

FAIRE DES SCIENCES DANS LE CADRE D'UNE *COMMUNAUTÉ VIRTUELLE ÉDUCATIVE* : DEVENIR APPRENTI – CHERCHEUR

**Didier Moreau
Béatrice Lesterlin
Solange Beauchesne**

Comment aider les élèves à devenir apprentis-chercheurs lors de leurs activités scientifiques ? Ce travail examine les organisations pédagogiques innovantes que sont les communautés éducatives virtuelles, à travers l'exemple du Monde de Darwin initié par Michel Aubé de l'université de Sherbrooke. Une présentation du dispositif en cerne les intérêts didactiques et pédagogiques qui sont discutés dans une analyse détaillée, en termes d'apprentissages des élèves, relativement à un cadre socioconstructiviste dans une perspective de pédagogie du projet-élèves. Cependant, la dimension la plus novatrice est portée par le socle épistémologique des communautés éducatives virtuelles scientifiques, qui est identifié à travers le pragmatisme de Charles Peirce. Cette base s'articule selon trois théories : la communauté illimitée de chercheurs, la fonction de l'abduction et l'interprétation de la sérénité. Toutes trois concourent à expliciter un nouveau groupe de compétences qui permettent aux élèves de devenir apprentis-chercheurs. Le rôle des communautés éducatives virtuelles est alors défini sur un plan éthique qui rejoint l'horizon de la « quête désintéressée » dans la recherche scientifique.

1. INTRODUCTION

l'enseignement
des sciences
doit s'intéresser...

Dans le reproche universellement adressé à l'enseignement classique des sciences à l'école apparaît en premier lieu que n'a de scientifique, au mieux, que la rigueur que déploie l'enseignant pour organiser un dispositif didactique mais que du côté des apprentissages, rien n'est sollicité de ce qui constitue l'essence même de l'esprit scientifique : de la faculté de se poser des questions et de réfuter les réponses immédiates, de savoir inventer des modèles interprétatifs, de construire des schèmes explicatifs par le moyen de la communication au sein d'une communauté orientée vers le même but. Si l'on peut dire que l'enseignement des sciences a fortement bougé sur le plan du questionnement et de la démarche expérimentale, c'est parce que la recherche didactique a fait sur ce point des avancées déterminantes.

En revanche, l'autre plan – celui qui concerne le développement de *l'interprétation créatrice* permettant aux élèves de développer des modèles interprétatifs et supposant dès l'abord une mise en communauté plutôt qu'une mise en

... à la relation
entre la pédagogie
et la didactique

commun – a connu des résultats moins spectaculaires. On peut y voir une raison principale ; en effet, autant le premier plan insiste sur la didactique comme activité du maître entraînant des effets sur l'activité des élèves et leurs apprentissages, autant le second questionne l'organisation pédagogique comme préalable à ces mêmes apprentissages. Il y a là le risque de la perte d'une pureté conquise de haute lutte par les didacticiens, dont la réussite a parfois abouti à rejeter à la périphérie la question de la structure pédagogique des dispositifs d'enseignement, ou tout au moins celle de son sens. On pourrait également faire apparaître une seconde raison, qui tient aux difficultés même d'une recherche plus herméneutique qu'explicative, puisqu'elle s'enquiert de la construction de compétences interprétatives et compréhensives qu'on ne sait pas encore bien mettre en évidence.

Il apparaît que la relation entre la pédagogie et la didactique devient centrale lorsque l'on comprend que c'est une organisation pédagogique donnée qui permet la mise en œuvre de dispositifs didactiques qui accentuent, accélèrent ou/et favorisent certains modes d'apprentissages que l'on a spécifiquement identifiés et qui sont recherchés comme tels.

Ainsi en est-il dans le contexte français de l'objectif du *Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école* (PRESTE) : « faire de l'élève un chercheur », que l'on retrouve également dans les programmes de l'école primaire de 2002 et que les enseignants doivent traduire en compétences attendues des élèves.

les communautés
éducatives
virtuelles :

Si l'on pense que cet objectif est pertinent pour des raisons éducatives, alors il convient de s'interroger sur la nature des compétences nécessaires aux élèves relativement à la maîtrise de certains modes d'apprentissage. Nous proposons de développer cet examen autour d'une organisation pédagogique innovante et des compétences qu'elle permet de développer pour l'invention des modèles interprétatifs et de leur discussion en vue de l'élaboration de schèmes explicatifs et de leur validation. Cette organisation est assurément une des voies les plus fructueuses apportées par Internet à l'école : ce sont les *communautés éducatives virtuelles* (CEV). Ces communautés font partie des *espaces numériques de travail* (ENT), tels que le Ministère vient de les définir (1) ; elles assurent les services pédagogiques précisés : « services de construction de ressources pédagogiques interactives (classes virtuelles) » (7.3.1). Le deuxième colloque de Guéret (juin 2003), organisé par Alain Taurisson (www.pedagogies.net), a été l'occasion de faire le point sur l'intérêt pédagogique, dans l'enseignement et la formation, des CEV utilisant généralement ces plates-formes collaboratives.

des dispositifs
innovants
sur le plan
pédagogique
et didactique

(1) Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale, et de la Recherche : *Schéma directeur des espaces numériques de travail*, BO du 20 janvier 2004.

2. L'EXEMPLE DU MONDE DE DARWIN

2.1. Présentation

une communauté organisée en vue d'une activité scientifique authentique...

Le monde de Darwin est une plate-forme collaborative, qui met à profit les ressources des *technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement (TICE)* pour former les élèves à la pensée scientifique en les insérant dans une communauté d'experts. C'est Michel Aubé, de l'Université de Sherbrooke (Canada) qui l'a initiée, à la fois comme outil pédagogique et base de recherche. Une plate-forme collaborative consiste en un certain nombre de salles virtuelles dont l'accès est réservé suivant des droits définis. Dans ces espaces, des documents plus ou moins élaborés peuvent être déposés, modifiés en ligne par d'autres contributeurs jouissant de droits au moins égaux. Un superviseur régule le fonctionnement de la plate-forme. Plusieurs groupes classes peuvent, sans se rencontrer physiquement, collaborer à un même projet sur une même plate-forme. Michel Aubé a présenté au Colloque de Guéret *Le monde de Darwin*, orienté vers les SVT, et *L'agora de Pythagore* dont le concept original est emprunté à la *Philosophie des enfants* de Lippman et organisé autour de questions mathématiques (2).

...qui diffère d'autres dispositifs de recherche par groupes

D'une manière générale, les élèves s'inscrivent, comme le font les chercheurs adultes eux-mêmes, dans un échange significatif avec d'autres chercheurs, et participent à un discours dont il leur incombe aussi de garantir la validité. Le maître organise l'environnement de sa classe pour permettre aux élèves de rentrer dans l'activité. Le point de départ de l'activité consiste, comme dans toute démarche scientifique authentique et non purement scolaire, à se poser des questions réellement scientifiques (et non de simple curiosité) finalisées par des projets de recherche et à les formuler au sein de la classe qui devient alors une communauté de recherche.

L'enseignant stimule la formulation d'hypothèses et aide à la construction d'un cadre problématique. Mais la différence se creuse par rapport à d'autres dispositifs à partir de l'instant où l'enseignant fait la présentation préalable de l'outil collaboratif et des enjeux qu'il représente : l'activité scientifique de la classe devient ainsi transparente aux élèves, puisqu'elle se trouve finalisée dans un projet scientifique de grande importance, comme, par exemple contribuer à la préservation d'une espèce biologique, mais aussi susceptible de recevoir des étayages diversifiés, venus de l'extérieur ou d'autres communautés.

La dévolution dont il s'agit ici dépasse largement la prise en charge d'un problème lié à une situation factuelle : elle

(2) Les sites sont consultables aux adresses suivantes : <http://darwin.cyberscol.qc.ca> pour *Le monde de Darwin* ; <http://euler.cyberscol.qc.ca/pythagore> pour *L'agora de Pythagore* (approche de la philosophie des mathématiques pour le développement de la pensée critique). Le site du Colloque de Guéret, www.pedagogies.net, permet d'accéder aux textes des conférences et présentations.

...qui permet
une entrée différente
dans les activités
scientifiques

s'étend jusqu'à l'assomption d'une fonction sociale et scientifique reconnue : devenir apprenti-chercheur et correspondant scientifique (apprenti parce que correspondant). Le maître organise la classe et la structure pour que puisse exister un débat scientifique permanent (et non limité à une séance ponctuelle) dont l'objectif est de publier des résultats scientifiques (qui peuvent être des reformulations plus rigoureuses de questions) vers d'autres interlocuteurs. Ainsi les élèves sont-ils amenés à entrer différemment dans leurs activités scientifiques, parce qu'ils auront identifié préalablement les possibilités d'actions finalisées qu'ouvre la CEV.

