), six fiches sont actuellement finalisées. La publication des futurs programmes permettra d'intégrer cette dimension dans les fiches à venir.**

Afin de faciliter l'appropriation de ces documents, une présentation identique a été retenue :

- une partie « Pourquoi ? » resituant le travail dans la perspective de développement d'une culture scientifique et technologique ;
- une partie « Pistes et préconisations » explicitant la manière d'engager le travail en classe avec les élèves ;
- une partie « Liens / références » présentant quelques ressources opérationnelles pour illustrer les préconisations faites (exemples de projets, vidéos de débats en classe, etc.).

Il serait vain de penser que des fiches de deux ou trois pages puissent apporter un éclairage complet sur chacune des pistes proposées. Aussi, les travaux de références d'où sont issues ces réflexions sont-ils indiqués afin que chacun puisse au besoin les approfondir (les liens vers les ressources sont parfois donnés lorsqu'il s'agit de sitographie).

■ Pour faire prendre conscience du rôle des sciences et de la technologie

Pistes et préconisations	n° des fiches
→ Intégrer une approche historique dans l'enseignement des sciences	1
→ Traiter des défis sociétaux et environnementaux en abordant les thématiques des programmes dans différents contextes (personnels, sociaux, globaux) : projets pluridisciplinaires, débats et discussions scientifiques	2
→ Développer les visites des centres de culture scientifique et technique de l'académie, et les liens avec ces centres	3

■ Pour faire comprendre les éléments caractéristiques des sciences

Pistes et préconisations	n° des fiches
→ Développer le travail collaboratif des élèves : la mise en œuvre de défis scientifiques et technologiques, de démarches collaboratives d'apprentissage	4
→ Développer des connaissances à propos des sciences : pratiquer une réelle démarche scientifique	5

■ Pour développer un intérêt pour les sciences, la volonté de s'engager à propos de problèmes à caractère scientifique

Pistes et préconisations	n° des fiches
→ Développer les interventions d'étudiants d'Ecoles d'ingénieurs ou d'Université dans le cadre de l'ASTEP	6