

NOUVEAUX DISPOSITIFS, NOUVELLES RENCONTRES AVEC LES CONNAISSANCES

Claudine Larcher
Alain Crindal

Dans le système éducatif français, les élèves reçoivent dès l'école primaire un enseignement de sciences et technologie qu'ils poursuivent jusqu'au lycée général ou lycée professionnel. Cet enseignement est cadré par des textes qui en définissent de façon précise les contenus ; ces contenus sont élaborés selon des principes organisateurs choisis en fonction d'une représentation de l'apprentissage et de sa progressivité, des enjeux reconnus des enseignements scientifiques et technologiques, de points de vue épistémologiques et de contraintes.

d'autres modalités
de travail que
dans le curriculum
commun

En marge de cet enseignement, ce qui ne veut pas dire de façon indépendante, des « dispositifs » particuliers sont prescrits ; ils sont présentés également par des textes qui énoncent des enjeux et des contraintes spécifiques, indiquent des formes d'organisation, invitent à d'autres modalités de travail que dans le cursus commun.

TPE, *travaux personnels encadrés* au lycée d'enseignement général, PPCP, *projet pluridisciplinaire à caractère professionnel en lycée professionnel*, IDD, *itinéraire de découverte* au collège, sont des dispositifs institués qui fonctionnent maintenant depuis plusieurs années de façon régulière pour la plupart des lycéens et collégiens, même si cette étiquette recouvre des réalités très diversifiées.

Par ailleurs, mais cette fois à l'initiative d'un enseignant ou d'une équipe volontaire, les élèves ont parfois l'occasion de participer à un projet développé localement ou relevant d'un partenariat plus large.

interroger l'existant
et le possible :
quelles conditions
pour quels progrès ?

Quelles nouvelles rencontres avec les connaissances, avec leur construction, en particulier quelles rencontres avec le monde, avec les sciences et les techniques sont ainsi possibles ? avec quels progrès et quels accomplissements des élèves ? dans quelles conditions ? avec quelles pertes éventuelles et bénéfiques attendus ou obtenus du point de vue des enseignants ?

Le terme dispositif, est ici utilisé en prenant en compte deux aspects :

– Dispositif comme « *cadre organisé et explicite d'interventions durables et clairement finalisées* » (1) dans la mesure

(1) Chartier, A.-M. (1999). Le dispositif entre usage et concept. *Hermès*, 25.

où ils sont définis par des textes institutionnels, qui constituent le curriculum prescrit ; on parle alors du dispositif TPE, du dispositif PPCP ou du dispositif IDD.

- Dispositif « *émergeant de la rencontre entre un document médiatique, un récepteur ayant construit une posture cognitive a priori et les conditions de leur rencontre* » (2) dans la mesure où ce qui est mis en œuvre dans le curriculum réel est un ensemble d'instanciations, chacune correspondant à une prise en compte particulière de l'ensemble des contraintes ; on parle alors du TPE XX vécu par un groupe d'élèves de la classe YY, encadré par un ou plusieurs enseignants.

dispositif
pensé comme
«cadre prescrit»
et dispositif pensé
comme «émergeant»

Plusieurs types de questions se distinguent, plus ou moins centrées sur le prescrit, sur le réel ou sur le potentiel :

- Les questions concernant les rapports entre les textes de cadrage et les enseignants : les guides d'action qu'ils se donnent, les dispositifs qu'ils mettent en place en référence à ces textes, les raisons qu'ils en donnent éventuellement.
- Les questions concernant le fonctionnement des dispositifs, leur régulation, les modalités de travail des élèves et les modalités d'interaction entre élèves et enseignants ou tuteurs. Ces questions portent sur la mise au point de dispositifs efficaces par les enseignants ou sur l'identification qu'en font les élèves. Ce sont des dispositifs « émergents » et non pas des dispositifs « cadres » qui sont alors en jeu.

C'est dans cette perspective de mise au point de dispositifs efficaces que, dans un appel à association pour une recherche menée entre 2000 et 2003, C. Larcher & A. Crindal (2003) notaient : « *Il ne s'agit plus de penser les savoirs comme se construisant sur des bases, du simple au complexe, du disciplinaire vers l'interdisciplinaire, mais comme se construisant par approximations, restructurations et affinements successifs des identifications disciplinaires compte tenu de l'élargissement des champs d'étude, des questionnements, en ouvrant en fonction des besoins, ce qui avait été provisoirement considéré comme des boîtes noires* » (3).

la structuration
comme processus
d'exploration
personnelle
dans lequel
l'élève est engagé

Le terme *structuration des connaissances* avait été introduit pour désigner ce processus dans lequel chaque élève est engagé pour comparer, trier, organiser, approfondir des énoncés hétérogènes, d'origines non contrôlées. Ce processus était *a priori* considéré comme notablement différent de celui qui s'inscrit dans une démarche scolaire habituelle de construction de savoirs et de développement de compétences, dont la progression à partir de pré-acquis est organisée

(2) Thomas, F. (1999). Dispositifs narratif et argumentatif : quel intérêt pour la médiation des savoirs ? *Hermès*, 25.

(3) Crindal, A. & Larcher, C. (2003). *Structuration des connaissances et nouveaux dispositifs d'enseignement*. Lyon : INRP.

dans le curriculum. Ce terme apparaît dans plusieurs des articles. C'est bien de nouvelles rencontres avec les connaissances qui sont ainsi envisagées.

malgré leurs points
communs
des dispositifs
différents

Nous avons regroupé dans un premier temps les articles concernant les TPE, les plus nombreux, puis un article sur le dispositif PPCP, qui présente des points communs avec les précédents en terme de grille d'analyse. Suivent ensuite un article sur les IDD au collège et enfin un article concernant l'école qui rappelle et discute des points de vue épistémologiques. Ce dernier article présente un type de travail différent en ce sens qu'il n'est pas inscrit dans le temps scolaire à part entière, comme le sont les autres dispositifs prescrits.

Notons tout d'abord que les trois types de dispositif institutionnel s'adressent à des populations d'élèves différents et présentent de ce fait, malgré leurs points communs, de nombreuses différences. En ce qui concerne la marge d'initiative prévue des élèves, le choix du thème et la construction de la problématique sont à la charge des élèves dans les TPE, la scénarisation et la mise en projet des élèves à la charge des enseignants dans le PPCP, l'itinéraire à la charge de l'enseignant dans les IDD. Par ailleurs, l'approche documentaire est sans doute plus prégnante dans les TPE et le travail de groupe, caractéristique commune aux trois dispositifs, ne se vit pas de la même façon dans les différents cas. Enfin les rythmes et les temps de travail varient d'un dispositif à l'autre.

constats interprétés
en termes
d'« assujettissement
à des institutions »

P. Venturini *et al.* décrivent les TPE mis en œuvre par trois enseignants avec plusieurs groupes d'élèves. Ils notent la façon dont ces enseignants s'accommodent, chacun à leur façon, de différents éléments du dispositif qui heurtent leurs pratiques habituelles. Les auteurs analysent ces obstacles aux changements en termes d'assujettissement à des « institutions », en référence aux travaux de Y. Chevallard.

Observations externes, entretiens avec les enseignants et avec les élèves, carnets de bord et fiches d'évaluation ont été travaillés en relation à ce qui a été considéré comme des éléments clés du dispositif TPE et qu'on retrouve dans d'autres articles qui suivent.

L'autonomie que les enseignants laissent, offrent ou imposent aux élèves, est un des éléments clés qui porte la variabilité des dispositifs mis en œuvre. Le *carnet de bord* et le rôle ambigu que les enseignants lui attribuent est objet de comparaison entre enseignants et par rapport aux textes de référence. La place que les enseignants accordent à leur discipline et conjointement à d'autres disciplines est sans doute liée à la potentialité des dispositifs à susciter de nouvelles rencontres des élèves avec leurs connaissances. Il en est de même du rôle que les enseignants se donnent dans l'accompagnement des élèves, rôle parfois réduit à celui de contrôleur de l'avancée formelle du travail projeté, mais parfois riche de différentes postures. Enfin on retrouvera

dans plusieurs des articles des caractéristiques des relations des enseignants aux sciences : prédominance du caractère expérimental, prégnance de l'explication comme but, ou bien pratique d'une démarche d'investigation ou d'une méthode, en partie documentaire, qu'ils énoncent comme enjeu majeur du TPE.

distinguer
différents types de TPE
différentes modalités d'intervention de l'enseignant

Le travail présenté par P. Schneeberger *et al.* est mené en relation avec des enseignants associés. Les enseignants sont ici considérés comme indispensables à la progression des groupes et la recherche vise à discerner des types de TPE – caractérisés selon les modes de travail du groupe d'élèves, des types d'intervention de l'enseignant – et des buts associés à ces interventions. Les données, enregistrées et transcrites, de plusieurs séances sur tout un ensemble de TPE, permettent de caractériser des modalités d'intervention de l'enseignant et l'effet éventuel sur les élèves. Si l'*expérience* est assez présente comme indiqué dans l'article de Venturini *et al.*, c'est ici l'*explication* qui apparaît représentative de la discipline et donc centrale dans les exigences des enseignants.

Comme dans le travail de Venturini *et al.*, il y a peu d'interdisciplinarité et les interventions des enseignants recadrent les travaux des élèves vers les standards de leur discipline lorsque le projet personnel ou de groupe était d'un autre ordre.

L'article de C. Fortin s'affiche au contraire comme centré sur l'interdisciplinarité même s'il aborde de fait tout un ensemble de points.

une interdisciplinarité toujours difficile

Elle rappelle que cette demande d'interdisciplinarité n'est pas nouvelle et que le terme est à situer par rapport à d'autres tels que pluridisciplinarité, codisciplinarité ou transdisciplinarité. En fait, les relations entre disciplines sont plus complexes que ne le laisse supposer le seul préfixe « *inter* ». Elle note aussi les dérives ou les obstacles : une hiérarchie entre disciplines induit une pensée réductionniste et les mots, utilisés dans différentes disciplines alors qu'ils renvoient à des concepts différents, sont piégés.

Au-delà de ces points de vue d'ordre épistémologique, les apports rejoignent ceux des articles précédents pour alimenter le débat sur l'autonomie des élèves et le rôle des enseignants.

Les démêlés des élèves avec la documentation sont aussi exemplifiés.

Ce sont les pratiques documentaires des élèves qui sont au cœur du travail de F.-M. Blondel *et al.* Ils ont suivi, autant que faire se peut, des élèves dans les différentes phases de leur activité ; ils distinguent différentes phases : choix initiaux, recherche et traitement de documents, réalisation finale.

Ils notent, comme l'avaient fait P. Venturini *et al.*, que les *carnets de bord* ne sont pas des outils de travail authentiques. L'assignation de plusieurs fonctions incompatibles à ce

cahier (outil personnel de travail des élèves mais aussi trace de l'activité dans la relation groupe/tuteur, support d'évaluation...) le rendent paradoxal.

première approche
de la recherche
documentaire

Ils repèrent que les recherches documentaires des élèves se heurtent à une méconnaissance du champ lexical associé au thème « choisi » qui rend l'usage de moteurs de recherche inefficace, à l'absence de critère de validité des documents recueillis ou, tout simplement, à l'abondance de réponses sur des mots clés issus directement de l'actualité médiatique. Les documents plus « garantis » sur les plans scientifique ou technique sont souvent trop difficiles d'accès sans médiateur.

Les TPE et les techniques documentaires sont comme la poule et l'œuf. L'un implique la présence préalable de l'autre et permet d'assurer cette présence. Mais par quoi commencer ?

Les auteurs suggèrent un apprentissage organisé en matière documentaire qu'il faudrait construire en termes de curriculum.

Une autre difficulté est repérée : la recherche de solution ou de réponse se substitue souvent à la construction d'un questionnement. D'autres articles ont noté l'attitude d'élèves qui, obnubilés par l'obtention d'une réponse à leur question, n'arrivaient pas à reformuler, transformer ou déplacer leur questionnement.

Ces quatre articles concernaient les TPE au lycée général, qu'en est-il pour le dispositif PPCP en lycée professionnel ?

PPCP : trois P à faire
coexister

S'il présente en partie les mêmes caractéristiques que le TPE, le PPCP se réfère explicitement à la pédagogie de projet. Il évoque une pluridisciplinarité qui convoque l'enseignement dit général et l'enseignement dit professionnel dispensés aux mêmes élèves mais par des personnes différentes et le dernier P rappelle le caractère orienté vers l'opérationnalité professionnelle à court terme qui est une caractéristique de la formation en Lycée professionnel. Cet assemblage a semblé non viable à beaucoup, d'autres l'ont rabattu inconsciemment ou pragmatiquement sur d'autres dispositifs déjà rodés.

Le travail présenté par B Jouin *et al.*, mené comme celui de P. Venturini *et al.* et celui de P. Schneeberger *et al.* dans le cadre d'une recherche associative à l'appel de l'INRP (4) utilisent des descripteurs des interactions entre élèves et enseignants issus du travail de B. Andrieu *et al.* (5), en dégageant des registres de structuration entre lesquels les élèves

(4) Larcher, C. & Crindal, A. (Coord.). (2000). *Structuration des connaissances et nouveaux dispositifs d'enseignement*. Appel d'offre INRP. Code : 30025.

(5) Andrieu, B. & Bourgeois, I. Les interactions langagières tuteur-élèves en TPE. *Aster*, 38.

des postures... évoluent. Le rôle du maître, considéré d'emblée comme *médiateur* a été, dans ces trois articles, analysé en termes de *postures*. Ce terme désigne non pas des façons différentes de jouer ce rôle, qu'auraient des personnes différentes, mais des éléments constitutifs de tout un ensemble d'interprétations de ce rôle ; en réponse à ces postures constitutives du rôle du maître, l'élève répond par des postures en miroir ou au contraire en rupture.

...pour construire des rôles dans la relation nouvelle enseignant/élèves La spécificité du PPCP apparaît dans la nature des connaissances en jeu à un moment donné, connaissances qui peuvent être techniques, liées à l'enseignement général pensé comme discipline de service, ou tout simplement de sens commun.

La comparaison du déroulement de deux PPCP conduit les auteurs à affirmer l'importance du caractère authentique des activités « professionnelles » à mener par les élèves. La rencontre avec des interlocuteurs professionnels extérieurs à l'école, qui apportent leurs propres critères d'exigence, donne l'occasion à l'élève de se penser comme *jeune professionnel*.

Le travail de N. Magneron *et al.* porte sur les élèves de collège dans un autre type de dispositif : les IDD, *itinéraires de découverte*. Il s'agit de faire explorer le monde avec une autre approche que celle très cloisonnée des disciplines scolaires, mais sur un temps scolaire « à part entière ». Le travail présenté ici porte sur le repérage par les élèves de ces nouvelles formes de travail et sur leur changement de *posture*.

Le terme de *posture* est ici employé dans un sens différent de celui indiqué précédemment. Les références citées lient ce terme à des « *schèmes d'action cognitive et langagières disponibles, préformés* ». D'autres termes sont alors introduits tels que « *positionnement* » et « *comportement* ». Il est difficile de comparer ce que recouvrent ces termes dans la mesure où les types de données recueillies et traitées sont différents (suivi par observation et entretiens dans les premiers cas, description sur consigne dans ce dernier cas).

des effets contrastés selon les intentions qui ont orienté les IDD proposés Les descripteurs des connaissances des élèves sont ici désignés en termes de « *traits* » (traits de surface, traits de construction, et traits de structure) alors qu'ils étaient repérés en termes de *registres* (juxtaposés, coordonnés, articulés) dans l'article de Jouin *et al.*

Les différences de *posture* ou de comportement des élèves sont mises en relation avec les caractéristiques des IDD proposés aux élèves. Les auteurs distinguent les IDD qui sont orientés par le produit final à faire élaborer par les élèves et ceux qui sont fondés par une intention d'apprentissage. La *posture* de l'élève, repérée dans les textes produits, est, selon les cas, différente.

C'est enfin une plateforme collaborative proposée aux élèves de l'école primaire qui est présentée. La plateforme collabo-

rative, *Le monde de Darwin*, offre aux élèves l'opportunité de contribuer à un réel travail scientifique.

une rencontre
authentique ?

Cette présentation d'un dispositif original est associée à un développement épistémologique qui précise différentes démarches de pensée impliquées dans la construction des sciences, prenant en particulier en considération les aspects sociaux de cette construction.

Enfin, Moreau *et al.* discutent le dispositif spécifique ainsi proposé aux élèves : s'agit-il d'un « *dispositif scientifique* » ou est ce une « *scène pédagogique* » ?

Ils interrogent la pertinence et l'efficacité de dispositifs pour que « *les élèves rencontrent authentiquement les savoirs de la communauté scientifique* ».

Le titre de ce numéro d'ASTER interrogeait la potentialité des dispositifs à initier et accompagner de nouvelles rencontres entre les élèves et les connaissances.

une place
pour le risque ?

Toute rencontre comporte une part de risque bien sûr et dans un voyage autonome on visite sans doute moins de monuments ou de sites remarquables que dans un voyage organisé proposé par une agence professionnelle, mais on voit aussi d'autres choses au fil de ses rencontres et de ses choix, qui donnent envie d'en savoir plus et de s'informer.

À quelle aune mesurer les découvertes personnelles ? Y a-t-il place à l'école pour cette prise de risque ?

Les travaux présentés mettent aussi en évidence différentes façons de penser les dispositifs et de rendre compte de leur fonctionnement ou de leurs effets. Ils apportent des données sur les contraintes et les possibles, en particulier sur la façon dont les enseignants peuvent se saisir d'opportunités tout en conservant un caractère authentique aux parcours des élèves.

Claudine LARCHER
UMR STEF ENS Cachan – INRP

Alain CRINDAL
UMR STEF ENS Cachan – INRP

TRAVAUX PERSONNELS ENCADRÉS À DOMINANTE PHYSIQUE EN 1^{RE} S : ÉTUDE DE CAS ET ANALYSE DIDACTIQUE

Patrice Venturini
Bernard Calmettes
Chantal Amade-Escot
André Terrisse

Cet article rend compte d'une étude de quelques cas de travaux personnels encadrés (TPE) en première scientifique (1^{re} S ; élèves de 16-17 ans). Nous montrons d'abord que les enseignants et leurs élèves s'approprient de manière différente le dispositif. En référence à la théorie anthropologique du didactique (Chevallard), nous interprétons leurs pratiques par l'assujettissement des acteurs aux institutions « établissement » et « cours traditionnel » et par les rapports personnels des enseignants à l'objet « enseignement de la physique ».

Mais nous montrons aussi que les cas étudiés présentent une grande similitude quant au rôle des enseignants dans les TPE. Leurs interventions, essentiellement centrées sur les aspects organisationnels, ont pour objectif de faire aboutir le projet. La quasi-absence d'aide à la structuration des connaissances scientifiques peut s'interpréter par la représentation qu'ont les enseignants des exigences institutionnelles vis-à-vis de l'autonomie des élèves, et par la nature des enjeux didactiques du dispositif, tels qu'on peut les identifier à partir des critères d'évaluation présents dans les textes institutionnels.

L'étude rapportée ici (1) s'insère dans la recherche coopérative portant sur « structuration des connaissances et nouveaux dispositifs d'enseignement » menée sous l'égide de l'INRP. L'appel d'offre (INRP 2000) précise que cette recherche « vise à interroger les nouveaux dispositifs d'acquisition des connaissances qui sont mis en place à l'école, au collège et au lycée dans leur capacité à assurer la structuration des connaissances des élèves... Les possibilités offertes mais aussi les contraintes de ces dispositifs seront explorées en relation au nouveau rôle de l'enseignant qu'elles impliquent. » Nous décrivons, à partir de l'étude de quelques cas de TPE scientifiques à dominante physique, comment les acteurs observés se sont approprié un dispositif dans lequel les travaux des élèves doivent être à la fois « personnels » c'est-à-dire « portant la marque d'une individualité particulière (2) », « encadrés » c'est-à-dire « soumis à un contrôle et une direction », et « collectifs », c'est-à-dire « concernant un ensemble de

comment
les acteurs des TPE
se sont-ils approprié
le dispositif ?

-
- (1) On trouvera plus de détails sur cette étude dans Venturini *et al.* (2003). D'autres précisions figurent aussi dans Calmettes *et al.* (2002).
- (2) Les différentes définitions sont issues du Larousse en un volume.

personnes ». Nous mettrons ensuite en relation les pratiques des enseignants observés avec la structuration des connaissances par les élèves. Nous présenterons successivement le contexte institutionnel et la problématique de la recherche, la méthodologie puis les résultats obtenus. Nous analyserons ensuite les faits observés à la lumière de la théorie anthropologique du didactique pour les interpréter et leur donner du sens.

1. CONTEXTE INSTITUTIONNEL ET PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE

analyse des textes
institutionnels

Le dispositif TPE étant totalement inédit en 2000, il nous a paru utile, dans un premier temps, d'examiner, dans les textes de référence (3), le contenu et la formulation des prescriptions, des indications, des objectifs de l'institution, ainsi que les zones d'ombre qu'elle a laissées, à propos de certains éléments clés : l'autonomie des élèves, le rôle du *carnet de bord*, l'articulation entre démarche et contenu, la place de l'expérience et des documents, le mode d'évaluation.

1.1. Caractéristiques du dispositif proposé

• *Autonomie des élèves*

Les différents textes officiels relatifs aux TPE évoquent régulièrement l'autonomie des élèves comme une caractéristique importante du dispositif. Cependant, leurs contenus ne sont pas sans présenter une certaine ambiguïté : l'autonomie est-elle une compétence qui se décrète, ou qui s'apprend seul, ou grâce à un médiateur ? Les textes mentionnent :

les élèves travaillent
en autonomie

- d'une part, la mise en autonomie des élèves : « *les élèves travailleront en autonomie par groupes ou individuellement* » (MEN 2000-a) ; « *ces deux heures sont consacrées, en fonction de l'avancement du projet... au travail (individuel ou collectif) en autonomie, en salle informatique ou au CDI...* » (MEN 2000-b) ;
- d'autre part, l'accompagnement vers l'autonomie : « *les professeurs accompagnent conjointement la prise d'autonomie par les élèves* » (MEN 2000-c) ; « *les professeurs ont pour mission de permettre aux élèves d'acquérir une réelle autonomie...* » (MEN 2001) ;
- ou encore les deux aspects en même temps : « *un des principes des travaux personnels encadrés étant l'apprentissage de l'autonomie, les élèves seront naturellement conduits à travailler seuls...* » (MEN 2001-b).

(3) MEN, 1999-a à 1999-c, 2000-a à 2000-d, 2001-a et 2001-b.

• **Carnet de bord**

Le *carnet de bord* « permet à l'élève de noter au fil du temps le déroulement et les principales étapes de son travail. Il garde en mémoire les documents consultés et leurs références », il porte la « trace d'un itinéraire personnel, avec ses tâtonnements et ses infléchissements » (MEN 2000-b, p. 15).

le carnet de bord	Le <i>carnet de bord</i> a deux fonctions aux logiques contradictoires, à la fois outil d'aide pour la recherche et instrument destiné à l'évaluation. En effet, le <i>carnet de bord</i> sert à l'élève
aide à la recherche	« pour lister ses besoins, ses problèmes, les solutions retenues et classer les documents en vue d'une utilisation future. Il permet à l'élève de savoir où il en est » (MEN 2000-b, p. 17). À ce titre, il constitue pour son travail un outil privilégié et personnel que l'élève a intérêt à renseigner au mieux. En
outil d'évaluation	même temps, il s'agit d'un instrument d'évaluation qui « permettra de mesurer la progression du travail » (MEN 2000-a), même s'il « n'est pas évalué en tant que tel » (MEN 2000-b, p. 17). À ce second titre, l'élève a intérêt à le renseigner avec discernement, en évitant soigneusement d'y faire figurer les impasses diverses, les conclusions approximatives, les résultats faux, susceptibles de conduire <i>a priori</i> à une évaluation négative du travail mené.

• **Articulation entre démarche et contenus scientifiques, place de l'expérience**

La plupart des textes édités par le MEN à propos des TPE ne sont pas spécifiques des TPE scientifiques. Ils précisent de manière générale que le projet des élèves doit « articuler des notions issues des programmes » (MEN 2000-a), « mobiliser leurs savoirs dans une production » (MEN 2000-b). Les TPE doivent permettre à l'élève de « se confronter à l'erreur et la surmonter, développer de nouvelles capacités et compétences... : autonomie, travail de groupe, recherche documentaire... » (MEN 2000-b).

l'acquisition
des connaissances
n'est pas
l'objectif des TPE

Par contre, un groupe d'évaluation des expérimentations menées en sciences physiques préalablement à la généralisation des TPE, placé sous l'égide de l'Inspection générale, a rendu public son rapport (MEN 1999-a). Ce texte, en accord avec le précédent, affirme que « l'acquisition de connaissances n'est pas un objectif des TPE, ... [celle-ci devant] se faire dans le cadre des séances de cours, de travaux pratiques ». Cependant, les savoirs correspondants à certains des sous-thèmes proposés pour la rentrée 2001 en 1^{re} S (MEN 2001-a) ne sont traités qu'en fin de d'année (formation d'images...) ou en classe de terminale scientifique (TS) (radioactivité et énergie nucléaire, oscillateurs, ondes...). En même temps, le texte émanant de l'Inspection générale précise : il est « apparu qu'il y avait une nécessité impérative d'un apport théorique préalable au travail personnel des élèves ». Cette constatation pourrait laisser mal augurer, aux enseignants qui le lisent, d'un travail en autonomie.

D'ailleurs, malgré les affirmations précédentes, le texte regrette que « *dans les exposés, le contenu scientifique était globalement le grand absent [...] le travail se limitait trop souvent à une simple énumération sans véritable contenu scientifique* » soulignant par là l'échec, au cours de l'expérimentation, de la reproblématisation des connaissances existantes (Martinand, 2000) explicitement proposée dans les TPE.

démarche scientifique
et expérience
sont essentielles...

Si l'accent n'est pas mis sur les contenus, il est explicitement mis sur la démarche, ici plus spécifiquement la « *démarche scientifique* », présentée comme « *mise en œuvre d'une expérience, maîtrise des différents paramètres, observation et analyse ; formulation d'un problème, examen des différents compromis, solutions techniques retenues* ». La démarche scientifique, d'ailleurs réduite dans sa formulation à une démarche ou à une méthode expérimentale, et les objets de savoir qui la justifient, sont ainsi nettement séparés. L'expérience constitue donc « *une dimension essentielle* » des TPE. Mais on relève aussi que les expériences peuvent être difficiles à réaliser par manque de matériel, ou en raison des fausses pistes proposées par les élèves. Les enseignants peuvent donc, en contradiction avec les propos précédents « *ne pas renoncer à des TPE sans expérience* », pouvant porter sur « *des ouvertures sur la société, des considérations d'histoire des sciences, des considérations théoriques, etc.* » Mais comment alors les enseignants vont-ils se positionner par rapport à la démarche scientifique comprise comme une démarche expérimentale essentielle dans les TPE ?

Il apparaît donc dans ces textes des propos contradictoires :

- L'accent est mis sur la démarche scientifique au sein de laquelle l'expérience est primordiale, tout en acceptant explicitement des TPE sans expérience.
- La démarche scientifique ne doit pas servir à acquérir de nouvelles connaissances, mais alors sur quoi la faire fonctionner ?
- L'acquisition de connaissances scientifiques relève des cours traditionnels mais certaines des directions de travail proposées n'ont jamais été traitées en classe.
- Les élèves sont censés travailler en autonomie, mais dans la pré-expérimentation, il a été nécessaire de faire des apports théoriques préalables.

...mais les TPE
sans expérience
sont explicitement
autorisés

• **Évaluation**

La question de l'évaluation est abordée sous forme de conseils aux professeurs dans une brochure adressée aux établissements pour la rentrée 2000 (MEN 2000-b) et légèrement revue pour la rentrée 2001 (MEN 2001-a).

« *Si l'évaluation tient naturellement compte de la synthèse écrite, de la production et de la présentation orale, elle intègre aussi la démarche de l'élève sur l'ensemble de l'année, son degré d'autonomie, son investissement, la qualité de ses*

l'évaluation porte
sur les produits...

recherches, sa capacité à affiner sa problématique en fonction de la documentation trouvée, sa faculté à prendre en compte les remarques et suggestions de ses camarades et des enseignants » (MEN 2000-b). Il est aussi recommandé de bien préciser aux élèves les critères d'évaluation, de telle sorte « qu'ils perçoivent clairement dès le début le lien entre les objectifs assignés à leur travail, les compétences qu'ils doivent développer pour le réaliser et l'évaluation finale ». L'évaluation, dans laquelle on peut identifier les véritables enjeux des TPE, porte à la fois sur les produits (production, présentation orale, fiche de synthèse) et le processus (démarche d'autonomie, investissement, capacité à affiner la problématique...)

...mais aussi
sur le processus...

Ce « processus TPE » nécessite de fait des compétences relatives au travail collaboratif, au travail autonome, à l'élaboration d'une problématique, à la recherche d'une solution, à la formalisation et la présentation de résultats, à la planification des activités... Exprimé ainsi, il ne saurait être réduit à la composante expérimentale de la « démarche scientifique », évoquée dans la partie précédente, et à laquelle les enseignants de physique sont habitués. Il implique des *savoirs-être*, des *savoirs-faire* mais aussi des *savoirs*, qui, même s'ils ne constituent pas l'objectif de l'activité, seront produits. Cependant, dans ce texte, ne figurent à aucun moment des critères relevant de la production et de la validité du savoir scientifique, si ce n'est lorsqu'on trouve dans le texte de rentrée 2001 (MEN 2001-a), une allusion à l'usage possible de la grille d'évaluation proposée dans les livrets scolaires. Sur celle-ci figure en effet un critère supplémentaire, « pertinence de la production au regard du sujet ». Mais cette indication reste marginale.

...qui ne réduit pas
à la composante
expérimentale
de la démarche
scientifique

Le professeur est donc censé à la fois observer le processus à des fins d'évaluation et intervenir, afin de favoriser la réalisation des produits. Il est aussi censé focaliser son attention sur la démarche et sur les produits qui en découlent, sans vraiment s'intéresser aux savoirs scientifiques sans lesquels pourtant cette démarche n'a pas de fondement.

1.2. Quelles pratiques résultent de ces caractéristiques ?

face aux paradoxes
et ambiguïtés
des textes,
quelles pratiques
effectives ?

L'analyse des textes institutionnels pointe donc des injonctions pouvant sembler paradoxales, c'est-à-dire « porteuses de valeurs de logique différente présentes en même temps », ou ambiguës « dont le sens est équivoque, incertain, que l'on peut comprendre de différentes façons » (Larousse en un volume). Nous nous sommes intéressés, en nous centrant sur ces points, aux pratiques des différents acteurs. Nous avons ainsi cherché à décrire et analyser la manière dont les situations TPE ont été conçues, mises en œuvre, puis régulées dans le temps et accommodées aux réalités locales, en essayant de préciser les conséquences vis-à-vis de la structuration des connaissances.

1.3. Quelle formation disciplinaire ?

comment
l'enseignant
intervient-il...

Même si l'accent n'est pas expressément mis dans l'évaluation sur les aspects disciplinaires, ceux-ci sont présents dans les TPE, qu'il s'agisse de connaissances existantes à contextualiser dans un environnement réaliste, ou de connaissances nouvelles à construire alors que l'enseignant ne dispense plus un savoir structuré au sein d'un exposé. Dans un rôle de médiateur, celui-ci est « *chargé d'assurer et de contrôler la structuration des connaissances de chaque élève, chargé d'assurer une base commune de connaissances au groupe-classe dans le cadre de curriculums prescrits, chargé enfin de donner une idée de l'approche particulière de chaque discipline* » (INRP 2000). Dans l'espoir de dégager des processus de tutelle ou de médiation (Dumas-Carré & Weil-Barais 1998 ; Berzin 2001) susceptibles de favoriser cette structuration, il nous a paru utile de préciser comment le professeur remplit ce rôle nouveau, et plus particulièrement, de décrire comment il le remplit lorsqu'il est en présence des élèves, en examinant les échanges langagiers entre élèves et enseignants (Venturini *et al.*, 2003).

1.4. 1.4. Question de recherche

Des analyses précédentes résulte la question de recherche suivante :

...pour aider
à la structuration
de connaissances
scientifiques...

Quelles sont, d'une manière générale, les pratiques des différents acteurs lors de la mise en œuvre de ce nouveau dispositif d'enseignement et comment contraignent-elles le processus de structuration de connaissances ? Plus précisément, par quels procédés l'enseignant contribue-t-il à la structuration par les élèves des connaissances disciplinaires en jeu dans les TPE lors de ses rencontres avec les élèves ?

...supposées déjà
acquises ?

S'il est ici question de la structuration des connaissances et non pas des apprentissages disciplinaires, qui constituent un enjeu beaucoup plus vaste, c'est pour deux raisons. Ce choix réducteur a d'abord été conditionné par la thématique retenue par l'INRP pour la recherche coopérative dont nos travaux faisaient partie, à savoir « *Structuration des connaissances et nouveaux dispositifs de formation* ». Il a été ensuite renforcé à la lecture des textes institutionnels relatifs aux TPE selon lesquels les élèves ont à « *articuler* [au cours de leurs TPE] *des notions issues des programmes* », les connaissances correspondantes ayant été « *acquises en cours ou TP* ».

2. MÉTHODOLOGIE

2.1. Choix effectués

des études de cas

Souhaitant rendre compte des pratiques des différents acteurs et non pas mettre au point et évaluer des stratégies, nous avons volontairement limité les interactions entre enseignants et chercheurs aux phases de recueil des données, de manière à ne pas influencer sur le déroulement naturel du processus. Cela nous a aussi conduit à procéder par étude de cas, dans la mesure où cette technique permet une plus grande finesse d'analyse. Outre le fait qu'elle favorise « *une démarche inductive de compréhension, ... [elle permet aussi] ... d'abstraire les éléments communs et d'identifier leurs particularités* » (Van Der Maren 1995, pp 238-239). Un cas est caractérisé par un établissement, une équipe pédagogique (qui organise les TPE dans l'établissement), un enseignant qui a en charge plusieurs groupes d'élèves, un groupe d'élèves de 1^{re} S centrés sur un même sujet de TPE.

un cas, c'est :
un établissement
une équipe pédagogique
un enseignant
un groupe d'élèves

Un des établissements, situé à Cahors, possède trois classes de première scientifique. L'autre établissement, situé à Toulouse, comporte huit classes de première scientifique et de nombreuses classes préparatoires aux grandes écoles. Trois professeurs, volontaires pour conduire des TPE, ont été associés à la recherche : un à Cahors (Ca) et deux à Toulouse (T1 et T2). Ils ont choisi, à notre demande, les groupes de deux, trois ou quatre élèves que nous avons plus particulièrement suivis : la physique constitue la matière principale de leur TPE, et leurs résultats dans cette discipline les situent habituellement dans la moyenne de leur classe. Quatre cas ont été étudiés en 2000-2001 (les enseignants Ca et T1 dirigeant chacun deux groupes d'élèves), trois cas ont été ajoutés en 2001-2002 (les trois enseignants Ca, T1 et T2 dirigeant chacun un groupe d'élèves).

2.2. Recueil des données

des entretiens
réguliers
avec les
enseignants
et les élèves

Dans la première phase de la recherche, nous avons cherché à cerner les pratiques des différents acteurs. Celles-ci ont été analysées essentiellement à partir d'entretiens de recherche (Blanchet 1985) avec les enseignants Ca et T1 et les quatre groupes d'élèves suivis en 2000-2001, et à partir de documents écrits : *carnets de bord* des élèves, journal de bord de l'enseignant Ca, documents fournis aux élèves. Les visites régulières que nous avons effectuées sur les sites ont permis d'authentifier ces pratiques déclarées. Ainsi, nous avons réalisé de manière semi-directive :

- Un entretien avec chacun des enseignants Ca et T1, avant le début des TPE, pour connaître les intentions didactiques et les contraintes qui avaient présidé à l'organisation des TPE, décidée au sein de l'établissement, telle qu'ils l'avaient rapportée préalablement par écrit.

recueil intégral
des échanges
entre
les enseignants
et les groupes
d'élèves observés

- Un entretien avec l'enseignant T1, après l'élaboration de la problématique, pour identifier son rôle dans la définition de la problématique, la manière dont, selon lui, les élèves l'ont construite et le rôle qu'ont joué les documents dans cette construction. L'enseignant Ca tenant régulièrement un « *cahier TPE* », nous avons décidé d'analyser ce dernier pour obtenir les informations précédentes, sans réaliser d'entretien, dans le souci d'interagir le moins possible avec le déroulement des TPE initialement prévu.
- Un entretien avec chacun des quatre groupes d'élèves suivis, après l'élaboration de la problématique, pour expliciter les raisons qui les ont conduits à mener l'activité telle que nous avons pu la repérer à l'aide du *carnet de bord*, et la manière dont ils y sont parvenus, les éléments appris depuis le début des TPE, les difficultés rencontrées, leur stratégie à venir, leurs positions sur les TPE et leur déroulement.
- Un entretien avec les mêmes groupes d'élèves, avant la phase de production, pour préciser les activités menées depuis le premier entretien, la manière dont ils se sont organisés pour la phase de production, l'aide apportée par l'enseignant, le contenu et le rôle du *carnet de bord* dans leur activité.
- Un entretien avec l'enseignant T1, avant la phase de production pour appréhender la manière dont il a, selon lui, dirigé le travail : contraintes imposées aux élèves, règles pour décider des interventions, centrage des interventions sur les contenus ou les démarches, place et rôle des expériences, prise en compte de l'autonomie des élèves, exigences vis-à-vis des élèves, rôle du *carnet de bord*, rôle des documents. Les mêmes informations ont été prélevées à partir du « *cahier TPE* » de l'enseignant Ca.
- Un entretien à la fin des TPE, avec chacun des enseignants Ca et T1 pour décrire les problèmes significatifs rencontrés lors du déroulement de la première session de TPE. Ils ont à cette occasion, précisé la nature, selon eux, des apprentissages effectués par les élèves et le rôle qu'ils estiment avoir joué dans ces apprentissages.

Nous avons aussi examiné les *carnets de bord* des quatre groupes d'élèves, qui devaient relater en principe, tout leur processus de recherche, ainsi que les fiches d'évaluation distribuées aux élèves dans chaque établissement

examen
de *carnets de bord*

Pour caractériser la *direction d'étude* (Chevallard 1997 ; Joshua 2002) assurée par l'enseignant et son rôle dans la structuration des connaissances par les élèves, nous avons enregistré à l'aide d'un magnétophone, puis retranscrit l'ensemble des échanges langagiers survenus lors des rencontres enseignant/groupes d'élèves dans les quatre cas étudiés en 2000-2001 et les trois cas étudiés en 2001-2002. Ce sont ainsi vingt-sept séquences qui ont été analysées.

2.3. Analyse des données

L'analyse des textes institutionnels (cf. paragraphe 1.1.) a dégagé les éléments clé qui ont servi de points d'ancrage pour l'analyse des différents corpus : autonomie des élèves, rôle du *carnet de bord*, articulation démarche contenu, place de l'expérience et des documents, critères d'évaluation. Pour chacun de ces éléments, nous avons caractérisé les stratégies mises en œuvre par les élèves et par les enseignants. Nous avons constitué ainsi une grille de lecture thématique des différentes données recueillies qui nous a permis de les condenser et de les organiser.

grille d'analyse
du corpus
liée à l'analyse
des textes
institutionnels

Pour l'analyse du corpus d'échanges langagiers survenus lors des rencontres élèves – enseignants, nous nous sommes placés principalement du point de vue du professeur, guidés en cela par la structure de la conversation, toujours dirigée par les enseignants. Nous avons recherché dans un premier temps, à partir d'une réflexion *a priori* ébauchée au sein des équipes de la recherche INRP, si les enseignants mettaient en évidence les connaissances importantes, favorisaient l'utilisation de ces connaissances dans un contexte différent, mettaient en relation différents éléments pour établir des liens structurels etc., ces types d'activités étant susceptibles d'aider l'élève à structurer les connaissances utilisées. De fait, cette analyse n'a permis de traiter qu'une très faible partie du corpus analysé, les interventions portant très majoritairement sur d'autres objets que les savoirs scientifiques.

Nous avons alors repris le corpus pour identifier les objets sur lesquels portaient la ou les interventions des enseignants et les échanges qu'elles suscitaient avec les élèves : contenus scientifiques, expériences et démarche expérimentale, mais aussi et surtout *l'organisation*. Ce terme générique regroupe l'organisation temporelle et matérielle de l'activité (y compris ce qui relève des aspects documentaires (4)), la répartition des tâches au sein du groupe d'élèves, la tenue du *carnet de bord*, la gestion de l'élaboration de la problématique (pour les échanges ne relevant pas spécifiquement du contenu scientifique), la gestion globale de la production. Puis, en fonction de leur objectif, nous avons caractérisé le type de ces interventions selon les modalités suivantes : proposer une voie de travail, suggérer un lien, prendre des informations sur le déroulement du travail (pour s'informer de son avancement), imposer (une organisation, une problématique...), laisser les élèves discuter en écoutant la conversation.

analyse des objets
sur lesquels portent
les échanges

(4) Dans les observations faites par les chercheurs, aucun échange n'est relatif à la démarche documentaire elle-même.