Ces actions finalisées auront une structure nécessairement interdisciplinaire. Du point de vue des apprentissages, l'interdisciplinarité permet aux élèves de comprendre tout d'abord comment chaque discipline identifiée à l'école peut être partie prenante dans tout savoir complexe proposé à l'étude. En retour chaque discipline peut devenir outil pour produire de nouveaux savoirs, à condition d'être à nouveau associée dans une coopération aux autres disciplines pertinentes pour le projet de recherche.

Le monde de Darwin
appuie
l'enseignement
des SVT sur l'étude
d'une espèce animale

Le projet du *Monde de Darwin* s'adresse aux élèves de 8-11 ans (cycle 3 de l'école élémentaire en France). Il consiste en l'adoption par toute une classe d'une espèce animale faisant partie de la faune régionale. Cette adoption doit faire l'objet d'une approbation du comité scientifique, et elle est assortie d'un engagement à produire sur le site Web du projet une fiche complète décrivant l'identité et l'écologie de l'espèce. Un processus de validation est assuré par le recours à un « *conseiller scientifique* », qui est un expert biologiste partenaire dans la recherche, ainsi qu'un processus de « *révision linguistique* » par un enseignant dont le rôle est de permettre la publication et la qualité du produit final. La séparation de leurs compétences permet réciproquement une entrée interdisciplinaire des élèves dans le projet (3). L'engagement des élèves inclut également la responsabilité de la mise à jour de la fiche, et celle de servir d'experts pour répondre aux questions du public, ou d'autres chercheurs amenés à consulter le site. Un canevas détaillé sert de guide à la confection de la fiche qui s'insère automatiquement dans une base de données interrogeable.

« *Adopter* » un animal veut dire s'engager dans une démarche de recherche organisée qui consiste à effectuer une étude cohérente de cet animal, c'est-à-dire pouvant déboucher sur des actions concrètes déduites des résultats obtenus. Le choix de l'animal résulte d'un consensus établi au sein du groupe quant à sa pertinence, sa faisabilité et son intérêt

(3) Cette interdisciplinarité peut bien sûr être développée. Ainsi un calcul de la dispersion d'une population sur une aire donnée pourrait introduire la notion de rareté et de risque de disparition d'une espèce et contribuer ainsi à susciter des projets d'action de protection.

pour les autres groupes. C'est une adoption au sens de la responsabilité de chercher à connaître une espèce et ainsi, de contribuer à sa préservation, si les résultats obtenus font apparaître, par exemple, sa raréfaction.

Chaque animal décrit dans la base de données du *Monde de Darwin* est sous la responsabilité d'un groupe unique qui assure le développement de la fiche correspondante et sa mise à jour. C'est ce formulaire d'adoption qui permet au conservateur du programme d'adoption d'attribuer à un groupe donné la responsabilité exclusive d'une fiche. Parmi la grande quantité des productions, nous renvoyons à celle particulièrement aboutie concernant la salamandre maculée, consultable sur le site du *Monde de Darwin*. (4)

2.2. Analyse du *Monde de Darwin*

l'usage d'Internet
responsabilise
les élèves
en les reliant
au monde extérieur

Au premier abord, *Le monde de Darwin* apparaît généralement aux usagers comme une diversité d'activités en sciences de la nature, mais il est aussi important de voir qu'il a été conçu sur des assises théoriques plus générales. Dans le cadre des *communautés éducatives virtuelles*, les élèves utilisent Internet comme un outil social puisqu'ils mettent à la disposition du monde francophone les savoirs qu'ils construisent. Ils établissent un lien avec le monde qui s'étend au-delà de leur habituelle sphère environnante. Le fait de publier les résultats de leurs travaux les responsabilise dans le sens où ils ne s'autorisent pas à faire état de résultats médiocres ou peu satisfaisants pour eux. Il s'agit là d'une véritable responsabilisation citoyenne. Ce travail développe chez les élèves le repérage de l'utilité des liens sociaux, à travers les interactions indispensables dans la classe et avec le monde extérieur. On peut rappeler que c'est la classe entière qui a la responsabilité de la qualité de la fiche, et que, loin d'être en compétition, les équipes se passent mutuellement toute information intéressante, utilisable par une autre équipe. Les élèves sont responsables du développement de leurs fiches d'observation ; il ne s'agit pas pour eux de se borner à rédiger une fiche, mais d'en assurer par la suite la mise à jour et de répondre aux questions de ceux qui en prendront connaissance, un peu partout dans le monde, et ainsi d'en faire un instrument de savoir pour les autres et un outil d'apprentissage pour eux-mêmes. Pendant ces activités, il apparaît pour eux qu'un travail en équipe, nécessitant des actions de collaboration et de coopération, est la garantie d'une production de qualité. D'autre part, la mise en réseau de différentes classes et la communication avec la communauté scientifique sont sollicitées de sorte que les élèves y voient une nécessité pour mener à bien leurs projets. D'ailleurs, le groupe doit communiquer par courrier électronique avec le conseiller scientifique et le réviseur linguistique

dans la classe
la coopération
est favorisée
par la collaboration
entre CEV d'écoles
différentes

(4) <http://darwin.cyberscol.qc.ca>

	<p>pour s'assurer de leur participation dans le processus de validation de la fiche. L'idée centrale de cette approche, est que la pratique scientifique est avant tout un discours (Aubé & David 2003), qui, comme la langue maternelle, requiert un échange soutenu avec les pairs.</p>
devenir apprenti-chercheur :	<p>D'un point de vue épistémologique, les élèves sont impliqués dans un véritable processus de recherche et travaillent comme le font les chercheurs dans leurs laboratoires. C'est une des finalités du dispositif explicitées par Michel Aubé (1998) qui n'est pas d'ailleurs nécessairement présente dans toutes les mises en œuvre de démarches scientifiques en classe (Beauchesne & Moreau 2001). Nous parvenons ici au point de rupture qui permettrait à une CEV de dépasser la visée de savoirs encyclopédiques, et de poursuivre la perspective d'une véritable <i>recherche</i> qui engage ses auteurs. Un <i>apprenti-chercheur</i> partage ainsi avec le chercheur une attitude spécifique qui autorise les conditions de nouvelles rencontres avec les connaissances. Dans ce cadre, la responsabilité des acteurs passe au premier plan ; toute connaissance devenant un outil pour de nouveaux projets, il importe que se dégage explicitement la structure de cette responsabilité. S'engager, pour des élèves, dans un projet de préservation d'une espèce à partir des savoirs construits, au premier plan, biologiques, mais également dans d'autres disciplines, est une attitude correspondant à celle du chercheur soucieux des effets que ses concepts, ses théories, ses développements technologiques peuvent occasionner à moyen terme. Devenir <i>apprenti-chercheur</i>, ce n'est pas être un scientifique dans l'action, mais un élève qui apprend à réfléchir sur les enjeux de la recherche et de la science. Cela signifie que l'activité scientifique dans la classe doit déboucher sur des projets dans lesquels s'exerce une responsabilité à la fois personnelle et collective. Nous reviendrons sur ce point ultérieurement.</p>
se responsabiliser personnellement...	
...et collectivement	
les connaissances sont construites dans une approche de résolution de problèmes	<p>Les connaissances acquises sont construites activement par les élèves, et cette construction requiert nécessairement une élaboration collective, non seulement dans le partage des tâches de recueil et de mise en forme de l'information, mais aussi dans l'échange avec des experts – scientifiques ou linguistiques – qui assurent à travers leurs interactions la qualité du produit final. Ainsi, la formule se traduit en une approche coopérative de résolution de problèmes. Ce qui garantit la qualité de cette approche est que l'on parte de difficultés authentiques exprimées sous forme de <i>questions</i> que le groupe coopératif va transformer avec l'aide du maître en <i>problèmes</i> pour lesquels une solution est envisagée, alors que restent inconnus les chemins pour y accéder. Pour y parvenir, il faudra construire une « <i>méthode pour chercher</i> », identifier des partenaires compétents, limiter un champ d'investigation, forger des outils. Nous montrerons plus loin que la clef de cette démarche est l'<i>abduction</i> : le raisonnement qui permet de forger des hypothèses pour rendre compte d'un phénomène inattendu.</p>

dans une CEV
la démarche
de recherche
est créatrice

Les équipes de recherche sont organisées au sein de la classe, et les tâches sont réparties entre les équipes pour le recueil des informations permettant la résolution des problèmes identifiés, sur chacune des rubriques que comporte la fiche. Cette organisation du travail en équipe permet aux élèves de se rendre compte qu'on ne découvre pas tout, tout seul, et qu'il est indispensable de s'appuyer sur ce que les autres ont découvert. Par ailleurs, l'obligation, à la fin de la fiche, de formuler quelques questions intéressantes non encore résolues concernant l'espèce à l'étude, comme par exemple relatives à la reproduction de la salamandre maculée, montre bien aux élèves qu'il y a toujours des questions sans réponses et que les hypothèses valent jusqu'au moment où elles sont infirmées. La démarche scientifique employée ici montre que les élèves s'approprient le problème, l'appréhendent en en faisant l'analyse de manière à identifier toutes les données pertinentes qu'il contient. Cette démarche implique les élèves dans des interactions avec les pairs (travaux de groupes, interactions entre groupes de différentes classes, écoles, pays, et les non-pairs, les experts chercheurs, d'autres partenaires spécialistes).