Donnons à titre illustratif quelques exemples d'interventions (dont nous présentons ici uniquement l'élément le plus caractéristique) et la manière dont nous les avons classées :

Tableau 1. Quelques exemples d'intervention des enseignants

Objet	Type de l'intervention	Exemple
Contenu scientifique	Proposition de voie de travail	À des élèves qui évoquaient une problématique centrée sur la foudre, le professeur T1 suggère une piste de travail complémentaire : « <i>Vous voulez l'appliquer où cette foudre ?</i> »
Démarche expérimentale	Suggestion de lien	L'enseignant Ca suggère un lien entre l'utilisation d'un élément expérimental et l'absence de résultat utilisable dans l'expérience « <i>il faudra essayer de recommencer l'expérience parce qu'apparemment, vous n'avez pas su utiliser le capteur.</i> »
Organisation du TPE	Action imposée	Le professeur T1 impose une répartition des tâches et une échéance temporelle : « <i>Vous devez vous répartir la tâche... La problématique, vous avez une idée. Il faudrait maintenant que vous sachiez ce que vous voulez y mettre à peu près et que chacun cherche des documents sur cette partie. Il faudrait qu'à la fin de la séquence, vous ayez déjà une bonne idée avancée.</i> »
Organisation du TPE	Prise d'information	Le professeur s'informe : sur l'avancement de la recherche d'informations : « <i>Est-ce que vous avez pris contact avec Météo France ?</i> » (T1), sur l'avancement des activités : « <i>Anthony, que comptez-vous faire de votre séance ?</i> » (T2), ou encore sur le respect des consignes institutionnelles : « <i>mettez-vous dans votre carnet vos réflexions ? ... tu peux me montrer un endroit [où elles figurent] ?</i> »

Une fois cette analyse qualitative effectuée, nous avons réalisé l'analyse quantitative du corpus en comptabilisant les échanges. Pour nous, un échange est constitué de l'ensemble des propos tenus par l'enseignant et les élèves, relatifs à la fois à un objet (contenu démarche organisation) et à un type d'intervention (proposition de voie, suggestion de lien, prise d'information, etc.) (5). Les résultats obtenus faisant apparaître de très grandes régularités entre les trois enseignants observés, nous les avons regroupés pour les présenter globalement.

analyse de la nature des échanges

(5) Lorsque l'enseignant impose une action, l'échange peut être limité à la formulation de l'exigence de l'enseignant suivie de l'acquiescement de l'élève. Dans tous les autres cas, le dialogue se poursuit au moins à deux reprises : le terme d'échange est alors plus adapté.

3. RÉSULTATS

Conformément aux points sur lesquels a porté l'analyse du corpus (cf. paragraphe 2.3), nous évoquerons tour à tour les résultats relatifs à l'autonomie des élèves, à la bi-disciplinarité, à la place des documents et de l'expérience, à l'articulation démarche – contenu, au rôle des *carnets de bord* , aux modalités d'évaluation, aux objets sur lesquels portent les échanges et leur nature. Nous concluons sur les conséquences quant à la structuration des connaissances des élèves.

3.1. Autonomie des élèves

les enseignants considèrent que les élèves doivent travailler seuls

Les professeurs, lors des entretiens de recherche, font état de leur perception des attentes institutionnelles à l'égard de l'autonomie, perception construite en général au sein de l'équipe TPE de l'établissement : « *dans les textes, il faut qu'ils soient en autonomie complète... enfin, nous c'est ce qu'on comprend à travers les textes* » (Ca) ; « *premièrement, mon rôle, je devrais pas être là pour les aider... je dois être là que pour les surveiller... je ne devrais rien dire... Mais on ne peut pas se taire* » (T1). Pour les enseignants collaborant à la recherche, la demande institutionnelle est claire : les élèves doivent travailler seuls, même s'ils ont du mal à l'accepter. C'est d'ailleurs ce que confirment plusieurs groupes d'élèves au cours des entretiens que nous avons eu avec eux : « *normalement, elle [l'enseignante] a pas le droit d'intervenir dans nos recherches, dans notre travail* » (élève Toulouse) ; « *il [le professeur] peut pas répondre à nos questions* » (élève Cahors).

assentiment implicite des enseignants...

Les comportements des enseignants au regard de l'autonomie des élèves et la perception de ces derniers sont donc de même nature dans les deux établissements.

3.2. Mono-disciplinarité effective

...pour des TPE qui restent monodisciplinaires malgré les textes

Les textes institutionnels prévoient explicitement un traitement au moins bi-disciplinaire du sujet retenu. Malgré cela, l'ensemble des groupes observés a traité le sujet retenu de manière exclusivement mono-disciplinaire, même dans le cas où l'apport d'une autre discipline pouvait être facilement envisagé, par exemple la biologie, pour les questions relatives au retraitement des déchets nucléaires, ou à la protection contre la foudre. Ce mode de traitement a été effectué avec l'assentiment implicite des enseignants, aucune protestation à cet égard n'ayant été relevée dans les échanges enseignants – élèves.

3.3. Place de l'expérience et des documents

L'expérience, à Cahors, est une exigence explicite, comme le soulignent les élèves : « *dès le départ, on nous a dit qu'il fallait*

un critère d'acceptation d'un sujet :

la présence d'une expérience

faire une expérimentation ». Elle constitue, de ce fait, un des critères de recevabilité d'un sujet : « *on a vu qu'on pouvait faire des expériences. C'était donc faisable comme sujet* ». Aussi, les élèves recherchent des documents contenant des protocoles expérimentaux bien définis et une liste de matériel (« *on a trouvé sur Internet des expériences que l'on peut réaliser pour reproduire l'arc-en-ciel* ») et ces documents sont en général très structurés (manuels scolaires, sites académiques). Les compétences construites tant pour ce qui est du traitement documentaire que de la démarche scientifique en sont de ce fait certainement amoindries. Les élèves, souvent, tardent à s'engager dans l'expérimentation et attendent « *de voir d'autres documents, d'autres livres* » qui pourraient contenir des protocoles conduisant plus facilement au résultat recherché. C'est ce que pointe l'enseignant lorsqu'il analyse leur travail : « *depuis des mois, ils voient des formules qu'ils veulent vérifier mais cela n'est jamais fait* ».

À Toulouse, c'est le document qui tient la place importante, et c'est à partir de lui que se construit la définition de la problématique : « *c'est à partir du document qu'il [l'élève] va trouver la problématique... il cherche d'abord sur les documents, et à partir de documents, il essaie de peaufiner, c'est à dire que c'est la démarche inverse [de celle qui est souhaitée]* ». Un des deux groupes observés est d'ailleurs dans ce cas, qui relève d'une pratique plus générale si l'on en croit l'enseignant : « *la problématique est très difficile à trouver par les élèves... La foudre c'est un peu particulier, [ce groupe observé est parti d'une question puis a ensuite cherché des réponses sur document] mais tous les autres élèves, ils utilisent les documents et recherchent la problématique après* ».

Si les documents constituent généralement la source principale d'information pour répondre à la question posée (et pour cause), leur traitement pose quelques problèmes aux élèves. Ceux-ci en effet « *veulent tout mettre* » et non pas conserver uniquement les éléments en relation avec la problématique. L'enseignant doit intervenir afin que « *ce TPE n'apparaisse pas comme une synthèse de documents* », activité dont les élèves ont pris l'habitude à l'occasion des exposés réalisés en classe ou des activités documentaires en physique. Exiger une expérience est ici difficile, essentiellement pour des raisons matérielles, même si l'enseignant le regrette : « *imposer une expérience, ce serait bien ; mais je ne vois pas comment faire* ». Il signale tout de même l'intérêt qu'elle présente : « *on leur a dit que [...] c'était bien qu'il y ait une expérience à l'appui, parce que c'est plus vivant, ça fait plus démarche scientifique* ». C'est donc aux élèves de décider s'ils feront ou non une expérience, si bien que celle-ci devient un « plus » conjoncturel non intégré dans une démarche scientifique, l'élève cherchant alors « *comment placer ce TP dans sa production* » pour obtenir une meilleure note.

une problématique construite a posteriori...

...après consultation de documents

3.4. Articulation démarche/contenu

une importance
prépondérante
donnée
à la démarche...

À Cahors, « *ce qui est important dans les TPE, ce n'est pas les contenus en tant que tels, c'est plutôt la démarche qui nous intéresse [...] ; on s'est dit [entre enseignants] que les TPE ne correspondent pas à une recherche disciplinaire mais plutôt à une méthode* ». Les contenus scientifiques « *sont secondaires ; les TPE, c'est de la méthodologie et... un certain état d'esprit* ». Cette représentation se heurte parfois à la réalité : les élèves n'ont pas toujours les prérequis nécessaires au démarrage de leur TPE, ils n'arrivent pas toujours à les élaborer seuls rapidement, et le temps leur est compté. Quand à un mois de l'échéance, la problématique n'est toujours pas définie, l'enseignant intervient, en rupture avec ses convictions tant sur l'importance de la démarche que sur l'autonomie des élèves ; il passe alors une séance entière à apporter des contenus au groupe et à faire lui-même des expériences pour que le travail avance.

...plutôt qu'au
contenu scientifique

À Toulouse, l'important est de faire prendre conscience aux élèves « *ce que c'est qu'avoir une démarche scientifique, avoir un fil conducteur, arriver à démontrer quelque chose, prouver quelque chose* ». Il s'agit à la fois de pratiquer la « *pensée scientifique* » et de donner du sens aux concepts de la physique, de ne plus apprendre des formules mais d'avoir « *une ouverture sur ses applications* ». Contenus, démarche, recherche documentaire, tout est important : le TPE correspond « *à une structuration de tout [qui doit apparaître] dans les documents et dans la manière de penser* ». Cependant, si les élèves ne tiennent pas les échéances fixées pour les différentes étapes du travail, l'intervention est directive. Par exemple, pour définir la problématique, l'enseignant reconnaît avoir « *induit* » les élèves, avoir « *rétréci le sujet* » et dans certains cas avoir « *fait la problématique* ». L'enseignant intervient en dépit de ses convictions sur l'importance de la pensée scientifique et en dépit de ce qu'il croit qu'on attend de lui vis-à-vis de l'autonomie : « *on n'a pas le droit normalement !* »

l'enseignant
avoue
se contraindre
dans l'urgence
à l'intervention
directive

3.5. Rôle des carnets de bord

contenus du
carnet de bord
très différents
d'un établissement
à l'autre

À Cahors, les enseignants demandent aux élèves de mettre sur leur carnet « *tout ce qu'ils font* » y compris des éléments conjoncturels comme « *leurs réflexions du moment* ». Ils sont autorisés à raturer au cours de leur rédaction, ce qui relativise l'importance de la forme par rapport au fond. Ils peuvent faire figurer le résumé des documents qu'ils consultent, mais pas la photocopie de ces documents. On trouve dans les carnets examinés des éléments relatifs à la démarche expérimentale : descriptifs d'expériences, tâtonnements expérimentaux (« *nous avons aussi essayé de faire une autre expérience ... mais qui n'a pas marché* »), recherche de preuves (« *nous allons avec l'appareil photo faire une expérience qui prouve une relation ... car on l'a trouvée sur le livre* »), analyses critiques (« *je*

raturé
et gardant la trace :
des tâtonnements,
des résultats
des recherches
et des expériences,
des analyses critiques

sans ratures :
mémoire de l'activité
perçu par les élèves
comme destiné
à l'évaluation

ne sais pas si les valeurs que j'ai trouvées sont exactes car ce n'est vraiment pas facile »), des résultats expérimentaux (tableaux, courbes). On y trouve aussi, empruntées à des documents, des lois ainsi que des modélisations (de l'appareil photo par une lentille, de l'arc en ciel à partir d'une goutte d'eau).

À Toulouse, le *carnet de bord* est présenté comme « *la mémoire de l'activité* », permettant « *l'avancée de la recherche et le suivi de chaque élève* », ce qui constitue une reprise des propos institutionnels. En même temps, il est précisé que le *carnet de bord*, qui servira à l'évaluation, doit être bien tenu, sans rature, visé par l'enseignant chaque semaine, et présenter des couleurs différentes à chaque séance pour identifier rapidement le travail réalisé. Le volet *contrôle et évaluation* est ici renforcé. Dans les *carnets de bord*, les élèves « *préfèrent mettre des documents, des photocopies, ils écrivent ce qu'ils ont pris comme document, ...certains collent des photos...* » On y trouve aussi des éléments factuels comme « *Le CEAT ferme à 17 heures* » ou « *consultation du site de la COGEMA* ». Selon l'enseignant, pour « *le contenu, ils font tellement attention qu'ils mettent le strict minimum* ». Les conditions d'encadrement (un professeur pour onze groupes de trois ou quatre élèves) font qu'il est très difficile à l'enseignant d'analyser réellement son contenu : « *j'ai pas le temps de regarder les carnets de bord comme il faut. C'est impossible.* » Les élèves interrogés pensent que le *carnet de bord* est surtout utile pour rendre compte de leur travail : « *il sert surtout aux personnes qui vont nous noter à la fin* » ; ils pensent aussi que, pour ce faire, il n'est pas très adapté : « *je trouve ça un peu artificiel [...] parce que, à moins de noter tout ce qu'on dit, ça peut pas rendre compte des recherches qu'on a faites* ».

Dans les deux cas, les élèves ne donnent pas tout à voir, se préservant ainsi un espace privé qui, selon Johsua (2000) est nécessaire à l'étude, et qui échappe au regard de l'institution : « *désolé d'avoir un cahier de bord peu rempli, mais je ne pense pas souvent à le remplir, et j'ai recopié souvent sur des feuilles que je n'ai plus* » (élève Cahors). « *Ça contient pas tout ce qu'on fait, quand on réfléchit à l'oral en groupe, on met pas tout* » (élève Toulouse). Dans les deux cas, les *carnets de bord* sont fréquemment réécrits : « *quand tu vois un carnet de bord, c'est bien écrit, il y en a qui font même un brouillon* » (enseignant T1).

3.6. Grilles d'évaluation

Les grilles élaborées dans chaque établissement correspondent sur le fond à la demande institutionnelle, prenant en compte les produits finaux et la présentation orale, mais aussi la démarche, le degré d'autonomie, l'investissement de l'élève. Elles révèlent cependant quelques spécificités liées aux établissements : à Cahors, les aspects expérimentaux et la qualité de la démarche sont privilégiés dans la notation, alors qu'à Toulouse, sont davantage valorisées l'organisation

grilles d'évaluation conformes à la demande institutionnelle

et la régularité dans le travail, ainsi que la présentation finale. Le savoir scientifique n'est pas évalué en tant que tel au moins explicitement, mais on trouve quelques items qui y sont reliés, comme par exemple « *pertinence de la production au regard du sujet* » ou encore « *savoir sélectionner les paramètres pour une étude expérimentale* ». Ils sont cependant peu valorisés sur le plan de la notation dans les cas que nous avons étudiés.

3.7. Objets et nature des échanges entre enseignants et élèves

rôle très neutre des enseignants...

Nous avons précisé dans la méthodologie (cf. paragraphe 2.3) les objets sur lesquels ont porté les échanges ainsi que la nature de ces derniers. Nous donnons ici les résultats de l'étude quantitative avant de les commenter. Il sont présentés de manière globalisée pour les trois enseignants, ceux-ci ayant des comportements pratiquement identiques. Les pourcentages sont exprimés relativement à la totalité des 389 échanges identifiés dans l'ensemble des séquences analysées. Nous pointerons ensuite deux aspects particuliers relatifs aux contenus scientifiques : des ruptures dans l'objet de certains échanges, et la remise à un tiers de la plus grande part des responsabilités concernant les contenus scientifiques.

• Résultats quantitatifs

Tableau 2. Répartition des échanges en fonction de l'objet sur lequel ils portent et de leur nature

Nombre d'échanges relatifs à/au ...	Contenu	Démarche expérimentale	Organisation déroulement des TPE	Nombre total	Total en %	% d'échanges correspondant à un...
Proposition de voie de travail	4	8	38	50	13 %	...professeur « acteur » 23 %
Suggestion de lien	4	8	1	13	3 %	
Imposition d'une action	0	6	22	28	7 %	
Demande d'information (pour faire le point)	20	35	184 (47 %)	239	62 %	...professeur « neutre » 77 %
Écoute de la discussion	21	0	38	59	15 %	
Nombre total	49	57	283	389		
Total en %	12 %	15 %	73 %		100 %	
Échanges relatifs à la structuration des connaissances scientifiques	2 %	6 %				

Les cases grisées mettent en évidence des valeurs significatives pour nos commentaires.

... qui restent centrés sur la planification de l'activité TPE

Dans le tableau 2, on constate la part prépondérante (73 %) prise dans les échanges par l'organisation des activités. Parallèlement, les échanges consacrés aux contenus disciplinaires et à la démarche expérimentale sont nettement moins nombreux (12 et 15 %). Parmi eux, seuls les échanges des types « proposition de voie », « suggestion de lien » et « imposition d'une action » (soit 8 %) nous paraissent pouvoir aider les élèves à structurer leurs connaissances. Le tableau révèle aussi qu'au cours d'une majorité d'échanges (77 %), les enseignants ont un rôle plutôt « neutre » par rapport à l'avancement du TPE : ils s'informent sur les activités des élèves (62 %) ou les écoutent échanger entre eux (15 %). Ainsi, presque la moitié des échanges est consacrée à faire le point sur le déroulement des activités (47 %). Les enseignants ont un rôle plus moteur dans 23 % des échanges au cours desquels il proposent une voie (13 %), suggèrent un lien (3 %) ou imposent une action (7 %), mais essentiellement dans le domaine de l'organisation.

• Ruptures dans les échanges à l'initiative des enseignants

échanges écourtés sur les contenus scientifiques...

Si on se place d'un point de vue dynamique pour examiner les échanges portant sur les contenus scientifiques, on constate qu'ils sont toujours brefs, que non seulement ils ne donnent pas lieu à un approfondissement, mais que l'enseignant change très rapidement de sujet, alors que dans les propos des élèves, des possibilités existent pour continuer une discussion susceptible de concourir à la structuration des connaissances scientifiques. Ainsi, dans l'exemple suivant, le professeur relance la discussion sur la répartition des tâches, alors même que l'expérience évoquée par les élèves n'est pas sans poser de problèmes de contenus.

Élève 1 :	<i>Par contre on a rien sur la sécurité de l'expérience.</i>
Prof. (T2) :	<i>Pourquoi la sécurité pose-t-elle un problème ?</i>
Élève 2 :	<i>Il semblerait qu'il s'agit d'une tension assez élevée et on veut détourner cette tension.</i>
Prof. :	<i>Comment allez-vous détourner cette tension ?</i>
Élève 2 :	<i>Avec un rayon laser.</i>
Prof. :	<i>Où avez-vous trouvé cette expérience ?</i>
Élève 2 :	<i>Dans une revue scientifique, il y avait possibilité de dévier l'éclair par le faisceau laser.</i>
Prof. :	<i>Vos deux camarades ont recherché l'expérience, et vous Antoine quel est donc votre rôle ?</i>

...même lorsque l'enseignant maîtrise le sujet

Souvent, les relances de l'enseignant, reprenant simplement la formulation de l'élève, n'obligent pas celui-ci à expliciter son propos. Il en résulte un flou contextuel qui n'est pas éclairci : on suppose que le professeur et les élèves ont les mêmes référents mais rien ne le prouve jamais. Ainsi, dans l'extrait suivant, l'expérience de Franklin aurait pu constituer un terrain favorable à un échange structurant sur le phénomène :

Prof. (T2) :	<i>Tu peux rappeler ce qu'elle est à l'heure actuelle [la problématique] ?</i>
Élève :	<i>Utiliser l'énergie de la foudre, et, comment se protéger de la foudre.</i>
Prof. :	<i>Comment se protéger de la foudre, et utiliser son énergie ?</i>
Élève :	<i>Oui, pour se protéger de la foudre il faut utiliser l'expérience de Franklin avec le paratonnerre et pour comment utiliser son énergie, j'espère que l'on va trouver aujourd'hui.</i>
Prof. :	<i>Vincent, la problématique la même que le copain ?</i>

Ces ruptures, qui pourraient être justifiées lorsque le sujet traité est étranger à l'enseignant, apparaissent même lorsqu'il le maîtrise parfaitement, ce qui montre qu'il s'agit d'une décision de sa part.

• Stratégie d'appel à des tiers

Si les enseignants interviennent peu à propos des contenus scientifiques, ils ont bien conscience qu'il ne peut y avoir de TPE sans ces contenus. Aussi délèguent-ils à un tiers (personne ressource, autre enseignant, scientifique, document...) le soin de fournir des informations, sinon d'aider l'élève à les structurer, même lorsqu'on peut imaginer qu'ils maîtrisent eux-mêmes le sujet traité par les élèves. Ainsi, par exemple, l'enseignant renvoie les élèves vers un surveillant animateur d'un club photo « *Ce surveillant est disponible. Il pourrait vous faire une séance. C'est à vous de lui demander de vous montrer comment ça se passe déjà avec de vrais appareils. Ça vous aiderait pour la suite* » (Ca), ou encore vers des scientifiques patentés « *sur la foudre ? là [laboratoire universitaire] ils vont vous dire le contenu physique* » (T1).

la responsabilité
du contenu est
souvent confiée
à des tiers

• Conclusion

Il ressort donc de cette analyse que les enseignants concernés privilégient de manière très importante les interventions portant sur l'organisation de la tâche, sur son avancement et non pas celles portant sur le contenu scientifique du TPE. Leur souci majeur est de faire le point sur l'état d'avancement du travail, leur objectif principal semblant être d'amener les élèves en temps et en heure à la fin de leur projet. Probablement en raison de leur interprétation réductrice de la demande institutionnelle relative à l'autonomie des élèves, ils ne cherchent pas à approfondir les contenus scientifiques dans leurs discussions avec les élèves, coupant court aux échanges, les renvoyant éventuellement à des tiers susceptibles de les aider. On peut donc dire que, dans les *travaux personnels encadrés* que nous avons observés, le travail « *personnel* » de l'élève concerne le savoir scientifique, et que « *l'encadrement* » du professeur est relatif à l'avancement de l'activité. L'enseignant, en organisant essentiellement le temps de l'étude, se comporte comme un chef de projet qui gère l'avancement du travail étape par étape, les aspects opératoires (travail sur le savoir) étant dévolus à d'autres acteurs (élèves et tiers divers).

à l'enseignant
l'organisation
du temps de l'étude

aux autres acteurs
le travail
sur le contenu
scientifique

3.8. Quelles conclusions quant à la structuration des connaissances par les élèves ?

Il semble donc que les enseignants observés, parce qu'ils délèguent généralement le travail sur le contenu disciplinaire, n'apportent que très peu d'aide à la structuration des connaissances scientifiques par l'élève. Le cadre créé dans chacun des établissements pour réaliser les TPE y contribue-t-il ?

la tentation
d'une définition
a posteriori
de la problématique
est moindre...

L'accent est mis dans les deux établissements sur la démarche, démarche scientifique et documentaire à Toulouse, démarche expérimentale à Cahors. On a pu voir dans le premier cas l'importance des documents dans cette démarche, mais aussi leur mode d'utilisation, avec une définition *a posteriori* de la problématique, une fois trouvés les éléments de réponse. Comme l'analyse Chevillard (2001), les élèves dans ce cas substituent de fait « à la question Q posée initialement, des réponses R' R"... trouvées toutes faites dans les répertoires culturels sans que jamais les questions Q' Q"... n'aient été envisagées [comme résultant de l'étude de la question Q] ». La réalisation qui en découle n'est plus « motivée dans l'institution », c'est à dire qu'elle n'est plus « engendrée par la production de réponses à un certain choix de questions » et l'on peut supposer que cette situation n'aide pas l'élève à structurer les connaissances qui sont tout juste « manipulées » et réarchitecturées pour élaborer une production cohérente. Leur valeur ne réside pas dans la réponse partielle qu'elles apportent à la question initiale, mais dans le fait qu'elles autorisent ou non, en répondant à une autre question, la réalisation d'un document susceptible d'être évalué positivement. C'est bien d'un « rapport au savoir utilitaire » (Venturini & Albe 2003 ; Jourdan & Terrisse 2002) qu'il s'agit ici pour les élèves toulousains.

...lorsqu'on affronte
dans le cadre
d'expériences
un réel qui résiste

La situation est un peu différente lorsque les travaux sont centrés sur la résolution d'une question par une expérience. Le réel, lorsqu'il résiste, se prête plus à une analyse dont le déroulement est productif sur le plan de l'aide à la structuration. Lorsqu'une expérience s'avère improductive sur le plan des conclusions, il est en effet plus tentant d'essayer de comprendre pourquoi, de faire varier d'autres paramètres ou d'opérer des modifications, que d'abdiquer en cherchant une autre question à résoudre, et ce, d'autant plus que le travail a déjà été important pour la mettre en œuvre... Lorsqu'on obtient des résultats, pour en rendre compte, la tendance est à la modélisation ou à la formalisation. Ces activités nous paraissent, de part leur nature, susceptibles d'amener l'élève à structurer ses connaissances, en tout cas davantage que le travail uniquement documentaire tel que nous avons pu l'observer dans certains des groupes que nous avons suivis.

Les mêmes remarques peuvent être faites à propos de l'utilisation du *carnet de bord* par les élèves dans les deux établis-

la structuration
des connaissances
est plus ou moins
favorisée par le cadre
de travail

sements. À Toulouse, il a été utilisé de manière formelle, les élèves collant simplement des photocopies de documents. À Cahors, sûrement en lien avec la nature des activités menées, les élèves ont formalisé des critiques, des modèles, des résultats expérimentaux ; ils ont été contraints de résumer les documents qu'ils ont utilisés. Ces constatations conduisent à dire que la rédaction du carnet telle qu'elle a été menée à Cahors paraît être une aide pour conduire l'élève à structurer les connaissances utilisées, beaucoup plus qu'à Toulouse, où les élèves se sont très peu impliqués dans leurs propos.

On voit ici comment le cadre créé par les enseignants semble plus ou moins contribuer, par certaines des contraintes imposées, à aider l'élève à structurer les connaissances. Cependant, les conclusions que nous suggérons ici ne constituent bien sûr qu'une hypothèse, inférée à partir de quelques cas, qui demande à être étudiée.

4. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

La théorie anthropologique du didactique permet d'éclairer certains des faits observés en les incluant dans une perspective plus générale. Nous utiliserons les éléments qui la composent sans rappeler leur définition. On se référera pour cela aux articles de Chevallard (1989, 1992, 2003).

4.1. Rapport personnel des enseignants à l'objet *formation à la physique*

Ce rapport détermine la conception qu'ont les enseignants des savoirs en jeu dans les TPE, et certaines des options prises.

la représentation
des enseignants
de ce qu'est
« former à la physique »
conditionne les TPE...

Pour l'enseignant cadurcien, une formation à la physique ne peut se concevoir sans pratiquer la démarche expérimentale pour produire et valider des connaissances. Aussi, l'expérience est un élément incontournable des TPE. Pour l'enseignant toulousain, la démarche scientifique est un des enjeux d'une formation à la physique, notamment en raison de la manière de penser qu'elle implique, parce qu'il faut rechercher des preuves objectives pour avancer quelque chose. En même temps, cet enseignant considère que « *la physique, ce n'est pas que des maths* », que les concepts utilisés doivent trouver du sens, notamment à travers des applications. Aussi, dans les TPE toulousains, l'expérience est conjoncturelle, le traitement documentaire a de l'importance et les ressources humaines sont sollicitées, notamment pour obtenir des informations sur certaines applications (retraitement des déchets nucléaires, protection contre la foudre par exemple).

4.2. Contraintes liées au système d'enseignement

Tout système didactique est adossé à un système d'enseignement, qui présente des contraintes de fonctionnement. Celles-ci interfèrent forcément avec la conception des enseignants sur les savoirs en jeu et avec la question de l'autonomie des élèves, limitant ou renforçant son impact.

...mais contraintes matérielles et temporelles interfèrent avec les règles que se fixent les enseignants

Les contraintes matérielles (salles, matériel scientifique, informatique, nombre d'élèves) conduisent à une organisation du travail qui permet la réalisation d'expériences à Cahors, alors qu'elles constituent, pour cette activité, un frein important à Toulouse.

Les contraintes temporelles (exigence d'une production à une date déterminée) entraînent les enseignants à passer outre leurs convictions ou les règles qu'ils s'étaient fixées, notamment celles qui ont été affichées sur l'autonomie des élèves : à Cahors, l'enseignant, à l'approche de l'échéance des travaux, intervient longuement dans un groupe pour apporter des informations ; à Toulouse, les interventions de l'enseignant sont régulières pour s'assurer que le travail avance, et il agit même en lieu et place de l'élève si la planification qu'il a définie n'est pas satisfaite.

4.3. Assujettissement des élèves et des enseignants à l'institution *établissement*

Le contrat institutionnel, influencé par les usages « locaux » de l'établissement, conditionne les rapports personnels des différents sujets et peut expliquer les différences constatées entre les deux lycées à propos du *carnet de bord*, de la manière de construire la problématique et de la procédure d'évaluation elle-même.

importance de l'effet « établissement »...

À Toulouse, chaque épreuve notée est placée dès la seconde dans une logique d'intégration des classes préparatoires. Toute note est donc importante pour les élèves, *a fortiori* en première lorsqu'elle est présente sur le livret scolaire, examiné lors de l'admission aux CPGE. Aussi les élèves font-ils figurer dans leur carnet des photocopies au contenu « certifié », et non pas leur propre travail, qui lui, pourrait, en termes de contenus, être soumis à la critique. Les enseignants, en exigeant un carnet sans rature et en soulignant son rôle dans le contrôle de présence, renforcent cette attitude. Le carnet devient formel, utile uniquement pour l'évaluation. Lors de la réalisation des TPE, il s'agit d'abord pour les élèves d'avoir une solution à proposer pour ne pas être en échec lors de l'évaluation. Une fois les documents trouvés et la solution assurée, la question à laquelle ils vont répondre peut être posée : la problématique est définie *a posteriori*. Par ailleurs, dans cet établissement, l'évaluation valorise un peu plus la régularité du travail, les qualités

d'organisation, l'aisance dans la présentation, compétences toutes utiles en classes préparatoires.

...selon que mentionner erreurs et doutes est pénalisant ou valorisé

À Cahors, les enseignants sont plus tournés vers l'innovation (participation à des équipes académiques ou nationales autour des nouveaux programmes, pré-expérimentation TPE) : c'est la recherche de l'élève et son activité réelle, que celle-ci conduise à un échec ou pas, qui est mise au premier plan. Aussi les élèves s'engagent dans leur *carnet de bord*, en mentionnant leurs succès mais aussi leurs erreurs et leurs doutes, la problématique est définie *a priori*, et la procédure d'évaluation privilégie la démarche et l'expérimentation.

4.4. Assujettissement des élèves à l'institution *cours traditionnel*

des habitudes de fonctionnement difficiles à modifier au départ...

Dans un *cours traditionnel* de physique, l'élève expérimente au sein des travaux pratiques, c'est à dire en suivant, dans un environnement prévu pour cela, un protocole soigneusement établi par l'enseignant dans lequel son initiative, si elle existe, est soigneusement contrôlée. Dans les TPE, la démarche se situe en rupture totale par rapport à la précédente : la recherche est ouverte, et l'environnement est à construire. En continuité avec leurs habitudes, les élèves à Cahors recherchent longtemps des protocoles d'expérimentation prêts à l'emploi, notamment sur les sites pédagogiques avant d'agir, contraints par l'enseignant et les échéances. À Toulouse, lorsqu'ils évoquent une éventuelle expérience, les élèves parlent de « *faire un TP* ». Avec l'apparition des TPE, nouvelle institution d'enseignement, le rapport institutionnel à l'objet *expérience en sciences*, en position d'élève, n'est plus unique. Alors que le rapport personnel des élèves à cet objet a été mis en conformité avec le rapport institutionnel en position d'élève dans l'institution *cours traditionnel*, il ne l'est pas (ou pas encore) dans le second contexte : la modification du statut scolaire de l'expérimental est difficile.

...tant pour les élèves que pour les enseignants

On peut interpréter de la même manière le fait que l'enseignant toulousain soit obligé d'intervenir rapidement au début des TPE, parce qu'il « *voit venir ce TPE comme une synthèse de documents* » ; les élèves s'insèrent en effet naturellement dans une logique *d'activité documentaire* à partir d'une compilation de documents, activité pratiquée régulièrement dans l'institution *cours traditionnel*, y compris en physique, et qui n'est jamais problématisée.

Il est possible que les élèves ne distinguent pas clairement les exigences respectives des deux institutions, puisque les lieux et les acteurs sont les mêmes ; il est aussi possible qu'ils aient des difficultés à satisfaire au nouvel assujettissement exigé. Cette dernière raison peut aussi être mise en avant, tant du côté des élèves que des enseignants pour

expliquer la mono-disciplinairé effective des TPE observés. Dans l'institution *cours traditionnel*, les questions sont toutes traitées d'un point de vue mono-disciplinaire, et on pourrait ajouter que ce ne sont pas de « vraies » questions, « *les organisations de savoir [étant] regardées habituellement dans le système scolaire comme toutes faites et non comme des réponses émergentes à des questions in statu nascendi* » (Chevallard 2002). Les réponses à de vraies questions, dans les TPE comme dans la vie sociale supposent « *une coopération disciplinaire, c'est à dire une pratique d'étude et de recherche véritablement co-disciplinaire* » (Chevallard 2001). L'assujettissement des acteurs à l'institution *cours traditionnel* constitue donc un obstacle important, lié à la culture scolaire traditionnelle, à leur intégration dans la nouvelle institution TPE.

4.5. Nature des enjeux didactiques

L'évaluation des TPE est réalisée selon des grilles distribuées aux élèves en début d'activité dans chacun des établissements. Elle permet de dire si une personne, en position d'élève dans l'institution TPE, est ou n'est pas un bon sujet de cette institution. L'analyse de ces grilles permet de reconnaître les objets qui en constituent les enjeux didactiques. Celles-ci, on l'a vu, sont en relation étroite avec les textes institutionnels. Sont objets d'évaluation la réalisation d'une synthèse écrite, d'une production et d'une présentation orale. S'y ajoutent des *savoirs-faire* (démarche de l'élève, qualité de la recherche, notamment documentaire, capacité à affiner une problématique) et des *savoirs-être* (autonomie, investissement, prise en compte des remarques) qui sont aussi des *savoir-faire avec* l'institution (par exemple, concilier les exigences contradictoires relatives au *carnet de bord*).

La fiche de synthèse, la production et la présentation orale constituent des enjeux didactiques dont l'évaluation est conditionnée par l'achèvement des travaux. Cette contrainte permet d'expliquer pourquoi les enseignants estiment de leur responsabilité de faire aboutir le projet à la date prévue : « *quand tu vois un élève qui n'aboutit à rien, que tu vois que l'évaluation va commencer au mois d'avril... si je n'interviens pas, il n'y aura rien de bon...* » Pour cela, ils prennent prioritairement en charge la gestion du temps, la répartition des tâches, la cohérence de la production... afin que les élèves parviennent à un résultat satisfaisant. En même temps, force est de constater que les savoirs scientifiques ne figurent pas en tant que tels dans cet ensemble d'enjeux didactiques. Leur absence nominative, même si on peut la relativiser, peut expliquer en partie la part minoritaire consacrée aux savoirs et à l'aide à la structuration des connaissances dans les échanges élèves-enseignants.

les acquisitions
disciplinaires
ne sont pas
directement
évaluées

la priorité :
parvenir dans
le délai imparti
à un résultat
satisfaisant

4.6. Existence de plusieurs systèmes didactiques

Cette part minoritaire peut aussi être expliquée par l'existence possible, dans l'institution TPE, de plusieurs systèmes didactiques. Les apprenants peuvent en effet être amenés à occuper une position d'élève avec des personnes différentes occupant, dans un système didactique à chaque fois différent, la position de médiateur (surveillants, scientifiques, autre enseignant, voire documents dans une pratique auto-didaxique...). Ces tiers, qui ne sont plus tenus par la question de l'autonomie de l'élève, peuvent non seulement apporter l'information scientifique, mais aussi aider l'élève à la structurer.

une répartition
des fonctions

Ainsi, dans un système didactique principal, on traiterait des enjeux didactiques tels qu'ils apparaissent dans les textes : l'enseignant y prend en charge essentiellement le déroulement du projet, s'assurant d'abord, avec une certaine neutralité, qu'il avance (autonomie des élèves oblige), puis intervenant plus activement si cela lui semble nécessaire. Dans des systèmes didactiques secondaires, constitués momentanément lorsque le besoin s'en fait sentir, on traiterait des enjeux de savoir disciplinaire. Vu du système principal, l'élève y est perçu comme étant en autonomie.

l'enseignant
étant préoccupé
par l'organisation
du travail

Cette « organisation » entre les différents systèmes, cette répartition des fonctions, pourrait donc s'expliquer par la nécessité que quelqu'un s'occupe du contenu, et par la nécessité d'avoir en même temps des élèves perçus en autonomie par les enseignants. Mais le statut du savoir scientifique dans l'activité TPE pourrait aussi avoir une influence :

Alors que dans une situation didactique habituelle, le savoir est prédéfini par le jeu des transpositions didactiques institutionnelles et par celle réalisée par l'enseignant, dans la situation des TPE, le savoir n'est défini que par les activités réalisées par les élèves et uniquement lorsqu'elles sont terminées. L'enseignant ne possède pas la maîtrise directe de la gestion des activités d'apprentissage liées à la construction de ce savoir. Ceci peut expliquer à la fois la nécessité de systèmes didactiques secondaires, et le fait que l'enseignant s'investisse plus sur la gestion de l'organisation du travail que sur le savoir lui-même, alors que cela met en cause sa fonction d'enseignant transmetteur de savoir.

des tiers intervenant
en position
« d'enseignant »
dans des contextes
différents

Puisque le savoir est construit par les élèves à partir de thèmes très larges, il peut arriver que l'enseignant des TPE ne le possède pas lui-même, d'où des difficultés certaines en termes de validation et d'évaluation par exemple. Il est alors nécessaire de constituer un système didactique secondaire dans lequel le tiers-structurant détient le savoir correspondant.

4.7. Professeur dans l'institution didactique TPE, une position aux caractéristiques nouvelles

problématiser
un objet de savoir
pour...

...une pratique
inhabituelle

Les textes soulignent que la position de professeur dans l'institution TPE présente des caractéristiques nouvelles : « *les TPE représentent une innovation pédagogique forte de la réforme des lycées et un enjeu stratégique important, symbolique de toute une évolution des pratiques* » (MEN 2000-a). L'enseignant manque, pour l'instant, de savoirs professionnels sur ces pratiques nouvelles pour lui. En particulier, « le fait de problématiser un objet de savoir pour l'enseigner est dans la majorité des cas étrangère à la culture professorale » (Chevallard 2002). Cet « *obstacle professionnel* » peut, selon Chevallard, expliquer la difficulté pratique qu'ont les enseignants à « *s'engager dans des gestes inhabituels car extérieurs à l'enseignement [classique] d'un programme disciplinaire* », comme par exemple dans les gestes relatifs à la direction d'étude sur un sujet sortant du cadre disciplinaire. C'est ainsi qu'on peut certainement comprendre que les enseignants observés, pour le moment, n'aient retenu dans la direction d'étude que la gestion du temps institutionnel.

5. CONCLUSION

en réponse
aux ambiguïtés
et aux paradoxes
des textes
de référence...

...des accords
de gré à gré...

Nous avons souligné, au début de notre étude, l'existence de logiques différentes dans les textes de référence des TPE, conduisant à des injonctions paradoxales, ou à des ambiguïtés, notamment à propos de l'autonomie des élèves, du rôle du *carnet de bord*, de la place de l'expérience, etc. Les pratiques que nous avons décrites constituent une réponse des différents acteurs à ces paradoxes et ambiguïtés. Elles ont été élaborées à partir d'arrangements locaux qui surviennent chaque fois que des individus cherchent « *à construire, à partir de logiques d'actions incompatibles, un compromis qui définit un ordre juste des situations* » (Derouet 1988), une des logiques étant alors privilégiée à l'issue d'un accord de gré à gré non formalisé. C'est ainsi que l'arrangement à propos du *carnet de bord* privilégie selon les lieux la logique de l'évaluation ou celle de l'aide à la recherche, l'arrangement à propos de l'autonomie privilégie dans les deux cas une logique de travail en dehors de l'enseignant, compensée par l'existence de tiers... La théorie anthropologique du didactique, parce qu'il y a, dans les TPE « du » didactique et des enjeux didactiques, nous a permis d'éclairer ces arrangements en les situant dans un cadre plus large : rapport personnel des enseignants et des élèves conditionné par les assujettissements précédents, assujettissement à une nouvelle institution didactique, nouveau rapport institutionnel en position de professeur et d'élève, nature des enjeux didactiques de la nouvelle institution...

...et l'ajustement
des différents acteurs
permettent
d'intégrer
une importante
innovation

Ces observations, ces interprétations ont été effectuées d'une part sur quelques cas, et d'autre part, au tout début de la mise en œuvre des TPE. Si les cas étudiés constituent des exemples (non exclusifs) de la manière dont une innovation importante est intégrée, dès son lancement dans le système éducatif, il est probable que les pratiques actuelles des différents acteurs, à la lumière de quatre années d'expérience, aient déjà évolué, même si elles ne sont pas encore stabilisées. Rendre compte de manière comparative de ce qu'elles seront dans quelques années ne sera certainement pas dénué d'intérêt.

Patrice VENTURINI,
LEMME, université P. Sabatier, Toulouse

Bernard CALMETTES,
GRIDIFE, IUFM Midi-Pyrénées,
LEMME, université P. Sabatier, Toulouse

Chantal AMADE-ESCOT,
LEMME, université P. Sabatier, Toulouse

André TERRISSE,
GRIDIFE, IUFM Midi-Pyrénées,
LEMME, université P. Sabatier, Toulouse

BIBLIOGRAPHIE

BERZIN, C. (2001). Interactions de tutelle, développement et apprentissages. 2^e partie : Contribution aux acquisitions scolaires et professionnelles. *Carrefours de l'éducation*, 11.

BLANCHET, A. (1985). *L'entretien dans les sciences sociales*. Paris : Dunod.

CALMETTES, B., VENTURINI, P., AMADE-ESCOT, C. & TERRISSE A. (2002). Analyse didactique de pratiques dans un dispositif scolaire innovant. Le cas des travaux personnels encadrés en physique. *Dossiers des sciences de l'éducation* : « *Didactique des disciplines scientifiques et technologiques : concepts et méthodes* ».

CHEVALLARD, Y. (1989). Le concept de rapport au savoir. Rapport personnel, rapport institutionnel, rapport officiel. *Séminaire de didactique des mathématiques et de l'informatique. Document interne n° 108*. Grenoble. Université Joseph Fourier.

CHEVALLARD, Y. (1997). Familiale et problématique, la figure du professeur. *Recherches en didactique des mathématiques*, 17, n° 3.

CHEVALLARD, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique : perspective apportée par une approche anthropologique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 12, n° 1.

CHEVALLARD, Y. (2001). Les TPE comme problème didactique. In Assude T. & Grugeau B. (Éds.). *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

CHEVALLARD, Y. & MATHERON Y. (2002). Les travaux personnels encadrés : un cadre d'analyse didactique pour un changement majeur dans l'enseignement au Lycée. *Actes des Journées Inter-Irem de Dijon*.