De plus, ce dispositif permet une démarche créative dans le sens où le problème final est un problème original pour lequel il n'existe aucune réponse satisfaisante connue (production de questions non encore résolues et hypothèses des élèves). Cette approche mobilise tous les modes du raisonnement logique : l'induction et la déduction, certes, mais comme nous l'établirons plus loin, c'est l'*abduction* qui sera le cœur même de la démarche.

3. APPRENTISSAGES DANS UNE COMMUNAUTÉ ÉDUCATIVE VIRTUELLE

le modèle théorique
d'apprentissage
est le
socioconstructivisme

Michel Aubé fait explicitement référence au socioconstructivisme : « les élèves sont placés dans une situation comparable à celle des communautés de chercheurs scientifiques adultes. Ils doivent construire des connaissances à partir de connaissances antérieures, d'observations directes et de savoirs construits par d'autres chercheurs. Ils doivent négocier entre eux et avec des experts la validité de leurs informations. Ils doivent publier les résultats de leur recherche et ils deviennent ainsi socialement responsables des connaissances qu'ils construisent » (Aubé & David 2003). Le socioconstructivisme, tel que le présente Michel Aubé s'appuie sur l'aspect socio-construit, donc négocié et évolutif, des théories et des modèles ; il insiste sur l'indépassable complexité des situations pédagogiques authentiques et sur l'importance de ne pas dissocier les pratiques des représentations qui les sous-tendent. Ces points le relient exactement, comme on le montrera, au pragmatisme.

contrairement à
la plateforme
collaborative ...

Le cadre dans lequel les apprentissages sont réalisés dans une CEV s'apparente à celui qu'organise la pédagogie du projet-élèves. L'activité au sein d'une CEV consiste en une réalisation concrète socialisable, et paradoxalement, c'est la virtualité même qui est le catalyseur de son achèvement. On y retrouve précisément les trois phases identifiées par Michel Huber (2002) : le *temps de réalisation*, le *temps didactique* et le *temps pédagogique*.

Le *temps de réalisation* est défini lors de la conception du projet par les acteurs eux-mêmes : le calendrier planifie les tâches et oblige à prendre en compte le rythme des autres communautés : un temps social plus universel est alors institué. La responsabilité que représente l'adoption d'une espèce est ici concrètement partagée et vécue par chacun dans le groupe : les tâches sont repérées et distribuées.

Le *temps didactique* s'articule bien sûr autour des connaissances à acquérir : « les élèves doivent formuler des problèmes, trouver des informations, les sélectionner, les comparer, les confronter et les valider. Ils doivent organiser leurs connaissances en schémas, établir des liens entre divers aspects de l'écologie de l'animal, et entre différentes espèces ; ils sont ainsi incités, par leur démarche même, au raisonnement analogique et au transfert de leurs connaissances » (Aubé & David 2003). Ces connaissances sont construites à partir de savoirs transmis par leurs correspondants identifiés : les autres élèves, l'expert scientifique et le « réviseur », expert linguistique, l'enseignant, et toutes les sources qui rentrent dans la communauté communicationnelle.

...les apprentissages
s'inscrivent
dans le cadre
d'une pédagogie
du projet-élèves

Le *temps pédagogique* est selon Michel Huber, la clef de voûte de la pédagogie du projet-élèves : il consiste dans la co-gestion coopérative de la recherche. Une plate-forme *collaborative* n'est pas nécessairement un outil de coopération ; elle ne peut prétendre à le devenir que dans le cadre d'une pédagogie du projet qui fera que les acteurs sont les concepteurs mêmes de toute l'activité (Dewey 1947). Comme le dit Piaget (1932), la coopération suppose une parité des acteurs engagés dans une tâche commune pour laquelle ils se contrôlent mutuellement par la raison. Cette co-gestion coopérative dans le cadre de la CEV a des effets pédagogiques importants : la valorisation personnelle des acteurs par leur reconnaissance en tant qu'apprentis-chercheurs, le renforcement du sens des activités en classe, et singulièrement des activités scientifiques et mathématiques, et enfin, comme on l'analysera en conclusion, la construction de compétences éthiques par les élèves. D'une manière plus synthétique, on peut remarquer que cette modalité pédagogique permet de rompre avec la temporalité qu'instaure la pédagogie de la monstration-transmission, dans laquelle l'élève est réduit au présent organisé par le maître, sans qu'il lui soit possible de se projeter dans un avenir dont il construirait le sens (par l'anticipation des compétences qu'il lui faut construire) grâce au

faire découvrir
aux élèves
le caractère
émancipateur
de la raison

recours à la métacognition et, plus généralement, à l'identification d'un cursus scolaire passé devenu tradition personnelle à interpréter : l'élève analyse comment ses précédents apprentissages sont sollicités dans le présent. La pédagogie du *projet-élève*, et singulièrement dans la structure d'une CEV, libère le temps de l'apprentissage et responsabilise quant à son propre destin. Mais pour que cela soit efficient, il faut veiller, comme on l'analysera, à ce que ce « *destin* » puise son sens dans l'universalité d'un mouvement émancipateur de la raison dont la science est le milieu ; qu'en d'autres termes, la responsabilisation ne mène pas à l'individualisme d'un élève consommateur privilégié d'un service d'enseignement, correspondant aux attentes sociales de sa famille.

4. ANALYSE ÉPISTÉMOLOGIQUE : LE CADRE PRAGMATICISTE

s'appuyer
sur une conception
de l'activité
scientifique :

Quel est le socle épistémologique des *communautés éducatives virtuelles* telles que celles que nous venons d'analyser ? Par socle épistémologique, nous entendons la conception de la science et de son activité qui permet d'orienter une CEV vers un enseignement des sciences, et à ce titre, il faut insister sur cette proposition qu'il n'y a pas d'enseignement des sciences qui soit démunie de socle épistémologique. Michel Aubé insiste, on l'a vu, sur les théories des apprentissages qui permettent de décrire les activités des élèves. Nous voulons montrer pour autant que le socle épistémologique des CEV en sciences est parfaitement cohérent et permet bien, en théorie, de développer les compétences d'apprenti-chercheur visées.

la perspective
pragmaticiste
de C. S. Peirce

C'est dans le cadre de la perspective *pragmaticiste* de Peirce (1878) que se place résolument l'épistémologie des CEV. Cette perspective y est impliquée au moins selon trois axes que nous allons développer successivement :

- une théorie de la *communauté de chercheurs*
- une théorie de l'*abduction*
- une théorie de la *sérendipité*.

Mais il convient de préciser préalablement ce cadre *pragmaticiste*, afin d'éviter un certain nombre de confusions habituelles.

Le *pragmaticisme* de Peirce, comme celui de John Dewey, se distingue du *pragmatisme* (5) plus classique de Williams James,

-
- (5) Le *pragmaticisme* s'écarte du *pragmatisme* grâce à deux avancées majeures de la réflexion de Peirce : la conception ternaire du signe, d'une part, et l'introduction de l'abduction dans le raisonnement scientifique d'autre part. Selon le *pragmatisme* de l'utilitarisme, nous construisons des signes et des représentations en fonction du bien commun ; le *pragmaticisme* de Peirce introduit un cadre transcendantal qui justifie que nous sommes inséparables de notre activité sur notre environnement qui nous transforme autant que lui. C'est la célèbre règle que Peirce énonça en français : « *Considérer quels sont les effets pratiques que nous pensons pouvoir être produits par l'objet de notre conception* ». *Revue Philosophique*, 1878-1879. La difficulté est que Peirce désigne comme « *pragmatisme* » sa propre démarche, c'est pour lui le *pragmatisme* légitime.

Tableau 1. Perspectives épistémologiques et enseignement des sciences à l'école

	Pragmatisme	Positivismisme	Pragmaticisme
Statut épistémologique			
Statut du vrai	Résultat d'un consensus relativiste	Résultat d'évidence	Vérité « faillibiliste »
Type de communauté	Communauté close sur ses intérêts	Pas de communauté : société fonctionnelle d'individus	Communauté illimitée
Statut des écrits	Enregistrement de traces des actions individuelles ou collectives. Mémorisation des consensus reformulés par le maître	Enregistrement des faits mis en évidence dans l'expérience organisée par le maître	Écrits heuristiques, destinés à un espace public de collaboration critique en vue de produire des savoirs « inachevables »
Compétences éthiques développées	« Bonne » orientation vers autrui. Recherche d'un accord pragmatique momentané ; socialisation sans perspective éthique explicite	Obéissance à une norme magistrale Accès à l'« objectivité » de l'attitude scientifique	Co-responsabilité dans la recherche. Solidarité dans une communauté ouverte. Engagement dans l'action motivée par les résultats de la recherche : accès à la quête désintéressée
Compétences scientifiques développées	Formulation d'hypothèses Propositions de mise en place d'activités Débat social	Accès à une critique des faits Nécessité de lois scientifiques explicatives	Formulation d'hypothèses Conceptions d'expériences Anticipation d'expériences ou interrogation d'informations scientifiques publiques Critiques des faits Débat rationnel (Compétences d'apprenti-chercheurs)
Forme scolaire déduite du socle épistémologique	Travail par groupes dans la classe	Enseignement magistral s'appuyant sur des expériences organisées	Communauté éducative virtuelle

le pragmatisme
rejette la
métaphysique...

par exemple, par des choix qui se sont avérés beaucoup plus féconds dans l'histoire des sciences. Peirce refuse l'idée d'une vérité transcendante, comme la métaphysique l'avait posée, qui serait accessible momentanément à un esprit humain bien préparé à la recevoir. Mais là où sa démarche devient novatrice, c'est dans le refus qu'il fait des conséquences habituelles du rejet de la métaphysique, qui place devant nous l'alternative du relativisme ou du positivisme.

Puisque aucune garantie transcendante ne peut être apportée quant à la validité des savoirs, ceux-ci décrivent simplement nos rapports aux choses, rapports organisés par l'action intéressée, mais ne nous donnent pas les choses elles-mêmes. Le relativisme fait des savoirs scientifiques essentiellement des produits d'une activité sociale comme une autre mais qui tente, par un coup de force, de se faire valoir comme étant d'une nature différente de celle des autres activités sociales (Feyerabend, 1979).

Quant au positivisme, issu de la réflexion d'Auguste Comte, il postule que la réalité est immédiatement saisissable sous la forme de faits qu'il suffit d'analyser pour y trouver une rationalité sous-jacente. Peirce montre que le positivisme est auto-réfutant, dans la mesure où il est déjà une doctrine qui excède largement les faits tels qu'ils se présentent (6).

...dépasse le conflit
entre relativisme et
positivisme

La critique du relativisme est importante car elle pose un jalon essentiel qui permet d'échapper au faillibilisme « *approximatif* » : une théorie qui a passé avec succès un certain nombre de tests n'est pas dans l'attente d'en passer d'autres pour accéder à une valeur de « *vérité approchée* » qui sera toujours par ailleurs insuffisante. Pour Peirce, et pour des raisons fondamentales liées à la construction même de l'entreprise scientifique, une hypothèse est déclarée « *exactement vraie* » dès qu'elle peut passer avec succès des tests expérimentaux dans une série indéfinie, sans qu'il soit nécessaire que cette série soit effectivement conduite ; la seule expérience de pensée s'avère déterminante (7). Cela sera, on le montrera, un critère de sélection des hypothèses. Cette opposition du relativisme, du positivisme et du *pragmatisme* n'est pas une simple curiosité de l'histoire de la philosophie : elle a une incidence très forte sur les pratiques pédagogiques qui sont orientées par les représentations qu'ont les enseignants de la nature de l'entreprise scientifique (Lesterlin 1998).

Le tableau 1 ci-contre montre la corrélation entre un socle épistémologique et une forme d'enseignement scientifique ; il permet d'éclairer la distinction que fait Peirce entre pragmatisme, positivisme et pragmatisme.

(6) *Op. cit.* p. 433.

(7) *Ibid.* p. 434.

5. LA SCIENCE SE FAISANT : CONCEPTS FONDAMENTAUX DANS L'ŒUVRE DE PEIRCE

5.1. Structure de l'entreprise scientifique : la communauté illimitée de chercheurs

la science est une entreprise collective

Comment conserver l'idée d'une vérité qui s'impose rationnellement en dehors d'une garantie transcendante ? C'est dans une réappropriation de la notion de réalité que Peirce parvient à dépasser cette aporie dont l'empirisme classique n'avait pu sortir (sauf sous la forme du scepticisme relativiste). Contre le relativisme qui pense que la réalité est inaccessible, contre le positivisme qui postule qu'elle nous est immédiatement donnée, Peirce montre que la réalité est construite par les énoncés du langage, et que ces énoncés sont produits par des hommes qui parlent leur langue, dans la communauté humaine. « *La réalité dépend de la décision ultime de la communauté. (...) Elle consiste dans l'accord auquel finirait par parvenir l'ensemble de la communauté. (...) La réalité est quelque chose qui est constitué par un événement situé dans un futur indéfini* » (8). La réalité est donc accessible dans un effort spécifique ininterrompu, mais la science est par nature inachevable ; ce qui est une garantie contre toute tentative d'y réintroduire des énoncés dogmatiques ou métaphysiques. Il en résulte que les savoirs scientifiques sont produits dans une démarche qui intègre nécessairement une phase de test et que, pour cette raison, ils sont faillibles car, dans le présent, ils sont toujours en attente de vérification. Mais désormais, faillible n'est plus contradictoire avec « *exactement vrai* ».

les CEV permettent d'accéder au concept propre de la recherche scientifique

C'est la communauté humaine qui produit, à travers la communication, les théories scientifiques, et non plus l'entendement isolé du savant. Dans les activités scientifiques initiées par une CEV, les élèves comprennent ainsi que la vérité n'est pas une représentation cachée dans l'intellect du maître dogmatique ou dans un repli de la nature que l'on n'a pas encore exploré. Ni dans la nature, ni dans un sujet, la vérité est dans un futur auquel ils participent déjà par leur activité de recherche, mais qu'ils n'atteindront pas comme un but final. L'appartenance à une CEV permet de distinguer didactiquement vérité et procédure de vérification, horizon rationnel du savoir et résultats momentanés de la recherche. On retrouve ici cette nouvelle temporalité propre au projet de recherche scientifique. Mais il reste à comprendre comment cette communauté s'oriente effectivement dans la recherche. Toute communauté peut produire des savoirs, mais tous les savoirs ne passent pas l'épreuve des tests : une communauté,

(8) *Ibid.* p. 83.

une communauté
de chercheurs
vise l'universalité...

pour ses intérêts propres, peut produire des *savoirs* sur d'autres communautés, afin de les opprimer politiquement ou les exploiter économiquement par exemple, et les théories raciales tentent toujours de se présenter comme des savoirs scientifiques. Ces théories présentent, du point de vue utilitariste, suffisamment d'avantages pour leurs producteurs pour qu'on leur épargne la phase des tests.

...à travers
la « *quête
désintéressée* »

Afin de mettre à l'abri la science de ces manipulations, Peirce impose une exigence essentielle quant à l'orientation que se donne une communauté dans la recherche, si elle veut que ses inférences soient validées. C'est la notion de « *quête désintéressée* ». Les seules inférences valides ne peuvent viser que l'universel. Ainsi chaque chercheur doit-il retrancher ses intérêts propres et se rapporter à la totalité de la communauté humaine, au-delà même des intérêts du groupe auquel il appartient.