CHEVALLARD, Y. (2003). Approche anthropologique du rapport au savoir et didactique des mathématiques. In S. Maury & M. Caillot (Dir.). *Rapport au savoir et didactiques*. Paris : Faber.

CRINDAL, A. & LARCHER, C. (2003). *Structuration des connaissances et nouveaux dispositifs d'enseignement*. Lyon : INRP.

DEROUET, J.-L. (1988). Désaccords et arrangements dans les collèges (1981-1986). *Revue française de pédagogie*, 83.

DUMAS-CARRÉ, A. & WEIL-BARAIS, A. (1998). *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. Berne : Peter Lang.

JOHSUA, S. (2002). Spécificités disciplinaires, spécificités didactiques : vers une didactique comparée. In P. Venturini, C. Amade-Escot & A. Terrisse (Coord.). *Étude des pratiques effectives : l'approche des didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

JOURDAN, I. & TERRISSE, A. (2002). Évolution du rapport au savoir des étudiants et professionnalisation : le cas de la formation initiale en EPS à l'IUFM de Toulouse. *Communication orale invitée en session plénière. Colloque « Didactiques et rapports aux savoirs », 3^e journées franco-québécoises, 17-18 juin 2002*. Paris : Sorbonne.

MARTINAND, J.-L. (2000). Production, circulation et reproblématisation des savoirs. *Colloque international des sciences de l'Éducation AECSE : « Les pratiques dans l'enseignement supérieur »*. Toulouse : AECSE (cédérom).

VAN DER MAREN J.-M. (1995). *Méthodes de recherche pour l'éducation*. Montréal : De Boeck.

VENTURINI, P., AMADE-ESCOT, C. & TERRISSE, A. (Coord.). (2002). *Étude des pratiques effectives : l'approche des didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

VENTURINI P., CALMETTES A., TERRISSE A. & AMADE-ESCOT C. (2003). Travaux personnels encadrés à dominante physique en 1^{re} S : étude de cas. (Pratiques des différents acteurs et enjeux des échanges enseignants – élèves : analyse didactique). In C. Larcher & A. Crindal (resp.). *Recherche coopérative INRP : « Structuration des connaissances et nouveaux dispositifs de formation »*. Toulouse : LEMME et GRIDIFE. <http://patrice.venturini.free.fr/TPE/pdf/Rapport.pdf>

VENTURINI, P. & ALBE, V. (2003). Interprétation des similitudes et différences dans la maîtrise conceptuelle d'étudiants en électromagnétisme à partir de leur(s) rapport(s) au(x) savoir(s). *Aster*, 35.

TEXTES OFFICIELS :

Ministère de l'Éducation nationale. (1999-a). *Expérimentations sur les TPE*. Groupe Évaluation en sciences physiques. Direction des enseignements scolaires. Inspection générale de l'Éducation nationale.

Ministère de l'Éducation nationale. (1999-b). Organisation et horaires des enseignements des classes de première et terminale des lycées. *Bulletin Officiel n° 14*, 8 avril 1999.

Ministère de l'Éducation nationale. (2000-a). Rentrée 2000 dans les écoles, collèges et lycées d'enseignement général et technologique. *Bulletin Officiel n° 3*, 20 janvier 2000.

Ministère de l'Éducation nationale. (2000-b). *Mise en œuvre des travaux personnels encadrés*. Direction des enseignements scolaires. Document expédié dans les établissements en juin 2000.

Ministère de l'Éducation nationale. (2000-c). Organisation des travaux personnels encadrés en classe de première. *Bulletin Officiel n° 9*, 2 mars 2000.

Ministère de l'Éducation nationale. (2000-d). Organisation du dispositif des travaux personnels encadrés – année 2000-2001. *Bulletin Officiel n° 24*, 22 juin 2000.

Ministère de l'Éducation nationale. (2001-a). *Mise en œuvre des travaux personnels encadrés*. Direction des enseignements scolaires. Document expédié dans les établissements en juin 2001.

Ministère de l'Éducation nationale. (2001-b). Organisation des travaux personnels encadrés et questions de responsabilités. *Bulletin Officiel n° 2*, 11 janvier 2001.

TYPES DE TRAVAUX PERSONNELS ENCADRÉS, POSTURES D'ENSEIGNANTS ET STRUCTURATION

Patricia Schneeberger
Alain Cotten
Hervé Goix
Marcelle Goix
Raymond Rodriguez
Mauricette Vidal

Les travaux personnels encadrés (TPE) en classe de première scientifique fournissent des occasions de bien appréhender le problème de la structuration des connaissances. Nous avons observé plusieurs groupes dans différents lycées de la région bordelaise pour essayer de repérer dans quelle mesure les TPE aboutissent à un travail de structuration. Nous nous sommes intéressés en particulier au rôle des interactions entre les élèves et le tuteur pour définir différents types de pilotage des TPE. Malgré la grande diversité des TPE observés nous avons pu proposer une typologie des TPE qui prend en compte la nature du projet des élèves et de l'évolution de ce projet. Nous avons constaté que dans ce cadre la structuration des connaissances prend des formes multiples avec des résultats différents selon les groupes et relevé quelques unes des difficultés des tuteurs à maîtriser un nouveau dispositif de médiation.

les TPE réunissent
des conditions
favorables
à l'observation...

Depuis plusieurs années, notre équipe travaille sur les obstacles aux changements de modèle dans l'apprentissage scientifique, et cherche à définir des conditions de possibilité d'une réorganisation des connaissances des élèves. Dans des travaux antérieurs, nous avons réalisé des observations dans plusieurs classes de seconde pour suivre l'évolution des conceptions des élèves au cours d'un module d'enseignement-apprentissage. Nous avons ainsi repéré différents types de changements qui vont de la simple modification d'un « énoncé de savoir » à une mise en cohérence de plusieurs concepts. Ce travail préliminaire nous a également permis de comparer différentes pratiques pédagogiques et d'envisager les stratégies d'aide à développer pour favoriser chez les élèves, au cours des TPE, des changements de modèles.

...des interactions
entre élèves
et tuteur

La mise en place des *travaux personnels encadrés* (TPE) nous a donné l'occasion de poursuivre notre recherche à partir de matériaux (enregistrements, productions des élèves) plus riches. En effet, ces dispositifs réunissent des conditions favorables à l'observation des élèves et des enseignants (travail en petit groupe, entretiens réguliers avec un professeur, exposé devant un jury). (1)

(1) Cette étude a été réalisée dans le cadre d'une recherche associative INRP – IUFM d'Aquitaine consacrée à la structuration des connaissances dans les nouveaux dispositifs d'enseignement, sous la responsabilité de C. Larcher et A. Crindal.

observation
et enregistrement
de séances de travail
avec cinq professeurs

Après une phase de réflexion théorique visant à déterminer les critères d'une connaissance scientifique structurée, nous avons donc conduit des observations dans plusieurs classes de lycée en Gironde, et nous avons suivi une dizaine de groupes. Nous avons ainsi constitué un corpus à partir d'observations et d'enregistrements de séances de travail avec cinq professeurs (2). Nous l'avons analysé en essayant de répondre à des questions que l'on peut regrouper en deux ensembles :

- quelles sont les difficultés rencontrées par les élèves pour parvenir à une structuration des connaissances dans le cadre des TPE ?
- quels types d'aide l'enseignant peut-il fournir dans le cadre des TPE ?

1. LES TPE COMME SITUATION DE STRUCTURATION

Notre équipe a cherché à définir ce que peut signifier la *structuration des connaissances* dans le cadre des TPE. Pour élaborer cette définition, nous nous sommes basés sur la distinction expert/novice. Chez l'expert, dans son domaine d'expertise, les connaissances sont fonctionnelles ce qui nous amène à supposer qu'elles sont structurées. Nous avons donc recherché le mode de fonctionnement de l'expert, et à partir de là nous avons défini des critères de connaissances structurées.

1.1. Comparaison entre l'expert et le novice

l'expert mobilise
des réseaux
de connaissances...

Citant Mislevy, Rézeau (2001) rappelle que « *comparés aux novices, les experts dominent plus de faits et établissent plus d'interconnexions ou de relations entre eux. Ces interconnexions permettent de surmonter les limitations de la mémoire à court terme. Alors que le novice ne peut travailler qu'avec au maximum sept éléments simples, l'expert travaille avec sept constellations incarnant une multitude de relations entre de nombreux éléments* ».

... et met en œuvre
des procédures
standard

Les connaissances en mémoire ne sont donc pas indépendantes mais unies par des liens cognitifs plus ou moins forts. Elles sont organisées en sous-ensembles qui peuvent être traités ensuite comme des éléments distincts et réactivés quand cela est nécessaire. L'expert ne mobilise donc pas une connaissance particulière mais un ensemble de connaissances, ou un sous-réseau, qu'il utilisera dans chaque situation analogue.

(2) Les professeurs observés étaient tous membres de l'équipe : A. Cotten, H. Goix, M. Goix, R. Rodriguez, professeurs de SVT, S. Courjaud, professeur de mathématiques.

Chez l'expert, les situations étant reconnues, des procédures standards sont activées alors que chez le novice, l'établissement d'une procédure nécessite de puiser dans les connaissances disponibles en mémoire ainsi que l'élaboration de connaissances nouvelles.

le novice tâtonne

Par ailleurs, chez l'expert une même connaissance peut appartenir à plusieurs réseaux et être mobilisée dans des conditions différentes selon la situation à laquelle elle est censée répondre.

Devant un problème donné, l'expert est donc capable de :

- diviser le problème en sous-problèmes,
- se faire une représentation claire d'une situation réelle,
- reconnaître des situations modèles,
- sélectionner les connaissances pertinentes à la résolution du problème,
- sélectionner des outils permettant de résoudre le problème,
- réaliser une production intelligible et opérationnelle.

Nous avons considéré qu'une telle attitude révélait l'existence de connaissances structurées. Mais comment dans le cadre des TPE une telle structuration peut-elle s'opérer ?

1.2. Informations et construction de connaissances

Apprendre est souvent considéré par les élèves comme synonyme de s'informer. Rézeau (2001) écrit : *« Il semble bien que ce soit là une illusion fort répandue dans notre civilisation de l'information et de la communication. On nous rebat les oreilles avec l'inépuisable source de savoir que représente l'information facilement et immédiatement accessible tant par le biais des médias audiovisuels « traditionnels » que sont la radio et la télévision que par celui des nouveaux médias du multimédia et d'Internet. Mais les théoriciens de l'apprentissage nous rappellent qu'informer n'est pas former. Tout au plus peut-on considérer l'information comme le degré zéro de l'apprentissage. »* Reboul (1980) affirme même que l'information tue la connaissance : *« Le téléspectateur n'apprend pas parce qu'il apprend trop [...]. Par la satisfaction qu'elle donne, l'illusion de savoir qu'elle procure, l'information empêche d'apprendre. »*

apprendre n'est pas
amasser
des informations...

Ces informations reçues peuvent être stockées en mémoire, restituées, récitées mais elles ne sont pas assimilées c'est-à-dire intégrées aux propres connaissances de l'individu.

...mais créer des liens
fonctionnels

Apprendre, au contraire, c'est modifier ses représentations, et mémoriser ne consiste donc plus à entasser des connaissances mais à créer des liens, des interconnexions entre les connaissances déjà acquises et les connaissances nouvelles pour en construire d'autres plus abstraites. L'information est donc caractérisée par l'immédiateté et la facilité d'accès, alors que l'apprentissage demande l'établissement d'interconnexions qui permettront un meilleur accès aux connaissances ainsi constituées et seront mises en œuvre dans l'action.

liens fonctionnels
possibles
si l'écart
n'est pas trop grand
entre information
et structure
cognitive du sujet

Cette intégration n'est pas automatique et Ausubel différencie les *apprentissages mécaniques* des *apprentissages signifiants*. Il considère que si celui qui apprend essaie de mettre l'information nouvelle en rapport avec ses connaissances et s'il en saisit le sens, il en résulte un apprentissage signifiant et qu'au contraire, s'il tente de mémoriser purement et simplement l'information, sans établir de lien avec son acquis, il est alors question d'apprentissage mécanique. Cette intégration dépendra donc de l'écart existant entre les informations nouvelles et la structure cognitive de l'individu. Si l'écart entre l'information et les structures cognitives n'est pas trop important, l'information prend alors sens et les connaissances antérieures peuvent être une aide, elles sont alors un facteur important et positif de l'apprentissage. Si, au contraire, l'écart est trop important, les connaissances peuvent être simplement stockées voire rejetées, et nous rejoignons la notion de zone proximale de développement de Vygotski. De plus, ces connaissances antérieures peuvent aussi avoir des effets négatifs, elles résistent : on parle alors d'obstacle épistémologique.

Comment les élèves construisent-ils leurs connaissances face à ce flot d'informations et comment le tuteur intervient-il ?

1.3. Indicateurs de structuration

indicateurs
de structuration
basés
sur le comportement
de l'expert
face à un problème

Dans la mesure où, dans les TPE, le choix du sujet est libre et ne ressort pas d'une discipline particulière, l'élève devra se comporter en expert de son sujet et donc mobiliser ses connaissances de différents domaines pour pouvoir répondre à la question qu'il s'est posée, qu'il s'agisse ou non de connaissances provenant des disciplines classiques (3). C'est donc à partir des caractéristiques de l'expert que nous avons recherché comment pouvait se matérialiser cette structuration des connaissances, d'une part dans le produit fini, c'est-à-dire la production ou l'exposé final, et d'autre part dans les procédures c'est-à-dire le cheminement des élèves tout au long de l'année jusqu'à la note de synthèse.

Nous nous sommes centrés sur les points suivants.

(3) « Les disciplines sont cependant toujours un peu inadaptées aux besoins spécifiques d'une situation. Elles sont en effet organisées plus autour de principes, produits de leur histoire, qu'autour des problèmes concrets actuels. Autrement dit, à côté des savoirs organisés autour des choix paradigmatiques des disciplines, il en est d'autres structurés plus directement en fonction des situations vécues et de la manière dont on veut y agir. Ces savoirs ne sont cependant pas purement pragmatiques et utilitaires, ils peuvent aussi avoir une dimension culturelle et théorique aussi (et parfois plus) importante que les représentations disciplinaires. » (G. FOUREZ, 1999)

**• La délimitation du sujet
et la formulation du problème**

Dans le domaine scientifique, être capable d'interroger « l'évidence » c'est-à-dire ne pas en rester à la connaissance commune nous semble un signe de structuration des connaissances dans la mesure où des connaissances disciplinaires sont utilisées concrètement pour résoudre des problèmes. Cette phase s'accompagne également du découpage et de la limitation du champ d'investigation.

Le domaine d'étude (contexte scientifique, social, artistique, technologique...) doit aussi être clairement défini.

**• La mise en relation entre les connaissances
mobilisées dans une même discipline
ou entre des disciplines différentes**

Les connaissances mobilisées peuvent être des concepts mais aussi des méthodes et des techniques. Nous avons essayé de repérer les transferts : réutilisation, exportation d'une connaissance ou d'une technique dans un contexte différent de celui dans lequel elles ont été élaborées. Dans ce cas, le savoir n'est alors plus objet mais outil. Il est un simple produit disponible qui n'est plus réservé à une discipline et permet de résoudre un problème dans d'autres contextes.

• Les outils intellectuels utilisés

Comparer, modéliser, démontrer, argumenter, reformuler...

• La cohérence du discours

Nous avons relevé l'enchaînement des idées mais aussi les marques linguistiques et le type de discours produit. Nous avons recherché l'adéquation entre le type d'argumentation et le but recherché (prouver, expliquer...).

• La métacognition

L'existence d'une prise de conscience par l'élève de ses avancées et du chemin parcouru est un autre critère à prendre en compte. Les indices en sont souvent difficilement perceptibles sauf si les élèves signalent (par exemple dans la note de synthèse) que leur système explicatif disponible est incomplet.

Cette étude sur la structuration nous a aussi amenés à réfléchir sur l'espace d'intervention du tuteur.

• Le tuteur intervient-il en tant qu'expert ?

Expert en connaissances, ses connaissances sont alors supérieures à celles de l'élève. À quel niveau se situe-t-il ? Quel rôle joue-t-il alors dans la structuration (changement de paradigme, création de lien...) ?

Expert en méthodologie scientifique, expert du dispositif ?

signes de
structuration

la métacognition,
indicateur ultime
de la structuration

• **Le tuteur intervient-il en tant que novice ?**

Ses connaissances sont alors inférieures à celles de l'élève. Quel est alors son rôle dans la structuration ? la reformulation ? l'explicitation ?

2. ANALYSE DES TRAVAUX DES ÉLÈVES

2.1. Recueil des données

Les observations ont été conduites dans trois lycées différents de la Gironde : le lycée Victor Louis de Talence, le lycée Pape Clément de Pessac et le lycée Jaufré Rudel de Blaye. Chacun des groupes a été encadré par un des professeurs de l'équipe (4). Un autre membre de l'équipe de recherche observait l'ensemble du travail des élèves et du tuteur.

Les données recueillies concernent un ensemble de quinze groupes ; sept d'entre eux ont fait l'objet d'un suivi plus précis à l'aide de l'enregistrement des entretiens avec le tuteur (deux ou trois par groupe) et de l'exposé final. À partir des données recueillies sur ces sept groupes, notre équipe a établi une typologie (5) qui a ensuite été affinée en comparant l'ensemble des groupes étudiés.

La première typologie était basée sur ce que nous avons appelé le *moteur de la recherche* qui est centré soit sur les connaissances, soit sur les savoir-faire, parfois les deux. Le désir de comprendre un phénomène apparaît comme la motivation la plus fréquente.

Les catégories que nous avons repérées sont les suivantes :

- désir de « faire l'érudit » sur une question que le groupe pose mais dont la réponse est considérée comme déjà connue par la communauté scientifique ; la démarche des élèves consiste à collecter ces données à les mettre en relation ;
- désir de comprendre un phénomène ; pour cela le groupe formule un problème qu'il se propose de résoudre en éprouvant une ou des hypothèses (exemple : « *La conservation par le sel* ») ;
- désir de comprendre un phénomène en essayant de reformuler des énoncés pour les rendre accessibles (exemple : les réactions nucléaires, la persistance rétinienne) ; il s'agit en quelque sorte d'un travail de vulgarisation scientifique ;
- désir de fabriquer quelque chose, ou de manipuler, qui débouche sur une action dont la réalisation peut conduire à un résultat inédit (cas du groupe qui travaille sur l'intelligence artificielle) ou non (cas du groupe qui travaille sur les images subliminales) ;

construction progressive d'une typologie des TPE

d'abord basée sur les motivations diverses des élèves...

(4) Les professeurs observés (voir note 2) ont également joué le rôle d'observateurs d'un autre groupe.

(5) En élaborant cette typologie, nous nous sommes efforcés de ne pas faire apparaître une hiérarchie entre les différents travaux conduits par les élèves, en référence à un TPE supposé idéal.

...cette typologie a peu à peu évolué

– désir d'expliquer un phénomène en le reproduisant ; le projet des élèves est donc de « montrer » (par exemple les phénomènes associés au feu).

Cette typologie a évolué au fur et à mesure que nos analyses se sont enrichies.

2.2. Les types de TPE

Après avoir analysé l'ensemble des informations recueillies pour chacun des groupes observés, nous avons distingué quatre catégories de TPE en nous basant sur ce qui fédère le travail des élèves.

Tableau 1. Différentes catégories de TPE

Objectif du TPE	Mode de travail du groupe
Travailler sur une connaissance	<ul style="list-style-type: none"> – Les élèves consacrent du temps à circonscrire le sujet. – Les élèves veulent simplifier le phénomène étudié et son explication. – Les élèves construisent une explication par eux-mêmes. – Les élèves formulent de nouvelles questions.
Défendre une thèse	<ul style="list-style-type: none"> – Le sujet est défini dès le départ et n'est pas modifié. – Les élèves accumulent un ensemble d'éléments de natures différentes (aspects historiques, aspects scientifiques par exemple). – Différents aspects de la question sont juxtaposés dans le but de renforcer la conviction du public visé (lectorat, auditoire).
Expliquer un fait en s'appuyant sur des activités pratiques	<ul style="list-style-type: none"> – Les élèves réalisent des activités pratiques en relation ou non avec un cadre théorique. – Les élèves prennent ou non en compte les suggestions du professeur* pour changer de niveau d'explication.
Réaliser un objet technique	<ul style="list-style-type: none"> – Les élèves se placent dans une logique de réalisation d'objet technique. – Les élèves consentent éventuellement à des aménagements (par exemple sous forme d'expansion de texte) de leur réalisation à condition que l'objectif visé ne soit pas modifié.

* Cette attitude peut se retrouver dans d'autres types de TPE mais dans le cas présent le changement de niveau d'explication est nécessaire pour expliquer le fait auquel les élèves s'intéressent.

des différences importantes entre les groupes...

L'utilisation de cette typologie sur d'autres groupes a permis de confirmer, les années suivantes, que les élèves ne travaillent pas de la même façon selon le type de TPE dans lequel ils s'inscrivent.

2.3. La structuration des connaissances selon les groupes

En recherchant des indices de structuration dans chacun des groupes observés, nous avons mis en évidence des différences importantes dans le travail des élèves. Ces différences se manifestent dans deux domaines principaux : la délimitation du sujet incluant la formulation du problème traité et la mobilisation des outils d'une ou de plusieurs disciplines et leur mise en relation.

... pour définir le sujet...

Pour illustrer ces différences, nous prendrons des exemples issus du procès-verbal de chacun des groupes, établi par un des observateurs de l'équipe.

• **Délimitation du sujet et formulation du problème**

Le suivi du travail des élèves permet de distinguer deux cas de figure.

...ou mobiliser et mettre en relation des outils

Cas A : les élèves acceptent de changer de domaine en redéfinissant au besoin leur problématique. Cela suppose que les élèves consacrent du temps à la délimitation du sujet en différenciant la phase d'investigation. Les élèves qui choisissent de travailler sur une connaissance relèvent de cette catégorie.

Cas B : le sujet est délimité dès le départ et les élèves acceptent d'intégrer des modifications sans renoncer à leur projet initial. C'est le cas des élèves qui choisissent de défendre une thèse : leur questionnement n'est pas modifié et ils font souvent appel à une interprétation orientée des faits observés. De même, les élèves qui choisissent de réaliser un objet technique se focalisent sur cet objectif, certains rejetant les propositions (du tuteur) qui les obligent à dévier ou à faire un détour qui leur paraît inutile.

s'ils travaillent sur une connaissance les élèves passent du temps à délimiter le sujet

Les élèves qui choisissent d'expliquer un fait en s'appuyant sur des activités pratiques (catégorie n° 3 de notre typologie) peuvent relever du cas A ou du cas B. En effet, selon qu'ils prennent ou non en compte les suggestions du tuteur, les élèves changent ou non de questionnement. En conséquence, le projet évolue à condition que les élèves soient capables d'accéder à d'autres niveaux d'explication.

• **Mobilisation d'outils disciplinaires et mise en relation**

Nous pouvons distinguer plusieurs cas de figure.

Cas C : Les élèves parviennent à mobiliser les outils techniques et intellectuels relevant d'une ou plusieurs disciplines et à les mettre en relation.

par prise en compte des suggestions du professeur le projet évolue parfois

Par exemple, dans les groupes qui ont choisi de travailler sur une connaissance, on constate, dans l'ensemble, une adéquation entre le problème et les notions sélectionnées même si les niveaux de formulation ne semblent pas totalement corrects.

Cas D : Les élèves cherchent à accumuler un ensemble d'éléments appartenant à des disciplines différentes sans établir de liens entre eux. Ils construisent ainsi toute une série d'arguments dont la valeur scientifique n'est pas vraiment interrogée.

Les élèves qui défendent une thèse rassemblent des arguments de différentes natures dans le but de convaincre un public par l'accumulation de faits supposés probants sans les relier entre eux. Leur démarche est adaptée au but poursuivi et s'est révélée efficace lors de la soutenance.

Document 1. Exemples illustrant le cas A

Groupe « *Le feu* »

Au départ, les élèves avaient pour projet de comprendre les causes de déclenchement d'un feu, sa propagation, les différents types de feu, les brûlures causées par le feu, comment arrêter le feu. Ils avaient un objectif précis : ce qui les intéressait c'était de savoir comment éteindre le feu. « *Le feu fait brûler et, en fonction de ce qui brûle, comment intervenir pour éteindre ce feu ?* ». Ils avaient donc une approche liée à des préoccupations de pompier (parmi ces élèves peut-être un futur pompier !).

Les questions du professeur, lors de l'entretien, ont fait évoluer le projet vers une conception plus « scientifique » du sujet : le questionnement a changé : « *À quelles réactions chimiques correspond le feu ?* » Le feu est alors devenu un objet de savoir scientifique.

Les élèves ont été amenés à se poser des questions qu'ils n'auraient probablement pas envisagées (« *Qu'est ce que le feu ?* »). Ils y ont apporté des éléments de réponse, à défaut d'une réponse complète.

Groupe « *Persistance rétinienne* »

Les élèves se sont centrés sur le cas simple et flagrant de la fusion de deux images (un poisson et un bocal) qui défilent assez rapidement, et posent d'abord le problème à résoudre sous forme de l'alternative « *Est-ce la rétine ou le cerveau qui est responsable de la persistance ?* ». Ils réduisent alors le phénomène de la vision à l'intervention de deux « organes ».

Par la suite, les élèves ont changé de niveau d'explication pour étudier les phénomènes cellulaires et moléculaires mis en jeu dans la vision. Il ont alors déplacé la question en s'intéressant aux réactions chimiques impliquées dans la superposition apparente des images.

Document 2. Exemple illustrant le cas B

Groupe « *Conservation par le sel* »

Au départ, les élèves prévoient de traiter des différentes techniques de conservation des aliments et ils ont rapidement délimité un problème : « *L'influence de la concentration en sel sur la déshydratation du concombre* ».

Cependant, malgré les incitations du tuteur, ils se sont cantonnés aux aspects macroscopiques du phénomène étudié et n'ont pas réussi à changer de niveau d'explication. La position des élèves est manifestement différente de celle du professeur : ils veulent résoudre le problème en se plaçant au niveau de la technique de conservation alors que le professeur estime que le problème est d'ordre conceptuel.

P : *Vous vous retrouvez avec un résultat qui n'est pas, mais alors pas du tout, celui que vous pouvez imaginer... Ça c'est un vrai problème ; et c'est sur ce problème-là que vous pouvez vous pencher maintenant. Et si vous arrivez à le résoudre, ce serait la réponse à toutes vos questions.*

E : *Mais là, il faut voir au niveau moléculaire, ou cellulaire... Je ne sais pas moi, maintenant... [...]*

P : *[...] Il s'agit d'aller, effectivement, jusqu'à l'échelle cellulaire, voire moléculaire...*

E : *C'est bien ce que je me suis dit ! Mais c'est dur !*

P : *C'est une décision à prendre !*

Document 3. Exemple illustrant le cas C

Groupe « *Persistance rétinienne* »

Les élèves ont mobilisé des méthodes et contenus disciplinaires issus de la biologie et de la chimie :

- ils expliquent des fonctions par des descriptions anatomiques à l'aide de beaux croquis en coupe d'organes et de schémas explicatifs (s'autorisant des aberrations d'échelle) ;
- ils font appels aux concepts de cellule, influx nerveux, réaction chimique, etc.

De plus ils identifient les éléments appartenant à chaque discipline : « *C'est de la bio et de la chimie au niveau de la décomposition de la rhodopsine. La bio c'est tout le reste le système nerveux... car la rétine c'est des neurones donc c'est nerveux.* »

Par ailleurs, ils établissent des liens entre différents niveaux d'explication (voir leur production) « *Pendant cette réaction, le bâtonnet n'est pas excitable. Il n'analyse pas de nouvelle image. La précédente persiste : c'est la persistance rétinienne.* »

Document 4. Exemple illustrant le cas D

Groupe « Chantilly »

Les élèves de ce groupe cherchent à montrer que la crème Chantilly artisanale est meilleure que la crème Chantilly industrielle et se conserve mieux. Pour cela, ils utilisent des techniques et des méthodes importées de différentes disciplines :

- évaluation de la réflectance de la crème avec un radiomètre,
- utilisation du papier pH,
- conception d'un protocole original pour mesurer la fermeté de la crème.

Les « expériences » réalisées ont pour but de rendre leur étude plus « scientifique » mais l'exploitation qu'ils en font est basée sur le sens commun :

P : Pourquoi faire cette mesure ? est-ce une expérience ?

E : [...] On va savoir si elle perd sa couleur, si elle devient jaune.

[...]

P : [...] Et ça signifierait quoi ?

E : Je ne sais pas, c'est moins bon [...]

des mises en relation
entre les disciplines
plus ou moins
réussies

des indices de
structuration
quelquefois difficiles
à déceler

des obstacles liés à
la pensée commune...

...que les élèves
ne peuvent dépasser
sans l'aide
du professeur

Les élèves qui choisissent de réaliser un objet technique sont tous parvenus à leur fin. On peut donc supposer qu'un apprentissage a eu lieu et donc une structuration des connaissances.

Par exemple dans le groupe « Intelligence artificielle », un des élèves traduit le projet en terme de paramètres à déterminer et il définit les principales contraintes à prendre en compte (distance par rapport aux murs qui entourent la souris virtuelle, direction et distance par rapport au mur, dimension des passages).

Cependant, dans ce type de travail, les indices de structuration sont difficiles à déceler par manque d'expertise de notre équipe dans les domaines concernés. La réussite des élèves semble toutefois prouver que ceux-ci ont pu accéder aux ressources nécessaires et ont su les exploiter.

Les élèves qui cherchent à expliquer un fait en s'appuyant sur des activités pratiques (catégorie n° 3 de notre typologie) peuvent relever du cas A s'ils parviennent à placer leurs interprétations dans un cadre théorique plus pertinent. Il leur faut pour cela dépasser certains obstacles liés à la prégnance de la pensée commune, ce que certains groupes n'ont pas réussi à faire. Ainsi, les élèves qui travaillent sur la conservation par le sel raisonnent avec leur conception substantialiste : « *Le sel attire l'eau et l'eau rentre ou sort* ». Une rupture est nécessaire : il ne faut plus regarder le sel comme une substance douée de qualités « attractives et conservatrices » mais comme une substance chimique et donc entrer dans le domaine de la chimie et plus exactement de la biochimie. Il est donc nécessaire de changer de registre explicatif pour comprendre le phénomène.

2.4. Des difficultés communes

Malgré des différences importantes entre les groupes, nous avons relevé un ensemble de difficultés :

- inadéquation (ou mauvaise adéquation) entre les niveaux de formulation des notions mobilisées et le problème traité ;
- représentation de la science constituant un frein pour entrer dans la complexité et construire des explications ;

dans un ensemble
de difficultés
à dépasser...

- travail centré sur la recherche de réponses (par opposition à la formulation de questions) ;
- défaut de mises en relation d'aspects de natures différentes (par exemple entre connaissances théoriques et données expérimentales) ;
- difficultés pour inscrire le projet dans une vision plus globale ;
- analyse critique insuffisante vis-à-vis des connaissances communes sur l'image, l'intelligence etc. ; (mais on peut se demander s'ils peuvent y arriver seuls à ce niveau) ;
- difficulté à établir des liens entre plusieurs disciplines.

Lorsque ces difficultés se cumulent, les élèves peuvent aboutir à une impasse, comme par exemple le groupe qui a travaillé sur la conservation par le sel. Cela n'a cependant pas empêché un progrès pour ce groupe, progrès constaté par le tuteur lors de la soutenance. On peut penser qu'il y a eu progrès à partir du moment où le professeur a consenti à leur donner la piste qui leur manquait. Dans ce cas, le tuteur a favorisé la mise en place de liens entre différentes disciplines ou du moins entre différentes connaissances en les amenant sur le terrain cellulaire et au niveau de la concentration.

...quelles sont
les conditions
d'un tutorat efficace ?

On voit que ces différents TPE ne se limitent pas à un apport d'informations ; pour intégrer de nouvelles données, l'apprenant fait appel à ses conceptions, alors un travail de déconstruction et de reconstruction est nécessaire. Ce processus est à l'origine de la difficulté du tutorat dans le cadre des TPE : que faut-il dire ? Que doit-on laisser à l'initiative de l'élève ?

3. RÔLE DE L'ENSEIGNANT

Le rôle du professeur tuteur est donc d'aider les élèves à dépasser les difficultés définies ci-dessus, ce qui implique de les diagnostiquer et de piloter des TPE en balisant le travail des élèves. Notre étude permet de préciser les modalités d'un tutorat qui se veut efficace du point de vue de la structuration des connaissances.

3.1. Interactions entre le tuteur et les élèves

Pour analyser les entretiens enregistrés, nous avons utilisé une grille (6) qui permet de rendre compte des relations entre le tuteur et les élèves. Il s'agit de voir comment le tuteur, par son attitude ou ses interventions, peut – ou non – faciliter la structuration des connaissances au cours de la recherche.

Pour chaque entretien, nous avons défini des séquences successives pour lesquelles le tuteur adopte des postures stratégiques différentes.

Nous avons distingué trois postures stratégiques correspondant à des intentions exprimées par le tuteur.

différentes
modalités
d'intervention...

(6) C'est le travail réalisé par l'équipe de Lunéville qui nous a servi de point de départ pour construire notre grille d'analyse (voir annexe).

...parfois observées
successivement
au cours
du même entretien

- **Accompagnateur/auditeur/mémoire** : le tuteur peut faire le point, reformuler, synthétiser... mais l'intervention est légitimée par le passé du groupe.
- **Expert/conseil** : le tuteur livre une information, un point de vue, un modèle, une technique mais pas une démarche (ce qui le distingue du conducteur).
- **Conducteur** : le tuteur exprime une intentionnalité qui n'est pas nécessairement légitimée par le passé du groupe. Il prend la responsabilité de proposer des pistes nouvelles.

Pour délimiter les séquences, nous avons également pris en compte le but des interventions du tuteur qui visent à permettre à l'élève de :

- **construire le sujet** en l'aidant à rechercher les limites du sujet d'étude (délimiter, définir) ; à élaborer un questionnement, un fil conducteur... ; il peut aussi suggérer des liens, repérer des indices de transfert, importer des données ou des notions, réactiver des concepts ou des connaissances antérieures ;
- **construire une démarche** en favorisant l'établissement de liens logiques, le choix des moyens d'investigation ; l'anticipation, la création d'un regard critique (déplacer le système de valeur)...
- **réaliser pratiquement** en l'aidant à planifier sa recherche, à surmonter des contraintes techniques ou à préparer son exposé ; le tuteur aide également dans les domaines de la recherche documentaire, de la communication ou de l'organisation des tâches.

La comparaison de deux groupes très différents permet de mieux se rendre compte de l'importance des interactions entre l'enseignant et les élèves. Il s'agit de deux groupes pris dans deux établissements différents ; les tuteurs sont donc différents.

l'attitude des
élèves induit
d'importantes
différences
dans la conduite
des entretiens

Le groupe 1 qui travaille sur la « *persistance rétinienne* » a pour projet d'expliquer ce que recouvre cette expression. Les élèves s'appuient sur une expérience classique dite du *poisson dans le bocal* : « *Sur une carte figure d'un côté un bocal vide et de l'autre un poisson qui constituent donc deux images distinctes. En faisant tourner très rapidement la carte on voit le poisson à l'intérieur du bocal, les deux images sont alors confondues.* »

Dès le départ, ils savent que cette perception est due à un phénomène appelé *persistance rétinienne*, ils veulent comprendre comment on peut voir quelque chose qui n'existe pas dans la réalité.

L'extrait qui suit provient de l'analyse d'un entretien réalisé quelques temps après le début de leur TPE. Cette analyse permet de classer les interventions du professeur selon les « catégories définies *a priori* : auditeur, conducteur, expert ». L'enseignant adopte en effet alternativement ces différentes postures dans le but d'aider les élèves à parvenir à structurer l'ensemble des informations dont ils disposent.

un même tuteur
peut adopter
différentes
postures

Le groupe 2 est complètement différent du groupe 1 dans la mesure où les élèves ont pour projet la conception et la pro-

Document 5. Extrait du procès verbal du groupe 1

- Au début de l'entretien, le tuteur est dans une posture d'**auditeur**.
- Il écoute, questionne et incite les élèves à faire le point. (« *Vous ne me l'aviez pas dit la semaine dernière.* »)
 - Il tente de faire délimiter le sujet. (« *D'après les informations nouvelles que vous me donnez aujourd'hui, est-ce que vous pouvez déjà préciser les choses ?* »)
 - Il aide à faire le point sur ce qui est acquis :
 - P : *C'est pas facile de faire le point : tu me dis « On se demande s'il y a une image intermédiaire. »*
 - E : *On sait qu'à un moment les deux images sont confondues mais on ne sait pas si le cerveau l'analyse.*
 - P : *Au niveau de la rétine*
 - E : *On sait que c'est pas le cerveau qui crée cette image, elle se confond sur la rétine.*
 - P : *Bon est-ce que vous êtes d'accord que vous savez ça pour l'instant ?*
 - E : *Oui*
 - P : *Ce qui est un progrès par rapport à la semaine dernière où on ne savait pas si ça se faisait au niveau de la rétine.*
- Puis, il devient **conducteur** en donnant des pistes de recherche aux élèves voire des informations.
- Il aide à reformuler les questions qui restent à résoudre :
- E : *En fait ce que l'on ne sait pas c'est pourquoi l'image reste.*
 - P : *Donc aujourd'hui c'est : pourquoi l'image reste-t-elle au niveau de la rétine ?*
- Alternent ensuite des phases où il est tour à tour conducteur et auditeur.
- Dans les phases où il est **conducteur**, il aide les élèves à construire une démarche. Il peut :
- suggérer des axes de recherches (« *Il faudrait savoir quel est l'élément qui capte la lumière.* ») ;
 - aider dans le choix des moyens d'investigation (« *À mon avis, ça suffit là vous pouvez trouver les réponses aux questions. Vous avez ces 3 livres.* ») ;
 - mettre l'accent sur ce qui lui paraît important ici le niveau d'explication (« *Vous dites c'est au niveau cellulaire, pourquoi ?* ») ;
 - inciter les élèves à l'action (« *Est-ce que vous avez imaginé des petites manipulations qui permettraient de pouvoir montrer qu'il y a persistance rétinienne ?* »).
- Entre ces phases, s'intercalent des moments où il se comporte en **expert** :
- pour rectifier une erreur d'interprétation :
 - P : *La tâche jaune est un endroit précis de l'œil...*
 - E : *Ah ! C'est pas quand on fait voir une tâche jaune.*
 - P : *Non, c'est une zone de l'œil.*
 - pour fournir des informations (« *Un pigment, c'est une substance colorée.* »).

quand un élève
se pose en expert

grammation d'un jeu informatique : un labyrinthe. Le joueur construit un labyrinthe en positionnant des murs, une souris virtuelle tente ensuite d'en sortir. Pour cela, à chaque instant, le programme détermine la distance des murs et la position des passages accessibles. Pour chaque passage repéré, le programme recherche s'il est suffisamment large, s'il a déjà été emprunté et si oui dans quel sens. Ainsi la souris virtuelle ne répète pas deux fois le même échec et peut sortir du labyrinthe. Le programme mesure le temps que la souris met pour sortir.

Un des élèves du groupe a déjà des connaissances en programmation (langage DIV) à la différence de ses deux camarades et de l'enseignant. Il se pose d'emblée en expert. Le professeur adopte alors successivement deux postures stratégiques : celle de conducteur puis d'accompagnateur.

L'analyse des entretiens permet de croiser deux types de données : les interventions du tuteur et l'attitude des élèves. Nous avons construit une grille qui permet de faire apparaître d'éventuelles régularités :

- dans la conduite des entretiens (par exemple, dans une première phase le tuteur est plutôt auditeur) ;
- dans l'évolution conjointe des postures respectives du tuteur et des élèves.

Document 6. Extrait du procès verbal du groupe 2

Dans un premier temps le professeur se positionne en **conducteur**... Il propose d'une part de rédiger le scénario du jeu et d'autre part que le programme compte le nombre de tentatives de la souris plutôt que le temps de sortie (qui ne dépend que de la vitesse d'horloge de l'ordinateur). Le but de ses interventions est entièrement orienté vers l'aide à la construction du projet car il n'est pas en mesure d'intervenir dans sa réalisation pratique. Il fonctionne essentiellement selon deux modalités d'intervention.

Parfois il questionne et suggère :

- Est-ce que vous avez déjà réalisé sur papier le schéma du labyrinthe ?
- Est-ce qu'il faut commencer au départ par faire toutes les voies possibles, avant de faire de la programmation ou est-ce que ça n'a pas d'importance. Je ne sais pas, je pose la question.
- Avant d'écrire les instructions est-ce qu'il y a une part de cheminement, de réflexion sur papier à faire ?

Parfois il reformule :

E1 : *Ce qu'on va faire, d'abord, on va dire... si par exemple le programme arrive à tel obstacle, choisir une solution aléatoire, puis après s'il arrive dans un cul-de-sac, enregistrer tous les...*

P : *D'accord, enregistrer tout le chemin qui a été fait au préalable... Comment vous allez mémoriser les choix antérieurs ?*

E1 : *Il faut les enregistrer dans des fichiers.*

P : *On a un choix, une réponse aléatoire, un cul-de-sac, ça x fois.*

E1 : *Et après c'est un choix, une réponse aléatoire parmi ce qui reste, c'est-à-dire parmi tout ce qui n'a pas été enregistré.*

P : *Bon ça c'est l'essai n.*

E1 : *Oui.*

P : *Dans l'essai n+1, c'est une réponse aléatoire moins ce qui a été mémorisé.*

E1 : *Voilà.*

À mi-parcours du TPE les élèves annoncent qu'ils ont commencé la programmation. Elle ne tient pas compte des suggestions du professeur. Ce dernier n'impose pas ses choix et, dans un deuxième temps, adopte une posture stratégique d'**accompagnateur**.

Le but des interventions du professeur est alors centré sur l'aide à la construction de la démarche des élèves. Pour cela il utilise essentiellement le questionnement comme modalité d'intervention.