Mais cela ne suffit pas, car une communauté, même la plus générale, ne peut viser son intérêt futur à travers sa quête scientifique, et ce pour deux raisons. La première étant qu'elle ne s'en soucie pas : que faisons-nous effectivement des problèmes environnementaux que nous savons léguer à nos successeurs ? Les intérêts à court terme sont plus mobilisateurs pour l'action. La seconde raison est moins triviale. Une communauté, dit Peirce, peut factuellement disparaître, et l'humanité elle-même. Aussi, n'est-ce pas l'intérêt général qui fonde ce qu'Aristote appelait le « *désir naturel de savoir* ». Pour Peirce, il y a un fondement anthropologique qui motive chaque chercheur : c'est une exigence d'absolu, qui le pousse à produire un savoir qui le dépasse dans sa singularité. Le calcul pascalien se révèle erroné, du point de vue *pragmaticiste* : « *la question est unique et suprême et TOUT y est en jeu* » (9).

l'espoir de réussite
fondé collectivement
excède
la subjectivité privée

Cette exigence est vécue existentiellement dans l'espoir de réussir (on sait concrètement que c'est ce qui motive l'entrée dans les apprentissages). Mais cet espoir de réussir ne peut être garanti ou fondé, faute d'une transcendance métaphysique. C'est cependant lui qui engage dans le renoncement propre à la quête désintéressée, d'une manière qui semble paradoxale : c'est parce que je renonce à mes intérêts propres que ma recherche de la réalité a des chances de réussir, et plus j'abandonne les conditions bornées dans lesquelles je produis habituellement mes opinions, pour les transformer à travers des exigences qui me dépassent, plus mon espoir de réussir grandit. C'est là, dit Peirce, le fondement de la rationalité : « *...cette espérance infinie, si elle avait pour objet quelque fait déterminé, un intérêt privé, pourrait rentrer en conflit avec les résultats de la connaissance et donc avec elle-même ; mais quand son objet est d'une nature aussi vaste que*

(9) *Ibid.* p. 106.

la CEV permet
aux élèves de sortir
du cadre utilitariste
des apprentissages

elle est structurée
comme une
« communauté
illimitée de
chercheurs »

peut se révéler l'être la communauté, elle demeure toujours une hypothèse non contredite par les faits et justifiée par cela qu'elle est indispensable pour rendre la moindre action rationnelle » (10).

C'est cette mutation profonde qui caractérise, selon nous, l'entrée dans la posture d'apprenti-chercheur à l'école. Si les élèves rentrent légitimement dans les apprentissages pour des motifs pragmatiques : intérêt du savoir pour soi (grandir, comprendre), ou intérêt du savoir pour les avantages sociaux qu'il procure (estime du maître, satisfaction des parents, etc.), la *communauté éducative virtuelle* les incite à sortir rapidement de cet horizon subjectif : la quête devient désintéressée en ce sens qu'elle concerne au-delà des individus-élèves, même considérés dans le collectif du groupe classe, un futur visé universellement. Devenir apprenti-chercheur, c'est se frotter à l'Universel par la médiation d'une communauté orientée dans la quête. Peirce oppose ainsi aux communautés factuelles et contingentes l'idée d'une communauté contrefactuelle : la *communauté illimitée de chercheurs*.

Cette communauté est ouverte par principe : elle attend l'adhésion de nouveaux chercheurs indéfiniment renouvelés, qui ne sont pas prédéterminés par des enjeux d'intérêts de pouvoir (une difficulté dont on sait qu'elle ne peut être jamais totalement surmontée). Les productions de cette communauté sont soumises à la critique des résultats à travers la discussion rationnelle argumentée. Ainsi, c'est son caractère illimité qui représente la seule garantie de la validité de l'entreprise scientifique, ni École, ni doctrine ésotérique, ni procédure cachée au profane. Ce caractère illimité est concrètement réalisé par la publication des travaux et l'organisation d'une libre communication autour de leurs résultats. Comme l'analyse Thomas Kuhn (1983), dans la communauté scientifique, les écoles sont des groupes qui abordent le même sujet avec des points de vue d'abord incompatibles, mais la compétition entre les écoles se résorbe rapidement par la communication professionnelle qui fait qu'un des points de vue tombe nécessairement. Dans l'enseignement scolaire, les CEV permettent l'apprentissage de cette communication qui dépasse le simple cadre de l'échange factuel d'informations : la communication entre apprentis-chercheurs y est conçue comme une soumission mutuelle de contributions, qui se distingue radicalement de la publication de résultats informatifs sur de simples pages web.

(10) *Ibid.* p. 107.

5.2. Structure de la démarche scientifique : théorie de l'*abduction*

la recherche
dans la CEV
met en œuvre
le raisonnement
par abduction...

Comment agissent les chercheurs dans la *communauté illimitée* ? La responsabilité des membres d'un groupe scientifique se développe sur deux plans, selon Kuhn : la formation de leurs successeurs et la poursuite d'objectifs communs, c'est-à-dire, essentiellement le travail autour des théories scientifiques. Il faut noter immédiatement que les communautés virtuelles d'enseignement permettent d'opérer la synthèse en formant les jeunes par la recherche. Mais c'est plutôt la question de la production des théories scientifiques qui est visiblement l'axe de travail déterminant des CEV, comme *Le monde de Darwin*. Les conceptions épistémologiques classiques insistent sur deux formes de raisonnement qui permettent de mettre en chaîne des propositions du discours de manière logique : la déduction et l'induction. Peirce (1971) reprend chez Aristote un troisième type de raisonnement et montre qu'il correspond à la démarche pragmatiste, l'*abduction* : « *le pragmatisme est la logique de l'abduction* » (11). Ce troisième type de raisonnement est ce qui, dans une CEV permet l'invention des modèles interprétatifs : il favorise l'accès des élèves aux compétences nécessaires à la production des théories scientifiques.

...alors que
le relativisme
ne considère
que l'induction ...

Pour comprendre la valeur de l'*abduction*, il est nécessaire de revenir au double refus peircéen du relativisme et du positivisme, et de l'interpréter du point de vue de cet acte scientifique fondamental qu'est l'*observation*. Pour un positiviste, l'observation est une parfaite passivité dans laquelle le phénomène est reçu et prend, par sa rationalité propre, sa place dans une chaîne de causalité : l'induction recherche alors une loi *intérieure* à la série des faits observés (Vergnioux 2003). Pour un relativiste, au contraire, fidèle à la critique de Hume, l'induction crée une série causale entre des faits isolés de manière extérieure à ces faits, grâce à l'expérience répétée de l'observation qui nous permet de les rapprocher raisonnablement, mais sans qu'il soit possible de pénétrer la structure même de la réalité. Comme le dit Carnap (1973), toutes les lois physiques sont inductives et ne nous disent pas autre chose qu'un phénomène P a de bonnes chances de se produire dans un cadre donné ; elles n'ont de valeur que prédictive.

...et aboutit
au scepticisme

L'observation s'avère un acte très complexe selon Peirce ; ni passivité, ni activité de l'habitude, observer consiste à interpréter une réalité donnée. D'abord la percevoir à l'aide de l'analyse et ensuite y tester les suggestions interprétatives fournies par les théories disponibles (12). Mais le « *d'abord* et

(11) *Ibid.* p. 417.

(12) *Ibid.* p. 115.

selon Peirce
toute observation
est interprétation

ensuite » est plus de l'ordre de la description, car en réalité, dit Peirce, les deux actes sont intimement liés, dans la mesure où ils puisent leur sens l'un dans l'autre. Ce qui les réunit n'est autre chose que la procédure de *vérification*. Observer, c'est véritablement interpréter en vérifiant la légitimité de la compréhension. Peirce prend, avant la *Gestalttheorie* l'exemple des illusions d'optiques, comme celle de l'escalier de Schröder. Il montre qu'elles sont explicables par le fait que chaque perception se double d'une théorie de l'interprétation qui échappe d'abord au contrôle conscient de la critique rationnelle. Lorsque l'expérience est répétée, l'illusion disparaît parce que le pilotage de la perception par une théorie rationnelle consciente devient possible. Il n'y a donc pas de pur jugement perceptif, et toute perception est déjà un va-et-vient interprétatif entre cette production d'hypothèses et la vérification de leur pertinence dans le phénomène donné. Cette entrée fondamentale est, il faut le reconnaître, un divorce total avec le modèle bachelardien de l'obstacle-rupture épistémologique, qui reste, sur ce plan, comme l'analyse Isabelle Stengers (1995), fidèle au positivisme. Il y a bien de la démarche scientifique, avant la science instituée, et la rupture par « purification des représentations » suppose une ascèse assez étrangère à la réalité de l'histoire des sciences, comme l'a montré Bernard Joly (1998), relativement à la genèse de la chimie moderne.

Peirce analyse une forme logique du raisonnement qu'il nomme « *abduction* ». Il s'agit d'une inférence qui a la forme suivante :

*« Le fait surprenant C est observé ;
Mais si A était vrai, C irait de soi.
Partant, il y a des raisons de soupçonner que A est vrai.
Ainsi, A ne peut être inféré abductivement, tant que son
contenu entier n'est pas déjà présent dans la prémisse
"Si A était vrai, C irait de soi" » (13).*

l'observation
est déjà
inférence abductive

Dans l'inférence *abductive*, il s'agit de remonter aux causes cachées d'un phénomène en produisant une théorie interprétative. On a vu précédemment que toute observation était une telle abduction : pour comprendre un phénomène, il faut lui donner du sens dans un cadre hypothétique. On s'aperçoit alors de la puissance de l'*abduction* : « *Toutes les idées de la Science lui viennent seulement par le biais de l'abduction. L'abduction consiste à étudier les faits et à concevoir une théorie pour les expliquer. Sa seule justification est que, si nous voulons jamais comprendre en quoi que ce soit les choses, ce doit être de cette manière* » (14).

(13) *Ibid.* p. 425.

(14) *Ibid.* p. 381.

l'abduction
est la source
de toute théorie
scientifique

C'est d'abord une puissance heuristique. Les faits ne parlent pas d'eux-mêmes, et on connaît par exemple l'embarras des jeunes enseignants face à l'augmentation de volume de l'eau qui gèle, alors que « *la chaleur dilate les corps* » comme semble l'attester le mouvement de la colonne du thermomètre. Il faut donc toujours chercher à comprendre, avant que de vouloir expliquer. Dans la phase *d'abduction*, l'étaillage didactique du maître consiste à aider à la formulation d'hypothèses tout en anticipant sur les deux moments à venir : seront-elles testables, et par quels dispositifs accessibles (à la classe ou à des correspondants mieux outillés ou mieux placés) ?

C'est ensuite une puissance herméneutique. *L'abduction* permet de dépasser la pure passivité devant les faits pour s'engager dans leur étude ; étudier les faits, c'est d'une manière solidaire, concevoir une théorie en vue de les comprendre.

toute hypothèse
scientifique résulte
d'une inférence
abductive

L'abduction est ainsi une partie de la démarche scientifique, qui consiste dans la production d'hypothèses. Mais d'où les éléments constitutifs de ces hypothèses sont-ils extraits ? Pour répondre à cette question, considérons un moment la genèse historique de l'atomisme. Les physiciens d'Ionie pensaient que la matière était auto-poïétique, c'est-à-dire qu'elle pouvait produire elle-même ses propres formes, sans qu'il soit nécessaire de recourir à des causes extérieures à elle, sauf dans le cas de l'intervention humaine délibérée. Il y avait ainsi des causes cachées, parce qu'invisibles, qui pouvaient rendre compte des transformations des corps. Et c'est, suivant la légende, l'observation du blé séparé en grains après le battage qui leur fournit le modèle hypothétique de l'atome. Si le blé en tas peut prendre toutes les formes possibles, c'est parce qu'il est composé de particules elles insécables, capables de rouler les unes sur les autres, mais aussi d'adhérer entre elles dans certaines circonstances. De même en est-il de toute matière. Les physiciens ioniens sont-ils préscientifiques ? Cette question est, à notre avis, sans objet. Ils ont construit une inférence abductive et ont dû s'en tenir là pour des raisons historiques. Mais cet exemple est paradigmatique de ce qu'est une abduction. C'est d'abord une hypothèse formée au sein d'une culture et d'une tradition donnée : elle emprunte à la fois des percepts propres à l'expérience familière et à l'observation quotidienne, et à la fois des concepts de la langue empruntés métaphoriquement à d'autres registres référentiels : comme celui de « fluide » pour interpréter l'électricité (Kuhn 1983) (15).

Une telle hypothèse est donc toujours issue d'une *Forme de vie* (Wittgenstein 1976) et suppose donc une culture personnelle de plus en plus exigeante quand la *Forme de vie*

(15) *Op. cit.* p. 38-39.

les hypothèses
construites
par abduction...

...ouvrent la voie
à l'expérimentation
scientifique

s'enrichit de traditions nombreuses : l'amnésie épistémologique est ici redoutable. Mais en même temps elle suppose toujours l'interdisciplinarité qui permet que des hypothèses émises dans certains champs circulent jusqu'à d'autres domaines où elles peuvent s'avérer fécondes. Enfin, une *abduction* est une hypothèse qui doit manifester deux qualités spécifiques : elle est formulée en l'absence de raisons logiques de penser le contraire, elle doit être susceptible de vérification expérimentale. C'est la deuxième condition qui ne pouvait être satisfaite dans l'hypothèse de l'atomisme. Pour la première condition, elle restait un prétendant valide face à l'explication métaphysique par les *Formes*. Peirce déclare qu'une bonne *abduction* est celle qui produit une hypothèse explicative qui accomplit sa fonction d'hypothèse en se soumettant au test de l'expérimentation. C'est ce qui distingue l'abduction scientifique de toute autre, qu'elle soit métaphysique ou théologique. En ce sens, l'hypothèse des matérialistes anciens n'était ni scientifique, ni préscientifique : elle était coupée de tout monde possible où il eût été envisageable de la tester. Mais, reliée à un tel monde, elle trouva *ipso facto* un caractère scientifique : « *Comment relier les hypothèses des élèves à autre chose qu'aux conditions contingentes de la classe et qu'au savoir personnel de son enseignant ?* » Nous pensons que les CEV, en tant qu'elles rendent possible la communication avec des professionnels de la recherche, autorisent cette relation.

l'abduction permet
l'organisation
d'un problème
sous forme d'énigme

Un dernier point important est à mettre en exergue relativement à la nature de l'abduction. Peirce dit en effet : « *Le fait surprenant C est observé* ». Il faut bien se convaincre qu'il ne s'agit pas là d'une *situation-problème* mais plutôt d'une *énigme*. Nous ne reprendrons pas ici les travaux bien connus qui séparent nettement ces deux registres et auxquels nous renvoyons (Fabre 1999, Timmermans 1995). Plus qu'une face du problème, l'énigme a une structure différente. Comme l'analyse T. Kuhn (16), un problème n'a pas nécessairement de solution ; il correspond à un résultat connu qu'il serait souhaitable d'atteindre sans que l'on sache comment y parvenir et il vaut par l'invention des moyens, démarches et outils qu'il mobilise. En revanche, l'énigme doit obtenir une réponse par abduction : tous les éléments de la réponse y sont déjà présents ; Kuhn dira justement qu'une énigme est un problème organisé dans un paradigme donné qui lui assure sa résolution. C'est même là une des fonctions majeures d'un paradigme scientifique, de discriminer quels problèmes sont scientifiques ou non, trop difficiles ou non, appartenant à telle discipline plutôt qu'à telle autre. Seule l'énigme est motivante pour le chercheur, comme le remarque T. Kuhn, et Jean-Pierre Astolfi (Aster, 25) préconise

(16) *Ibid.* p. 62.

l'abduction
produit des
arguments valides

quant à lui qu'une situation-problème doit se présenter comme une énigme, paraissant accessible à l'élève sans qu'il soit nécessaire de construire *a priori* de nouveaux outils. Lorsque l'énigme s'avère résistante et que l'obstacle est identifié, le problème peut être posé. C'est le principe de ce qu'Astolfi appelle la *ruse didactique*, permettant la dévolution du problème aux élèves.

et non un
argument « fort »

Quelle est la valeur d'une *abduction* ? Elle n'établit pas de loi scientifique, elle n'entraîne aucune nécessité ; c'est pour cela qu'elle a été longtemps méconnue dans la tradition didactique française. Peirce dit justement qu'une *abduction* conclut toujours à une *assertion problématique* (17). Or une proposition problématique (et non assertorique ou apodictique) reste une proposition logique, et comme telle valide. En effet, analyse Peirce, il faut distinguer entre un argument *valide* et un argument *fort*. Un argument valide « possède la force qu'il prétend avoir, tend vers la conclusion de la manière dont il prétend le faire » (18). En d'autres termes, un argument valide peut être faible alors qu'un argument fort peut être invalide, c'est-à-dire ne pas parvenir à la conclusion qu'il promet par suite d'une inférence erronée. L'abduction est ainsi une inférence logique faible parce que sa conclusion est toujours problématique. C'est pourquoi son intérêt est ailleurs : l'abduction correspond à un *insight* : dans la mesure où, comme on l'a vu tous les éléments de l'hypothèse étaient déjà présents, l'idée de les réunir produit l'*insight* (19). Cette « *vision intérieure* » d'une hypothèse cohérente n'a rien d'une certitude : elle est par nature faillible, c'est-à-dire qu'elle est en attente d'être testée. Elle est de plus collective parce que partagée. C'est ce que permet la *communauté éducative virtuelle* : permettre d'échapper à l'aléatoire des intuitions subjectives pour construire par le dialogue cet *insight* producteur d'hypothèses : une hypothèse n'existe que « formulée dans le langage ».

la CEV :
dépasser les
intuitions subjectives

5.3. Abduction, déduction, induction : la continuité de la quête

accéder à une
abduction
collective

Mais la grande fécondité de l'épistémologie peircéenne tient en ce qu'elle permet de réinterpréter dans une totalité ce qui n'était considéré jusque là que comme des gestes isolés. C'est un résultat fondamental du *pragmaticisme*, dont J. Dewey (1997) s'inspirera pour construire son « *continuum expérientiel* », fondement scientifique de la *Pédagogie du projet*. Les

(17) *Op. cit.* p. 424.