P : (montre le centre du labyrinthe) *Ça c'est le point de départ ?*

E1 : *On peut la placer où on veut la souris c'est pareil au point de vue programmation.*

P : *Le point de départ n'est pas défini, elle est mise n'importe où dans un labyrinthe. Il y a une sortie ou il y a des sorties ?*

E1 : *Comme on veut, on peut en mettre plusieurs, on peut en mettre une, mais elle (la souris) s'arrête à la première porte de sortie trouvée [...] en fait son but c'est juste de sortir.*

P : *Oui mais l'idée, si je comprends bien, c'est l'apprentissage, il y a l'idée d'apprentissage.*

E1 : *Oui pour les culs-de-sac mais pas pour les sorties.*

P : *D'accord. C'est-à-dire qu'elle ne repasse pas dans des chemins qui sont des culs-de-sac.*

E1 : *C'est ça, dans des chemins qu'elle peut déduire comme étant des culs-de-sac. C'est ça le but principal du programme.*

La professeur veille cependant à ce que les trois élèves du groupe, et pas seulement l'expert, puissent expliquer ce qu'ils font, ce qui n'est pas toujours facile.

P : *Ça me semble beaucoup plus complexe que ce qui était prévu au départ.*

E1 : *Oui, mais je pense qu'on va y arriver.*

P : *Parce qu'au départ je comprenais bien, là j'ai déjà plus de mal. Est-ce que les autres de l'équipe suivent ?*

E2 : (timidement) *Oui.*

P : *Au niveau démarche et au niveau programmation ?*

E2 : (très bas) *Au niveau programmation, tout ce qui est programmation pure, c'est lui qui le fait.*

Nous avons retenu quatre attitudes possibles de la part des élèves.

attitudes observées
chez les élèves

– **Explicitation** : l'élève explique ce qu'il a fait, où il en est, ce qu'il compte faire...

– **Intégration** : l'élève s'approprie la proposition du tuteur.

– **Indifférence** : l'élève reste dans sa propre démarche.

– **Refus** : l'élève refuse d'intégrer ou de prendre en compte la proposition du tuteur.

Dans le cas du groupe 2 qui travaillait sur *l'intelligence artificielle* nous avons obtenu le résultat qui figure sur le tableau du document 8.

Analyse des entretiens du groupe 2. Pour chacun des trois entretiens les séquences sont découpées en fonction du contenu de la discussion. Le tableau indique les postures successives du professeur ainsi que l'attitude des élèves.

Entretien	Professeur (P)					Élèves (E)			Commentaire
	Séquences	Auditeur	Expert	Conducteur	Intégration	Explication	Indifférence	Refus	
n° 1 du 20-11-01	1.1	•				○			Introduction permettant de faire le point sur le travail déjà accompli.
	1.2		•	(○)					Le professeur (P) propose un étude statistique sur le nombre de tentatives de la souris (idée 1). Les élèves (E) donnent l'impression de l'accepter (ils ne s'y opposent pas).
	1.3	•				○			Besoin pour P d'avoir quelques informations complémentaires.
	1.4			•				○	P suggère que les élèves rédigent (sur papier) les étapes de leur programmation (idée 2). Sans l'avouer, parler attitude, les élèves refusent cette tâche. Ils ont une vision globale du jeu et pensent que c'est la programmation et non la réflexion préalable qui les fera avancer. Le professeur s'en rend compte.
	1.5								P propose à nouveau les idées 1 et 2. E poursuivent dans leur attitude. P abandonne.
n° 2 du 08-01-02	2.1								Même situation qu'en 1.1.
	2.2								Les élèves ont établi un « processus de passage » c'est-à-dire l'identification des portes par où la souris peut passer et par où elle n'est pas encore passée. Les paramètres nécessaires sont tous identifiés. L'explication est claire.
	2.3								P accepte (valide ?) la démarche des élèves.
	2.4		•			○			Le professeur essaie de s'assurer que deux des élèves de l'équipe (E2 et E3) maîtrisent le projet, ce qui ne semble pas être le cas. Cependant tous les élèves assument la démarche de l'équipe où un des élèves est leader (E1).
	2.5								Un des élèves (E1) se pose en expert, il anticipe les demandes du professeur, il précise les problèmes à venir et donne des pistes pour leur résolution.
	2.6								P reprend la direction de l'entretien et fait le bilan de l'entretien.
	2.7		•						Démonstration de l'état d'avancement des travaux des élèves sur ordinateur.
n° 3 du 19-02-02 (Éval. Interm.)	3.1								Exposé des élèves faisant le point sur le travail accompli. L'idée est de comparer les performances d'une souris virtuelle pilotée par un logiciel à celle d'une souris vivante dans un vrai labyrinthe. E3 expose, E1 le coupe à plusieurs reprises. E2 est muet pendant tout l'enregistrement.
	3.2		•			○			P questionne pour obtenir des précisions sur l'état d'avancement des travaux concernant la souris vivante. C'est surtout E3 qui répond.
	3.3								P questionne pour obtenir des précisions sur l'état d'avancement des travaux concernant le logiciel. C'est maintenant E1 qui répond seul.
n° 3 du 19-02-02	3.4								E3 pose le problème du conditionnement de la souris vivante. E3 ne comprend pas l'attente du professeur, il la tourne en dérision « <i>On va (pas) devenir des souris de souris.</i> »
	3.5						○		P cherche à mieux cerner et à mieux faire cerner le sujet par les E. Ceux-ci ont mal défini les termes de leur sujet : intelligence artificielle.
	3.6								P fait un bilan sévère en expliquant aux élèves qu'ils ont tort d'associer intelligence biologique à apprentissage d'une part et intelligence artificielle à programmation d'autre part. Il s'avérera que les élèves resteront imperméables à cette argumentation.

Ce travail sera poursuivi dans une recherche ultérieure visant à définir les gestes professionnels mis en œuvre par l'enseignant dans ce type de dispositif.

3.2. Postures du tuteur et structuration des connaissances

selon le type de TPE un même tuteur peut adopter des comportements différents

En analysant l'ensemble des groupes nous avons pu établir une relation avec la typologie établie précédemment. Nous avons en effet relevé, selon la catégorie, des comportements variés de l'enseignant, un même enseignant pouvant adopter des comportements différents selon le type de TPE.

Le tableau ci-dessous récapitule les principales tendances.

L'année suivante, ces tendances se sont retrouvées dans le même groupe de tuteurs.

Tableau 3. Types de pilotage

Types de TPE	Stratégies du tuteur visant la structuration
1. Travailler sur une connaissance	<ul style="list-style-type: none"> – Propose des modèles analogiques permettant de se représenter le phénomène. – Incite à changer de niveau d'explication. – Fait prendre conscience aux élèves de la nécessité de changer de point de vue. – Fait souvent le point des avancées.
2. Défendre une thèse	<ul style="list-style-type: none"> – Incite à construire le sujet pour que les élèves définissent une problématique. – Exige davantage de rigueur dans l'établissement des preuves. – Oriente les élèves vers une posture différente amorçant une analyse critique des données.
3. Expliquer un fait en s'appuyant uniquement sur des activités pratiques	<ul style="list-style-type: none"> – Reprend les différents problèmes envisagés par les élèves. – Suggère des pistes en choisissant un autre niveau d'explication. – Insiste pour que les élèves fassent des transferts de connaissances. – Recentre sur le sujet. – Incite les élèves à se placer dans une démarche expérimentale.
4. Réaliser un objet technique en se familiarisant avec un outil	<ul style="list-style-type: none"> – Propose des outils pour reformuler le problème. – Tente de faire comprendre aux élèves que l'objet construit peut constituer un outil pour les aider à comprendre un phénomène.

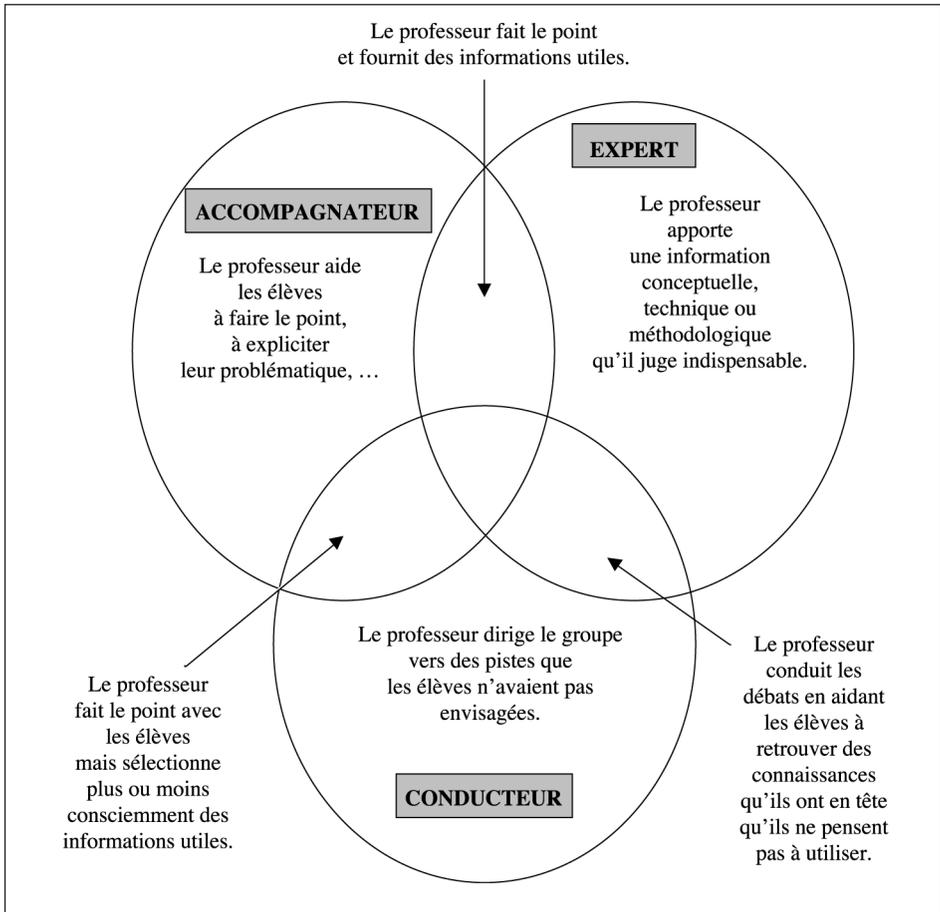
Nos observations montrent que les tuteurs adoptent les trois types de postures définies *a priori* avec toutefois tous les intermédiaires possibles. Le schéma suivant représente l'ensemble des cas observés.

des tendances dans les stratégies adoptées par les tuteurs

Il reste à savoir dans quelle mesure les modalités d'intervention du tuteur au cours des TPE permettent d'aider à la structuration des connaissances. Il est difficile de cerner ce qu'apporte chacune d'elles aux élèves et de repérer l'objectif du professeur.

Cependant, l'analyse du corpus a déjà permis de faire apparaître que la nature des apprentissages mis en œuvre et développés par les élèves peut être influencée par l'aide apportée par l'enseignant (type d'encadrement des élèves, nature des exigences...).

Figure 1. Postures du tuteur



Les extraits ci-dessous concernent trois groupes suivis par deux tuteurs. Ces exemples illustrent assez bien un type de pilotage qui intervient à des moments importants pour la structuration :

quand l'intervention du professeur est déterminante dans la structuration des connaissances

- après une phase d'errements, les élèves ont besoin de se lancer dans une direction ;
- le travail réalisé par les élèves ne correspond pas vraiment à la question de départ, l'enseignant pense qu'il doit les remettre sur la voie ;
- l'enseignant pense que les élèves risquent d'en rester à un niveau de connaissance courante (type cliché) et donc de ne pas mobiliser des connaissances ou en découvrir de nouvelles ;
- l'enseignant pense qu'il faut être plus précis.

• **Groupe « Le feu »**

Le professeur oriente ses élèves vers une question qui semble plus fondamentale « *Qu'est-ce que le feu ?* ». Il pense que les élèves risquent de passer à côté d'un réel problème, scientifique en ce sens qu'il remettrait en question leurs conceptions.

- P : ...Vous avez cherché plein de choses le feu gras le feu sec tout ça on les distingue non pas par le mot feu mais par le mot gras, etc., alors le feu finalement, le feu je ne sais pas et je me pose des questions par rapport au feu.
- E1 : *Qu'est-ce qu'un feu en lui-même c'est cela ? C'est bien cela le but de TPE, savoir exactement ce que c'est.*
- P : *Tout cela veut dire que dans ce cas-là, si c'est « qu'est-ce que le feu en lui-même », alors est-ce que cela n'est pas trop (?). Et est-ce que finalement ce n'est pas cela la véritable recherche que vous allez faire. Qu'est-ce le feu ?*

• **Groupe « Chantilly »**

le tuteur pris
en tension entre
deux orientations

Le professeur se trouve face à la même difficulté : les élèves risquent de manquer de rigueur dans la comparaison de la crème Chantilly artisanale et de la crème Chantilly industrielle, principalement dans le passage à l'état liquide :

- P : *Oui mais, quels seront les critères d'observation ?*
- [...]
- E : *Ça va devenir liquide.*
- P : *Vous allez le voir comment que ça va redevenir liquide ?*
- E : *Ben... un changement d'état.*
- P : *Certes oui mais... ça va redevenir liquide comme de l'eau ?*
- E : *Comme la crème...*
- E : *Enfin on ne sait pas trop.*
- P : *Mais vous allez l'évaluer comment ?*
- E : *On passera régulièrement.*
- E : *Je ne sais pas moi deux fois par jour...*
- P : *Vous comprenez ce que je veux dire parce que...*
- E : *Oui, oui...*
- E : *L'évaluer avec quoi...*

• **Groupe « Conservation par le sel »**

aider à réaliser
un projet ...

Là où les élèves ne voient que des résultats bizarres, déconcertants, qui ne correspondent pas à ce qu'ils attendaient, ce type d'échange peut leur permettre de mieux poser le problème.

- P : *À votre avis, l'eau, quand vous mettez du sel sur les rondelles de concombre, elle vient d'où cette eau ?*
- E : *Des vacuoles !*
- P : *Ça mériterait que l'on vérifie, peut-être !...*
- E (taquine) : *Ah bon ?*
- P : *Vous avez un problème qui est que : dans un premier temps, sur le concombre le sel fait rejeter l'eau, dégorger, comme on dit, le concombre ; dans un deuxième temps, le sel a permis manifestement la conservation de l'eau par le concombre.*

...provoquer
des ruptures

Le plus souvent le tuteur essaie d'adapter sa posture en fonction du projet des élèves tout en essayant de rendre leur travail plus structurant. Dans certains cas, il essaie de faire évoluer le sujet en prenant la responsabilité de proposer une piste nouvelle ou d'orienter vers une autre direction qui n'est pas légitimée par le passé du groupe ; il doit alors vaincre les résistances des élèves au changement. Ainsi le tuteur est-il tiraillé entre deux orientations : aider les élèves à réaliser leur projet personnel, ou provoquer les ruptures nécessaires aux apprentissages.

4. CONCLUSION

Nous avons conduit nos analyses comparatives dans le but de dégager dans quelle mesure les élèves observés ont structuré ou non leurs connaissances, et en quoi l'enseignant participe à ce processus.

dans quelle mesure
les élèves
structurent-ils
leurs connaissances...

La comparaison des différents groupes a pour but de faire apparaître des conditions nécessaires ou des « passages obligés » pour parvenir à structurer des connaissances :

- pour les élèves (niveau de maîtrise de certaines notions, mobilisation et sélection des outils intellectuels nécessaires...);
- pour l'enseignant (type d'encadrement, niveau d'expertise dans le domaine concerné...)

Elle doit également permettre :

- d'élucider les processus mis en jeu dans la structuration : mise en relation des notions dans un but précis (expliquer, prouver, réaliser...), changement de paradigme...
- de repérer quelques obstacles à la structuration (connaissances communes, substantialisme...).

Le travail d'analyse que nous avons conduit et qui a été complété par une enquête auprès des élèves (Schneeberger dir. 2003) nous a permis de cerner *a posteriori* les potentialités des TPE, c'est-à-dire le bénéfice que les élèves peuvent en tirer en terme de structuration (délimitation du sujet, changement de statut des connaissances...). Nous avons cependant décelé chez les élèves des attitudes bien ancrées qui dénotent une conception de l'activité scientifique et de la nature des savoirs telle qu'elle fait obstacle à la réalisation de leur recherche. À cela s'ajoute, chez certains, un manque de sens donné aux savoirs scolaires qui les empêche de les utiliser dans la résolution de problèmes complexes. En outre, les élèves ont tendance à écarter les sujets abordés en cours, jugés rébarbatifs. Comment réconcilier les élèves avec les savoirs scolaires en s'appuyant sur des dispositifs considérés comme innovants ? Comment articuler les apprentissages réalisés dans le cadre de l'enseignement de différentes disciplines pour aborder un problème complexe ? Les TPE sont ainsi un moyen de revaloriser les savoirs disciplinaires.

... malgré des
conceptions qui
font obstacle à la
réalisation de leur
recherche ?

Les différents disfonctionnements que nous avons pointés mettent en évidence par contraste les conditions à réunir pour rendre plus performant le pilotage assuré par le tuteur. Nous avons pu décrire de façon précise un ensemble de gestes professionnels utilisés par des tuteurs qui ont suivi les différents groupes. Ces gestes s'inscrivent dans des stratégies visant à optimiser la structuration des connaissances : ils vont de la présentation magistrale d'un concept à des conseils méthodologiques en passant par la déstabilisation du groupe en vue de rendre saillant un obstacle.

dans quelle mesure
l'intervention
du professeur
facilite-t-elle
cette structuration ?

Notre groupe a mis en évidence un ensemble de difficultés liées aux tensions entre le pilotage par l'enseignant et l'autonomie de l'élève dans une démarche de projet. L'équipe s'est interrogée sur le type de médiation permettant de répondre à de telles contraintes et se propose de poursuivre ses analyses en essayant de repérer ce que cela suppose comme compétences chez l'enseignant : par exemple savoir identifier un obstacle, susciter un questionnement, ou encore développer un esprit critique et définir ainsi les gestes professionnels auxquels le professeur a recours dans ce type de situation pour favoriser la structuration des connaissances.

P. SCHNEEBERGER,
IUFM d'Aquitaine, DAEST Bordeaux 2

A. COTTEN,
Lycée Jaufré Rudel, Blaye

H. GOIX,
Lycée Victor Louis, Talence

M. GOIX
Lycée Pape Clément, Pessac

R. RODRIGUEZ
Lycée Jaufré Rudel, Blaye

M. VIDAL
Lycée Max Linde, Libourne

BIBLIOGRAPHIE

- ASTOLFI, J.-P. & PETERFALVI, B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *Aster*, 16.
- BACHELARD, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin.
- BAUDOIN, J.-M. (1999). La compétence et le thème de l'activité : vers une nouvelle conceptualisation didactique de la formation. *Raisons éducatives*, 2.
- BEDNARZ, N. & GARNIER, C. (1989). *Construction des savoirs, obstacles et conflits*. Ottawa : Cirade.
- CYRULNIK, B. (2000). *Les nourritures affectives*. Paris : Odile Jacob.
- DALONGEVILLE, A. & HUBER, M. (2000). *(Se) former par les situations-problèmes, des déstabilisations constructives*. Lyon : Chronique sociale.
- DELIGNIÈRES, D. & GARSULT, C. (1993). Objectifs et contenus de l'EPS : transversalité, utilité sociale et compétence. *EPS*, 242.
- DEMOUNEM, R. & ASTOLFI, J.-P. (1996). *Didactique des sciences de la vie et de la terre*. Paris : Nathan.
- DEVELAY, M. (1992). *De l'apprentissage à l'enseignement*. Paris : ESF.
- FABRE, M. (1995). *Bachelard éducateur*. Paris : PUF.
- FOUREZ, G. (1999). L'interdisciplinarité : sa fonction et la méthode des îlots. Actes séminaire national 1998 « *Pluri-interdisciplinarité* » (pp. 36-51). Toulouse-Auzeville : ENFA.
- FOUREZ, G. (2002). *La construction des sciences*. Bruxelles : De Boeck.
- GIORDAN, A., GIRAULT, Y. & CLÉMENT, P. (Éds.). (1994). *Conceptions et connaissances*. Berne : Peter Lang.
- LEMEIGNAN, G. & WEIL-BARAIS, A. (1993). *Construire des concepts en physique*. Paris : Hachette.
- NUNZIATI, G. (1990). Pour construire un dispositif d'évaluation formatrice, *Cahiers Pédagogiques*, 280.
- PIAGET, J. (1974). *Réussir et comprendre*. Paris : PUF.
- REBOUL, O. (1980). *Qu'est-ce qu'apprendre ?* Paris : PUF.
- RÉZEAU, J. (2001). *Médiatisation et médiation pédagogique dans un environnement multimédia, le cas de l'apprentissage de l'anglais en Histoire de l'art à l'université*. Thèse de doctorat. Université de Bordeaux 2.
<http://joseph.rezeau.free.fr/these.htm>
- RUMELHARD, G. (1996). Représentations et travail résistant. *Biologie Géologie*, 4.

SCHNEEBERGER, P. (Coord.). (2003). *Structuration des connaissances et nouveaux dispositifs d'enseignement : le cas des TPE en Première S*. Rapport de recherche associative INRP-IUFM d'Aquitaine.

SCHNEUWLY, B. & BRONCKART, J.-P. (1985). *Vygostky aujourd'hui*. Paris : Delachaux et Niestlé.

de VECCHI, G. (1990). La construction du savoir scientifique passe par une suite de ruptures et de remodelages. *Recherche et formation*, 7.

TRAVAUX PERSONNELS ENCADRÉS OU L'EFFET CAUSAL DE L'INTERDISCIPLINARITÉ

Corinne Fortin

Le décloisonnement des disciplines apparaît comme le point nodal du dispositif des travaux personnels encadrés (TPE). Sa mise en pratique conduit à une recontextualisation des savoirs disciplinaires autour d'une problématique donnée.

À partir de témoignages d'enseignants et d'élèves, ainsi que d'observations de classe, cet article se propose d'analyser quelques exemples de pratiques pédagogiques et de stratégies de résolutions de problème, en situation de travaux personnels encadrés, en relation avec cette perspective interdisciplinaire. Il apparaît qu'en contraste avec les sujets de TPE s'intéressant aux effets d'un phénomène, ceux qui conduisent à se poser la question des causes d'un phénomène sont plus favorables à la mise en œuvre d'une certaine interdisciplinarité et de la structuration des connaissances.

objectif « TPE » :

Inscrite dans la réforme du lycée, la mise en place des travaux personnels encadrés (TPE) en 2001 a été présentée comme « un enjeu stratégique important, symbolique de toute une évolution des pratiques pédagogiques » (BO n° 3, 20/01/2000). L'ambition de ce nouveau dispositif est de promouvoir une démarche de décloisonnement des disciplines, et de rénovation des pratiques pédagogiques (BO n° 24, 22/06/2000 et n° 24, 14/06/2001).

Donner à l'élève l'initiative dans la gestion des apprentissages, tel est l'objectif annoncé par la DESCO (1) :

– **Travaux** : « Les TPE offrent aux élèves l'occasion de mener à bien une réalisation concrète qui leur permet d'enrichir leurs savoirs, de développer des compétences et d'affiner leurs méthodes. »

– **Personnels** : « Sur un sujet dont ils ont délimité les contours, les élèves, en évitant une simple compilation, élaborent en collaboration avec d'autres élèves une production, individuelle ou collective, à partir de ressources variées. »

– **Encadrés** : « Les professeurs accompagnent la prise d'autonomie des élèves ; ils leur signalent les impasses, relancent leur motivation et vérifient l'ancrage de leurs recherches dans les savoirs. »

modifier
les pratiques
pédagogiques

Dans le cadre des TPE, les élèves choisissent un sujet, et définissent eux-mêmes leur problématique. Le carnet de bord retrace la chronologie des informations recueillies, mais aussi celle des hypothèses, questionnements et raisonnements

(1) *Mise en œuvre des TPE*. Direction de l'enseignement scolaire, ministère de l'Éducation nationale, octobre 2000.

formulés. En fin de TPE, la présentation orale permet à chaque membre du groupe d'expliciter certains points, et de faire valoir auprès des professeurs évaluateurs l'originalité de la production réalisée. Autonomie et travail collectif sont ainsi privilégiés, les enseignants jouant un rôle de soutien et d'accompagnement.

dans la lignée
d'autres
dispositifs...

Si les TPE visent à renouveler les pratiques pédagogiques, ils ne constituent pas pour autant une nouveauté. D'autres approches éducatives ont en commun avec les TPE de s'organiser autour de la motivation de l'élève, plutôt que de lui imposer un savoir institutionnellement défini. Dès les années soixante-dix, la *pédagogie par objectif* (PPO) introduite par Mager (1977) vise à rationaliser la démarche explicative des enseignants. Il s'agit d'indiquer précisément aux élèves la nature des objectifs à atteindre (connaissances, compétences, etc.) afin d'assurer une meilleure cohérence entre progression et évaluation pédagogiques. Puis dans les années quatre-vingt se développe la *pédagogie de projet* (PP) centrée principalement sur l'élaboration d'un projet proposé par les élèves, et non par l'enseignant. Les élèves structurent leurs connaissances à partir d'activités qu'ils ont choisies. Mais le rythme de construction des savoirs n'est pas commun à tous les élèves. C'est ce que Mougnotte (1993) nomme la *pratique personnelle de l'enfant* (PPE) pour caractériser l'organisation individuelle du travail de l'élève, différente parfois de celle du groupe-classe. À des degrés divers, les TPE intègrent des éléments des PPO, PP et PPE, donnant une place centrale au projet de l'élève.

...mais en donnant
davantage de
place à
l'interdisciplinarité

Mais les TPE ont aussi pour objectif de proposer un travail interdisciplinaire. Introduite dès les années soixante-dix dans l'enseignement (Legrand 1978), l'interdisciplinarité n'occupait jusqu'à présent qu'une position marginale. En effet, sortir du cadre habituel de la mono-disciplinarité est une situation déstabilisante aussi bien pour les enseignants que pour les élèves.

développer
de nouvelles
compétences
et méthodes

Côté enseignant : comment coopérer entre disciplines ? maintenir un *statu quo*, adapter, ou renouveler des pratiques pédagogiques ?

Côté apprenant : l'approche interdisciplinaire modifie-t-elle le rapport à la résolution de problème ?

En nous appuyant sur des témoignages d'élèves et d'enseignants, sur l'analyse de fiches personnelles d'élèves, ainsi que sur l'observation de séquences TPE, nous avons tenté d'apporter des éléments de réponses, et proposé quelques pistes de réflexion.

Précisons cependant qu'il s'agit d'un travail exploratoire dont les résultats ponctuels décrivent un premier état des lieux mais n'autorisent pas d'emblée une généralisation.

1. TENTATIVE DE CARACTÉRISATION DE L'INTERDISCIPLINARITÉ EN SITUATION DE TPE

Approche indispensable pour résoudre des problèmes globaux (environnementaux, socio-économiques, socio-éducatifs, etc.), l'interdisciplinarité fait l'objet de nombreuses réflexions et recherches. Mais la rencontre entre les disciplines, en contexte scolaire, ne va pas toujours de soi.

en évitant
globalisme
et réductionnisme...

Ainsi, relier les disciplines, en évitant d'adopter des positions extrêmes (réductionnisme ou globalisme), constitue une difficulté à la mise en œuvre de l'interdisciplinarité (Rumelhard & Desbeaux-Salviat 2000). De plus, la pratique de l'interdisciplinarité ne s'improvise pas, mais nécessite une formation des enseignants intégrant à la fois les savoirs professionnels et les savoirs disciplinaires (Lenoir *et al.* 2001). Enfin, la démarche interdisciplinaire répond à une problématique donnée, dans un contexte donné, aux préoccupations d'un public donné.

La nécessité du dépassement des frontières disciplinaires correspond donc à la construction d'une nouvelle représentation, où seule une approche globale permet de produire un nouveau réseau de connaissances pour résoudre un problème particulier (Fourez *et al.* 2002).

construire une
organisation
interdisciplinaire

On retrouve cette perspective d'intégration des connaissances dans les recommandations officielles : « *Du temps est donné aux équipes pédagogiques pour construire une organisation capable de soutenir l'adhésion des élèves et pour leur permettre de mener un véritable travail interdisciplinaire [...] une démarche inscrite dans la durée, [...] de caractère pluridisciplinaire : les TPE doivent croiser au moins deux disciplines* » (extrait du BO du 22 juin 2000).

L'objectif recherché est donc de croiser au moins deux disciplines. Mais comment concevoir ce croisement : comme une simple convergence ou bien comme une interaction ?

1.1. Cloisonner et décloisonner les disciplines : une double nécessité

Bien que l'organisation de l'enseignement au lycée soit cloisonnée en disciplines, le terme de cloisonnement est sans doute excessif car s'il existe une frontière, elle est toutefois perméable : contiguïté, voire continuité sont possibles.

entre disciplines,
une frontière
perméable

Il subsiste malgré tout une irréductible discontinuité caractérisée par des concepts propres à chaque discipline : le *nombre* en mathématiques, la *vitesse* en physique, le *gène* en biologie, etc. Ainsi la description mathématique ou physico-chimique de processus biologiques est limitative, et ne peut rendre compte, à elle seule, des concepts de reproduction, d'espèce, d'évolution, etc. Il en est de même, pour les mathématiques et les *sciences physiques* : aucune de ces

deux disciplines ne peut se substituer à l'autre, sans l'amputer de ses concepts fondateurs. En effet, l'objet d'étude réclame une analyse *sui generis* des concepts et des compétences. Renoncer à cette rupture du champ disciplinaire revient à nier le fondement de chacune des disciplines, et peut avoir pour conséquence d'en assujettir l'une à l'autre.

l'interdisciplinarité :
du transfert ...

Décloisonner les disciplines permet de « donner du sens » et de montrer aux élèves que les connaissances et méthodes acquises dans une matière peuvent être *transférées*, c'est-à-dire réutilisées pour résoudre divers problèmes. Mais les TPE sont-ils d'ordre pluridisciplinaire (juxtaposition, complémentarité des connaissances), interdisciplinaire (intégration des savoirs) ou bien transdisciplinaire (transfert d'outils entre disciplines) ? Ou bien encore, s'agit-il de la co-disciplinarité, terme proposé par Blanchard-Laville (2000) pour préciser l'action commune de plusieurs matières dans un même projet. Toutes ces options sont possibles dans le cadre des TPE.

...à l'intégration
des savoirs

Cependant, limiter le croisement des disciplines à un transfert d'outils est parfois trop restrictif, comme le soulignent deux professeurs de mathématiques :

« *On ne fait pas vraiment des maths, mais des applications statistiques, proba* ».

« *C'est rare qu'il y ait une réflexion mathématique, le plus souvent il s'agit de décrire mathématiquement un phénomène biologique ou physique, c'est un peu frustrant* ».

Utiliser les mathématiques comme une discipline-outil pour formaliser des données en sciences expérimentales ne constitue donc pas à proprement parler un decloisonnement des disciplines, puisque l'outil mathématique fait partie intégrante des *sciences physiques* et des *sciences de la vie et de la Terre*.

établir
des connexions
entre disciplines

Pour éviter un morcellement des savoirs, ainsi qu'une incomunicabilité entre disciplines, il importe de fédérer les connaissances acquises. On doit à P. Delattre (1971) pour les sciences expérimentales d'avoir revendiqué l'élaboration d'un langage commun à travers des concepts unificateurs facilitant la communication entre disciplines, à R. Thom (1990) pour les mathématiques, d'avoir précisé le rôle heuristique de l'interdisciplinarité pour résoudre certains problèmes (concept physique de *vitesse instantanée*, et concept mathématique de *dérivée*), et à E. Morin (1999) pour les sciences humaines d'avoir mis en garde contre un cloisonnement qui occulterait les réalités globales.

Repenser le savoir disciplinaire au travers d'une nouvelle cohérence, lui donner du sens, suppose de nouvelles articulations pour enraciner des connaissances spécifiques dans une vision partagée. L'objectif est alors d'établir des connexions entre disciplines pour pallier les carences de la mono-disciplinarité.

le cloisonnement
disciplinaire,
une nécessité
épistémologique

Ainsi en est-il du concept d'*enzyme* qui emprunte à la chimie celui de *catalyse* pour le transposer au vivant. L'interdisciplinarité repose donc sur de nécessaires, mais conflictuelles relations entre disciplines : nécessaires, car il est par exemple impossible de comprendre ce qu'est l'ADN si on ignore le concept de molécule défini en chimie, ou celui d'information tel qu'il est énoncé en génétique ; mais aussi conflictuelles, dans la mesure où il faut impérativement franchir les frontières des disciplines pour en reconstruire parfois une nouvelle, telle la biologie moléculaire fondée sur un nouveau champ conceptuel, celui de molécule informationnelle.

Le cloisonnement disciplinaire apparaît donc davantage comme une nécessité épistémologique, et le décroisonnement comme une nécessité cognitive.

1.2. Obstacles à l'interdisciplinarité

le décroisonnement
disciplinaire,
une nécessité
cognitive

En réalité, la mise en pratique de l'interdisciplinarité suppose un changement de perspective par rapport au contenu disciplinaire, ne reposant pas uniquement sur des méthodes transversales. A défaut, elle se limite à des concepts génériques et à une approche réductionniste.

• **Obstacle des concepts génériques**

Les thèmes proposés pour guider les TPE, tels que *croissance*, *temps*... peuvent être source de confusion en raison de leur polysémie. En effet, bien que portant le même nom, ils ne désignent pas le même contenu conceptuel, selon la discipline.

Prenons la *croissance* ; elle n'a pas la même signification en physique qu'en biologie : en effet, les mécanismes de croissance d'un cristal ne sont pas comparables à ceux d'un organisme. De même, le *temps* qui mesure une durée est un outil pour établir une chronologie (dates, durée d'un événement), pour étudier la vitesse de développement des organes, et pour rendre compte des rythmes endogènes et exogènes. Mais en *sciences de la vie et de la Terre*, le *temps* est aussi un concept historique (évolution des organismes, d'une chaîne de montagne, etc.) qui n'a pas d'équivalent en physique, si ce n'est dans les sciences de l'Univers.

« tout est dans tout,
et réciproquement »

L'obstacle de la pensée holistique, qui ramène la connaissance du particulier à celle de l'ensemble dans lequel il s'inscrit, est de laisser croire à une possible *décontextualisation* des concepts sous l'effet de la seule transversalité. Or les manipuler, sans les expliciter à partir d'un champ disciplinaire donné a paradoxalement pour effet d'annuler le cheminement interdisciplinaire puisque la désignation « générique » des concepts (*croissance* = grandir, se développer, augmenter, etc. ; *temps* = durée, date, époque, etc.), les prive de leur sens spécifique.

René Thom (1984) dans un article intitulé : « *La boîte de Pandore des concepts flous* » s'inquiétait dès les années 80, des abus de langage et contre-sens dont étaient victimes, selon lui, les concepts de « *système, ordre, désordre, complexité, déterminisme, hasard, information...* ». Il craignait qu'émerge à terme, une dilution du sens, et donc de l'intelligibilité. Crainte fondée, si l'on en juge, parfois, par le contenu de certaines productions de TPE où le travail réalisé reste axé sur des généralités, et ne conduit à aucune explication d'ordre conceptuel. Autrement dit, l'interdisciplinarité n'est pas un placage, ni même une extension de concepts d'une discipline à l'autre. En réalité, elle correspond à une nouvelle *contextualisation* et donc restructuration du savoir scientifique pour répondre à de nouvelles problématiques.

l'interdisciplinarité...

...ne se réduit pas au transfert d'outils...

• **Risque du réductionnisme**

Les mathématiques sont parfois cantonnées, dans les TPE, au rôle auxiliaire de « mathématiques appliquées » aux *sciences physiques* et aux *sciences de la vie et de la Terre*. Les *sciences physiques* sont elles-mêmes réduites à une « science appliquée » aux *sciences de la vie et de la Terre*. Et ces dernières n'échappent pas à cette réduction, puisque les aspects physico-chimiques et même mathématiques permettent d'accéder un « langage commun ».

...n'est pas le but des TPE...

Ainsi, le sujet « *Nombre d'or et formes vivantes* » ne garantit-il pas l'interdisciplinarité. Bien qu'il soit intéressant de décrire mathématiquement des fleurs, des coquillages, etc., ces objets naturels ne servent, ici, que de support pour illustrer « l'incarnation » de fonctions mathématiques dans la nature. En revanche, la question de la morphologie d'un organisme pose aux biologistes le problème de la morphogénèse et du contrôle du plan d'organisation par les gènes du développement. Il est ingénieux de procéder à l'inverse, et de partir comme le suggère Y. Bouligand (1980) de la biologie pour aller vers les mathématiques. Il ne s'agit plus seulement d'utiliser les mathématiques comme un outil pour décrire la forme définitive des organismes, mais aussi comme un moyen d'investigation pour modéliser leur développement.

...mais un moyen d'intégration de connaissances et compétences

Décontextualisation et réductionnisme traduisent la difficulté à conceptualiser hors de son propre champ disciplinaire, et à établir des liens conceptuels entre disciplines. En fait, le réductionnisme n'est pas un obstacle en soi, mais souvent un passage obligé en sciences. Toutefois, réduire le biologique au physico-chimique, et ce dernier à une mathématisation, conduit inexorablement à une fragmentation du savoir et non à son unité. L'on obtient alors l'effet inverse de celui escompté.

En conséquence, l'interdisciplinarité, certes au cœur des TPE, n'en est pas le but, mais plutôt un moyen d'intégration

des connaissances et compétences. Encore faut-il distinguer entre l'interdisciplinarité scientifique fondée sur des problématiques de recherche, et l'interdisciplinarité scolaire caractérisée par des contenus disciplinaires, curriculaires, didactiques, etc.

2. MÉTHODOLOGIE

Le décloisonnement des disciplines est au centre du dispositif TPE, mais l'interdisciplinarité ne s'impose pas d'entrée en situation TPE, elle nécessite une maturation. Quels sont alors les obstacles rencontrés et les stratégies adoptées pour articuler les disciplines ?

Afin d'apporter des éléments de réponse à cette question, nous avons choisi de nous intéresser à l'impact des TPE sur les pratiques pédagogiques des enseignants, et sur la résolution de problème par les élèves.

L'échantillon sur lequel nous avons travaillé est composé d'enseignants (12) d'un même lycée et d'élèves (18) travaillant en groupe de trois élèves (quatre groupes en classe de première S et deux groupes en classe de terminale S).

Nous avons conduit des entretiens et des observations en classe et recueilli des écrits d'élèves : les *carnets de bords* (2) et les dossiers (19) d'élèves de terminale S, les « fiches personnelles » (67) et les réponses à une question sur les buts de la recherche documentaire (32) d'élèves de première S.

2.1. Pratiques pédagogiques des enseignants

Pour analyser les pratiques des enseignants, nous nous sommes appuyés sur :

- Des entretiens individuels non directifs menés auprès de douze enseignants (trois en *sciences de la vie et de la Terre* (SVT), quatre en mathématiques et cinq en *sciences physiques*). Ces entretiens ont porté sur la communication entre enseignants pendant le TPE (contenu des disciplines, et objectifs pédagogiques), sur leurs conceptions du rôle pédagogique de la problématique, ainsi que sur leurs conceptions de l'encadrement des élèves.

On note qu'aucun des enseignants interviewés n'avait reçu de formation à l'interdisciplinarité.

- L'observation (pendant trois séances TPE) de deux modes d'intervention des enseignants : intervention en parallèle (binôme mathématiques – SVT) et intervention conjointe (binôme *sciences physiques* – SVT). Ces observations ont été réalisées dans deux classes de première S travaillant sur le même thème *croissance* .

- L'observation (pendant deux séances TPE) de pratiques pédagogiques en relation avec le type de problématique

rechercher les obstacles et les stratégies adoptées pour articuler les disciplines

à partir d'entretiens, d'observations en classe, d'écrits d'élèves

analyser les
pratiques des
enseignants

choisi par les élèves. Deux situations ont été observées pour deux binômes d'enseignants. Un binôme est engagé autour d'une problématique centrée sur la recherche des effets : « *Quels sont les effets des engrais sur la croissance des plantes ?* » (sciences physiques – SVT, niveau première S), et l'autre autour d'une problématique sur la recherche des causes : « *Le tabac est-il responsable du cancer du poumon ?* » (mathématiques – SVT, niveau terminale S).

- L'analyse des productions d'élèves de terminale S (19 dossiers). Les critères retenus sont : compilation ou la structuration interdisciplinaire des connaissances.

Afin de ne pas placer les enseignants interviewés et observés qui étaient mes collègues dans un contexte qui s'apparenterait à une évaluation, les entretiens et les observations ont été menés de façon informelle, et non programmée.

2.2. Résolution de problème par les élèves

Pour analyser certains aspects de la résolution de problème, nous nous sommes appuyés sur :

- L'analyse de « fiches personnelles » d'élèves (67). Dans sa fiche, l'élève expose son « vécu » du TPE. Il décrit sa démarche (acquisition des connaissances et méthodes), indique les difficultés rencontrées et les progrès réalisés, et précise ses relations avec les autres membres du groupe (et parfois aussi avec les enseignants). Le dépouillement de ces fiches a porté sur le ressenti des élèves (satisfaction ou déception) au sujet de l'autonomie, de la recherche documentaire et de la démarche interdisciplinaire.
- L'observation de trois groupes de trois élèves niveau première S pour déterminer les motivations à l'origine du choix du sujet et du problème posé (trois sujets : « *Alimentation et obésité* », « *La pollution de l'eau* », « *L'espérance de vie* »).
- L'examen du *carnet de bord* pour suivre la démarche des élèves (dix-neuf *carnets de bord* d'élèves de terminale S ont été consultés, mais seuls deux ont été retenus car ils mentionnaient précisément la démarche des élèves). Deux groupes de trois élèves, niveau terminale S, sont concernés. Un groupe travaillant sur le sujet : « *Le cancer du poumon* » a noté les changements de problématique qui ont guidé leur progression. L'autre groupe travaillant sur le sujet : « *L'origine des couleurs des feux d'artifices* » a noté ses résultats expérimentaux et ses interprétations.
- Les réponses d'élèves de classe de première S (32), à la question : « *quel(s) est (sont) le(s) but(s) de la recherche documentaire ?* »
- La retranscription de dialogues d'élèves d'un même groupe de trois élèves en situation de recherche documentaire pour suivre le traitement de l'information en fonction de leur problématique.