(18) *Ibid.* p. 426.

(19) Il faut renoncer à traduire ce terme ; l'*illumination* correspond, dans notre culture philosophique à l'*évidence* cartésienne ou à l'*intuition* spinoziste, qui sont un rapport *immédiat* à la vérité de l'Être. Ce que critique précisément Peirce.

formes classiques du raisonnement, la déduction et l'induction, trouvent ainsi leur place dans la triade qui définit l'activité scientifique, dont Dewey fait l'archétype de l'activité rationnelle humaine.

Tableau 2. Les modes du raisonnement logique selon C.S. Peirce

Type de raisonnement	Abduction	Déduction	Induction
Définition	Création d'hypothèses interprétant des faits inattendus	Conséquences logiques des hypothèses formulées	Vérification expérimentale ou recherche d'observations et d'informations confirmant les conséquences logiques
Exemple tiré du Monde de Darwin	Fait : certaines salamandres n'ont pas de queue. Hypothèse : la queue se sépare dans des circonstances utiles à la salamandre (danger)	Intervenant pour sa protection, cette séparation ne doit être ni fatale ni nuisible à la salamandre. Donc elle peut vivre momentanément sans queue et celle-ci « repousse » (« argument valide faible »).	Recherche d'observations fortuites dans la nature (respect de l'animal : pas d'expérience risquant de mettre l'animal en danger : « argument valide faible ») Recherches sur Internet d'informations sur des observations faites par des chercheurs ou des pairs + discussion

• La déduction

continuité...

et non opposition...

La *déduction* tout d'abord subit chez Peirce la critique kantienne : elle ne produit aucun savoir, parce qu'elle n'est pas en prise avec la perception, mais réside en un certain traitement du donné perceptif. Elle est bien la production de schèmes explicatifs. C'est un raisonnement discursif qui consiste en « *une simple colligation des jugements perceptifs en un tout copulatif* » (20) ; elle est de surcroît capable d'opérer analytiquement, sur des parties de ce tout. La *déduction*, comme l'*abduction* et l'*induction*, ne sont pas des jugements formés par un sujet, même transcendantal, ce sont des inférences qui trouveront leur cohérence et leur validité dans la pensée future de la *communauté illimitée des chercheurs*, et non dans l'évidence momentanée d'une pensée solitaire : c'est l'anticartésianisme de la perspective de Peirce, si fécond pour la pensée éthique contemporaine (Apel 1994 et Habermas 1992) (21). La Logique n'est rendue possible, pour Peirce, que par l'idée de communauté. Si l'on a vu que l'*abduction* produisait des hypothèses, on comprendra que la

(20) *Ibid.* p. 427.

(21) Ce qui permet, dans la réflexion éthique contemporaine, l'abandon des éthiques de la conviction, basées sur la conscience solitaire de l'agent moral, au profit de l'éthique de la discussion, reposant sur une communauté communicationnelle contrefactuelle.

...entre les trois modes
du raisonnement

la déduction
phase du passage
à l'universel

déduction ne fait qu'énoncer des lois, mais sur le mode de l'apodicticité, et non plus de la problématicité. Mais que signifie énoncer une loi ? La finalité d'une loi est de pouvoir anticiper des phénomènes contraires, si la loi s'avérait fausse (faillibilisme) ; en ce sens la *déduction* prépare la phase de tests expérimentaux que Peirce désigne comme étant l'induction. Si par exemple de nombreuses observations nous ont permis de produire par *abduction* l'hypothèse que la chaleur pouvait jouer un rôle comme cause cachée de certains phénomènes de dilatation, par *déduction* nous énoncerons la loi « *la chaleur dilate les corps* », qui possède un caractère cette fois de nécessité logique. Cette loi permet de concevoir des phénomènes dans lesquels elle s'avérerait fausse : elle anticipe ainsi les expériences à conduire. En quoi consiste donc la *déduction* ? Pour Peirce, elle est d'abord un « *contrôle de soi* », un effacement de ses désirs et croyances et c'est à ce prix qu'elle réalise le passage à l'universel : c'est la base de la rationalité. Mais son rôle est purement inhibiteur, et c'est pour cela que la *déduction* ne produit rien. Elle ouvre le chemin à l'induction.

• *L'induction*

l'induction
phase de vérification
expérimentale

Peirce la détermine comme le test expérimental d'une hypothèse. La grande difficulté de l'induction est que son statut détermine classiquement celui de nos connaissances quant à la réalité : s'agit-il de mettre un ordre dans les phénomènes ou d'y trouver un ordre naturel ? Peirce prend en compte la critique de Hume et affirme que « *l'induction conclut seulement à un rapport de fréquence* », mais que ce rapport n'est contenu dans aucun des cas particuliers, et qu'il ne permet pas d'expliquer la production de tel fait observé (22). Elle nous apprend simplement ce à quoi nous devons nous attendre au terme de l'expérimentation. L'induction n'a de valeur que quantitative. Une expérience ne prouve rien, et le positivisme est définitivement récusé : nous avons vu qu'une hypothèse exactement vraie permet d'anticiper une série indéfinie d'expériences. L'induction n'entraîne que la probabilité.

La démarche de la quête scientifique est donc la suivante : *L'abduction* produit des hypothèses interprétatives qui sont colligées par *déduction* en lois nécessaires, lesquelles sont soumises par induction à des tests expérimentaux par anticipation de phénomènes illégitimes.

Ce schéma fait de l'*abduction* le moment créatif de la science ; c'est lui qu'un enseignement des sciences doit mettre en exergue, avant l'inhibition nécessaire à la *déduction* : l'ascèse ne devrait pas être première. Comme l'écrit Peirce,

(22) *Ibid.* p. 427.

« les éléments de tout concept entrent par la porte de la perception, et sortent par la porte de l'action finalisée » (23). Ce pourrait être la pierre de touche d'un enseignement visant à développer des compétences d'apprenti-chercheur chez les élèves.

• La sérendipité

la sérendipité
expliquée
par l'abduction

La vérification la plus probante de la thèse de Peirce sur le rôle de l'*abduction* réside dans l'explication qu'elle donne au phénomène de la *sérendipité*. Le terme a été forgé par Horace Walpole en 1754, à partir d'un conte persan relatant les aventures des princes de Sérendip. Ceux-ci se livrent lors d'un périple à sept observations qui ne deviennent cohérentes entre elles qu'à la condition de faire l'hypothèse du passage d'un chameau possédant certaines caractéristiques parfaitement descriptibles. Cette *abduction* leur vaudra d'abord d'être soupçonnés du vol de l'animal, avant que ne soit reconnue leur sagesse... Walpole définit le sens de sa création comme « la découverte, par hasard et sagacité, des choses qu'on ne cherche pas ». Le plus curieux est qu'il faudra bien attendre une centaine d'années avant que le terme ne soit réutilisé en épistémologie : en 1957, Robert Merton désigne ainsi « l'observation d'une anomalie stratégique qui n'a pas été anticipée et qui peut conduire à la production d'une théorie nouvelle » (Van Andel & Bourcier 2003). Il fallait, sans doute, que l'intérêt de l'épistémologie se porte sur les conditions sociologiques de l'activité du chercheur : on releva dès lors des exemples innombrables de *sérendipité* dans l'histoire des sciences : l'invention du stéthoscope par Laennec, la découverte de la pénicilline par Fleming, des rayons X par Röntgen et de la radioactivité naturelle par Becquerel, etc. On se souviendra aussi de la plus belle occasion manquée : celle de l'observation d'Uranus par Galilée qui n'y vit qu'une nouvelle étoile, faute d'*abduction* à la hauteur... La *sérendipité* est toujours un résultat de l'*abduction* : l'incapacité à produire des hypothèses créatrices renvoie à l'incapacité à chercher et à découvrir. C'est le paradoxe énoncé par Ménon à Socrate selon lequel on ne peut pas apprendre : soit on sait déjà, et on n'apprend rien de nouveau, soit on ne sait pas, et on ne sait pas ce qu'il convient de chercher. À ce sophisme redoutable, Platon répondait par la métaphysique de la réminiscence : nous avons oublié la vérité que notre âme a entrevue, et apprendre, c'est se ressouvenir. Peirce répond par l'*abduction* : nous trouvons en donnant collectivement un sens à nos expériences inattendues en formant des hypothèses susceptibles d'être vérifiées. Dans cette perspective, la *sérendipité* consiste à transformer l'inattendu en attente d'une expérimentation.

l'abduction permet
de comprendre
ce que nous trouvons
par hasard

(23) *Ibid.* p. 441.