Précisons que, j'ai réalisé ce recueil des données en présence de mes élèves, pendant les séances TPE.

rechercher
l'impact des TPE
sur la résolution
de problème
par les élèves

Compte tenu du faible échantillon de population sur lequel nous avons travaillé (12 enseignants, 18 élèves), et du petit nombre d'observations de classe (5 séances de TPE), la méthodologie utilisée n'a permis d'explorer que certains aspects des pratiques pédagogiques et de la résolution de problème. Les situations que nous décrivons et sur lesquelles nous appuyons nos analyses sont donc ponctuelles et nécessairement partielles.

3. DIFFÉRENTES CONCEPTIONS DES PRATIQUES PÉDAGOGIQUES EN SITUATION TPE

modalités de l'intervention pédagogique des enseignants

À partir d'observations de classe, et d'entretiens menés auprès d'enseignants, nous avons sélectionné les informations relatives à la communication entre enseignants et aux modalités de l'intervention pédagogique.

3.1. Collaboration des enseignants en TPE : entre co-animation et co-élaboration

côte à côte ?

Un rapport de l'Inspection générale de l'Éducation nationale (2) mentionnait récemment, la difficulté de la mise en œuvre de l'interdisciplinarité : « *Les TPE incitent les professeurs de disciplines différentes à travailler ensemble, cela ne signifie pas que les pratiques interdisciplinaires soient acquises... La situation la plus fréquente est encore la juxtaposition de deux disciplines plutôt que l'interdisciplinarité, l'une des deux disciplines prenant souvent le pas sur l'autre* ».

Tout en reconnaissant l'intérêt de la coopération entre disciplines, les enseignants interviewés disent ressentir une forme d'incommunicabilité :

face à face ?

« *Associer deux disciplines scientifiques est une idée pédagogique intéressante, mais qui présente une difficulté pour gérer concrètement l'interdisciplinarité, en raison de la différence de langage. Difficulté de communication entre profs sur le contenu scientifique des sujets choisis par les élèves* ».

ensemble ?

« *La plupart du temps, chacun s'en remet à son collègue pour tout ce qui n'est pas de sa matière. Il n'y a pas réellement de mise au point transversale, mais une association des connaissances des deux disciplines* ».

« *J'échange avec le collègue, mais nous ne travaillons pas vraiment ensemble* ».

(2) *Les travaux personnels encadrés*. Rapport de l'Inspection générale de l'Éducation nationale. 2001.

deux types
d'intervention :
en parallèle
ou conjointe

Parmi les douze enseignants interrogés, huit (2 en mathématiques, 2 en SVT, 4 en *sciences physiques*) disent avoir procédé séparément lors de toutes les séances de TPE, et quatre (2 en mathématiques, 1 en SVT, 1 en sciences physiques) ont ménagé des plages horaires pour être présents conjointement auprès des élèves.

Finalement, deux types d'organisation sont rencontrées : l'intervention en parallèle ou l'intervention conjointe des enseignants. Nous relatons ici deux exemples issus de l'observation de deux classes travaillant sur le même thème, *croissance*. Le premier exemple associe deux professeurs de SVT et de mathématiques, et le second deux professeurs de SVT et de *sciences physiques*.

**• Exemple 1 :
intervention en parallèle des enseignants**

Les deux professeurs travaillent séparément, chacun avec un groupe d'élèves : en mathématiques, étude des courbes de croissance ; en SVT, analyse des contrôles hormonaux, cellulaires et génétiques.

circonscrire son
domaine de
compétence

Ils échangent des informations, mais en l'absence des élèves. Celles-ci sont de nature technique (convention d'écriture, précision du vocabulaire, etc.) ou conceptuelle (mini-cours destiné au collègue sur un point précis, par exemple la différence entre *allèles* et *gènes*).

En délimitant son domaine de compétence, le professeur contourne la question du décloisonnement disciplinaire et de fait, ne modifie pas ses pratiques pédagogiques. Les échanges se résument à une juxtaposition et non à une interaction des savoirs. Ici, les deux disciplines ont été associées, tout comme on associe différents corps de métiers pour construire une maison. Les enseignants ne changent pas fondamentalement leur rapport aux disciplines. Nous sommes donc dans un mode fonctionnement pluridisciplinaire avec contribution des différentes spécialités, sans pour autant aller au décloisonnement, chacun restant dans son champ disciplinaire.

**• Exemple 2 :
intervention conjointe des enseignants**

Dans un premier temps, chacun opère dans sa discipline : en *sciences physiques*, les explications relatives aux besoins énergétiques, et en SVT celles concernant les aspects hormonaux, cellulaires et génétiques.

se confronter à un
nouveau champ
de connaissances

Puis dans un second temps, les professeurs font face, ensemble, au groupe-élèves pour répondre à leurs questions, et développer les explications. Dans ces circonstances, les collègues échangent en présence des élèves, et s'interrogent mutuellement. Ainsi, se sont-ils demandé : comment définir la croissance en prenant en compte la dimension biologique et physico-chimique ? Question en vérité restée,

sans réponse, mais qui a fait l'objet de discussions à propos de la variation de la vitesse de croissance selon l'âge, des besoins énergétiques, et surtout de la distinction entre croissance et développement.

Ici, les enseignants sortent de leur domaine strict de compétence, ce qui conduit à une interaction, laquelle rompt provisoirement avec le cloisonnement disciplinaire. En recherchant un langage commun et une approche conceptuelle commune, ils s'engagent dans une démarche interdisciplinaire.

entrer dans
l'interdisciplinarité
par la recherche
d'un langage
commun

On remarquera que, pour le même thème *croissance*, ces deux types d'organisation semblent fixer des contextes d'apprentissage différents : l'un avec maintien du cloisonnement disciplinaire, l'autre avec une ouverture à l'interdisciplinarité.

3.2. Les modalités de l'intervention didactique

Les TPE proposent la construction du savoir autour d'une problématique définie par les élèves, et non par le professeur. Habituellement, celui-ci propose le problème, et apporte les connaissances et méthodes pour le résoudre.

lorsque le
professeur ne
propose plus
ni le problème...

En situation de TPE, la nature de son intervention est donc à reconsidérer. Restent à préciser les limites de l'intervention didactique. Deux points ne font pas l'unanimité parmi les enseignants : la problématique, et les limites de l'encadrement.

• **Fonction pédagogique de la problématique**

Bien que la problématique soit énoncée par l'apprenant, sa signification (3) est l'enjeu de tensions entre enseignants. La DESCO (4) précise que « *Pour un élève de lycée qui mène un TPE, il s'agit essentiellement d'interroger simultanément les savoirs de plusieurs disciplines en posant une question ciblée, correspondant à un intérêt particulier, à laquelle le travail de recherche permettra d'apporter une réponse argumentée et vérifiée, grâce à un aller-retour entre investigations et analyses* ». Le recours aux recommandations officielles de la DESCO et du CASRL (5) ainsi que la définition du terme « problématique » comme : « *ensemble de problèmes dont les éléments sont liés* » (dictionnaire Robert) » devraient

... ni les
connaissances
ni les méthodes

-
- (3) « *Le TPE est-il défini par une question ? C'est ce que répondent les professeurs de sciences : mathématiques, sciences physiques et chimiques, sciences de la vie et de la Terre. Est-ce plutôt une problématique ? C'est ce que disent les professeurs de lettres ou de sciences sociales* » (extrait du rapport de l'Inspection générale sur les travaux personnels encadrés, juin 2001).
- (4) Brochures de la Direction de l'enseignement scolaire : « *Mise en œuvre des TPE à la rentrée 2000* », octobre 2000 et 2001.
- (5) Comité académique de suivi de la réforme des lycées, rentrées 2000 et 2001 : « *L'objectif est : "Amener les élèves à poser des questions permettant une comparaison ou donnant lieu à controverse"* ».

permettre, *a priori*, de trouver un accord. Or ce n'est pas toujours le cas.

Deux oppositions apparaissent dans les entretiens, l'une à propos de la nature du questionnement, l'autre au sujet des limites de celui-ci :

- la problématique... – une problématique axée sur le *comment* (6) est revendiquée par les trois professeurs de SVT, tandis que pour les autres collègues, on ne peut écarter le *pourquoi* (7). Cette querelle des mots est particulièrement sensible, allant jusqu'à créer parfois des crispations. En réalité, l'obstacle finaliste est ici au cœur de la polémique. En *sciences physiques* et mathématiques, la question de la causalité se résout par des lois ou des démonstrations logiques ; le *pourquoi* se substitue ainsi au *comment* sans pour autant exprimer une conception finaliste. Au contraire, en biologie, cette substitution est quasi impossible, si ce n'est au risque du finalisme (« *l'œil est fait pour voir* », « *les jambes sont faites pour marcher* », la sélection naturelle est faite « *pour éliminer les organismes inadaptés* », etc.).
- ...problème – le terme de problématique est considéré comme « *pompeux* » et « *trop général* » par quatre enseignants (deux en mathématiques, un en *sciences physiques* et un en SVT). Ils attendent, précisément, un « *problème posé par les élèves* » résolu selon une « *démarche scientifique* ». En revanche, huit enseignants (deux en SVT, deux en mathématiques et quatre en *sciences physiques*) acceptent toute formulation de la problématique : « *un ou plusieurs problèmes(s)* », ou « *une question* » pourvu qu'elle soit bien délimitée, et que les réponses apportées soient cohérentes.
- ou question ?

• Des interventions pédagogiques différentes selon le type de problématique

Mais le type de problématique semble aussi avoir un impact sur l'attitude pédagogique des enseignants. Ainsi, deux modes d'intervention de deux binômes d'enseignants ont été observés en liaison avec la problématique choisie par les élèves : « *Quels sont les effets des engrais sur la croissance des plantes ?* » (SVT- *sciences physiques*) ; « *Le tabac est-il responsable du cancer des poumons* » ? (SVT-mathématiques).

la problématique des effets...

1^{er} groupe : les effets des engrais

Les enseignants ont travaillé en parallèle avec les élèves (SVT : augmentation des rendements, notion de facteur limitant, etc. ; *sciences physiques* : chimie des engrais). Ces derniers ont répondu en deux parties, d'une part sous forme de catalogue en posant un diagnostic positif ou négatif des

(6) *Comment* au sens de : « *par quel moyen ou mécanisme expliquer le phénomène étudié* ».

(7) *Pourquoi* au sens de : « *à quelle fin, ou à quel objectif est destiné le mécanisme étudié* ».

effets des engrais, et d'autre part en décrivant la chimie des engrais sous forme d'équations.

...renforce des pratiques
« mono-disciplinaires »

Ici, *la problématique des effets* renvoie chaque professeur à son domaine de compétence, et n'impose pas d'établir un lien explicatif entre cause et effet.

2^d groupe : les causes du cancer

la problématique des causes...

Il ne s'agit pas de déterminer les effets du tabac sur les poumons, mais de « vérifier » si le tabac est cause ou non du cancer du poumon. Pour répondre à une telle question, les élèves ont construit avec l'aide des enseignants une démonstration fondée sur une démarche statistique (mathématiques) et sur la séparation de variables (SVT). Les deux professeurs ont collaboré étroitement pour relier résultats expérimentaux et analyse mathématique.

Ici, *la problématique des causes* oblige à l'interaction disciplinaire, car il ne peut y avoir d'explications séparées à la question posée (l'une mathématique, et l'autre biologique).

...favorise des pratiques
« interdisciplinaires »

Il semblerait donc que, le traitement pédagogique de la *problématique des causes* puisse être utilisé comme un levier possible pour œuvrer à une collaboration interdisciplinaire des enseignants.

• Difficulté à déterminer le degré de l'encadrement des élèves

Une question récurrente apparaît dans les entretiens : jusqu'où faut-il encadrer les élèves ? Bien qu'il soit recommandé aux professeurs de les « accompagner », aucune précision n'est donnée quant aux limites de cet accompagnement, si ce n'est de favoriser « la prise d'autonomie des élèves ». Mais alors comment concilier encadrement et autonomie ?

Les douze enseignants font remarquer qu'il faut éviter deux écueils :

comment gérer l'autonomie des élèves ?

- laisser les élèves choisir des sujets difficiles à maîtriser, au risque d'entraîner un découragement, ou une production trop superficielle ;
- pré-programmer la progression du TPE à leur place.

Pour autant, les productions réalisées sont souvent le produit d'une compilation. Parmi dix-neuf productions examinées, quinze résultaient d'un travail de compilation. Pour pallier cette « dérive » constatée à l'échelle nationale, une évaluation-bilan du CASRL (8) recommandait : « Il faudrait sans doute que les professeurs du TPE interviennent plus dans les processus d'apprentissages et les démarches en jeu dans les TPE ». Quelle est alors la marge d'intervention de l'enseignant ?

(8) Étude du CASRL réalisée à partir de 300 fiches d'évaluation de l'épreuve TPE année 2001-2002.

Parmi les douze enseignants, deux points de vue opposés se sont exprimés :

encadrer
les élèves :

- 7 (deux en mathématiques, deux en SVT, trois en *sciences physiques*) pensent que le professeur doit jouer le rôle de « personne ressource » et ne répondre qu'à la demande de l'élève. L'encadrement a alors pour objectif de vérifier la validité des informations recueillies, tout en laissant l'apprenant « redécouvrir » les acquis scientifiques.
- 5 (deux en mathématiques, un en SVT, deux en *sciences physiques*) considèrent que l'intervention de l'enseignant ne se limite pas à conseiller l'élève ou à vérifier ses acquis, mais à « travailler » avec lui.

« travailler avec » ?

Si ces deux points de vue reconnaissent le rôle décisif de l'élève dans la construction des connaissances, ils préconisent des modes d'intervention, *a priori* peu conciliables, en raison d'une divergence de conception sur l'autonomie.

Les deux citations suivantes pointent deux visions contradictoires :

« *L'objectif des TPE, c'est l'autonomie des élèves. Il faut donc intervenir le moins possible, pour qu'ils trouvent par eux-mêmes* ».

« *Les élèves ne sont pas autonomes dès le départ, c'est un apprentissage l'autonomie. Moi, je travaille avec eux les méthodes et les connaissances, d'autant qu'ils choisissent souvent des sujets hors programme* ».

ou n'intervenir
qu'à la demande ?

Dans la première citation, l'autonomie est une activité spontanée, sollicitée dès le début du TPE. L'enseignant adopte une attitude peu interventionniste semblant attribuer à la démarche TPE (sujet, problématique, recherche documentaire, traitement des données, etc.) une action auto-structurante des connaissances.

Dans ce cas, l'organisation du TPE est alors centrée sur la planification des tâches que doit accomplir l'élève (choix du thème, du sujet, de la problématique, recherches documentaires, et production). L'investigation est ici valorisée : découverte du sujet, recherche d'information, approche expérimentale, etc.

Dans la seconde citation, en revanche, l'autonomie relève d'un « *apprentissage* » car « *les élèves ne sont pas autonomes dès le départ* ». L'enseignant adopte une attitude plus interventionniste considérant la démarche TPE comme une contrainte structurante, mais pas suffisante : « *je travaille avec eux* » implique aussi bien des explications, des démonstrations, que la mise en place de situations de confrontation, de vérification, etc. Le rôle de l'enseignant est alors de provoquer des situations favorisant la structuration des connaissances chez l'apprenant.

Mais la question de l'autonomie des élèves renvoie aussi à celle de la compétence du professeur. Deux enseignants co-participants aux TPE (SVT et *sciences physiques*) nous ont

rapporté avoir échangé leur discipline pendant deux séances de TPE.

l'autonomie :
moyen ou but ?

Ainsi, le professeur de SVT a encadré les élèves sur des connaissances physico-chimiques et celui de physique sur des connaissances de SVT. Tous deux disent avoir été confrontés à des difficultés méthodologiques (recherche de la fiabilité de l'information) et conceptuelles.

Déstabilisés par leur « *incompétence* » respective, ils se sont retrouvés en « *situation d'apprentissage comme les élèves* », et n'ont pu véritablement contrôler les acquis des élèves qu'ils encadraient.

Même si cet épisode reste anecdotique, il souligne l'importance d'une communication étroite entre les professeurs pour construire des situations didactiques qui aident les élèves à franchir les limites des disciplines. Mais il rappelle aussi que cette construction repose nécessairement sur une approche interdisciplinaire maîtrisée (connaissances et démarches) pour répondre le plus justement possible à la demande des élèves, et les aider à progresser. Il exprime également l'importance d'une formation interdisciplinaire des enseignants, qui est pourtant généralement absente.

l'interdisciplinarité :
enjeu de formation
des enseignants

Essentiellement disciplinaire, la formation des enseignants n'exclut pas, cependant, la pluridisciplinarité. Les professeurs de SVT ont un bagage mathématique et physico-chimique. De même, les professeurs de *sciences physiques* maîtrisent des connaissances mathématiques, et les professeurs de mathématiques appliquent leurs savoirs à des champs disciplinaires (9) aussi variés que l'astronomie, l'épidémiologie, etc. Mais certains enseignants reproduisent les automatismes de leur propre formation, et fonctionnent sur le mode exclusif de la contiguïté des disciplines.

Les douze professeurs interviewés n'étaient pas, par principe, opposés à l'interdisciplinarité. Mais leur souci principal était de maîtriser les connaissances afin de guider le plus rigoureusement possible les élèves. Au cours des entretiens, huit d'entre eux précisent que cette exigence les a amenés à rester sur le seul terrain de la mono ou pluridisciplinarité. Les quatre autres reconnaissent que les TPE ont été une opportunité pour tenter des expériences pédagogiques fondées sur l'interdisciplinarité, initiant ainsi une réflexion sur la nécessité du décroisement des disciplines.

(9) Voir à ce sujet, la revue *Tangente* qui prend en compte aussi bien l'histoire des mathématiques, que divers champs d'action en sciences expérimentales et sciences humaines.

4. APPROCHE INTERDISCIPLINAIRE DE LA RÉOLUTION DE PROBLÈME

En classe, les activités de *résolution de problème* sont généralement proposées aux élèves par le maître comme un exercice d'application ou d'évaluation des connaissances. Le projet pédagogique des TPE vise, au contraire, à amener l'apprenant à la fois à concevoir et à résoudre le problème. Cette nouvelle donne est fortement motivante, mais aussi perturbatrice, d'autant qu'elle implique une intersection des disciplines.

apprendre autrement

Le dépouillement de soixante-sept « fiches personnelles » ciblant les points constitutifs des TPE (autonomie, investissement, construction de la problématique et interdisciplinarité) nous apprend que :

choisir un sujet

construire
le problème

rechercher
et traiter
l'information

- La grande majorité des élèves (56) exprime une réelle satisfaction vis-à-vis de l'autonomie : « *travailler autrement* », « *en toute liberté* » mais 11 « *regrettent* » le cours ou les TP : « *on travaille autrement, mais on apprend pas vraiment, on passe notre temps à chercher des infos* ».
- Tous disent s'investir dans la recherche documentaire, ainsi que dans la production finale mais beaucoup (32) mentionnent avoir des difficultés de compréhension : « *je n'ai pas tout compris* », « *on n'arrive pas à s'expliquer à nous-même le résultat des recherches* ».
- De nombreux élèves (48) élèves pointent leur embarras pour circonscrire le problème « *on ne sait pas comment limiter le problème* », « *on a dû changer plusieurs fois la problématique au cours du TPE* ».
- Pour la quasi totalité (61) des élèves, le point d'achoppement demeure la structuration des connaissances dans le cadre de l'interdisciplinarité : « *le plus difficile, c'est de réunir les deux matières pour répondre au problème* ».

Répondre au problème posé est le but final des TPE. Mais avant cette dernière étape, les TPE se structurent autour du choix du sujet, de la construction du problème, de la recherche et du traitement d'information ; chacune de ces étapes participe activement à la *résolution de problème*.

4.1. Motivation et choix du sujet

Les observations de classe montrent que le choix du sujet fait l'objet d'âpres discussions, et même de négociations entre élèves, chacun cherchant à convaincre l'autre, et faire valoir son point de vue, jusqu'à l'obtention d'un accord.

Insatisfaction et nouveaux besoins de connaissances déterminent généralement la prise de décision. La motivation apparaît donc comme un facteur intégré à la *résolution de problème* (de la Garanderie 1991, Nuttin 1980). Mais le choix du sujet peut aussi être déterminé par le rapport qu'a

l'apprenant à la nature : rapport fusionnel ou frontal. Se pense-t-il comme étant *dans*, ou *face* à la nature ?

choisir un sujet
de TPE
peut correspondre
à un positionnement
face à la nature

Examinons la motivation d'un groupe d'élèves dont le sujet portait sur l'obésité. Leur objectif était de « *connaître les règles d'une alimentation équilibrée pour éviter l'obésité* ». À partir de la « formule du poids idéal » (PI), et de la composition de repas « type » ; ils en ont déduit qu'il suffisait de s'en tenir aux « règles » alimentaires prescrites par les scientifiques pour éviter l'obésité. Malgré les conseils répétés des professeurs de SVT et de *sciences physiques* pour les orienter sur d'autres pistes (génétique, hormonale, énergétique), le groupe est resté sur sa position.

La recherche documentaire a d'abord été axée sur le recensement de ces « règles » (ne pas dépasser les apports énergétiques, respecter les proportions de protéines, lipides et glucides, etc.). Puis elle s'est orientée sur les « avantages » et « inconvénients » des différents régimes : omnivore, végétarien, et végétalien. Une fois ce travail effectué, le groupe était pleinement satisfait, et ne s'inquiétait nullement des conditions d'obtention du PI, de sa validité mathématique ou physico-chimique, ni même de la signification biologique de la ration alimentaire.

Le passage progressif de la prévention (« *manger ceci, et ne pas manger cela* ») à la prescription (« *vous mangerez ceci, et non cela* ») et à une règle de vie sous la tutelle de l'autorité scientifique (« *vous devez manger ceci, et non cela* ») a guidé l'essentiel du TPE. Le non respect de la formule « magique », ou du régime « miracle » ayant pour conséquence : « *ceux qui ne respectent pas ces règles sont obèses* ».

la prévention
ou le souci
de respecter
une harmonie
universelle

Nous avons retrouvé la même démarche à propos du tabagisme, de l'alcoolisme, des OGM, de la pollution, etc. Ces sujets sont souvent traités par les élèves pour apaiser leurs angoisses, plutôt que pour chercher à expliquer. La motivation principale est alors la recherche de lois qui régissent l'équilibre naturel, seules garantes, selon cette conception, d'une harmonie universelle, et donc d'une bonne santé (ne pas fumer, ne pas boire, ne pas polluer, ne pas cloner, ne pas faire d'OGM, etc.).

L'apprenant utilise ici les différentes disciplines pour justifier sa croyance en l'existence d'un ordre naturel normatif régi par des *lois* (mathématiques, physico-chimiques et biologiques) auxquelles il faut impérativement se soumettre (10). Il s'agit d'une attitude « contemplative », où toute action sur la Nature est jugée comme « potentiellement » nuisible à l'Homme.

(10) OGM : « *la modification du génome : ce n'est pas naturel, c'est dangereux pour l'Homme* » élève de 1^{re} S.

ne pas modifier
la Nature...

Dans cette conception fusionnelle, l'Homme et la Nature sont censés ne faire qu'un. Pour les élèves qui la partagent, l'analyse critique des données biologiques, physico-chimiques ou mathématiques est rebutante, car elle n'a pas de sens et à l'enthousiasme succède parfois la déception, voire la démotivation. Cette conception qui a été à l'origine de la motivation pour le sujet fait donc obstacle au raisonnement. L'enseignant doit alors la dépasser pour recentrer le sujet sur un objectif scientifique.

La motivation peut aussi être d'ordre pragmatique : lutter contre les maladies, les pollutions, etc. Contrairement à la conception précédente, utiliser les « lois » pour réaliser des projets scientifiques (explorer l'univers, synthétiser des molécules...) est une source de motivation, mais celle-ci n'est pas suffisante pour accéder à l'explication.

Ainsi, un sujet sur « *La pollution de l'eau* » (sciences physiques/SVT) a conduit les élèves à identifier des agents polluants. Puis laissés à eux-mêmes, ils se sont lassés de leur recherche, ne disposant pas des compétences opératoires et conceptuelles nécessaires. Une collaboration avec les enseignants (discussions autour de documents sur les arguments justificatifs du seuil de pollution) leur a permis de s'interroger sur le concept de pollution, et de ne pas s'en tenir aux seules techniques de mesure des polluants. En fin de TPE, la réflexion s'est orientée sur les actions humaines possibles, soit pour limiter la pollution de l'eau, soit pour traiter l'eau polluée.

...ou agir
pour modifier
la Nature

Un autre sujet consacré à « *L'espérance de vie* » (mathématiques/SVT) a conduit les élèves à s'interroger sur la signification de cette expression. Le décalage entre le vécu (la durée de vie), et le concept mathématique d'espérance a constitué un obstacle ; les deux étant dans un premier temps confondus. Pour les différencier, des explications détaillées du professeur de mathématiques ont été décisives (notions de statistiques). Une fois ce cap passé, la recherche a porté sur les facteurs de variation de *l'espérance de vie* (par exemple le manque d'hygiène, la malnutrition...), et des moyens de la modifier.

Dans ces deux exemples, l'apprenant prend conscience que l'Homme peut agir sur la nature : gestion des ressources, et modification de l'espérance de vie, etc. En réalité, la motivation initiale (signification de *l'espérance de vie*, lutter efficacement contre la pollution) ne se maintient que si, au cours du TPE, les élèves trouvent d'autres points d'ancrage leur permettant de résoudre leur problème (apport des statistiques, concept de pollution).

Relancer la motivation implique, semble-t-il, un va-et-vient entre l'empirique et le conceptuel afin d'aider l'élève à trouver de nouveaux motifs de s'approprier les connaissances. Si l'Homme peut agir sur la Nature, alors celle-ci devient un objet d'étude parmi d'autres. Dans ce cas, la convergence des

disciplines renforce l'idée selon laquelle les *lois* (mathématiques, physico-chimiques et biologiques) sont des contraintes à gérer et non des interdits.

choisir un thème
pour participer
à un débat
de société

La motivation des élèves pour les sujets liés à la protection de la nature répond souvent à l'inquiétude de voir les activités humaines détruire la planète. L'accident de Tchernobyl avec les risques du nucléaire, l'affaire de la « vache folle » (nourrir des végétariens avec des farines animales), l'action des CFC sur trou d'ozone, l'action des gaz à effet de serre sur les modifications du climat, etc. sont autant d'exemples qui interrogent les élèves sur la gestion (ressources et exploitations) de la planète. L'éducation à l'environnement (Sauvé, 1999) s'intéresse particulièrement aux représentations (psychologiques, sociales, etc.) qui peuvent guider certains choix de développement (durable ou non). Ainsi les questions relatives à l'environnement ne sont plus réservées aux seuls experts, mais alimentent le débat médiatique avec les partisans et les opposants au *principe de précaution*, comme c'est le cas au sujet des OGM. En choisissant ce type de sujet, les élèves veulent à leur manière participer au débat.

4.2. Construction de la problématique et représentation du problème

Si le problème posé par les élèves dépend de leur motivation pour le sujet, il dépend aussi de la représentation qu'ils s'en font. Bien des TPE débutent par des interrogations qui sont rarement des problèmes « scientifiques », mais plutôt « médiatiques » : quels sont les effets de l'alimentation sur le sexe des enfants ? Quels sont les effets du tabagisme ? Quels sont les effets des engrais sur les plantes, quels sont les effets du nombre d'or sur la structure des plantes ? etc. Il s'agit ici d'une *problématique des effets* et non des causes.

problématique
des effets
et juxtaposition
des connaissances

Pour dépasser le stade correspondant au fait de cataloguer les effets, les enseignants invitent les élèves à une activité réflexive en rupture avec le sens commun, c'est-à-dire, à construire des problèmes qui ne se posent pas spontanément : quels sont les facteurs génétiques et environnementaux responsables de l'obésité ? du cancer du poumon ? etc. En recherchant, comment « mesurer » la part génétique et la part environnementale, l'apprenant va progressivement distinguer causalité et corrélation. Ainsi, combinant l'analyse biologique et mathématique, gagne-t-il en autonomie par un travail de distanciation critique à l'égard du discours médiatique.

Par exemple, l'action du tabac sur le cancer du poumon est un sujet récurrent qui correspond à une inquiétude d'adolescents, eux-mêmes gros consommateurs. Mais ils ne s'interrogent pas, en début de TPE, sur le lien causal entre tabagisme et cancer, ni sur la notion de facteur de risque. En effet, *l'expérience première* (Bachelard 1967) avec la variété

problématique
des causes...

des signes cliniques (toux, troubles respiratoires, etc.) concentre toute leur attention, et joue comme obstacle en occultant la variation des paramètres en jeu (concentrations des substances cancérigènes, facteurs génétiques, etc.). Nous présentons ici la succession (11) des différentes interrogations d'un groupe.

Exemple 1. Évolution des interrogations autour du thème cancer du poumon et tabac

Question 1 : Quels sont les effets du tabac sur l'organisme ?

Descriptif : effets de la nicotine sur le système cardiovasculaire et sur le système nerveux, effets cancérigènes des goudrons, et de l'action hypoxyque de CO.

Constat : augmentation des cancers du poumon et de la consommation de tabac.

Hypothèse : le tabac provoque le cancer du poumon.

Analyse de graphes comparatifs entre fumeurs et non-fumeurs et taux de cancer.

Question 2 : Le tabac est-il responsable du cancer des poumons ?

Question 3 : Comment le savoir ?

Utilisation des outils mathématiques

Signification conceptuelle de ces outils : cause ou corrélation (approche statistique)

...et intégration
des savoirs

À chaque remaniement de la problématique, les généralités sont abandonnées au profit du spécifique, par la création de sous-problèmes. Ces derniers traduisent à la fois un changement de représentation, et la nécessité d'associer les deux champs disciplinaires (SVT/mathématiques). La pertinence de la problématique se joue ainsi dans sa capacité à modifier la pensée commune (tabac = cancer) pour s'engager dans une heuristique des mécanismes explicatifs (prédisposition génétique, facteur de risque, etc.). La construction par rectifications successives rend compte des opérations nécessaires pour se détacher de l'immédiateté de l'observable (les effets). La recherche d'explications causales suppose donc, à un moment ou à un autre, de renoncer à la *problématique des effets*.

4.3. Recherche d'information et attitudes cognitives

la recherche
documentaire...
pourquoi ?

La recherche documentaire ou expérimentale est une activité appréciée par les élèves, mais parfois le doute s'installe quant à la démarche choisie, aux résultats obtenus et aux interprétations proposées. Pour 32 élèves interrogés sur le « but » de la recherche documentaire, nous avons obtenu quatre réponses, dans les mêmes proportions : trouver la solution au problème, trouver des explications, limiter la problématique, et apprendre de nouvelles choses. De l'observation de classe, deux comportements ont été repérés, face à la recherche d'information :

- soit la transformer en une recherche d'un corrigé au problème posé ;
- soit l'utiliser comme support à un nouveau questionnaire.

(11) 11 semaines sur 18 ont été consacrées à la question n° 1, soit plus de la moitié du TPE.

• **Quand la recherche d'information s'apparente à la recherche du corrigé**

recherche
documentaire
sans distanciation

Pour répondre à leur problématique : « *Quels sont les facteurs de la germination et comment agissent-ils sur la graine ?* », les élèves ont observé l'organisation interne d'une graine, réalisé des expériences pour tester les conditions de germination (avec ou sans lumière, avec ou sans eau, etc.), cherché à savoir si la graine était vivante (test de respiration à sec et avec eau), et enfin détecté la présence d'amylase dans les cotylédons (grains de blé coupés sur gélose + amidon + eau iodée).

Alors que le groupe était bien avancé (10^e semaine de TPE), il connaît une « crise de confiance », pensant ne pas disposer de toutes les informations nécessaires. Cette inquiétude collective trouble un des élèves qui attend de la recherche plus qu'elle ne peut lui donner, à savoir une explication définitive. Soudain, il « panique » :

Exemple 2. Un obstacle : la recherche d'une explication définitive

Crise au sein du groupe :	<i>C'est trop compliqué, on n'y arrivera jamais.</i>
Commentaire d'un élève :	<i>On a beaucoup cherché, le temps passe, on n'aura pas fini à temps. Maintenant il faut être efficace, on va se partager le travail, Anthony cherchera sur internet, Nabil sur l'encyclopédie, et moi dans les livres de SVT.</i>
Intervention de l'enseignant :	<i>Vous allez chercher quoi exactement ?</i>
Réponse de l'élève :	<i>Maintenant, je veux voir les explications.</i>

juxtaposition des
données collectées

Ici, l'élève adopte une attitude qui lui est familière : rechercher le corrigé d'un exercice quand il a l'impression de ne pas pouvoir progresser. L'objectif de la recherche documentaire n'est plus de construire une explication raisonnée à partir des données recueillies, mais de trouver, *de visu*, la solution au problème posé. La dynamique d'investigation s'essouffle, et cède progressivement la place à une démarche narrative, où l'essentiel du travail consiste à raconter le savoir savant, sous l'autorité d'une source d'informations (encyclopédies, manuels, sites internet, etc.). Ce type de TPE relève alors du « copier-coller », par juxtaposition des données collectées, où l'élève plaque un modèle explicatif formalisé, généraliste, sans lien précis avec sa problématique.

L'abandon prématuré de « l'enquête » au bénéfice d'une réponse normalisée s'apparente à ce que Piaget (1972) appelle le *refoulement cognitif*.

Trouver une réponse incontestée et incontestable – « *je veux voir les explications* » – devient la finalité du TPE. Il s'agit, ici, de se soustraire au conflit cognitif en se « réfugiant » dans des valeurs sûres : les explications toutes faites. La recherche documentaire est alors comprise comme un jeu de piste, où à partir de quelques indices, l'apprenant doit trouver au détour d'une page de manuel, d'encyclopédie, etc.

recherche
documentaire
avec distanciation

l'objet caché (la réponse), en un temps limité. En réalité, il manifeste ainsi sa résistance, voire son opposition à modifier sa conception initiale.

La compilation devient alors le meilleur rempart contre toute déstabilisation des représentations erronées, faisant cohabiter sans jamais s'affronter le discours savant, et celui de l'apprenant.

• Quand la recherche d'information suscite un nouveau questionnement

Tous les élèves ne s'enferment pas dans cette quête absolue d'explications « révélées ». La recherche d'information est aussi l'occasion d'une confrontation entre la représentation de l'apprenant et ce qu'il découvre. Ainsi un groupe d'élèves travaillant sur la cause de la peste s'est interrogé sur ses acquis :

Exemple 3. Recherche d'information et raisonnement explicatif

- *La bactérie est responsable de la peste chez l'homme, mais pas chez les oiseaux.*
- *Ça veut dire que la bactérie n'est pas pathogène pour tous les animaux.*
- *Ce n'est pas la bactérie qui donne la peste, mais la toxine qu'elle produit.*
- *Et la toxine n'est pas toxique chez tous les animaux ? c'est bizarre.*
- *Mais alors ça change tout.*
- *Tout quoi ?*
- *Ça veut dire que les oiseaux sont capables de détruire la toxine et pas l'homme.*
- *Il faut chercher du côté du système immunitaire, les conditions qui rendent la toxine pathogène.*
- *C'est quelle molécule la toxine ? elle provoque quelle réaction chimique ?*
- *Et les enzymes, ils peuvent peut-être la détruire ?*

confrontation
possible entre
représentations
et résultats
de recherche

La conception première, selon laquelle un micro-organisme est pathogène quelle que soit l'espèce, est ici remise en cause par l'intégration d'une nouvelle information (les oiseaux n'ont pas la peste). D'une représentation offensive de la bactérie, l'apprenant passe à une représentation pathogène de la toxine. Le décalage entre conception initiale et résultat de la recherche déclenche un conflit cognitif, à propos du rôle de la toxine, qui déstabilise l'apprenant (« *mais alors ça change tout* »). Cette première rectification initie un nouveau questionnement sur la chimie de la toxine et sur la fonction du système immunitaire (conception immunogène de la toxine).

Si la motivation et la représentation du problème guident la recherche, celle-ci s'inscrit :

- Soit dans un schéma de finalité (« *je veux voir les explications* ») avec une lecture en parallèle des données mathématiques, SVT, ou physico-chimiques. L'élève n'a alors qu'une vision fragmentaire, et émiettée du sujet étudié.
- Soit dans un schéma de causalité (mécanismes biochimiques à l'origine la peste) avec la construction d'un champ interdisciplinaire pour donner une unité explicative.

4.4. Traitement de l'information : réorganisation et recontextualisation des données

abandonner
un mode de pensée
mono-disciplinaire...

Extraire les données constitue un premier tri, mais cela ne suffit pas. Encore faut-il réorganiser ces données, en les combinant pour produire du sens. La construction de la réponse au problème posé résulte, d'une part d'une interaction entre les nouvelles informations issues de la recherche (documentaire et/ou expérimentale) et celles déjà stockées en mémoire par l'apprenant, et d'autre part de la transformation de ces données en un ensemble cohérent permettant de construire une réponse adaptée (Newell & Simon 1972).

Cependant les acquis dans une discipline se révèlent souvent peu opératoires hors de ce cadre disciplinaire. C'est pourquoi, malgré une problématique et des hypothèses pertinentes, l'apprenant s'accroche parfois à un mode de pensée de type mono-disciplinaire.

... et recontextualiser
les connaissances

Pour que le traitement de l'information soit significatif, l'élève doit transférer et *re-contextualiser* les connaissances des différentes disciplines en fonction de sa problématique (Raynal & Rieunier 1997, Allieu 1998). Pour atteindre cet objectif, il met en œuvre un raisonnement qui n'est pas identique à celui de l'expert et procède généralement par tâtonnement (Cauzinille, Mathieu & Weil-Barais 1985).

Sont présentés ici, des exemples d'obstacles au transfert des connaissances, mais aussi des exemples de leur dépassement tirés de l'observation de classe.

• **Prégnance d'une lecture « mono-disciplinaire » des données**

Pour répondre à la problématique suivante : « *Quels sont les mécanismes de la vision ?* » les élèves ont assimilé l'œil à une lentille convergente (le cristallin) formant des images sur une surface (la rétine). Cette description uniquement optique leur a fait dire, que l'œil « voit ». L'essentiel du TPE a alors été consacré à la description du fonctionnement « physique » de l'œil (lois de Descartes, comparaison entre l'œil normal et l'œil myope, hypermétrope, etc.). Quant à la partie biologique, la réalisation d'une maquette de l'œil a précisé, au niveau de la rétine, la présence des bâtonnets et des cônes nécessaires à la vision des couleurs.

en l'absence
de recontextualisation
des données...

L'observation concrète de la chose vue (image formée sur la rétine) a supplanté les concepts de codage et d'intégration du message nerveux (la vision), au point d'en oublier d'impliquer les nerfs optiques et le cortex visuel !

Un autre TPE sur « *L'origine des couleurs des feux d'artifices* » a été, dans un premier temps, justifié par la chimie des observations.

La cause est identifiée : la combustion ; l'effet l'est aussi : la couleur obtenue. Quant à la réponse, les élèves semblent

Exemple 4. Origine des feux d'artifice

Problématique : *Quelle est l'origine de la couleur des feux d'artifice ?*

Observations :

le carbone en poudre versé sur la flamme du bec bunsen donne du rouge

le fer en poudre donne une couleur jaune orangé

l'aluminium en poudre donne du blanc.

Réponse : *La couleur du feu d'artifice s'explique par*

$4C + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2CO$ (rouge)

$3Fe + 2O_2 \rightarrow Fe_3O_4$ (orange)

$4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$ (blanc)

...une démarche
limitative...

considérer qu'elle est contenue dans les équations chimiques. La participation de l'enseignant par le biais d'interrogations (quel est le rôle de l'oxygène ? est-il possible d'obtenir des couleurs en l'absence de l'oxygène ? toute substance brûlée produit-elle une couleur ? qu'est-ce que la lumière ? etc.) a permis de rebondir sur les causes de l'émission de lumière, de la production d'étincelles, et de l'incandescence lors de la combustion, et ainsi de relancer la recherche sur le lien qui peut exister entre combustion et formation de lumière colorée.

Dans ces deux exemples, la juxtaposition d'éléments factuels semble se substituer à l'acquisition des concepts tandis que la réponse reste centrée sur l'application des savoirs, sans expliquer le phénomène. Le transfert des connaissances en procédant par simple glissement des savoirs, d'une discipline à l'autre peut aussi conduire à une impasse comme dans l'exemple suivant.

Exemple 5. Transport des gaz dans le sang (extrait du dialogue entre élèves)

Problématique : *Comment voyage l'O₂ dans le sang ?*

Glissement d'une discipline à l'autre

– *L'hémoglobine fixe O₂ : Hb (rouge sombre) + O₂ = HbO₂ (rouge vif)*

– *Comment l'Hb fixe l'O₂ ?*

– *Le fer de l'hème fixe l'O₂, c'est du Fe²⁺*

– *Comment écrire l'équation avec Fe³⁺/Fe²⁺ ?*

– *Y a un problème, c'est pas comme en chimie, d'habitude on écrit :*

« Fe³⁺ + e⁻ = Fe²⁺ (Fe³⁺ : oxydant, et Fe²⁺ : réducteur),

et Cu⁺ = Cu²⁺ + e⁻ (Cu⁺ : réducteur, et Cu²⁺ : oxydant)

Bilan : Cu⁺ + Fe³⁺ = Fe²⁺ + Cu²⁺ »

– *Qu'est-ce qu'on fait de l'O₂ ?*

– *C'est peut-être comme la rouille, le fer change de couleur, et le sang aussi.*

– *On peut écrire un truc du genre : Fe²⁺ + O₂ + 4H⁺ = Fe³⁺ + 2H₂O, en milieu acide.*

Une relation causale est établie entre la présence de O₂ et le changement de couleur du sang (oxydation du fer : analogie avec la rouille). Mais au moment d'écrire les équations, les élèves hésitent longuement : comment introduire Fe²⁺ et Fe³⁺? En réalité, l'appropriation des connaissances ne se

...où l'apprenant transfère les connaissances d'une discipline à une autre

fera qu'au prix d'une nouvelle approche qui n'est pas celle de l'oxydoréduction avec le couple $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ déjà connu. Ici, les enseignants ont fourni aux élèves des documents de travail (illustrations sur la structure chimique de l'hème en SVT, et descriptif des relations chimiques entre hémoglobine, oxyhémoglobine en sciences physiques). La confrontation entre les acquis en chimie (gain, perte d'électrons et oxydant, réducteur) et ceux du TPE (gain, perte de O_2 et oxydant, réducteur) a suscité une *re-contextualisation* biochimique des données.

Le transfert *homothétique* des connaissances d'une discipline à l'autre est symptomatique d'une lecture strictement mono-disciplinaire. Il empêche provisoirement l'apprenant de *recontextualiser* les connaissances acquises. L'encadrement des enseignants par la mise en place de situations pédagogiques (discussions, interrogations, suggestions, etc.) peut aider l'apprenant à rechercher un lien explicatif par interaction des champs disciplinaires.

**• Médiation interdisciplinaire :
entre rectification et modélisation des acquis**

la recontextualisation des données...

La juxtaposition des connaissances déclaratives et procédurales, hors contexte, est source d'erreurs. Pour être en mesure de les rectifier, il faut déjà avoir pu les identifier. Ainsi, une discussion engagée autour de l'interprétation de la courbe de dissociation de l'Hb- O_2 est un bon exemple d'une argumentation initialement erronée, en voie de rectification.

Exemple 6.

- C'est quoi la pression partielle d' O_2 ?
- La définition c'est : « la pression partielle d'un gaz dans un mélange gazeux est proportionnelle au pourcentage de gaz dans le mélange : ex la pression atmosphérique étant de 760 mm de Hg et la teneur en O_2 de 21 %, la $pp\text{O}_2$ dans l'air est de $760 \times 21 \% = 160 \text{ mmHg}$ ».
- Oui, mais ça c'est valable pour le poumon, dans le sang ça change.
- J'ai noté qu'il y a 200 ml d' O_2 pour un 1 l de sang, quand le sang est saturé en O_2
- Donc quand le sang est saturé à 80 % ça représente 160 ml O_2 pour 1 l de sang, etc.
 $pp\text{O}_2 = 760 \times 80 \% = 608 \text{ mmHg}$; c'est pas possible, y a un problème avec le graphe.

...une démarche interactive

Au début, les élèves effectuent un calcul sans s'interroger sur sa signification, puis confondent le pourcentage de saturation de l'Hb en O_2 avec la proportion de O_2 .

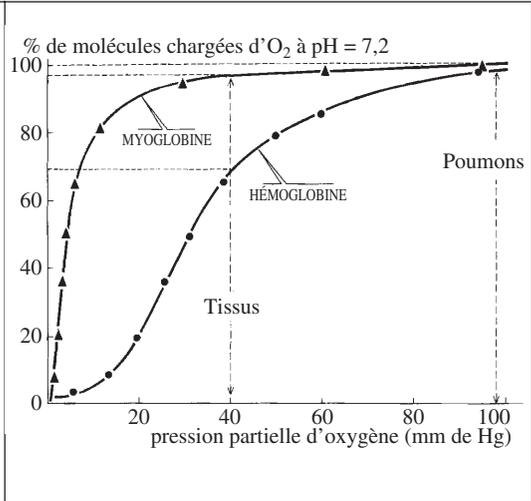
Enfin, ils renoncent au calcul de la proportion O_2 , et font une relecture du graphe comme un relevé de mesures évident :

L'élève raisonne ici à partir :

- de compétences méthodologiques, liées à la représentation graphique.
- de connaissances conceptuelles : pression partielle (p.p.) et conditions de fixation ou de dissociation Hb- O_2 .

Exemple 7.

- Ça n'a rien à voir, il faut lire le graphe autrement. La ppO_2 , elle est donnée, on n'a pas à la calculer. Nous, à partir du graphe, on peut dire combien y a d' O_2 dans le sang. Pour une ppO_2 de 40 mmHg, on lit sur le graphe 80 % de saturation, donc la quantité de O_2 dans le sang est de 160 ml ($200 \times 80 / 100$), et pour une ppO_2 à 160 jusqu'à 100 mmHg, on a toujours 200 ml d' O_2 ?
- Ça veut dire que si 200 ml d' O_2 est égal à 160 mmHg de ppO_2 , une ppO_2 égale à 80 mmHg ne correspond pas à 100 ml d' O_2 ? c'est donc pas proportionnel.
- Mais c'est quoi exactement cette ppO_2 ?
- C'est la concentration de O_2 dans le sang ?
- Non, c'est $PV = nRT$, d'après la formule des gaz parfaits.



Une simple description de la courbe (« pour une p.p. d' O_2 de x, on constate un % de saturation de y ») n'aurait pas soulevé tant d'interrogations et d'hésitations et les enseignants auraient pu penser que la lecture du graphe ne posait aucun problème.

En revanche, dès que l'erreur est clairement énoncée (confusion entre p.p. d' O_2 et pourcentage de saturation de Hb ; ou p.p. et concentration), un travail réflexif est possible.

En effet, l'erreur révèle la nécessité de faire appel à de nouveaux concepts (ex. : la pression partielle) et méthodes (ex. : lecture de graphe) pour avancer dans la compréhension du phénomène étudié. Ici la « rectification » comme étape de construction des savoirs, procède d'un travail d'articulation entre disciplines par *recontextualisation* des données, en vue d'établir un lien explicatif, par exemple pour dégager le rôle de la pression partielle dans le transport du O_2 .

Une fois la « rectification » établie, la structuration définitive des connaissances se fera autour de l'explication. Pour dépasser le stade figuratif de la description des acquis, et accéder à un niveau opératoire et conceptuel, l'élève peut alors s'engager dans une démarche heuristique de modélisation.

Reprenons, l'exemple de la courbe de dissociation de l'Hb- O_2 . Les élèves identifient les paramètres en jeu : pourcentage de saturation de Hb, p.p. O_2 , fixation-libération du O_2 . Ils séparent ces variables avant de les relier : p.p. O_2 conditionne le pourcentage de saturation de Hb, lequel détermine la fixation ou la libération du O_2 . Reste maintenant, à expliquer la signification physiologique de ce graphe. La comparaison avec la courbe de dissociation de la myoglobine est un premier point de départ.

décrire
n'est pas expliquer

Exemple 8.

- Myoglobine : un hème et une chaîne de 153 acides aminés, Hb : 4 chaînes d'acides aminés et 4 hèmes qui peuvent fixer le O_2 donc l'Hb, c'est comme 4 myoglobines.
- La myoglobine, elle peut fixer qu'un seul O_2 puisqu'elle n'a qu'un hème, donc elle est très vite saturée, tandis que l'Hb, elle peut en fixer 4, et là y a saturation. Avec un hème, la courbe est différente par rapport à 4. Pour la myoglobine, ça monte vite et puis après ça stagne ; tandis que pour Hb c'est progressif, ça forme une sorte S.
- Oui avec l'Hb, on n'a pas 4 fois la courbe de la myoglobine, c'est différent.
- La fixation de O_2 est progressive, c'est ça qui change tout ; les 4 O_2 ne se fixent pas d'un coup.
- C'est donc l'Hb qui fait que les 4 O_2 ne se fixent pas tous, mais par étape ; pour fixer les 4, il faut peut-être en fixer 1 d'abord, puis 2, puis 3, puis 4, c'est progressif.
- Ça veut peut-être dire que la molécule Hb se transforme, quand elle a fixé le premier O_2 , elle devient différente, alors le deuxième O_2 peut se fixer, et ainsi de suite.
- Mais à quoi ça sert de fixer un, puis deux ... O_2 ?
- D'après le graphe, c'est lié à p.p. O_2 dans le sang, ça doit permettre d'apporter plus de O_2 aux organes quand ils en manquent.

L'allure hyperbolique de la courbe de myoglobine (présence un seul hème), et celle sigmoïde de Hb (quatre hèmes) constituent le premier niveau explicatif. Mais, les élèves envisagent aussi une transformation de Hb suite à la fixation progressive de O_2 . Ils vont encore plus loin, quand ils relient la forme des courbes à la structure de la myoglobine et à celle de Hb. Bien que partiel, leur modèle « allostérique » explicite de façon informelle (et à tire d'hypothèse), la fixation et la libération de O_2 en relation avec les besoins des organes.

par la
recontextualisation
des données...

Les modèles liés aux représentations des élèves ou les simulations visant à reproduire un phénomène contribuent à la construction des connaissances par l'apprenant, mais ils ne peuvent être véritablement qualifiés d'activités de modélisation. La modélisation permet à l'élève de se détacher de l'expérience immédiate, de hiérarchiser ses connaissances, et de planifier sa démarche en vue de rendre fonctionnel et prévisionnel son modèle (Giordan & Martinand 1987). Ici, la structuration des connaissances à partir du champ de référence empirique (protocole, mesures, résultats expérimentaux, etc.) constitue la base de la modélisation par *recontextualisation* des données, et s'appuie sur de nouvelles articulations disciplinaires : d'un côté le concept chimique de *structure* et de l'autre celui, biologique, de *fonction*.

...modéliser pour
comprendre

Ces différents exemples montrent qu'un problème scientifique ne naît pas immédiatement de la seule motivation. Il se construit tout au long du TPE par confrontation entre la représentation initiale et l'acquisition de méthodes et de connaissances. En effet, l'agencement méthodique des données ne produit pas *ipso facto* une structuration des savoirs, pas plus que l'organisation des connaissances ne s'effectue par assimilation progressive des savoirs et savoir-faire.

Les obstacles rencontrés lors de la résolution de problème (représentation fusionnelle, représentation du problème, enfermement dans une logique mono-disciplinaire, etc.) pour

être dépassés doivent être relayés, semble-t-il, par des activités de structuration (rectification, réorganisation des acquis par *recontextualisation*, par modélisation) et par des activités *transférables* proposées par les enseignants.

5. CONCLUSION

Les résultats limités exposés dans cet article, si tant est qu'ils puissent être généralisés, soulignent quelques obstacles mais aussi des performances des enseignants et des élèves confrontés à la nouveauté des TPE. Cinq aspects essentiels ont pu être mis en évidence :

- la difficulté du passage de la mono à la pluri et à l'interdisciplinarité ;
- les variations dans les modalités d'intervention des enseignants, entre « attentisme » et « interventionnisme » ;
- l'intérêt du passage d'une *problématique des effets* à une *problématique des causes* ;
- les liens entre les représentations fusionnelle ou séparatiste et le choix de la problématique ;
- la nécessité de *re-contextualiser* les données pour structurer les connaissances.

des pratiques
pédagogiques
et des stratégies
de résolution
de problème

Il apparaît que la formulation d'une *problématique des causes* facilite la mise en œuvre de l'interdisciplinarité, par un traitement *recontextualisé* des données, lequel conduit à des phases de rectification, de transfert et de structuration des connaissances. Tandis qu'une *problématique des effets* favorise la pluridisciplinarité, et un traitement de l'information par juxtaposition des connaissances pouvant aboutir à une compilation des données.

une situation
de recherche
qui peut favoriser
la structuration

Cependant l'interdisciplinarité ne se décrète pas. Elle ne s'impose que dans la mesure où elle est incontournable pour la résolution de problème. Et c'est en ce sens, qu'elle exerce un « effet causal » sur la structuration des connaissances. Si autonomie et investigation concourent à placer l'élève en situation de recherche, cette dernière ne doit pas être confondue avec une forme de redécouverte des acquis scientifiques (Brunold 1948, Gohau 1987). L'intérêt des TPE est de donner place à un apprentissage par *investigation-structuration* (Astolfi 1984) où l'élève explore, construit et reconstruit le réel par interaction avec l'environnement. Il faut pour cela que les enseignants repèrent les obstacles et élaborent, séparément et conjointement, des situations pédagogiques qui puissent aider l'apprenant à les dépasser.

Corinne FORTIN
Lycée Jean Moulin, Torcy
Équipe INRP, *sciences de la vie et de la Terre*,
Lycée

BIBLIOGRAPHIE

- ALLIEU, N. (1998). Transfert et interdisciplinarité. *Cahiers pédagogiques*.
- ASTOLFI, J.-P. *et al.* (1984). *Expérimenter sur les chemins de l'explication scientifique*. Toulouse : Privat.
- ASTOLFI, J.-P. & DEVELAY, M. (1989). *La didactique des sciences*. Paris : PUF.
- BACHELARD, G. (1967). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin.
- BACONNET, M., BOTTIN, J., & FORT, M. (2001). *Les travaux personnels encadrés*. Rapport de l'IGEN. Inspection générale de l'Éducation nationale. MEN.
- BLANCHARD-LAVILLE, C. (2000). De la co-disciplinarité en sciences de l'éducation. *Revue française de pédagogie*, 132.
- BOULIGAND, Y. (1980). *La morphogenèse : de la biologie aux mathématiques*. Paris : Maloine.
- BRUNOLD, C. (1948). *Esquisse d'une pédagogie de la redécouverte dans l'enseignement des sciences*. Paris : Masson.
- CAUZINILLE, E., MATHIEU, J., & WEIL-BARAIS, A. (1985). *Les savants en herbe*. Berne : Peter Lang.
- CHARTIER, A.-M. (1999). Le dispositif entre usage et concept. *Hermès*, 25.
- DELATTRE, P. (1971). *Système, structure, fonction, évolution*. Paris : Maloine.
- DIEL, P. (1969, 3^e édition 1991). *Psychologie de la motivation*. Paris : Payot.
- FOUREZ G. *et al.* (2002). *Approches didactiques de l'interdisciplinarité*. Bruxelles : De Boeck.
- GIORDAN, A. & MARTINAND, J.-L. (1987). Modèles et simulations. *Actes des IX^e Journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifiques et industrielles*. Paris : DIRES.
- de la GARANDERIE, A. (1991). *La motivation : son éveil, son développement*. Paris : Centurion.
- GOFFARD, M. & DUMAS-CARRÉ, A. (1998). Résolution de problèmes de physiques et interactions professeur-élèves. In A. Dumas-Carré & A. Weil-Barais (Éds.). *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. Bern : Peter Lang.
- GOHAU, G. (1987). Difficultés d'une pédagogie de la découverte dans l'enseignement des sciences. *Aster*, 5.
- LEGRAND L. (1978). *L'interdisciplinarité en pédagogie : essai de clarification – Vers l'interdisciplinarité*. Paris : INRP.
- LENOIR, Y. *et al.* (2001). *Les fondements de l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement*. Sherbrooke : CRP.

- LENOIR, Y. & SAUVÉ, L. (1998). De l'interdisciplinarité scolaire à l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement. *Revue française de pédagogie*, 125.
- MAGER, R.-F. (1977). *Comment définir des objectifs pédagogiques*. Paris : Bordas.
- MORIN, E. (1999). *Relier les connaissances : le défi du xx^e siècle*. Paris : Seuil.
- MORIN, E. (1990). Carrefour des sciences. *Actes du colloque du Comité national de la Recherche scientifique interdisciplinaire*. Paris : CNRS.
- MOUGNIOTE, A. (1993). *La pratique personnelle de l'enfant*. Lyon : Presses universitaires de Lyon.
- NEWELL, A. & SIMON, H.-A. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs. New Jersey : Prentice-Hall.
- NUTTIN, J. (1980). *Théorie de la motivation humaine*. Paris : Presses universitaires de France.
- PIAGET, J. (1972). Inconscient affectif et inconscient cognitif. In *Problèmes de psychologie génétique*. Paris : Denoël.
- RAYNAL, F. & RIEUNIER, A. (1997). Transfert des connaissances. In *Pédagogie : dictionnaire des concepts clés : apprentissage, formation et psychologie cognitive*. Paris : ESF.
- RUMELHARD, G. & DESBEAUX-SALVIAT, B. (2000). Rencontres entre les disciplines. *Aster*, 30.
- SAUVÉ L. (1999). Éducation, environnement et développement : une approche critique. *Bulletin de l'Association des biologistes du Québec*.
- THOM R. (1984). *Ordre et Désordre*. Neuchâtel : Éditions de La Baconnière.
- THOM, R. (1990). *Apologie du logos*. Paris : Hachette.

PRATIQUES DOCUMENTAIRES D'ÉLÈVES EN TRAVAUX PERSONNELS ENCADRÉS

François-Marie Blondel
Monique Goffard
Serge Goffard
Monique Schwob

La question abordée dans cet article est celle du rôle des activités documentaires dans le cadre des travaux personnels encadrés (TPE). Nous cherchons à identifier quels sont les rapports des élèves aux documents et aux connaissances qui passent par ces derniers, et comment ces rapports sont exprimés et éventuellement modifiés par ces activités.

L'étude de quelques cas en sciences et en lettres – histoire montre que les élèves utilisent peu de documents pour choisir un sujet, qu'ils rencontrent de réelles difficultés à accéder à l'information et à comprendre celle-ci et que leur problématique évolue en fonction du champ conceptuel qu'ils construisent. Nos observations révèlent que les activités documentaires occupent une place importante dans la pratique des TPE, que, pour la partie documentaire de cette activité, les élèves ne sont pas préparés à un travail en complète autonomie, et qu'ils ne parviennent à mener un travail constructif qu'avec la présence d'un médiateur.

INTRODUCTION

Les *travaux personnels encadrés* (TPE), tels qu'ils sont définis dans les programmes des classes de première et terminale, créent une situation d'apprentissage nouvelle dans laquelle la documentation, et plus précisément la recherche, le traitement et l'exploitation de documents occupent, de fait, une place plus importante que dans le cadre de l'enseignement habituel.

Cela ne manque pas de soulever des interrogations sur les pratiques de recherche documentaire, en particulier d'accès aux documents, d'appropriation et d'utilisation de ces derniers, sur les aides apportées aux élèves, sur les outils techniques mis à leur disposition pour mener à bien ces activités, sur les conditions dans lesquelles ces dernières s'exercent, et sur les compétences (1) qu'elles supposent non seulement de la part des élèves mais aussi des enseignants.

TPE et pratiques documentaires : un ensemble de questions

-
- (1) Les compétences en matière documentaire et de TIC sont plusieurs fois mentionnées dans les textes officiels. Voir le BO n° 16 2002 consultable à <http://www.education.gouv.fr/botexte/bo020418/MENE0200935C.htm>. On pourra aussi consulter la rubrique *Références*, documents officiels du site ADIPC pour la physique chimie <http://www.inrp.fr/Tecne/adipc/refs/refs-docs-sommaire.htm>). On y trouve par exemple parmi les compétences liées aux technologies de l'information et de la communication : « être capable d'effectuer une recherche documentaire et critique sur un cédérom et sur Internet (en ligne et hors ligne) ». Programme de première scientifique, BO HSN° 7 du 31 août 2000.

En quoi ces conditions sont-elles particulières et différentes des conditions habituelles ?

l'activité recherche documentaire limitée dans les programmes

La majeure partie des activités documentaires ordinaires telles qu'elles sont suggérées dans les programmes des classes scientifiques ou dans leurs documents d'accompagnement et, pour autant qu'on le sache, telles qu'elles sont pratiquées dans les établissements, sont organisées autour de tâches de recherche de documents sur des sujets très précis ou d'analyse de documents présélectionnés. Dans de nombreux cas (2), un exemple de texte est fourni intégralement dans le document d'accompagnement, ou seulement suggéré par une référence bibliographique ou filmographique. Selon le cas, ce texte est suffisant ou non pour répondre aux questions posées ou réaliser l'activité demandée. Même si l'on peut qualifier ces activités de *documentaires* elles ne comportent en général qu'une faible dimension de recherche et s'apparentent plus à des analyses ou explications de documents.

les TPE entre encadrement et laisser-faire

Dans les conditions particulières des TPE (3), les activités documentaires sont moins encadrées et les tâches ne sont pas fixées à l'avance avec autant de précision. La différence d'encadrement se manifeste dans les lieux de travail puisque l'enseignant de la discipline n'est pas toujours présent lorsque les élèves travaillent au *centre de documentation et d'information* (CDI), en salles spécialisées équipées de moyens informatiques, ou, *a fortiori*, dans le cas où les élèves sont autorisés à aller en bibliothèque ou à rentrer travailler chez eux. On peut remarquer que la recherche d'informations à domicile est une situation susceptible de devenir de plus en plus fréquente compte tenu de l'équipement informatique des familles.

Selon le sens que les enseignants donnent aux termes *personnels* et *encadrés*, l'autonomie la plus grande est laissée aux élèves ou un encadrement très strict est imposé. Dans le premier cas, les professeurs ne mettent pas nécessairement en place des situations pour que les élèves

-
- (2) Voir par exemple, dans les documents d'accompagnement de chimie et de physique de la classe de seconde, les textes sur l'éponge (chimie p. 32), sur l'extraction (chimie p. 43 à 50) ou encore l'analyse de l'évolution historique d'une loi (physique p. 27). On pourra aussi consulter une analyse des activités documentaires dans les documents d'accompagnement de physique et de chimie à : <http://www.inrp.fr/Tecne/adipc/refs/refs-docs-sommaire.htm>.
- (3) Circulaire n° 2000-009 du 13 janvier 2000 publiée dans le BO n° 3 du 20 janvier 2000 <http://www.education.gouv.fr/bo/2000/3/default.htm>.

travaux personnels
encadrés...

apprennent à rechercher de l'information, à la trier, à l'exploiter ; ils peuvent les laisser relativement indépendants. Leur postulat est alors que les élèves ou bien savent ce qu'il faut faire et comment faire, ou bien sauront trouver les moyens de produire ce qui leur est demandé. Dans le second cas, les documents à consulter sont fortement suggérés par l'enseignant et ce dernier a déjà inventorié tout ou partie des types de questions que l'on peut se poser sur le sujet. Mais dans la plupart des cas, l'essentiel des activités documentaires relève de l'initiative des élèves, avec l'accompagnement éventuel d'enseignants : ni les méthodes de recherche, ni les thèmes, ni les types des documents à consulter ne sont imposés.

...pour acquérir
des méthodes...

Alors qu'en classe il est toujours demandé aux élèves d'apprendre quelque chose, en TPE, l'acquisition de connaissances nouvelles n'est pas une priorité. Comme le précisent les textes officiels, il est plutôt question de mobiliser des savoirs déjà existants voire de les enrichir. À l'inverse, l'acquisition de méthodes de travail et le développement de nouvelles capacités et de compétences est explicitement mentionnée.

« [...] les TPE offrent aux élèves l'occasion de mener à bien une réalisation concrète qui leur permet de mettre en œuvre les connaissances à acquérir dans le cycle terminal du lycée, d'enrichir leurs savoirs, de développer des compétences et d'affiner leurs méthodes. » (MEN 2000, p 5)

« Les professeurs veilleront cependant à ce que les sujets, étroitement articulés avec les programmes, ne soient pas trop ambitieux mais adaptés aux connaissances et aux compétences d'élèves de première : la réussite des TPE repose en grande partie sur le caractère réaliste du projet. » (MEN 2000, p 11)

...modifier
les rapports
au savoir
et au pouvoir

Par suite de ces nouvelles conditions, les TPE pourraient entraîner une modification des rapports aux savoirs et au pouvoir (par « pouvoir » nous entendons aussi ce qu'il est possible de faire). En effet, l'enseignant n'est plus le seul détenteur du savoir, d'autres sources documentaires interviennent. Les connaissances des élèves, leurs représentations peuvent être exploitées, travaillées, discutées. La confrontation de différents points de vue qui peuvent passer par les documents ne peut être qu'enrichissante pour la formation de l'esprit critique. En modifiant les rapports aux savoirs, les possibilités des élèves à lire, comprendre, discuter, réfléchir, construire peuvent être prises en compte. On leur donne ainsi l'occasion d'être acteurs de leurs formations. Les TPE, à eux seuls, ne modifient pas fondamentalement l'enseignement, mais ils créent des conditions de travail et d'accès aux connaissances radicalement différentes pour les élèves, et pour les enseignants.

Le propos de cet article est d'apporter un éclairage sur les pratiques documentaires des élèves en TPE.

1. QUESTIONS POSÉES EN MATIÈRE D'ACTIVITÉS DOCUMENTAIRES ET DE TPE

Les TPE qui sont des travaux personnels supposent une intense activité de la part de l'élève qui se répartit sur plusieurs registres.

Les textes réglementaires précisent clairement :

la place des
activités
documentaires...

« Si les TPE ne doivent pas être réduits à la simple constitution de dossiers thématiques, ils supposent néanmoins un travail préalable important de recherche documentaire, de la part des enseignants chargés de guider les élèves dans la définition et l'élaboration de leur projet, de la part des élèves qui auront à effectuer des recherches en autonomie et à savoir les utiliser avec pertinence, ou encore de la part des documentalistes des CDI sollicités par les enseignants comme par les élèves. » (4)

Les élèves vont pouvoir découvrir à cette occasion ce que sont des activités documentaires dans un projet personnel. Ils vont pouvoir découvrir ce que représente un véritable travail documentaire, avec les difficultés que cela comporte et les questions que cela pose.

...a-t-elle été
sous estimée
par les acteurs ?

Alors que les textes réglementaires ne manquent pas de préciser l'importance de la recherche documentaire, on peut se demander quelle part est effectivement consacrée à cette activité dans les pratiques de TPE, et plus précisément en quoi consiste l'activité documentaire des élèves tout au long des TPE.

1.1. La problématique dans les TPE

choisir
un sujet
et une problématique

Un des objectifs des TPE est de permettre aux élèves « d'acquérir des méthodes de travail : élaboration progressive puis choix stabilisé d'une problématique, choix d'un support adapté de réalisation, présentation synthétique, respect d'un échéancier... » (MEN 2000, p 7). Les élèves doivent avant même de définir une problématique, choisir un thème, un sujet puis préciser une problématique, mener des recherches pour construire une réponse et réaliser une production. Quelles activités documentaires ont-ils développées pour éclairer ce choix de thème et de sujet ? Quel aura été le rôle des documents qu'ils ont rencontrés, trouvés ou recueillis, dans les choix qu'ils ont effectués ?

Les documents officiels introduisent la notion de *problématique* qui est tout à fait nouvelle pour la très grande majorité des enseignants. Si l'on prend pour référence les recommandations des professionnels de la documentation, *définir une*

(4) Circulaire n° 2000-009 du 13 janvier 2000 publiée dans le BO n° 3 du 20 janvier 2000 <http://www.education.gouv.fr/bo/2000/3/default.htm>.

problématique peut se lire en référence à la « bonne » manière de conduire une recherche documentaire (5). Plus généralement, ce sont majoritairement les chercheurs en lettres, en histoire, en géographie, en sciences humaines et sociales qui utilisent la notion de problématique, alors que les chercheurs en sciences *dures* utilisent plus volontiers le terme de problème.

qu'est ce qu'une
problématique ?

Dès la première mise en œuvre des TPE, la notion de *problématique* a posé des questions aux enseignants : « ...le TPE est-il défini par une question ? C'est ce que répondent les professeurs de sciences (...). Est-ce plutôt une problématique ? C'est ce que disent les professeurs de lettres ou de sciences sociales » (extrait du rapport de l'Inspection générale sur les TPE. (MEN 2001, p. 19).

Après deux ans de pratique, la notion reste imprécise pour beaucoup d'enseignants comme en témoignent plusieurs interventions sur la liste de diffusion du ministère de l'Éducation (6).

C'est une évidence de rappeler que dans les pratiques scolaires habituelles, notamment scientifiques, les élèves ne sont pas placés dans des situations où ils doivent chercher eux-mêmes les questions auxquelles ils vont répondre. Élaborer une problématique dans le cadre d'un TPE, est-ce une autre manière de se poser des questions ? Quels sont les principaux éléments qui influent sur le processus conduisant les élèves à se construire une question précise ? Quelle est la part du documentaire dans ce processus ?

Dans le choix d'un thème puis d'un sujet et plus encore dans l'élaboration d'une problématique, il serait intéressant de mieux comprendre comment les élèves ont cherché des informations et utilisé des documents.

1.2. Recherche d'informations

recherche
d'informations
et capacités
méta-cognitives

Les difficultés de la recherche d'informations ont été assez bien identifiées par les chercheurs en sciences cognitives (Rouet & Tricot 1998). En effet, il s'agit d'une tâche complexe qui met en jeu des capacités méta-cognitives de planification, de contrôle et d'évaluation de la tâche.

Les études portant sur des observations de pratiques de recherche sur Internet ont montré que les compétences des élèves en la matière sont assez faibles (Fidel *et al.* 1999 ; Blondel *et al.* 2001 ; Beaufils 2001). Il ressort de ces études que ce ne sont pas tellement les habiletés à manipuler des

(5) Voir par exemple les conseils aux étudiants que donnent les professionnels de la documentation (URFIST de Paris) dans la méthode CERISE à la page <http://web.ccr.jussieu.fr/urfist/cerise/p13.htm>.

(6) Les archives de cette liste sont consultables à l'adresse <http://dif.education.gouv.fr/wws/info/tpe-tice-educnet>.

une recherche
d'informations
difficile

logiciels comme un navigateur ou un traitement de texte qui sont en cause dans ces difficultés, car les savoir-faire techniques liés aux interfaces utilisateur s'accroissent régulièrement. Mais ce sont plutôt des difficultés d'un autre ordre qui se manifestent dans le cadre des TPE.

On connaît encore peu de choses sur la manière dont les élèves de lycée effectuent leurs recherches d'informations. Les constats les plus courants semblent indiquer qu'ils éprouvent des difficultés à trouver des documents en rapport direct avec les questions qu'ils se posent. Quelle est la nature de ces difficultés ? Comment se manifestent-elles ? À quelles sources les élèves ont-ils tendance à faire appel ? Comment formulent-ils leurs requêtes ? Sur quels critères sélectionnent-ils tel ou tel document ?

• *Apprendre en faisant*

Alors que l'apprentissage de connaissances nouvelles n'est pas une priorité des objectifs assignés aux TPE (7) (MEN 2000, p. 11), des apprentissages en matière documentaire sont explicitement indiqués dans les documents officiels :

« Apprendre aux lycéens à sérier l'information fait partie des objectifs des TPE. [...] Plus généralement, la capacité à mener des recherches documentaires et à traiter l'information est particulièrement importante lors de la poursuite des études : il semble donc nécessaire de les y former. » (8)

« Au niveau pédagogique, [...] les documentalistes et les enseignants guident les élèves dans les différentes étapes de la recherche documentaire et les aident à utiliser avec pertinence les outils à leur disposition » (9).

les compétences
documentaires
initiales des élèves
sont-elles
suffisantes ?

Une des premières questions que l'on peut poser porte sur les conditions qui garantissent un déroulement des TPE conforme à ce qui est visé par ces objectifs. On peut se demander, en particulier, si les compétences acquises par les élèves en matière documentaire, principalement au collège, sont suffisantes pour qu'ils puissent mener à bien les tâches de documentation que requièrent les TPE.

Les observations que nous avons eu l'occasion de mener sur la recherche et l'utilisation de l'information disponible sur Internet en sciences par des lycéens (Blondel *et al.* 2000) laissent supposer que ces élèves ne possèdent pas tous les savoir-faire nécessaires à ces activités. Comment les élèves mettent-ils en pratique les compétences qu'ils ont (en principe) acquises ? S'appuient-ils sur leurs pratiques

(7) Cf. note 4 référence du document MEN.

(8) Note de service n° 2000-086 du 15 juin 2000 – MEN –DESCO : <http://www.education.gouv.fr/bo/2000/24/ensel.htm>

(9) <http://www.eduscol.education.fr/D0056/presentationprotocole.htm>

scolaires antérieures ou sur des pratiques extérieures à l'école pour conduire leur travail documentaire ?

• **Appropriation des documents**

comment
lire un document ?

Au cours de leur recherche d'informations, les élèves rencontrent des textes dont les modes de fonctionnement diffèrent de ceux des textes (narratifs et didactiques) auxquels ils sont habitués dans les pratiques scolaires. Comment vont-ils adapter leurs stratégies de lecture à ces nouvelles conditions (10) ?

Ces textes documentaires leur présentent des univers sémantiques qu'ils connaissent peu ou pas du tout. Afin de gérer des informations nouvelles, il est nécessaire de mettre en œuvre des tactiques d'intégration, comme l'usage d'encyclopédies, de textes de vulgarisation, le recours à des informateurs, la rédaction de textes intermédiaires ou de résumés. En particulier, les élèves sauront-ils reconnaître les informations qu'ils recherchent lorsqu'elles leur sont présentées de façon indirecte, au sein d'un thème qui ne coïncide pas exactement avec leur questionnement ?

Les recherches documentaires amènent les élèves à lire des textes relevant de genres socio-discursifs très divers, souvent éloignés des habitudes de lecture et de traitement des récits. On peut alors se demander comment les élèves réagissent à cette diversité de programmes textuels et de progressions thématiques, et s'ils parviennent à maîtriser une information qui s'appuie sur l'approche rétrospective plutôt que prospective (Olson *et al.*, 1981).

1.3. Production finale

La production demandée dans les TPE est inscrite dans un environnement institutionnel contraignant. On peut lire en effet :

quel travail
des élèves...

« Pour un élève de lycée qui mène un TPE, il s'agit essentiellement d'interroger simultanément les savoirs de plusieurs disciplines en posant une question ciblée, correspondant à un intérêt particulier, à laquelle le travail de recherche permettra d'apporter une réponse argumentée et vérifiée, grâce à un aller-retour entre investigation et analyses. » (MEN 2001, p. 19).

Enseignants comme élèves doivent donc, réglementairement, s'inscrire dans une telle perspective pour mener à terme leurs travaux.

(10) Sur ces aspects, voir le bilan dans : J.-É. Gombert, 1990, *Le développement métalinguistique*. Paris : PUF. En particulier, le chapitre IV : Le développement métatextuel. pp 159-195.

...pour quel type de production ?

Il nous semble que le genre de la production demandée joue un rôle fondamental dans le travail des élèves et l'utilisation de la documentation. La recherche et l'exploitation de documents sont différentes selon que la demande est de nature plus ou moins scolaire. Ce ne sont pas les mêmes procédures qui sont exploitées si les élèves doivent fournir un dossier, une dissertation, une expérience sur un protocole déterminé ou s'ils sont libres de présenter un journal, une expérience de leur cru ou une pièce de théâtre.

Quelle place les élèves ont-ils faite aux documents dans la production demandée ? Quelle trace les documents consultés ou analysés par les élèves ont-ils laissée dans les productions ?

1.4. Vers des activités de projet

les TPE : activités de projet ?

Lorsque les TPE ont été proposés, les concepteurs avaient probablement dans l'idée d'introduire des activités de projet. On peut rapprocher les textes officiels que nous avons cités de ce qu'écrivait la commission d'orientation pour la réforme de l'enseignement technologique en 1992 (cité par Crindal 2001) :

« Ce qui s'apprend et se construit au cours d'activités de projet est du domaine de la méthode. Poser un problème de façon ouverte, documenter une question, balayer un champ hétérogène de données, anticiper un programme d'action, le décomposer en étapes et en sous-programmes, [...] il est clair que le temps du projet n'est pas celui des apprentissages de contenus structurés ».

pédagogie de projet et négociations

La pédagogie de projet (Boutinet 1993) sous entend qu'il y ait une négociation entre élèves et enseignants, discussions communes pour définir à la fois les questions de planification des tâches ou d'évaluation, et le guidage de la part des professeurs pour orienter le travail ou pour aider les élèves lorsqu'ils rencontrent des difficultés. Or ni les élèves ni les enseignants ne sont préparés à ce type de travail. Dans les situations courantes de l'enseignement, cette négociation n'a pas toujours sa place. Si pour certains l'autonomie suggérée dans les textes est conçue comme une totale liberté laissée aux élèves qui doivent se débrouiller seuls, alors les possibilités d'apprentissage se réduisent et la situation devient déstabilisante pour les élèves qui se trouvent seuls devant des problèmes inconnus pour acquérir des méthodes inconnues. Il est probable qu'ils cherchent alors à utiliser des pratiques connues qu'ils ont déjà éprouvées. En revanche, si le guidage des enseignants est trop strict, il n'y a plus de place pour un projet personnel des élèves et ces derniers se retrouvent dans une situation éprouvée et banale.

Si le projet personnel est un élément moteur autour duquel se constitue le TPE, on peut se demander comment en

pratique s'élaborent et se négocient les projets des élèves y compris dans leur aspect documentaire.

1.5. Influence de la discipline concernée

L'activité documentaire étant une activité qui traverse les disciplines, nous nous interrogeons sur la manière dont elle se réalise en fonction des projets des élèves et en fonction des disciplines impliquées. Nous avons cherché à savoir quelles sont les difficultés rencontrées par les élèves dans cette activité. Et nous nous sommes également demandé si des différences existent en la matière entre les TPE qui relèvent de disciplines scientifiques et ceux qui relèvent de disciplines littéraires.

1.6. En résumé

pratiques
documentaires :
quelques questions

La question que nous avons posée pourrait se résumer ainsi :
Que sont les pratiques documentaires des élèves dans les TPE et comment se déclinent-elles suivant que la discipline impliquée se situe en *sciences physiques*, en *sciences de la vie et de la Terre* ou en lettres-histoire ?

Dans la suite de cet article, nous reprenons cette question sous les cinq sections suivantes :

- Comment les élèves utilisent-ils les documents pour choisir un thème et un sujet ?
- Comment les élèves accèdent-ils à l'information ?
- Comment les élèves s'approprient-ils cette information ?
- Comment les documents interviennent-ils dans l'évolution de la problématique ?
- Comment les élèves utilisent-ils les documents dans la production finale demandée ?

2. MÉTHODES D'OBSERVATION ET DE RECUEIL DE DONNÉES

Pour répondre aux questions posées, nous avons choisi d'observer directement les élèves durant les phases de travail de TPE qui se déroulent sur le temps scolaire. L'observation hors temps scolaire aurait demandé des moyens d'investigation que nous ne possédions pas. Le choix que nous avons fait a consisté à suivre quelques élèves ou groupes d'élèves sur la durée la plus longue possible.

études de cas

La méthode employée dans ce travail relève de l'étude de cas et ne prétend pas à la généralité. L'observation a été centrée essentiellement sur l'activité documentaire des élèves. L'objectif étant de recueillir des informations sur les activités des élèves, aucun des enseignants encadrant ces TPE n'a été interrogé, ni directement observé pendant cette étude.

Nous avons choisi d'observer deux classes scientifiques et une classe littéraire. L'observation d'une classe littéraire a été faite pour voir si les pratiques étaient différentes suivant les disciplines et si les élèves de cette classe littéraire adoptaient des attitudes différentes par rapport à la documentation, dans la définition d'une problématique ou la production d'une synthèse.

2.1. Les groupes observés et les données recueillies

trois classes
en sciences
et en lettres-histoire

Nous avons suivi, pendant l'année scolaire 2001-2002, des élèves de lycée menant, en CDI ou en salles spécialisées, une recherche d'informations et de documents ciblée sur une production finale scolaire. Selon les cas, nous nous sommes intéressés à un groupe en particulier ou à plusieurs groupes de la classe. Notre observation concerne deux classes de 1^{re} S : l'une à Paris (1SA), l'autre en province (1SB) et une classe de 1^{re} L de la proche banlieue est de Paris (1LC). Les disciplines engagées dans les TPE sont : *sciences physiques* et mathématiques, *sciences physiques* et *sciences de la vie et de la Terre* et mathématiques (en classes scientifiques), lettres et histoire (en classe littéraire). Les deux classes scientifiques se situent dans des lycées moyens, sans histoire. La classe de 1^{re} L est constituée de deux garçons et dix-neuf filles (plusieurs de ces élèves ayant été orientés « par défaut »). Les classes observées ne sont pas de type expérimental, les TPE étaient inscrits dans le service des enseignants et dans l'emploi du temps des élèves. Ni les élèves ni les professeurs n'ont manifesté d'attitude particulièrement favorable, ou particulièrement opposée aux TPE.

enregistrement
des séances

Nous avons enregistré au magnétophone tout ou partie des séances de travail et de discussions entre élèves. Nous avons aussi récupéré l'essentiel des documents consultés par les élèves ou les notes qu'ils avaient prises sur les sites Internet. Lorsque leurs carnets de bord avaient été remplis, nous les avons photocopiés. Nous avons de même pu disposer de la note de synthèse faite par un groupe d'élèves. Nous avons, lorsque les élèves fournissaient un travail écrit au professeur, photocopié des travaux intermédiaires. Nous avons enfin, dans deux cas sur trois, recueilli des traces du document final (copie du document remis, enregistrement de l'exposé oral).

2.2. Les difficultés de l'observation directe

Le recueil de données et les conditions d'observations se sont avérés relativement difficiles.

Les classes et les professeurs disposaient d'une plage commune de une à deux heures par semaine qu'il a été facile de suivre. Mais l'observation de l'activité documentaire des élèves a posé de réels problèmes qui relèvent à la fois de la méthode (peut-on vraiment observer une activité de groupe

sans intervenir ?) et des outils (les outils proposés pour garder la mémoire de l'activité des élèves au cours du TPE sont-ils appropriés ?).

l'observateur...

Dans un cas (1SA), les élèves ont plusieurs fois exprimé une demande d'explications pour poursuivre leur travail et l'observateur a dû intervenir à différentes reprises pour expliciter les textes lus. Son rôle s'est essentiellement limité à fournir des explications sur des termes ou des notions et il n'a pas fourni de conseils méthodologiques. L'observateur a pu néanmoins enregistrer les élèves au cours des séances d'études, lorsqu'elles se tenaient au lycée, en présence des enseignants.

...et l'observation

Dans un autre cas (1SB), les élèves travaillaient chez eux et ne se retrouvaient que pour les discussions avec l'enseignant, si bien qu'il était difficile de suivre leur recherche et leur travail. Les données recueillies portent donc sur des observations de discussions entre les élèves en vue de leurs rencontres avec l'enseignant et sur des discussions entre observateur et élèves sur ce qu'ils ont cherché, trouvé et les problèmes rencontrés. La présence de l'observateur a modifié les attitudes, puisqu'il a joué, tout au long du TPE, un rôle de catalyseur, en obligeant les élèves à s'exprimer, à expliciter leurs idées, à argumenter leurs choix. Il a également été conduit à répondre à certaines questions directes posées par les élèves, en particulier en vue de l'exposé final pour lequel ceux-ci n'avaient reçu aucune directive.

les TPE
une occasion
pour discuter
d'autre chose

Dans le troisième cas (1LC), les séances de travail au lycée se bornaient à des discussions qui n'avaient que peu de rapport avec le thème choisi, et l'essentiel du travail s'est fait juste avant la présentation. De plus, l'observation a commencé en janvier, alors que le travail avait débuté en septembre.