6. CONCLUSION : DISPOSITIF SCIENTIFIQUE OU SCÈNE PÉDAGOGIQUE ?

Les *communautés éducatives virtuelles* sont de réelles communautés et non pas des fictions pédagogiques. Elles ouvrent la communauté de la classe en la reliant effectivement à une *communauté illimitée de chercheurs*, médiatisée d'abord par un expert scientifique qui valide le contenu des productions, et qui a ici un rôle plus important que celui du parrain scientifique de *La main à la Pâte*. La publicité des résultats, grâce à l'outil que représente la page Web réalisée à partir de la plate-forme collaborative, est la deuxième médiation, la plus universelle : elle ouvre la possibilité de la discussion, de la demande de justification, comme de l'apport d'autres informations, questions ou suggestions. Et l'ouverture de cette possibilité, est ouverture sur l'indéfini du processus scientifique ; loin de disqualifier la position magistrale, elle l'affranchit au contraire de la perception dogmatique que peuvent en retirer les élèves, sur les modes antagonistes de la rébellion ou de la soumission : « *l'opinion de l'enseignant ne vaut pas plus que la mienne* » ou au contraire : « *l'enseignant a nécessairement raison (mais je ne sais pas pourquoi)* ».

les CEV sont
d'authentiques
communautés
scientifiques

Les *communautés éducatives virtuelles* sont enfin véritablement scientifiques. Elles permettent effectivement de savoir poser des questions et réfuter les réponses immédiates, de savoir inventer des modèles interprétatifs, et de savoir construire des schèmes explicatifs. Elles ne sont pas des théâtres sur lesquels des élèves joueraient à être chercheurs, sous le regard condescendant des adultes. Les experts sont formels, et Michel Aubé ne manque pas de le rappeler : les questions auxquelles parviennent les classes sont des questions que se posent les experts eux-mêmes, des énigmes dont on ne possède pas encore la réponse. Il serait sûrement illusoire de penser que des scolaires, jeunes et non-professionnels, puissent construire de telles réponses, mais là n'est pas la finalité de ces communautés, qui reste l'apprentissage.

les CEV possèdent
une structure éthique

On pourrait montrer *in fine* qu'un tel apprentissage possède une structure éthique fondamentale (Moreau 2003) qui s'organise selon deux axes, horizontal et vertical :

L'axe horizontal est celui de la responsabilité solidaire vis-à-vis de ses énoncés et publications, avec comme corrélat le rejet des opinions acritiques ou invérifiables. Chacun, dans le groupe est solidaire des productions de la communauté et devient responsable dans la *communauté illimitée*, apte à y faire valoir ses droits à la discussion publique – fondement de la vie démocratique.

L'axe vertical est celui du dépassement de soi dans une quête désintéressée : rechercher autre chose que sa satisfaction immédiate et bornée, prendre des risques personnels pour

les CEV mobilisent
les compétences
herméneutiques
de l'enseignant

s'engager dans une aventure dont la seule gratification attendue est de s'y oublier. Telles sont, explicitées sur le plan éthique, les compétences en construction chez l'apprenti-chercheur.

Pour autant, le dispositif de la CEV, pas plus qu'aucun autre, ne porte en lui la garantie de sa pertinence vis-à-vis des objectifs que nous avons présentés. Ce qui apparaît comme toujours déterminant, c'est la compétence de l'enseignant à interpréter la dynamique de la communauté qu'il organise : ce qui signifie anticiper les projets possibles des élèves, les stimuler dans une direction plus fructueuse du point de vue des apprentissages, veiller à ce que la co-responsabilité de chacun y soit effective. Ce sont des compétences herméneutiques qui font le lien entre la dimension pédagogique et l'ingénierie didactique : elles garantissent qu'un dispositif d'enseignement-apprentissage (Altet 1997) prenne pied dans le réel et ne reste pas un cadre formel. C'est une condition pour que les élèves rencontrent authentiquement les savoirs de la communauté scientifique.

Les auteurs remercient Michel Aubé de leur avoir facilité l'accès à ses travaux.

Didier MOREAU
Professeur à l'IUFM de Nantes,
membre du comité scientifique
du colloque de Guéret

Béatrice LESTERLIN
Professeur des écoles, maître-formateur,
formatrice à l'IUFM de Nantes

Solange BEAUCHESNE
Maître de conférences en *sciences physiques*,
IUFM de Nantes

BIBLIOGRAPHIE

ALTET, M. (1997). *Les pédagogies de l'apprentissage*. Paris : Presses universitaires de France.

APEL, K.-O. (1994). *Éthique de la discussion*, Paris : Cerf.

ARISTOTE (1971). *Premiers analytiques*, II, **25** ; 69-a, 20-37. Paris : Vrin.

ASTOLFI, J.-P. & PETERFALVI, B. Stratégies de travail des obstacles : dispositifs et ressorts. *Aster*, 25.

AUBÉ, M. (1998). Le paradigme de l'intelligence collective ou la nécessité de communiquer pour apprendre. *Vie pédagogique*, 108.

AUBÉ, M. & DAVID, R. (2003). Communauté de recherche et formation scientifique des jeunes. In C. Deaudelin & T. Nault. (Dir.) *Collaborer pour apprendre et faire apprendre : la place des outils technologiques*. Montréal : Presses de l'université du Québec.

AUBÉ, M. & DAVID, R. (2003). *Le monde de Darwin : une exploitation concrète des TIC selon une approche socio-constructiviste*. In A. Taurisson & A. Senteni A. *Pédagogies.net : les communautés virtuelles de recherche à vocation éducative*. Montréal : Presses de l'université du Québec.

BEAUCHESNE, S. & MOREAU, D. (2001). La main à la pâte, oui, mais... *Ciel et Espace*, 378.

CARNAP, R. (1973). *Les fondements philosophiques de la physique*. Paris : Armand Colin.

DEWEY, J. (1947). *Expérience et éducation*. Paris : Bourrelier.

FABRE, M. (1999). *Situations – problèmes et savoir scolaire*. Paris : Presses universitaires de France.

FEYERABEND, P. (1979). *Contre la méthode*. Paris : Seuil.

HABERNAS, J. (1992). *De l'éthique de la discussion*. Paris : Cerf.

HUBER, M. (2002). *Une modélisation de la pédagogie du projet-élèves*. 6^e biennale de l'Éducation. Paris : INRP.

JOLY, B. (1998). *Chimie et philosophie au XVII^e siècle*. HDR. Université Paris VII.

JOLY, B. (1996). Théorie et pratique dans la constitution des savoirs alchimiques. *Revue d'histoire des sciences*.

JOLY, B. (1992). *La rationalité de l'alchimie au XVII^e siècle*. Paris : Vrin.

KUHN, T. (1983). *La structure des révolutions scientifiques*. Traduction de L. Meyer. Paris : Flammarion.

LESTERLIN, B. (1998). *Activités scientifiques et représentations épistémologiques, pédagogiques, didactiques, sociales des enseignants du premier degré*. DEA en Sciences de l'éducation. Dir. M. Altet. Université de Nantes.

MOREAU, D. (2003). L'éthique des communautés virtuelles éducatives. *Colloque de Guéret*.

PIAGET, J. (1932). *Le jugement moral chez l'enfant*. Paris : Presses universitaires de France.

PEIRCE, C.-S. (1839-1914, traduction 2002). *Pragmatisme et pragmatisme, Œuvres I*. Traduction de C. Tiercelin & P. Thibaud. Paris : Cerf.

STENGERS, I. (1995). *L'invention des sciences modernes*. Paris : Flammarion.

TIMMERMANS B. (1995). *La résolution des problèmes de Descartes à Kant*. Paris : Presses universitaires de France.

VAN ANDEL, P. & BOURCIER, D. (2003). Peut-on programmer la *sérendipité* ? L'ordinateur, le droit et l'interprétation de l'inattendu. In *Archives of the Netherlands Institute for Advanced Studies*.

VERGNIUUX, A. (2003). *L'Explication dans les sciences*. Bruxelles : De Boeck.

WITTGENSTEIN, L. (1976). *De la certitude*. Traduction de J. Fauvé. Paris : Gallimard.