Nous avons tenté d'observer plus finement une partie de la recherche documentaire effectuée sur Internet en proposant aux élèves, et aux enseignants d'effectuer cette recherche avec le logiciel ARI (11) (Schwob & Blondel 2002). Mais l'installation du logiciel et sa prise en main ont constitué un premier obstacle qui en a retardé la mise en place. L'incitation à effectuer les recherches sur Internet au lycée, de préférence pendant les périodes scolaires n'a pas été très suivie par les élèves qui ont souvent conduit leurs recherches hors de toute observation.

(11) Le logiciel ARI, Assistant de Recherche sur Internet, permet de tracer la navigation et de prendre des notes à partir des documents consultés. Informations et documentation : <http://www.inrp.fr/Tecne/Savoir-plus/Rech40123/ari/accueil.htm>.

2.3. Des carnets de bord peu utiles

Pour comprendre le travail qui a déjà eu lieu ou qui se fait au cours des séances, la manière dont il évolue et la progression des apprentissages, la consultation des carnets de bord aurait pu être utile.

comment
les carnets de bord
sont-ils remplis ?

Nous avons constaté qu'en général, même lorsque les élèves ont rempli ces carnets, ils l'ont fait de façon stéréotypée, enregistrant les séances, sans entrer dans les détails, ni faire apparaître les problèmes rencontrés, ni, évidemment, les solutions envisagées. On trouve, par exemple : « *Non (l'objectif n'a pas été atteint), il faut la prochaine fois chercher dans les archives* » et rien n'apparaît la fois suivante. Les références bibliographiques, quand elles apparaissent, sont sommairement indiquées : « *lecture et compréhension des documents trouvés et recherche sur Encarta 1997* ». Avec des indications comme celles-ci, il est en général impossible, pour l'observateur comme pour les élèves, de retrouver les documents sources à partir de ces références. Les traces que l'on trouve dans de tels carnets sont plus du genre « main courante d'un commissariat de police », que de celui du cahier de laboratoire ou du cahier de notes de lectures dans un travail de recherche. Dans un cas (1SB), le suivi demandé par l'enseignant a plus ou moins joué le rôle du carnet de bord mais dans ces conditions, la richesse des informations qui ont pu être recueillies a été fortement limitée par une contrainte de forme (produire un plan en quatre parties).

rôles des
carnets de bord :

cahier de notes ?

Nous n'avons donc pas retiré beaucoup d'informations de la lecture de ces carnets.

Notre analyse est que leur rôle, selon les textes réglementaires, est double.

« main courante » ?

Il doit servir d'abord aux élèves : « Trace d'un itinéraire personnel, avec ses tâtonnements et ses infléchissements, il permet à l'élève de noter au fil du temps le déroulement et les principales étapes de son travail. Il garde également en mémoire les documents consultés et leurs références » (MEN 2000, p. 15).

outil d'évaluation ?

Il sert aussi aux enseignants et son rôle a légèrement évolué dans ces mêmes textes, d'instrument de dialogue – « *le carnet de bord, outil indispensable pour apprécier la démarche, n'est pas évalué en tant que tel.* » (MEN 2000, p. 17) – il devient indispensable à l'évaluation : « *Il permet aux professeurs de dialoguer avec les élèves, en laissant une trace des conseils et précisions apportés. Témoin de la démarche menée, il est l'outil indispensable de l'évaluation.* » (MEN 2001, p. 23).

Ce double rôle nous semble paradoxal. Il engage les élèves à une réflexion sur ce qu'ils ont fait, activité complexe et métacognitive que ces derniers n'ont pas l'habitude de mener en situation scolaire. Les enseignants n'ayant pas le temps de mener une discussion avec chaque groupe sur ce qui a été fait à chaque séance, cet outil de réflexion est peu utilisé.

Alors, de fait, les carnets de bord jouent aux yeux de certains élèves un rôle d'instrument d'évaluation avec pour conséquence une tendance à en dire le moins possible, par crainte d'être – mal ? – jugés, du moins le pensent-ils.

3. COMMENT LES ÉLÈVES UTILISENT-ILS LES DOCUMENTS POUR CHOISIR UN THÈME ET UN SUJET ?

Les TPE s'inscrivant dans une démarche de projet personnel, comment, à partir de ce que les enseignants leur ont présenté, les élèves choisissent-ils leurs sujets ? Des documents sont-ils intervenus dans les choix de thèmes ou de sujets de TPE ?

3.1. Un choix *a priori* peu documenté

choisir un thème

Dans tous les cas observés, les professeurs ont donné le choix entre deux thèmes : *Images* et *Temps, rythmes et périodes* ou *Images* et *Science et alimentation* en sciences, *Frontière* et *Mémoire/mémoires* en lettres-histoire.

Au cours d'une première séance, les professeurs ont informé les élèves en distribuant tout ou partie du document officiel développant ces thèmes (MEN 2000, p. 23), sans le présenter ni le commenter, puis leur ont demandé de choisir le thème et un sujet.

Pour les trois groupes observés (*Science et alimentation*, *Images* ou *Frontière*), le choix du thème a été quasi immédiat, sans aucune recherche ni consultation de documents. Les critères évoqués sont ceux d'intérêt : « *les autres ne nous intéressaient pas* », « *c'est un thème qui intéresse tout le monde* », mais aussi de motivation « *c'est un sujet plus agréable* » ou pour comprendre « *c'est intéressant de savoir comment ça marche.* »

passer du thème au sujet

Le passage du thème au sujet s'est fait de différentes façons.

Pour un des groupes de classe scientifique (ISA), le choix du thème *Image* et celui de la photographie ont eu lieu dans la foulée et un premier plan a été défini, lors de la première séance de TPE. Dans d'autres cas, ce choix est intervenu plus tard, parce qu'un long temps s'est écoulé entre la présentation et le début du travail, ou parce que le choix des élèves a été discuté par les professeurs.

Le sujet *Maladie de la vache folle* a été choisi par un groupe de la classe ISB au cours de discussions informelles pendant quelques semaines, et ce, en dehors de toute observation possible. Les élèves n'ont évoqué *a posteriori* aucune recherche ni consultation de documents. En revanche, dès qu'il a été proposé, ce sujet a fait l'objet d'un consensus immédiat.

quand
les professeurs
modifient le sujet

Concernant le thème *Frontière*, un groupe de la classe 11C a souhaité travailler sur la façon dont des peuples différents ont envisagé le passage de la vie à la mort. Les professeurs ont trouvé que cette proposition ouvrait un horizon de recherche trop vaste et faisait appel à des concepts trop difficiles pour être compris par des élèves de Première. Les élèves n'ont opposé aucune objection autre que celle d'avoir envie de traiter ce sujet. Les professeurs ont alors suggéré qu'elles étudient les rites funéraires de deux peuples différents. Bien que cela ne répondît aucunement à leur souhait, paradoxalement, elles ont accepté.

Elles confient plus tard à l'observateur leur déception amère devant le refus opposé par leurs professeurs et leur satisfaction de n'avoir presque rien à faire pendant toutes ces séances. En effet, ayant constitué, l'année précédente, deux dossiers, l'un sur les Aztèques, l'autre sur les Indiens (Indes), elles disposent déjà d'une documentation abondante, qu'elles complètent rapidement, en reprenant les documents-sources utilisés précédemment et en menant des recherches très ciblées sur Internet, puisqu'elles savent exactement ce qu'elles recherchent (noms de divinités, de lieux ou de rituels). Leur travail a été couronné de succès, en fin de parcours.

3.2. Les documents ont-ils un rôle déterminant dans le choix d'un sujet ?

comment les élèves
choisissent-ils
leur sujet ?

Ces observations nous permettent de constater que le choix du sujet ne fait intervenir, directement, que très peu de documents donnant des informations sur les thèmes. Comment les élèves font-ils alors pour choisir ?

Remarquons tout d'abord que si le document officiel (MEN 2000) n'a pas été utilisé par les élèves à cette étape, c'est qu'il ne leur est pas destiné. Les mots clés ou les sous-thèmes indiqués dans ce document ne permettent pas de définir un contenu ; ce qu'ils évoquent paraît trop « scientifique » dans le contexte scolaire (images numériques, échantillonnage, physico-chimie de la cuisine), ou trop spécifique (matérialisation des frontières, variété et juxtaposition). Si, dans un cas, quelques exemples ont été consultés, leur intitulé n'a suscité aucune idée ni représentation, et ces exemples ont été abandonnés sans discussion. Ce document, pour être incitatif, nécessiterait d'être présenté et commenté. Les élèves choisissent, dans ce qui leur est distribué, les mots qui leur parlent le plus, ceux qui leur sont les plus familiers.

Les aspects d'actualité et de médiatisation ont joué un rôle certain dans la détermination du sujet.

Pour le groupe *Maladie de la vache folle* (15B), le sujet a été abordé à la radio, à la télévision et dans les journaux et, dès le départ, les élèves ont fait référence à un article traitant d'un des aspects les plus médiatiques, l'abattage des troupeaux.

importance
de l'actualité

Les élèves semblent conscientes de la nécessité de se documenter. Les choix, plus ou moins volontaires, de sujets *extra-scolaires* impliquent le recours à des sources documentaires difficiles à trouver au sein des établissements. Elles ont d'ailleurs à plusieurs reprises, mentionné l'insuffisance des CDI, qu'elles les aient ou non fréquentés. Les recherches sur Internet, avec des expressions larges comme « *science et alimentation* », donnent tant de résultats que les élèves sont découragées. Le critère qui peut devenir alors déterminant est l'accès facile à une documentation abondante disponible par ailleurs. Deux arguments semblent avoir été déterminants pour ce groupe : d'une part l'actualité et l'aspect médiatique du sujet et, d'autre part, la possibilité d'accéder facilement à une documentation abondante, le père de l'une des élèves (qui n'a toutefois pas été à l'origine de cette proposition) étant ingénieur agronome et directement concerné par ce problème.

Plus généralement, on peut se demander si la motivation des élèves n'est pas orientée vers des sujets *extra-scolaires*, qui, de toute façon, selon eux, ne peuvent pas être abordés en classe ordinaire dans le cadre des programmes.

Dans les trois cas cités, le choix d'une question reste encore à faire et si le titre est trouvé, le sujet n'est pas encore à la portée des élèves, si tant est qu'à ce stade les élèves aient dans l'idée de traiter d'une question précise.

4. COMMENT LES ÉLÈVES ACCÈDENT-ILS À L'INFORMATION ?

La recherche d'information s'est faite le plus souvent au CDI ou en salle spécialisée de sciences. L'accès à Internet a été, dans un premier temps, privilégié par les élèves. Toutefois, sur Internet, les documents trouvés sont variés et complexes. On n'y trouve pas les mêmes informations que celles qui existent dans un fond documentaire de CDI et ces informations sont dispersées dans des milliers de sites. Cela peut expliquer les difficultés que les élèves ont éprouvé à y entrer, difficultés que nous allons préciser.

4.1. Aléas de la recherche d'informations sur Internet

requêtes
peu ciblées

Nous avons constaté que les requêtes formulées par les élèves sont peu ciblées, reprenant le thème ou un thème plus vaste. De plus elles sont formulées de façon peu compatible avec le mode d'indexation sur Internet. Nous avons pu observer les élèves en *sciences physiques* et en lettres-histoire.

Dans le cas du groupe travaillant sur la photographie, lors de sa première recherche une élève utilise le moteur Google avec

l'abandon est au
bout du chemin

la requête « *impression pellicule* ». Elle tombe sur une page de commerçants de pellicules photo et de vente de diapos, consulte un site, revient sur Google, formule la même équation, obtient les mêmes résultats. Elle formule alors la requête « *de la prise de vue à l'impression sur négatif* ». Elle obtient des résultats en grand nombre mais n'en consulte que deux et aucun ne l'intéresse. Elle tape ensuite « *école de la photographie* » et trouve des renseignements sur des écoles de photos, qui ne l'intéressent pas. Elle poursuit avec « *documentaire sur l'appareil photographique* » et finit par abandonner.

En lettres-histoire, deux élèves, cherchant des informations sur l'évolution de la situation des femmes, formulent la requête : « *Trente Glorieuses* » (expression trouvée dans un autre texte). Les élèves naviguent, en passant rapidement d'un site à un autre, sans rien retenir de probant, puis, fatiguées, font des recherches pour leurs loisirs, puis, à la séance suivante, recommencent à chercher, selon le même procédé.

De telles pratiques documentaires ont pour conséquence des recherches erratiques, s'étalant dans ce dernier cas sur plus de dix séances.

Deux attitudes complémentaires ont pu être observées. Ou bien, la recherche s'arrête quand un document est jugé pertinent, c'est-à-dire lorsqu'il paraît répondre directement à la question ou à l'intitulé de la recherche. Les élèves impriment des pages, lorsque l'impression est possible, sans prendre de notes ; si elles ne trouvent pas de réponse immédiate, le document est rejeté. Ou bien, submergées par l'avalanche de pages, découragées par la navigation au hasard, par l'impossibilité de lire, les élèves abandonnent, soit d'interroger Internet, soit de suivre la piste de travail prise au départ.

des sites Internet
annotés

Nous n'avons pas observé le groupe étudiant la maladie de la vache folle. À la suite d'un entretien, elles nous ont raconté leur parcours. Dans l'optique de « *faire le point sur le sujet* » une élève du groupe formule, en dehors du lycée et de toute incitation institutionnelle, la requête suivante sur le méta-moteur Copernic : « *Maladie de la vache folle* ». Une collection de sites (une page manuscrite) est ainsi sélectionnée, selon des critères que l'élève n'a pas explicités : ce sont « *les plus intéressants* ». Les adresses sont cataloguées, ce qui indique lecture et reconnaissance du type des sites consultés (« *page perso, page perso d'un étudiant véto, dossier de la revue Courrier International, à l'initiative de l'Institut, actualité, article de vulgarisation sur prion, statistiques, étude de cas, risques pour l'homme, pétition pour la dédramatisation* »). Cette liste a ensuite servi à l'ensemble du groupe, chaque élève puisant des informations concernant le sous-sujet qui lui était dévolu.

Les difficultés rencontrées par les élèves pour accéder à l'information sur Internet, confirment ce que d'autres ont pu observer et nous paraissent normales. Pour mener une

choisir
des mots
pour chercher

recherche sur Internet, il faut avoir une idée du champ conceptuel sur lequel on travaille et en connaître quelques termes spécifiques. Si un *mot-clé* est monosémique, la recherche est facilitée, les résultats obtenus sont souvent moins bruités.

Mais les élèves, au départ, ne connaissent que très peu le sujet qu'ils vont traiter et ils ne possèdent pas de mots du champ conceptuel. Ils sont placés devant la nécessité de cerner leur sujet, de le limiter et d'en identifier quelques *mots-clés*. Une recherche directe sur Internet par l'intermédiaire d'un moteur n'est probablement pas la meilleure méthode pour accéder à des termes significatifs ou représentatifs et préciser un sujet.

4.2. La fiabilité des documents

porter
un regard critique
sur les informations

Dans le courant de leur recherche d'informations, les élèves que nous avons observés ont pu rencontrer des problèmes de fiabilité des documents, de comparaison critique, et de compréhension de ce qui est donné à lire. Mais de fait, ils n'ont pas eu conscience que ces questions se posaient et personne n'est venu attirer leur attention sur ces aspects, pourtant déterminants, de la recherche d'information.

Prenons un exemple rencontré au cours de notre observation. Un groupe de ILC travaille sur la question : « *Comment s'est fait le travail de mémoire sur les camps de concentration ?* ». Une élève découvre un site qui prétend faire des révélations sur ces camps. Constatant que ce site se nomme *Radio Islam*, la jeune fille, d'origine maghrébine, déclare que l'information est sûre et imprime vingt et une pages. Elle les montre au professeur qui, reconnaissant un site révisionniste, récuse le document. L'élève en convient et jette les feuilles. La discussion sur la validité des informations données par ce site, et leur comparaison avec d'autres informations provenant d'autres points de vue n'a pas eu lieu, la parole du professeur a conduit à évacuer l'information fausse.

Cet exemple concerne un sujet historique, mais, au cours d'une autre recherche, nous avons rencontré le même problème sur une question scientifique. La question du regard critique concerne tout autant les disciplines scientifiques que les disciplines littéraires.

5. COMMENT LES ÉLÈVES S'APPROPRIENT-ILS L'INFORMATION ?

Les difficultés rencontrées dans la compréhension des textes ont été souvent insurmontables. Les fonds documentaires des CDI peuvent être insuffisants sur les questions que les

élèves ont à traiter, et, lorsque des ressources sont présentes, la complexité des textes disponibles ne permet pas toujours aux élèves d'avancer dans leur travail.

5.1. Des textes difficiles à comprendre ?

des difficultés pour
comprendre...

Pour le groupe qui travaillait sur la maladie de la vache folle (1SB), l'enseignant qui encadrait le travail a, par des questions précises et très nombreuses, systématiquement orienté le travail des élèves vers l'explicitation de faits scientifiques (même relativement simples) et les a incitées à consulter de véritables articles scientifiques parus dans *Pour la Science*. Mais cette incitation est restée lettre morte ; les élèves ont tenté de trouver ces articles et ont tout de suite été rebutés par le niveau de la revue. Elles n'en ont retenu qu'un seul article intitulé « *La vache folle, une crise annoncée* » (n° 256, février 1999), plus abordable à leur niveau.

...les articles
des revues
scientifiques...

Pour le groupe travaillant sur la photographie (1SA), le rôle de l'observateur a été, à plusieurs reprises, d'expliquer les textes. Même si les informations qu'il apporte sont sommaires et minimales, elles sont nécessaires, sinon les élèves abandonnent, comme nous avons pu le constater en regardant d'autres groupes travailler. Par exemple, la définition du principe de la photographie donnée dans le dictionnaire encyclopédique Larousse : « *transformation de composés minéraux et organiques sous l'action de la lumière ou des radiations actiniques* » est incompréhensible pour des élèves de ce niveau et effectivement incomprise. Les élèves butent sur les expressions « *composés minéraux et organiques* » ou « *radiations actiniques* » et les explications sur ces termes, recherchées dans le petit Robert, dictionnaire de langue et non encyclopédique, ne les ont pas éclairées.

... les notices
des encyclopédies

Les élèves de ce groupe, après avoir abandonné leur plan (sans expliquer cette décision), ont alors décidé de traiter la question : « *À partir d'un négatif vierge comment arrive-t-on à un positif ?* ». Elles cherchent alors des informations dans le grand dictionnaire Larousse (encyclopédique) et lisent ensemble : « *Sous l'action de la lumière (ou d'autres radiations) les cristaux d'halogénure d'argent ont cependant subi une transformation ; en particulier l'énergie apportée au cristal d'halogénure d'argent par un photon éjecte l'électron périphérique de l'ion brome* ». Des questions surgissent : « *C'est quoi un photon ?* » et « *l'électron de l'ion Brome ?* ». L'observateur répond : « *Les photons sont les particules qui constituent la lumière* » et « *le bromure d'argent a pour formule : $Br^- Ag^+$, la lumière arrive, le - s'en va, Br^- va devenir Br et l'électron se promène...* ». Une élève continue la phrase par « *et il va aller sur Ag^+* » et les trois élèves poursuivent « *qui va le transformer en Ag ?* ». La même difficulté apparaît à chaque lecture de document de type encyclopédique présent dans les CDI ou que les élèves trouvent dans les bibliothèques municipales.

5.2. L'interprétation des documents

Il apparaît clairement que l'interprétation (12) des documents occupe une place centrale dans l'activité des élèves en TPE. Des conditions et de la manière dont la lecture s'effectue, dépend ensuite le traitement que font les élèves des informations et des documents.

Dans le cadre des connaissances actuelles sur la lecture, nous proposons d'analyser ainsi les problèmes de lecture rencontrés par les élèves :

- Connaissances insuffisantes des règles d'interprétation des genres socio-discursifs : différenciation des dictionnaires de langue des encyclopédies, parcours d'une entrée d'encyclopédie, organisation d'un article de magazine ou d'une page Web.
- Interprétations locales erronées.
- Évaluation trop globale des documents : acceptés ou rejetés, sans parcours pour rechercher des informations pertinentes.

les méthodes
habituelles
ne conviennent pas

Dans les situations de TPE observées, la plupart des élèves partent à la découverte avec pour tout bagage sémantique leurs connaissances personnelles sur les sujets qu'ils ont choisis. Ils se trouvent dans une situation traditionnelle d'élève. Ils vont chercher des réponses – la bonne réponse serait préférée – en partant de leurs acquis, comme on résout un problème en s'appuyant sur ce qui a été appris antérieurement.

Ce mode de lecture essentiellement rétrospectif est ici inadéquat.

D'abord parce que le *déjà-là* est propre à chaque élève, sans initiation à ce qu'une communauté (scientifique, littéraire, historique, politique, etc.) sait du domaine à étudier, ou aux questions que cette communauté se pose. Les élèves restent alors extérieurs à leur champ d'investigation, comme des spectateurs qui regarderaient le panorama d'un paysage. C'est pourquoi on a pu observer des élèves attirées par une information ayant peu de rapport avec leur recherche mais qui les accrochait personnellement.

les TPE :
des activités
peu scolaires

Ensuite, parce que les sujets des TPE sont souvent non-scolaires, au moins dans leur formulation. Les élèves cherchent, paradoxalement, de façon scolaire des réponses préétablies, conformes à ce qu'ils imaginent des attentes des enseignants. Comme leur questionnement est fondé sur un mot ou une expression assez vague (titre de la production, d'un chapitre ou d'un paragraphe d'un plan), ils reçoivent de grandes quantités de réponses parmi lesquelles ils ne peuvent choisir, faute de critères de tri construits lors de la définition d'une question.

(12) Une lecture étant toujours, selon nous, interprétative, nous emploierons interprétation et lecture comme des synonymes.

des parcours
de lecture
efficaces

Certaines élèves ont pu mener des parcours de lecture efficaces (« *vache folle* », « *rites funéraires* ») parce qu'elles avaient une représentation informée (par des recherches antérieures ou des médiateurs comme le parent agronome qui informe sa fille des questions posées par la maladie dans les différents milieux de chercheurs, d'éleveurs...) de leurs domaines de recherche et des questions que se posent les spécialistes. Les équations de recherche sur Internet ont été précises, les réponses analysées en fonction de l'objectif à atteindre et des informations ponctuelles extraites et intégrées. C'est-à-dire qu'elles ont utilisé des modes de lecture plutôt prospectifs, cherchant à identifier, dans les documents consultés, les éléments leur permettant d'élaborer des réponses à leurs questions. Initiées au domaine, stimulées par une question, orientées vers une réponse concernant les problématiques d'un champ, ces élèves savaient d'où elles partaient (rétrospection) et où elles allaient (prospection) ; de spectatrices, elles sont devenues actrices.

En résumé, nous dirons que les savoir-faire documentaires ont manqué cruellement à ces élèves. Les professeurs-documentalistes ont été rarement, ou pas du tout, consultés et les documents présents dans les CDI n'ont pas été, le plus souvent, utilisés, ni même explorés, car souvent jugés incompréhensibles. Les élèves rencontrent différentes difficultés d'interprétation des textes. Les encyclopédies jouent un rôle, assez inégal, qui dépend de leur niveau (*Encarta* est la plus employée, la plus lue et la mieux comprise par les élèves). La recherche d'informations sur Internet est assez souvent et même parfois beaucoup pratiquée, mais sans méthode et sans contrôle ni conseil de la part des documentalistes et des enseignants.

6. COMMENT LES DOCUMENTS INTERVIENNENT-ILS DANS L'ÉVOLUTION DE LA PROBLÉMATIQUE ?

6.1. Le plan comme substitut de la problématique

le plan :
une méthode
éprouvée

Sur la maladie de la vache folle (ISB), les élèves, à l'instigation de l'enseignant, se sont très vite focalisées sur la nécessité de produire un plan et s'y sont tenues. En revanche, cet objectif a ensuite occulté la notion de problématique. Cette façon de comprendre le travail à faire les a entraînées vers la quête d'informations qui traitent directement leur sujet.

Dès la première séance, les trois élèves travaillant sur la photographie (ISA) ont fait un plan en trois parties qu'elles ont abandonné très vite au cours de leur travail.

Pour certains groupes, l'idée de question est étrangère aux élèves ; dans cette situation inconnue, elles essaient d'avoir recours à une pratique scolaire éprouvée – faire un plan qu'elles découpent en autant de parties qu'il y a de membres du groupe – à la fois pour se partager le travail et pour qu'au final chacune expose sa partie. Elles répondent ainsi (ou pensent répondre) à l'attente du professeur.

6.2. Évolution de la problématique et construction d'un champ conceptuel

comprendre
et préciser
le sujet

Prenons comme exemple le parcours des élèves qui ont abordé la photographie. Dans un premier temps, sur la liste du document ministériel, ce mot photographie était le seul qui leur parlait. À partir de la recherche des dix mots concernant ce sujet, demandés par le professeur, elles précisent qu'elles étudieront : le fonctionnement de l'appareil, le développement et l'impression. Ces trois parties sont déterminées pour que chacune expose une partie. Ayant ensuite, sans justification annoncée, choisi « *À partir d'un négatif vierge comment arrive-t-on à un positif ?* », les élèves font évoluer cette question en fonction de leurs lectures, de la demande du professeur et de leur compréhension des différentes étapes qui vont de la prise de vue au tirage. Elles procèdent ainsi à une lecture approfondie des encyclopédies Larousse et Axis. Au cours de cette séance, l'observateur, comme nous l'avons dit précédemment, est intervenu pour donner des explications sommaires. La question se précise : « *Comment arrive-t-on à partir d'un négatif non vierge à un positif ?* », éliminant ainsi le fonctionnement de l'appareil photographique. La discussion qu'elles ont avec leur professeur de *sciences physiques*, après trois mois de travail, est alors déterminante ; elles comprennent que le professeur veut une expérience suivant le protocole : « *toutes choses égales par ailleurs, on fait varier un facteur* ». Et la question devient « *Conséquence des variations d'un des facteurs du révélateur sur la photographie* ». Au cours de l'entretien, l'enseignant propose une expérience : « *Vous pouvez faire varier la durée d'éclairement, faire une planche contact avec un éclairage de tant de secondes et un éclairage de tant de secondes ou d'une minute en fonction du grain du papier...* ». Comme elles ne savent pas très bien ce qu'il faut faire pour obtenir une photo, cette idée reste lettre morte.

quelle expérience
faire ?

La question qu'elles se posent est alors « *Quelle expérience faire ?* » Pensant que la photographie fait intervenir de la chimie, et pensant satisfaire la demande de l'enseignant, elles veulent préparer la solution qui sert au développement. Mais quelle est la composition d'un révélateur ? Où trouver cette composition ? Elles ont besoin d'explications, car elles ont envie de comprendre ce qui se passe.

chercher
un spécialiste
de la question

Suivent alors des séances de lecture/explication au cours desquelles elles comprennent qu'il y a deux étapes, une fois la pellicule impressionnée : le développement et le tirage. La question évolue et ne change plus jusqu'à la présentation « *Comment la variation d'un facteur influe-t-il (sic) sur le tirage d'une photo ?* ». Cette évolution a demandé quatre mois de travail. Elles ont, à partir de là, cherché et trouvé un lycée d'enseignement professionnel de photographie et un enseignant qui leur a expliqué et qui a réalisé devant elles le tirage d'une photo suivant différentes conditions. Lors de la présentation, la question posée est devenue : « *Comment la variation d'un facteur : le temps d'exposition à la lumière, peut influencer sur le tirage d'une photo ?* ». La question qu'elles traitent correspond à la fois au désir du professeur qui supervise leur TPE et à ce qu'elles ont vu réaliser par le professeur de lycée professionnel qu'elles ont consulté et qui a décidé lui-même ce qu'il était possible de faire.

En résumé, les élèves ont pu préciser leur question, à partir du moment où elles ont compris les différentes opérations qui intervenaient lors du développement et du tirage. Cette compréhension a nécessité l'intervention d'un médiateur qui leur a donné les explications nécessaires sur les textes lus. Elles ont recherché la personne ressource qui pouvait les aider et qui a fait l'expérience que le professeur demandait. Elles ont filmé la manipulation et ont ainsi présenté des extraits du film à l'ensemble de la classe.

6.3. Pourquoi une médiation est-elle nécessaire pour accompagner le travail des élèves ?

Ces observations confirment ce que nous avons déjà montré (Goffard & Goffard 2003) : le choix d'un sujet par des élèves nécessite un long parcours et une documentation préalable. Définir un sujet et une problématique ne peut se faire que lorsque le champ conceptuel est connu, et la lecture joue toujours un rôle important.

dans TPE,
il y a « encadré »

Pour que les élèves puissent préciser leur question, il est nécessaire qu'ils s'approprient le domaine dans lequel ils travaillent, qu'ils construisent un espace sémantique, qu'ils fassent un bilan préalable de ce qu'ils savent. Ces activités demandent un encadrement soigné et réfléchi, si l'on veut que les TPE apportent une modification dans l'appréhension que les élèves ont du travail scolaire. Cela nécessite donc une modification des pratiques scolaires. Quand cet accompagnement ne vient pas des enseignants, les élèves arrivent à se construire un point de vue en allant chercher un médiateur (le père agronome, l'observateur, le professeur de photographie). Si les élèves n'ont pas construit ce point de vue, leur recherche d'informations reste vague, elle peut aboutir à l'abandon et le traitement des documents ne se fait pas, conduisant à un entassement ou un recopiage.

7. COMMENT LES ÉLÈVES UTILISENT-ILS LES INFORMATIONS RECUEILLIES DANS LA RÉALISATION DU PRODUIT DEMANDÉ ?

Les élèves, au cours de leur travail, ont consulté un certain nombre de documents. Comment ceux-ci sont-ils intervenus dans le produit final présenté ? Quel rôle ont-ils joué ?

le produit final
rarement défini
en début de TPE

Nous avons assisté à des présentations de productions diverses, même si nous n'avons pas toujours pu recueillir les productions des élèves quand elles existent (version finale du document transmis à l'enseignant, documents rédigés ou transparents utilisés pour une présentation orale). Nous avons constaté que le produit final demandé était rarement précisé d'emblée aux élèves. Les élèves cherchent donc des informations en construisant une représentation de la tâche qui ne correspond pas toujours aux attentes du professeur et lorsque ce dernier précise la demande, les élèves sont déstabilisées et ont l'impression d'avoir perdu leur temps à se documenter. De fait, nous avons pu observer que la production finale est une préoccupation qui se manifeste dès la première séance de travail et qui reste permanente dans les discussions des élèves.

7.1. La production d'un dossier documentaire

Dans le cas de *la Maladie de la vache folle*, l'enseignant a demandé un dossier. Pour ce faire, les élèves ont utilisé des documents de quatre types :

- ceux d'information grand public, recueillis par veille et surtout destinés à renforcer et à justifier leur intérêt,
- des documents divers, issus d'Internet, destinés à « remplir les trous » d'un plan construit plutôt *a priori*, et sélectionnés parmi les pistes suggérées par l'enseignant,
- des documents techniques, fournis par le père agronome et qui ont largement orienté la rédaction de la partie correspondante de l'exposé. Par exemple, les élèves ont développé le fait que les vaches étaient identifiées (boucle à l'oreille et logo *viande bovine française*) et les notions de traçabilité, parce qu'elles avaient des documents sur ce sujet,
- enfin des documents scientifiques ponctuels (définitions de dictionnaires et d'encyclopédie), destinés à assurer les connaissances scientifiques et à répondre aux questions de l'enseignant.

entasser...

Ainsi, lorsqu'un dossier est demandé, les élèves, tout en faisant un travail sérieux de documentation, ont tendance à entasser des documents et à opérer des recopiations, assortis éventuellement de réorganisations. Si le projet n'est pas de répondre à une question, il n'y a pas de véritable démarche de recherche de documents mais plutôt une démarche de veille, d'écoute et de compilation d'informations fournies par l'environnement. Ce qui ne signifie pas que les élèves n'apprennent rien.

...et réorganiser ?

7.2. En sciences, la place de l'expérience dans la production

faire...
...ou faire faire
une expérience ?

La demande formulée par les enseignants scientifiques fait souvent référence à l'expérience. Les directives de l'inspection (notamment en *sciences physiques*) sont explicites dans certaines académies : dans les TPE, la priorité doit être donnée, autant que possible, à l'expérimental et non à la documentation. Cette directive est suivie avec plus ou moins de rigueur, compte tenu des contraintes des établissements.

Lors de la présentation à la classe (1SA) du travail effectué par les différents groupes, l'exigence d'une expérience a été respectée, avec plus ou moins de bonheur, par les élèves. Mais aucun résumé ou dossier écrit n'a été demandé. Les élèves, d'une manière générale, ont présenté des expériences qui n'en avaient que le nom, elles n'avaient un rôle ni explicatif ni justificatif et le discours qui les accompagnait manifestait une incompréhension totale des phénomènes présentés. Sur la photographie, le groupe observé, qui a obtenu la meilleure note de la classe, a filmé la manipulation faite par le professeur du lycée professionnel et présenté ce film en expliquant les étapes qui précédaient la manipulation puis celles de la manipulation elle-même. Le groupe a utilisé les documents qui ont été expliqués et discutés lors de leur travail de documentation : le dictionnaire encyclopédique Larousse, un schéma d'Encarta et la structure d'une émulsion photographique extraite d'un site Internet. Ces documents ont été sélectionnés au fur et à mesure de la lecture, au cours des différentes séances de travail. Les explications des processus chimiques que les élèves ont données sont proches de celles données par l'observateur, au cours d'une séance de lecture, explications qu'elles ont retrouvées dans un livre de technologie emprunté au lycée professionnel. De fait, elles n'utilisent que des documents qu'elles ont elles-mêmes trouvés ou qui leur ont été donnés au lycée professionnel, documents qui ont été l'objet d'une explication ou d'une manipulation. Elles n'ont pas utilisé les documents fournis par le professeur qui dirige le TPE, la lecture de ces derniers ayant été jugée trop difficile dès les premières lignes.

7.3. En lettres-histoire, la place des sources primaires

un exemple
de difficultés propres
aux lettres - histoire :

Le recueil de données et l'utilisation des sources primaires entraînent parfois des difficultés. Il nous semble que ce problème est plus fréquent en lettres qu'en sciences. Nous signalerons deux exemples.

Deux groupes (1LC) travaillant sur *Mémoire* ont présenté des travaux qui ont été jugés positivement. Leurs prestations s'appuyaient soit sur la présentation de témoignages

recueillis et commentés, soit sur un document fabriqué par le groupe (une page de journal qui aurait pu être édité à la Libération, à Paris). La mise au point des supports utilisés lors du passage devant le jury s'est faite dans les toutes dernières semaines, presque dans l'urgence, les élèves prenant alors conscience qu'elles ne pouvaient se contenter d'avoir rassemblé des informations et qu'elles devaient réussir une présentation.

comment restituer
un témoignage ?

On peut juger des difficultés à surmonter lorsqu'on observe l'état des travaux fin mars. Un groupe a enregistré et filmé le témoignage d'un ancien déporté, bavard, difficile à interrompre. Après dépouillement de la bande, les élèves ont retenu plusieurs phrases qu'elles veulent compléter, mais des difficultés surgissent dans le groupe et elles ne parviennent pas à s'accorder. Elles aménagent leurs notes premières, les présentent à deux voix, chacune ayant rédigé sa part sans consulter l'autre et obtiennent une évaluation positive.

présenter un journal
d'époque

Dans un autre groupe, travaillant sur la libération de Paris, il s'agissait de confectionner la page d'un journal. Les élèves, ont, dès les premières séances, reçu un recueil de fac-similés de pages des journaux français de cette période. Elles les ont lus, ont pris quelques notes et établi fin mars une maquette, forme vide, sans aucun texte, et dans laquelle les sujets des articles ne sont pas précisés.

Le groupe a produit ensuite un premier texte, jugé provisoire, constitué d'éléments extraits des articles de l'époque, sans aucune cohérence. Elles ne commentent pas leur texte, n'indiquent pas comment il doit paraître, ni avec quelle présentation, ni dans quel contexte.

Une élève ayant pris en main le pilotage du groupe, une présentation convenable a eu lieu, évaluée, là aussi, positivement. Sous la pression de la perspective d'être évaluées, les élèves ont choisi de sortir de l'indécision née de la collecte de documents divers et ont décidé de construire quelque chose qui puisse être reçu par un jury d'enseignants.

L'utilisation des sources primaires en histoire pose plusieurs difficultés, analogues au recueil de données en sciences. Tout d'abord, une difficulté qui relève de la validité, notamment quand ce sont les élèves qui ont eux-mêmes recueilli ces sources, mais cette difficulté apparaît aussi quand ces données primaires sont récupérées auprès de personnes ou d'organismes. La communication, que ce soit au moment de la présentation ou à celui de la production, n'est pas simple non plus. En effet, les élèves ne peuvent produire l'intégralité de leurs sources au moment de la présentation. Comment alors faire la preuve de la réalité et de la qualité de ces documents ? Il s'agit ici d'une difficulté de nature méthodologique pour des élèves qui n'ont pas la culture de la discipline de référence (dans notre exemple, l'histoire).

7.4. Une production non scolaire est-elle possible ?

Sortir des sentiers battus, produire autre chose qu'un dossier documenté, ou un exposé semble donc une tâche difficile. Toute autre production nécessite un suivi et un encadrement que les enseignants ne peuvent pas toujours fournir.

Réaliser une expérience en sciences est une opération qui demande une disponibilité des enseignants et des laboratoires qui n'est pas toujours compatible avec les contraintes institutionnelles. Si les élèves doivent présenter une expérience, la présence des enseignants est nécessaire et, les consignes de sécurité étant strictes en travaux pratiques, on ne voit pas pourquoi elles le seraient moins en TPE. Il n'est pas possible de demander aux enseignants d'encadrer tous les élèves comme le font les enseignants qui conduisent des élèves aux Olympiades de la physique. Par ailleurs, présenter une expérience qui a un sens, nécessite de connaître la physique ou la chimie qui entoure cette expérience, connaissances que des élèves de première ne possèdent pas et ne peuvent acquérir au cours du travail de TPE. Si la conduite et l'intégration d'une expérience à une démonstration de physique étaient si simples, on se demande pourquoi les futurs enseignants de sciences physiques suivraient des préparations dans lesquelles le côté expérimental est si important.

Présenter un journal ou un témoignage relève de *pratiques de références* diverses qui ne sont pas connues des élèves. On ne s'invente pas davantage journaliste ou historien, qu'on ne devient expérimentateur dans le temps d'un TPE !

Comme l'ont montré les élèves qui ont travaillé sur la photographie, une information donnée par un spécialiste de la question est probablement nécessaire. Les TPE ne pourraient-ils pas être une occasion d'ouvrir les pratiques scolaires sur des pratiques professionnelles ?

8. CONCLUSION – DISCUSSION

Les observations détaillées que nous avons menées au cours de cette étude nous conduisent à préciser quelques constats et à formuler quelques questions qui mériteraient d'être approfondies par des études plus systématiques.

8.1. Activité documentaire et autonomie

Le premier constat tiré de cette étude de cas tient à l'importance des activités de documentation dans le travail personnel des élèves.

importance
des activités
de documentation
en TPE

Selon les concepteurs des TPE (13), les élèves sont encouragés à prendre une décision personnelle de recherche, motivée par leur curiosité, mais inscrite dans une perspective sociale. Ils ont donc à :

- construire un point de vue, à la fois personnel et multidisciplinaire ;
- découvrir et organiser des champs sémantiques correspondants aux disciplines ;
- découvrir quelles sont les questions qui sont posées dans ces domaines (par les chercheurs, par les décideurs, par le grand public...), et quelles sont les pratiques qui y ont cours ;
- apprendre et mettre en œuvre une méthodologie pertinente : collecter les informations nécessaires, les traiter en fonction du document final, mettre en discours les résultats et apprendre à administrer la preuve de la pertinence de ce qu'ils présentent.

une situation
nouvelle
pour les élèves

Cette situation est entièrement nouvelle pour des élèves qui n'étaient pas préparés à agir de cette façon. Ils n'en ont pas toujours bien apprécié l'importance qu'ils ont découverte au fur et à mesure du travail. Dans deux des situations que nous avons observées, une très grande autonomie leur a été accordée, ce qui a pu conduire à une déstabilisation et, dans certains cas, à une relative inactivité durant les heures réservées aux TPE.

On peut alors se demander si la partie documentaire du travail personnel à effectuer par les élèves n'a pas été partiellement sous-estimée dans la mise en œuvre des TPE, et si les conditions nécessaires sont réunies pour que cette composante de l'activité des élèves se déroule avec un minimum d'efficacité.

8.2. La documentation intervient peu dans les choix de thème et de sujet

choix du thème :
peu de
documentation
mais des
médiateurs

Pour les élèves que nous avons observés, le choix d'un thème et celui d'un sujet n'ont pas été le résultat d'un travail documentaire. Le document officiel distribué aux élèves n'a pas été utile ; ce document qui ne leur est pas destiné, nécessiterait une reformulation pour devenir compréhensible. Il demande aussi un travail de la classe sur ce que le thème évoque pour les élèves afin qu'ils exemplifient le thème. Ce document officiel a été considéré comme un manuel, ce qu'il n'est pas, et a été utilisé par les enseignants, faute de mieux.

Le choix du thème et du sujet se fait donc sans documentation préalable. En revanche, il semble beaucoup plus influencé par des aspects médiatiques liés à l'actualité, qu'elle soit

(13) Cf. extrait déjà cité du texte ministériel (MEN 2001 p. 19).

scientifique ou non, et par un intérêt personnel des élèves qu'il n'a pas été possible de caractériser précisément.

Dans la plupart des cas, les élèves ne sont pas vraiment parvenus à formuler une question précise. Le seul groupe qui a fait évoluer sa problématique et qui a su élaborer une question qui avait du sens, a pu le faire en se documentant, en cherchant à comprendre les informations récoltées, en voyant faire une manipulation et en y participant. On notera que pour que cela devienne possible il aura fallu que les élèves aillent chercher hors de la classe et du lycée un soutien et un encadrement.

8.3. La maîtrise des techniques de documentation est souvent insuffisante

Il est apparu que, dans presque tous les groupes que nous avons observés, la recherche et le traitement de l'information ont occupé un rôle primordial dans la réalisation des TPE.

techniques
de documentation
non acquises

Les activités induites par les dispositifs comme les TPE exigent de la part des élèves une maîtrise des techniques de documentation qu'ils n'ont en général pas acquise. En pratique, la recherche de documents et d'informations s'est faite de façon très inégale. Très peu d'élèves ont montré qu'ils savaient mener une telle recherche. L'analyse de la pertinence, la comparaison des sources et des documents, la critique des informations n'ont pratiquement pas eu lieu.

Tout se passe comme si le fait d'élaborer *une* réponse devait suffire pour répondre à la question que l'on se pose, alors qu'il faut le plus souvent comparer plusieurs réponses pour préciser la question. Les techniques documentaires que cela implique sont plus complexes que celles qui sont généralement requises jusque là au lycée.

On peut alors se demander comment les activités documentaires en TPE pourraient permettre d'acquérir et de mettre en œuvre certaines de ces techniques.

8.4. Des médiateurs pour l'appropriation des documents

un encadrement
nécessaire

Les difficultés rencontrées par les élèves devant les documents, comme les encyclopédies ou les articles de revues présents dans les CDI, nous conduisent à poser certaines questions sur les intermédiaires susceptibles de les aider dans la lecture de ces documents. Les élèves ont souvent recours à une personne ressource pour expliquer les documents mais le professeur documentaliste ou de la discipline, ne peut être en permanence derrière chaque groupe.

Il s'agit d'aider les élèves à s'introduire dans des univers qu'ils connaissent peu ou mal, voire pas du tout. Les activités documentaires pratiquées au cours des TPE pourraient être une occasion de leur faire découvrir la diversité des pratiques

discursives selon les publics auxquels on s'adresse, même à l'intérieur d'un champ donné. Il serait intéressant, au cours de ces activités, de leur faire découvrir que les physiciens ne cherchent pas de la même façon que les biologistes qui, eux-mêmes, ne cherchent pas comme les littéraires ou les historiens ; de les amener à pratiquer les différentes manières d'administration de la preuve, reconnues par des disciplines différentes.

8.5. Vers un apprentissage en matière documentaire ?

avant de sortir
des sentiers
battus...

Les difficultés observées dans la définition des sujets et des problématiques, dans l'interprétation des documents comme dans l'ensemble des recherches documentaires s'interprètent, selon nous, par un manque d'explicitation des enjeux que nous venons de caractériser, par un manque de préparation des élèves à répondre à de telles attentes, et des professeurs à faire face aux questions posées par ce nouveau dispositif. Les uns et les autres ont utilisé des procédures *par défaut*, à savoir celles qui sont acquises et mises en œuvre dans le travail scolaire habituel.

On peut se demander s'il n'y a pas une sorte de contradiction à vouloir que les TPE ne fassent pas l'objet d'un apprentissage mais qu'ils soient néanmoins l'occasion d'un apprentissage en matière documentaire. Il nous semble que cette apparente contradiction mériterait d'être éclaircie. Si les TPE sont une occasion d'apprentissage en *matière documentaire*, il devient indispensable d'en étudier plus précisément et le contenu et les moyens.

Il conviendrait d'étudier en particulier quelles conditions sont nécessaires à cet apprentissage, en termes de contenus, de méthodes et d'encadrement. Plusieurs questions peuvent être posées.

Une bonne partie du travail documentaire devrait normalement conduire les élèves à se poser des questions. Mais comment apprendre aux élèves à adopter une démarche documentaire qui enrichisse leurs manières de se poser des questions alors que leurs pratiques – quand elles existent – consistent plutôt à trouver des réponses à des questions qui leur ont été posées ? Alors que nous avons constaté chez certains élèves une tendance à choisir des sujets en liaison avec l'actualité, autrement dit des questions médiatiques, comment assister ces élèves pour qu'ils se posent des questions plus précises, plus techniques ou plus scientifiques ?

...la mesure
des apprentissages
nécessaires
en documentation
n'a pas été faite

Sur les quelques cas présentés ci-dessus, nous avons pu constater combien les relations entre professeurs et élèves pouvaient influencer le déroulement des TPE. Or les données que nous avons pu recueillir sur ces relations sont très parcellaires puisqu'elles n'ont concerné que quelques interventions des professeurs durant les séances de travail

vers une
pédagogie
de projet ?

scolaire. Faute de pouvoir se débrouiller seuls, certains élèves attendent du professeur qu'il décide ou qu'il apporte une solution (qui n'est pas toujours appréciée à sa valeur). Devant une question précise, d'autres élèves cherchent ailleurs et trouvent des médiateurs qui peuvent les aider dans leur travail, cette aide portant aussi bien sur des ressources documentaires que sur des explications concernant les termes ou les concepts rencontrés dans des documents. Faute d'imaginer et de mettre en œuvre des relations de savoir (et de pouvoir) différentes de celles existant dans les pratiques scolaires traditionnelles, les acteurs en reviennent à des attitudes et des comportements connus, et à des productions éprouvées (exposés, dossiers).

Les TPE, pour fonctionner, nécessitent la mise en œuvre d'une pédagogie de projet à laquelle les enseignants ne sont pas toujours entièrement préparés.

vers un partage
des tâches
d'encadrement
entre
documentalistes
et enseignants ?

Bien des interrogations subsistent sur la manière dont enseignants et élèves définissent, développent et évaluent, ensemble ou séparément, le travail documentaire dans un projet personnel d'élève.

Enfin, on peut se demander comment organiser l'encadrement de cet apprentissage. D'après ce que nous avons pu en percevoir, il ne semble pas possible de s'appuyer uniquement sur les spécialistes de la documentation. En effet, il est difficile de demander aux documentalistes de connaître avec suffisamment d'acuité et de détail les questions qui se posent dans tous les domaines dont relèvent les TPE. Comment l'encadrement des élèves peut-il alors être partagé entre enseignants documentalistes et enseignants des disciplines concernées ? Une analyse des pratiques effectives de partage des tâches d'encadrement entre enseignants et documentalistes pourrait apporter sur ce point un éclairage intéressant.

François-Marie BLONDEL
UMR STEF ENS Cachan – INRP

Monique GOFFARD
UMR STEF ENS Cachan – INRP

Serge GOFFARD
CRDP de Créteil, LIREST

Monique SCHWOB
INRP

BIBLIOGRAPHIE

BEAUFILS, A. (2001). Aide pour la recherche d'informations au collège et au lycée. In E. de Vries, J.P. Pernin & J.P. Peyrin (Éds.). *Hypermédiats et Apprentissages 5. Actes du cinquième colloque*. Paris : INRP-EPI.

BLONDEL, F.-M., KEMPF, O. & SCHWOB, M. (2000). Recherche d'informations sur la toile : pratiques d'élèves. *Bulletin de l'union des physiciens*, 94, 828.

BLONDEL, F.-M., SCHWOB, M. & KEMPF, O. (2001). Pratiques de recherche d'informations sur Internet en sciences physiques : difficultés et compétences. In *Actes des deuxièmes rencontres scientifiques de l'ARDIST*. Marseille : IUFM.

CRINDAL, A. (2001). *Enquête sur les figures de la démarche de projet en technologie*. Thèse de l'université Paris XI- ENS Cachan.

FIDEL, R, DAVIES, R., DOUGLASS, M., HOLDER, J., HOPKINS, C., KUSHNER, E., MIYAGISHIMA, B. & TONEY, C. (1999). A Visit to the Information Mall: Web Searching Behavior of High School Students. *Journal of the American Society for Information Science*, 50, 1.

GOFFARD, M. & GOFFARD, S. (2003). Construire un cédérom avec des élèves : de la définition d'un sujet à la production de textes. In V. Albe, C. Orange & L. Simonneaux (Éds.). *Actes des troisièmes rencontres scientifiques de l'ARDIST*. Toulouse : Ardist – ENFA.

OLSON, G. M., MACK, R. L. & DUFFY, S. A. (1981). Cognitive aspects of genre, *Poetics*, 10.

ROUET, J.-F. & TRICOT, A. (1998). Chercher de l'information dans un hypertexte: vers un modèle des processus cognitifs. In A. Tricot & J.-F. Rouet (Éds.). *Les hypermédiats, approches cognitives et ergonomiques*. Paris : Hermès.

SCHWOB, M. & BLONDEL, F.-M. (2002). Recherche documentaire : un assistant pour les TPE. *Bulletin de l'union des physiciens*, 96, 848.

Textes officiels

Ministère de l'Éducation nationale (2000). *Mise en œuvre des travaux personnels encadrés*. Direction des enseignements scolaires. Paris : CNDP.

Ministère de l'Éducation nationale (2001). *Mise en œuvre des travaux personnels encadrés*. Direction des enseignements scolaires. Document expédié dans les établissements en juin 2001.

QUEL PROCESSUS DE STRUCTURATION DES CONNAISSANCES AU COURS DU PROJET PLURIDISCIPLINAIRE À CARACTÈRE PROFESSIONNEL EN LYCÉE PROFESSIONNEL ?

Alain Crindal
Marie-Françoise Guillaume
Anne-Marie Hartoin
Béatrice Jouin

Le projet pluridisciplinaire à caractère professionnel (PPCP) est un nouveau dispositif d'enseignement en lycée professionnel. Une recherche prospective, s'appuyant sur deux études de cas, s'est intéressée au processus de structuration des connaissances des élèves et aux changements de pratiques et de rôle des élèves, des enseignants et des partenaires professionnels au cours de ce type de projet.

L'analyse a porté sur les transformations concernant les connaissances mises en jeu et leurs registres de structuration d'une part, les différentes postures prises par les acteurs et leurs effets sur la structuration des connaissances d'autre part. Elle a montré que si les enseignants et les partenaires professionnels s'accordent sur la mise en projet des élèves à partir de données authentiques, en concevant une « scénarisation » d'activités professionnelles, alors le dispositif a sur les connaissances des élèves un effet structurant, car l'élève se projette comme un jeune professionnel. Le PPCP joue alors un rôle d'entre-deux entre l'enseignement ordinaire en lycée professionnel et la formation en entreprise.

le PPCP,
un nouveau
dispositif...

Le projet pluridisciplinaire à caractère professionnel (PPCP), est un nouveau dispositif mis en place depuis la rentrée 2000 dans les lycées professionnels. D'après les instructions officielles, il a pour finalité une réalisation posant des problèmes « inspirés de ceux rencontrés dans les milieux professionnels » – un objet dans le secteur industriel, un service dans le secteur tertiaire – qui soit une occasion de faire acquérir des savoirs, des savoir-faire et des compétences de plusieurs disciplines. Pour chaque classe de terminale de *brevet d'enseignement professionnel* (BEP), ou de *baccalauréat professionnel*, le dispositif est co-piloté par deux professeurs au moins qui interviennent simultanément ou en parallèle à raison de deux à trois heures hebdomadaires, l'un appartenant à l'enseignement professionnel, l'autre à l'enseignement général.

Dans l'histoire singulière du lycée professionnel, le PPCP se distingue des autres formes de projets présents dans les *projets d'actions éducatives* (PAE), les *projets techniques* du secteur industriel, et les simulations mises en place dans les *études de cas* du secteur tertiaire. Il constitue une nouvelle occasion d'harmoniser les pratiques entre enseignements professionnels et enseignements généraux.

... qui demande de réorganiser les pratiques enseignantes

À partir d'une approche thématique semblable à celle des *itinéraires de découverte* (IDD) au collège, le PPCP exige un travail sur projet dont la spécificité repose sur le caractère professionnel de la formation du lycée professionnel. Dans ce nouveau dispositif, enseignants et élèves devraient être conviés à des pratiques différentes de ce qui se passe habituellement en classe. En particulier, les élèves devraient être incités à réaliser des choix personnels et à développer leur autonomie d'action pour apprendre.

Nous faisons l'hypothèse que ces pratiques demandent un travail singulier d'élaboration, de reconstruction, de structuration des connaissances qui se différencie du travail scolaire habituellement exigé des élèves. C'est cette problématique du processus de structuration que nous souhaitons développer à partir des résultats d'une recherche prospective (1) élaborée conjointement par Josette Bailly, Sarah Bradol, Marie-Françoise Guillaume, Anne-Marie Hartoin, Agnès Mercier et pilotée par Alain Crindal et Béatrice Jouin.

1. OBJETS DE LA RECHERCHE

1.1. Paradoxe des trois P dans le curriculum formel

Les instructions officielles concernant le PPCP (B.O. n° 25 du 29 juin 2000) comportent des prescriptions paradoxales, corrélativement aux trois composantes du PPCP : le P de projet, le P de pluridisciplinaire et le CP du caractère professionnel.

trois caractères du projet peu explicités dans les instructions

Concernant le P de projet, ses différents caractères – projet *existentiel*, *méthodologique*, *opérateur* (Crindal, 2001) – sont présents au titre d'une accumulation de finalités poursuivant des visées souvent concurrentielles. Dans différents passages du texte, l'aspect existentiel poursuit trois objectifs : la « *motivation* », « *l'implication de l'élève* » ou son « *projet professionnel* ». L'aspect méthodologique s'intéresse à la « *démarche* » et au « *travail d'équipe* » et l'aspect opératoire se limite à la « *réalisation* » et au « *résultat concret* ». Ainsi ces caractéristiques prescrites pour le projet ne sont pas pensées comme simultanément acceptables et la mission donnée au projet apparaît fluctuante, imprécise, et parfois contradictoire.

Le caractère professionnel prend des sens différents selon les passages du texte.

Parfois, la priorité en est clairement affichée : « *La dimension professionnelle du projet est caractérisée par la technicité qu'il requiert, par la mise en œuvre de savoirs et de savoir-faire liés à l'exercice du métier...* ». L'articulation avec les savoirs

(1) Recherche menée dans le cadre d'une recherche nationale en appel à coopération « La structuration des connaissances dans les nouveaux dispositifs d'enseignement », coordonnée par C. Larcher et A. Crindal, Didactique des disciplines, INRP (2000).

scolaires est alors préconisée : « *Le caractère professionnel du projet permet notamment la découverte et la prise en compte des savoirs et des savoir-faire relevant des enseignements généraux mobilisés dans toute activité professionnelle* ».

un objectif
d'apprentissage...

Parfois, c'est l'acquisition des savoirs scolaires qui prend le pas sur le caractère professionnel : ainsi, « *le PPCP est une pratique pédagogique qui consiste à faire acquérir des savoirs et/ou des savoir-faire à partir d'une réalisation concrète, liée à des situations professionnelles* ». Dans cette acception, le PPCP, par son approche essentiellement méthodologique, peut devenir un projet alibi, une technique professionnelle ayant comme finalité de « *faire passer des savoirs* » sous le prétexte du projet (Crindal, 2001).

Le type de relations à instaurer entre les disciplines – pluridisciplinarité, interdisciplinarité ou transdisciplinarité (Vinck, 2000) – n'est pas précisé puisque le texte envisage « *toutes les formes de coopération entre les disciplines* ».

Par ailleurs, le texte normatif évoque des liens entre le dispositif PPCP et les pratiques ordinaires en lycée professionnel : les *périodes de formation en entreprise* (PFE) et les projets techniques du secteur industriel ou les études de cas dans le secteur tertiaire. Les distinctions à opérer et les liens à établir avec ces pratiques ne sont pas caractérisés, et d'une manière globale, la relation de référence à des activités professionnelles n'est pas questionnée.

... mais des
frontières lâches

Les prescriptions concernant le PPCP révèlent donc un dispositif aux frontières lâches, dont les cadres théoriques semblent peu pensés ou absents. Ainsi, les paradoxes dans et entre *les trois P* sont susceptibles d'engendrer des tensions, tout en risquant de produire une extrême variabilité dans les réponses apportées par les enseignants sur des choix que la prescription n'oriente pas.

1.2. Des cadres théoriques pour repenser ce projet et questionner le dispositif

une recherche
prospective
pour articuler
les trois P...

L'enjeu de cette recherche prospective est de construire et de tester une articulation entre *les trois P* du PPCP, afin que, dans le curriculum d'un élève de lycée professionnel, le dispositif puisse jouer un rôle d'*entre-deux* (Hermès, 1999) entre l'enseignement ordinaire et les périodes de formation en entreprise. Le questionnement adopté dans la recherche est guidé par les cadres théoriques concernant chaque P : projet, pluridisciplinarité, caractère professionnel.

En ce qui concerne le P de projet, Crindal (2003) a montré dans ses travaux que pour être un réel projet des lycéens, le PPCP doit faire jouer en cohérence et en synergie les trois caractères d'un projet :

- les visées identitaires du caractère existentiel du projet sont prises en compte par l'élève dans la mesure où ses aspirations personnelle se retrouvent dans l'initiation aux pratiques de son futur métier ;

- les visées programmatiques du caractère méthodologique du projet sont appropriées par l'élève si sa participation aux anticipations et aux décisions qui accompagnent le programme d'actions lui donne l'image de l'organisation d'un processus qu'il maîtrise partiellement ;
- les visées constructives du caractère opératoire du projet qui s'inscrivent pleinement dans le désir d'activité finalisée des élèves du lycée professionnel prennent tout leur sens si elles répondent au désir d'exercer des technicités tout en faisant référence à des pratiques sociales accessibles à leur entendement.

...en s'appropriant le projet...

Il s'agit par ailleurs de distinguer le PPCP du *projet technique* où l'enseignant prend le rôle de conducteur d'un projet qui décline une série d'acquisition de compétences inscrites dans le référentiel, compétences dont l'élève doit faire preuve afin d'en certifier l'acquisition. Cette forme programmatique du *projet méthode* place les élèves dans une posture d'exécution de tâches prescrites qui convient à la motivation première des élèves. Dans un PPCP, elle masquerait la visée globale du dispositif.

...en reliant ses pratiques à celles d'un professionnel...

Le cadre théorique choisi pour interroger le *caractère professionnel* du PPCP est celui des *pratiques sociales de référence* introduit par Martinand (1985) pour repérer la transformation des activités d'un donné naturel ou humain (« *pratique* »), qui concernent l'ensemble d'un secteur social, et non des rôles individuels (« *social* »), en activités scolaires. La relation avec ces activités n'est pas d'identité, mais de comparaison (« *référence* »). Ce concept fournit à notre recherche prospective un cadre pour construire des situations d'apprentissage en liaison avec des partenaires de la profession. Il peut également permettre de concevoir et d'élaborer des situations identiques permettant aux élèves de repérer les rapports existant entre les pratiques prises comme référence et leurs activités dans les PPCP.

...en utilisant les connaissances des différentes disciplines

Pour la pluridisciplinarité, nous interrogeons les différentes fonctions des disciplines présentes dans un PPCP en nous référant à la typologie de Martinand (1992) qui distingue selon les visées de formation, des disciplines ayant :

- une fonction de cœur, lorsqu'elles sont discipline de base de la filière de formation ou de l'activité ;
- une fonction de service dans le cas d'une activité fondée sur d'autres spécialités, quand une partie de ses contenus, méthodes, démarches sont reprises et utilisées par une autre discipline ;
- une fonction d'ouverture quand la discipline fournit des approches, des méthodes et des savoirs permettant d'appréhender avec un regard averti et des outils de pensée pertinents une situation nouvelle, et les objets et les questions y afférant.

Dans le contexte de formation professionnelle du lycée professionnel, ce sont les disciplines de l'enseignement

professionnel qui ont une fonction de cœur, celles de l'enseignement général ayant essentiellement une fonction de service dans la mesure où elles visent à contribuer à cette formation professionnelle, comme l'a montré Jouin (2000) à propos des *sciences physiques*.

Dans la recherche, nous faisons l'hypothèse qu'au sein du PPCP, les disciplines pourraient prendre selon les situations didactiques envisagées l'une ou l'autre des trois fonctions. C'est donc la variation fonctionnelle donnée à chaque discipline qui pourra caractériser les choix pluridisciplinaires.

1.3. Questions de recherche et méthode utilisée

quatre axes
d'interrogation

La recherche de cohérence entre *les trois P* oriente la problématique sur quatre axes :

- Quelles sont les conditions pour que le dispositif permette aux élèves d'être effectivement en projet et échappe aux dérives du projet alibi ?
- L'organisation d'une « scénarisation » des activités peut-elle favoriser la mise en projet des élèves et la confrontation entre les connaissances des milieux scolaires et professionnels ?
- Quelles articulations envisager et mettre en place entre les connaissances provenant des élèves, du milieu professionnel et les savoirs disciplinaires de l'enseignement professionnel et de l'enseignement général ?
- L'analyse des pratiques permet-elle de déterminer si, pour l'élève, le PPCP est une occasion particulière de développer un processus singulier de structuration des connaissances ?

une étude en BEP
*métiers de la
comptabilité*

Sur le plan méthodologique, deux études de cas ont été menées, l'une avec une classe de terminale BEP *métiers de la comptabilité*, l'autre avec une classe de terminale BEP *métiers de la mode*. Elles décrivent les pratiques dans deux PPCP conçus par les enseignants pour fonctionner comme des dispositifs *entre-deux*.

une autre en BEP
métiers de la mode

Des données ont été recueillies à trois moments du projet, au lancement des travaux (jalón 1), lors de la présentation (jalón 2) et de la soutenance face au partenaire professionnel (jalón 3). Des enregistrements vidéo ont été décryptés et analysés, ils ont été suivis d'entretiens de co-confrontation avec les élèves, les enseignants et les partenaires concernés, qui ont permis de préciser et de « *rendre lisibles* » (Manneux, 1999) les moments enregistrés qui sont opaques à observateur extérieur.

Le traitement de ces données vise à :

- repérer le type et l'évolution des connaissances mises en jeu dans le PPCP en montrant comment elles se structurent à travers les activités proposées aux élèves ;
- mettre en évidence l'influence des postures des différents acteurs (élèves, professeurs et professionnels) sur la structuration des connaissances.

1.4. Deux cas de scénarisation d'un projet pour les élèves (2)

Dans chacun des deux PPCP suivis, l'équipe enseignante a construit une scénarisation et établi un contrat avec des partenaires, puis avec les élèves.

• Le PPCP de la classe de terminale BEP métiers de la mode

un scénario :	En accord avec quatre partenaires professionnels les enseignants construisent un scénario dans lequel les élèves ont la responsabilité d'une partie d'un projet de collection de vêtements ou de costumes de théâtre. Les élèves doivent concevoir des maquettes, en réponse à un cahier des charges présenté en classe par le partenaire professionnel.
un projet lié à un référent	Les enseignants passent un contrat avec les élèves qui se répartissent en cinq groupes, ayant chacun un référent professionnel. Des rôles sont choisis par les élèves : communication, organisation, création, réalisation. Les professeurs d'enseignement professionnel, de français et <i>maths-sciences</i> fournissent une aide logistique, pédagogique et technique. Les partenaires peuvent être contactés à la demande par les élèves.
une organisation des rôles	
des compétences singulières	
des ressources	Au cours des premières séances, les différents groupes élaborent des modèles, cherchent des idées, en particulier dans des magazines et sur Internet, discutent de solutions techniques et font des croquis représentant des ébauches de solutions. Après quelques semaines, un groupe rencontre le partenaire, puis rend compte à la classe de cette confrontation, et en particulier de la difficulté à communiquer pour présenter ses travaux. Quelques semaines plus tard, les groupes présentent à la classe leurs projets. À la fin, chaque groupe présente et soutient les résultats de son projet en remettant ses maquettes au partenaire professionnel commanditaire.
une équipe pluridisciplinaire	

• Le PPCP de la classe de terminale BEP métiers de la comptabilité

Les élèves participent au fonctionnement d'une association préparant une colonie de vacances dont le professeur de comptabilité est le directeur. Les enseignants qui ont en

(2) Les études de cas de ces deux projets figurent de façon détaillée dans le rapport de recherche « Le PPCP, nature et évolution des connaissances dans un nouveau dispositif d'initiation aux pratiques professionnelles » (Crindal & Jouin, 2003). Elles sont centrées sur les activités des élèves et décrivent les pratiques des enseignants, des élèves et des partenaires, en présentant les organisations données et en fournissant l'ensemble des documents produits et utilisés.

des rôles
impliquants
mais...

charge ce PPCP sont les professeurs de français, de *vie sociale et professionnelle* et de comptabilité. Les élèves sont répartis dans différents services – administratif, comptable et financier, sanitaire (les « *infirmiers* »), pédagogique (les « *animateurs* ») et communication (les « *secrétaires* ») –, pour lesquels ils ont postulé par un CV et d'une lettre de motivation, suivis d'un entretien d'embauche. Chaque groupe a des tâches à accomplir pour la préparation de la colonie : inscription des enfants pour les « *administratifs* », enregistrement des recettes, des produits et des charges pour les « *comptables* », préparation d'activités pour les enfants (sorties, veillées, jeux...) pour les « *animateurs* », les « *directeurs* » étant censés coordonner les travaux des différents services.

...des élèves
expriment
un manque
d'authenticité

Dans un premier temps, les élèves adhèrent au scénario proposé et se prennent au jeu. Toutefois, au fur et à mesure du déroulement du PPCP, une grande partie des élèves se trouve engagée dans des activités artificielles (enregistrement de noms fictifs, lettres d'appel d'offre non envoyées et demande de production de réponses factices par les élèves eux-mêmes...). Plusieurs groupes élèves sont déçus, voire démobilisés, par l'impression d'un contrat rompu, leurs activités reprenant l'allure d'exercices scolaires. Malgré plusieurs moments de régulation, les enseignants ne parviennent pas à modifier cette dynamique ni à tenir le scénario prévu. Lors de la séance de présentation – évaluation finale, les élèves exprimeront leur désir d'authenticité des pratiques en PPCP. Un groupe, celui des « *animateurs* », a cependant pu maintenir la réalité du scénario projeté grâce en particulier à l'expérience d'un élève dans le domaine concerné, l'animation de jeunes enfants.

2. PROCESSUS DE STRUCTURATION

2.1. Évolution des connaissances et processus de structuration

Les évolutions des types de connaissances utilisées par les élèves ont été plutôt étudiées au cours du PPCP de la classe de *métiers de la mode*. Nous en présentons les résultats, en les comparant ensuite à ceux du PPCP de la classe *métiers de la comptabilité*.

• Moments choisis pour l'observation du projet de la classe de métiers de la mode

trois jalons
d'observation

Nous avons observé deux groupes d'élèves au cours d'une séance de la phase de lancement des travaux (jalon 1) et l'ensemble des groupes lors de la présentation des maquettes à la classe (jalon 2). Une dernière observation a été effectuée à l'occasion de la présentation des travaux d'un groupe au partenaire professionnel référent (jalon 3).

Lors de la séance de lancement, les élèves discutent de solutions techniques et font des croquis. Elles font appel à des savoirs de l'enseignement technologique qui s'entremêlent à de nombreuses « connaissances communes » d'origine familiale ou personnelles. L'entretien de co-confrontation montre l'usage conjoint et non discuté de ces deux sources de connaissances, quand une élève compare deux pratiques très différentes :

Mary :	<i>Non, elle ne dessine pas de la même façon. Elle a commencé à partir du buste, et moi je fais tout le temps à partir de la taille. Elle ne fait pas le haut, les épaules, la tête et tout ça. Et tu fais les épaules plus larges</i>
Audrey :	<i>Oui. Je commence toujours sous les bras, et puis après je fais tout le corps, et après je remonte pour montrer le ... Le T-shirt quoi !</i>
[...]	
Chercheur :	<i>Et toi, Mary, tu fais comme le prof t'a dit ?</i>
Mary :	<i>Oui, je suis sûre d'avoir les bonnes proportions quand je fais comme ça, alors qu'Audrey, elle fait un peu au hasard !</i>

lancement
des travaux

présentation
de la maquette

présentation
au référent
professionnel

Le deuxième enregistrement (jalon 2) nous renseigne sur les activités des différents groupes lors de l'essai de présentation des maquettes qui est fait en classe. Chaque groupe décrit ses modèles en argumentant ses choix. Les autres élèves réparties en deux groupes distincts questionnent les compétences qui sont utilisées ou bien critiquent les propositions à la manière du professionnel correspondant à leur scénario respectif.

Le troisième enregistrement (jalon 3) renseigne sur la confrontation élèves / professionnels au moment de la remise officielle des maquettes et de leur évaluation par les partenaires.

• Recueil et exploitation des données

Pour les deux premiers jalons, nous avons analysé les activités enregistrées pour mettre en évidence les types de connaissances et les registres de structuration en jeu. Nous avons construit nos indicateurs en répliquant les travaux développés par Andrieu & Bourgeois (2003). Nous présentons ci-dessous le repérage des connaissances et des registres de structuration pour un groupe qui effectue un essai de présentation de sa collection :

Document 1. Exemple de repérage des connaissances et des registres de structuration

Tps	Activités	Connaissances	Structuration
14 02 03	Ma. : <i>C'est une tunique à capuche, il y a une ceinture avec des passants, au début, on avait mis plein de passants, mais là on a évité les passants, parce que si on veut serrer les passants, la polaire, c'est assez élastique, tous les passants se seraient collés et ça aurait fait moche, ça se serait déformé.</i> Sinon, on a une encolure ronde, et en bas des manches, on a fait des surpiqûres. C'est des manches trois quarts.	SET SET	Art Jux
[...]			
14 05 00	X : <i>L'élastique sur la taille, c'est</i> Ma. : <i>Soit un élastique, soit un cordon. Il ne veut pas de fermeture « éclair », il ne veut pas de bouton, pas de scratch, enfin scratch il veut bien, pression à la rigueur, donc on n'a pas beaucoup d'autres choix !</i>	SExp SET	Coor

Les types de connaissances ont été classées selon leurs origines :

- Les **connaissances communes** (code Ccom), dont l'origine n'est ni du domaine scolaire ni du domaine professionnel. Ces connaissances peuvent être d'origine familiale ou provenir des pairs ou bien encore apparaître comme personnelles sans que l'on puisse en déterminer la provenance ni la genèse. Elles apparaissent quand les élèves avancent des critères personnels ou donnent une opinion personnelle sans argumentation : « *C'est féminin, c'est chouette !* ». Elles sont présentes quand elles font référence aux personnes qui sont autour d'elles : « *Ça fait quoi, 35-40 ans ? ça fait Mme B...* » ou encore quand elles examinent leurs propres vêtements : « *Ah oui, toi, tu as carrément le truc sur le côté... [...] oui, mais ça ferait moche, là-dessus* ».
- Les **savoirs disciplinaires des enseignements généraux** (code SEG) : en français par exemple pour la légende des croquis « *tu marques haut, je ne sais pas comment on va appeler ça* », ou *sciences physiques* à propos de la déformation des tissus : « *tu crois que ça va se détendre ? [Julie prend un échantillon et tire dessus]* ».
- Les **savoirs technologiques** (code SET), savoirs du référentiel des enseignements professionnels (*technologie des matériaux* ou *pratique professionnelle*). Ils apparaissent quand les élèves dessinent ou font des descriptifs des modèles, cherchent des idées dans des catalogues fournis par le professeur de technologie, discutent de solutions techniques :

variété de l'origine des connaissances

Myrtille :	<i>Il faut penser à ça, il faut qu'il y ait de la souplesse aussi.</i>
Mary :	<i>Que la tête passe ?</i>
Mary :	<i>Oui, si tu fais un col rond.</i>

- Les **savoirs issus de l'expertise professionnelle** (code SExp), qui sont spécifiques à l'activité de l'entreprise partenaire du projet et portent en particulier sur les contraintes données dans le cahier des charges : « *Il a dit qu'il y avait du biais aussi* » ou « *ce sont des vêtements qui peuvent se porter toute l'année* ».

Concernant les registres de structuration des connaissances, nous avons distingué :

trois registres... Des connaissances que nous considérons comme **juxtaposées** (code Jux) quand les activités des élèves consistent à recueillir et à empiler, étaler, accumuler des connaissances. Si des parties sont distinguées, elles sont relatives à la chronologie de l'échange entre les élèves plus qu'à une élaboration organisée répondant à une logique interne. L'assemblage ainsi constitué manque de liens entre les parties. Les connaissances ne sont pas encore structurées. Ainsi, dans les descriptions des vêtements, quand une élève énumère les solutions technologiques sélectionnées : « *C'est une pression, ça ouvre le col* » ou encore « *Un ourlet, il est surpiqué* ».

Dans d'autres situations, un processus de structuration apparaît lorsque les élèves prennent conscience soit d'une nécessaire mise en ordre de leurs connaissances soit d'une architecture à donner à leurs propos et à leurs arguments pour modifier les connaissances qu'ils ont accumulées.

...pour qualifier l'organisation des connaissances Ainsi, les connaissances peuvent être repérées comme **coordonnées** (code Coor) quand apparaît une activité de mise en ordre et de classement (tiroirs), à l'intérieur d'un même type de pratique ou entre types de pratiques. Ce registre peut être identifié à partir de trois types de relations entre les connaissances : une circulation entre des connaissances de types ou d'origines différentes, une confrontation entre des pratiques et les connaissances qui y sont associées, un renforcement de certaines pratiques et des connaissances sur ces pratiques. Cette coordination apparaît quand une élève fait un lien entre une solution technique et le cahier des charges du partenaire : « *Soit un élastique, soit un cordon. Il ne veut pas de fermeture "éclair", il ne veut pas de bouton, pas de scratch, enfin scratch il veut bien à la rigueur, donc on n'a pas beaucoup d'autres choix !* ».

Dans un autre registre, les connaissances peuvent être désignées comme **articulées** (code Art) quand au cours

elles peuvent être :

juxtaposées

coordonnées

articulées

d'une activité apparaît une mise en perspective entre différentes connaissances en jeu. Cette nouvelle architecture entre les connaissances constitue un tissu, un maillage ou une arborescence singulière. Ce registre peut être identifié à partir de deux types d'activités cognitives : une mise en place de connaissances dans une architecture avec des choix argumentés rendant compte d'une hiérarchisation ou d'une dépendance (fonctionnelle) entre des savoirs technologiques et des compétences ; une reconstruction des connaissances liées à une activité ou à un questionnement rendant compte d'une adaptation fonctionnelle des compétences à la situation quasi professionnelle.

C'est en ce sens qu'une élève considère des choix techniques inadaptés en les relativisant par rapport à la contrainte du partenaire et en modifiant les solutions techniques qu'elle met en jeu : « *On avait fait deux surpiqûres, au niveau de la fente, il trouvait que ça faisait trop, que ça servait un peu à rien, donc on a limité, et on a fait une surpiqûre et on a rétréci la fente, et en haut de la jupe, pour la tenir, c'est un cordon* ».

• **Évolution des connaissances d'un groupe d'élèves d'un jalon à un autre**

La comparaison porte tout d'abord sur les données concernant le groupe « *maille polaire* » entre le démarrage (jalon 1) et la présentation de ses travaux (jalon 2).

des déplacements
sur les types
de connaissances
entre les jalons

Les tableaux de synthèse 1 et 2 présentent les types de connaissances en jeu et les registres de structuration des connaissances utilisés. Le découpage horizontal est chronologique et correspond à des unités de sens. Chaque croix signifie que, dans l'interaction entre les élèves, une connaissance a été énoncée ou rendue visible dans la pratique d'un des élèves du groupe. Les nuages de croix permettent une lecture globale des déplacements entre les types de connaissances (Exemple : Ccom 17 croix au jalon 1, et 0 croix au jalon 2).

Document 2. Déplacements entre les types de connaissances

Origines des connaissances	Jalon 1	Jalon 2	Relations entre les connaissances		
			Jalon 1	Jalon 2	
(CCom) Connaissances communes	17	0	(J) Juxtaposées (C) Coordonnées	48 26	24 32
(SEG) Savoirs d'ens. général	0	4	(A) Articulées	6	7
(SET) Savoirs d'ens. technologique	62	39			
(SExp) Savoirs d'expertise professionnelles	5	20			

une première
approche...

Concernant les types de connaissances mises en jeu par ce groupe aux deux moments observés, nous constatons que les connaissances communes sont très présentes lors du premier jalon qui est une phase de recherche de solutions. Les élèves se servent des connaissances de leur entourage – la famille, la rue, la classe – de connaissances personnelles à partir de leurs propres vêtements qu’elles manipulent, retournent, détaillent, critiquent. Au cours de l’avancement du projet, ces connaissances disparaissent au profit de savoirs technologiques.

Les savoirs d’enseignement général sont absents dans la première étape et apparaissent très ponctuellement dans le jalon 2, par exemple au moment où les élèves se posent un problème de communication à propos de l’utilité d’une légende pour présenter une collection.

Les savoirs technologiques sont visibles en grande quantité, ils correspondent à la nature technique du projet qui vise à proposer de nouveaux modèles de vêtements aux partenaires. Cependant les savoirs technologiques ne sont pas de même nature. Au jalon 1, les élèves sont à la phase de recherche de solutions. Au jalon 2, elles présentent les solutions technologiques qu’elles ont retenues, en fonction des contraintes que leur impose la matière utilisée pour cette collection : « *Pas de bouton-boutonnière sur de la maille polaire !* »

... par connaissances
communes
et savoirs
technologiques

Les savoirs d’expertise professionnelle apparaissent un peu dans le jalon 1, quand les élèves rappellent les exigences du cahier des charges. Dans le jalon 2, l’échéance du projet s’approchant, la volonté d’assumer le contrat rend plus prégnantes les références aux connaissances exprimées par le partenaire, mais aussi à ses pratiques.

Parallèlement, nous observons des changements dans les registres de structuration qui sont utilisés par ce groupe.

Au premier jalon, les connaissances communes et les savoirs de l’enseignement technologique sont juxtaposés, sans débat. Ils se côtoient, se mélangent sans distinction visible avec de rares solutions plus ou moins associées au cahier des charges. L’activité est assimilable à un « brouillon », il n’y a pas d’organisation logique, chaque élève donne ses idées que le groupe compile. Il n’y a pas d’argumentation, comme le montre l’extrait suivant : « *ça fait quoi, 35-40 ans ?* » « *les manches, encore, ça va* » « *elle a quel âge ta mère ?* »

Au deuxième jalon, pour leur majorité, les connaissances convoquées sont reliées entre elles par une logique minimale correspondant au respect de contraintes techniques (respect des matériaux, des délais, des procédures...). Des tentatives de mise en relation avec les compétences d’expertise professionnelle émergent. Le registre utilisé est alors de type coordonné comme l’indique le discernement progressif de cet extrait : « *C’est une robe sans manche, col officier,*

l'accès aux savoirs d'expertise est très présent dans le troisième jalon

fermé par une pression, parce que tout ce qui est bouton, il n'en veut pas ! ».

Au cours de cette étape et au moment de la remise des travaux, les élèves font non seulement le lien entre deux paramètres – par exemple la forme et la matière – mais ils sont capables d'argumenter sur la faisabilité : « *On avait fait des manches "pagodes", comme sur certains T-shirts, mais on ne peut pas le faire, parce que ça se déforme, en fait, [...] et même au niveau fabrication, c'est pas possible.* » Cette mise en perspective articule trois types connaissances entre elles. Au moment du jalon 3, lors de la présentation finale, le groupe « *maille polaire* » dont le travail est le plus abouti, jongle entre les connaissances d'expertise professionnelle et celles du référentiel de l'enseignement technologique et professionnel.

• Comparaison entre deux groupes d'élèves du PPCP métiers de la mode

Au jalon 1 les données du groupe « *collection de pantalons* » sont similaires à celles du groupe « *maille polaire* ». La comparaison des tableaux 2 et 3 montre qu'au jalon 2 elles diffèrent sensiblement.

Tableau 3. Jalon 2 pour le groupe « collection de pantalons »

		2	4	5	6	7	8	9	11	12	14	15
S Exp	A											
	C J	XX XXX								X	X X	X
SET	A		X	X	X X		X	X	X X		X	X
	C J		XXX XX	X	X	XXXX	X	XXXX	X	X	X	
SEG												
C Com	A											
	C J								X		X X	X

Deux observations s'imposent :

- Les connaissances communes ne disparaissent pas totalement.
- Les savoirs d'expertise professionnelle sont moins nombreux que dans le groupe « *maille polaire* ».

La mise en relation entre les savoirs mobilisés et leurs registres de structuration montre les transformations qui ont eu lieu entre les différents jalons de l'observation pour les deux groupes :

Au jalon 1, les connaissances communes sont évoquées dans un registre de *juxtaposition* : les élèves citent un élément de leur vie personnelle ou font référence à leurs goûts. Au jalon 2, après leur entrevue avec le partenaire, les connais-

sances communes sont quasiment absentes pour le groupe « *maille polaire* » ; alors qu'elles apparaissent encore pour le groupe « *collection de pantalons* » qui n'a pas eu de nouveau contact avec son référent professionnel.

Dans tous les enregistrements, les savoirs technologiques sont nettement présents, ils sont essentiellement juxtaposés au jalon 1. L'usage des registres *juxtaposition* et de *coordination* est équilibré pour le groupe « *collection de pantalons* » au jalon 2, alors qu'au même moment, le groupe « *maille polaire* » utilise des connaissances professionnelles alternativement suivant les trois registres. Au jalon 3, ce groupe abandonnera quasiment le registre de *juxtaposition*. Dans les jalons 2 et 3, c'est à l'occasion de mise en correspondance entre connaissances professionnelles et savoirs technologiques que ce groupe communique dans un registre d'*articulation*.

l'enseignement
général réduit
à la portion congrue !

Dans la plupart des situations relatées ou observées les disciplines d'enseignement général ne se saisissent pas des opportunités permettant de révéler la place de leurs savoirs disciplinaires au sein de l'activité technique.

Les connaissances associées à l'expertise professionnelle apparaissent dans les évocations du cahier des charges, dans ce que les élèves connaissent de l'entreprise ou du professionnel avec lequel ils collaborent. Ils sont en relation avec à la volonté de tenir le contrat avec ce partenaire.

• Différences plus marquées dans le PPCP des métiers de la comptabilité

Dans ce deuxième PPCP, les résultats sont comparables, mais entre les groupes de la même classe les différences d'évolution des connaissances et des registres de structuration utilisés sont encore plus marquées.

Dans la séance de présentation-évaluation des travaux (jalon 3), les différents types de connaissances se retrouvent :

Les savoirs technologiques sont massivement présents chez tous les groupes, par exemple quand les « *administratifs* » font de la saisie et sont arrêtés par des problèmes techniques (Francis pointe quelque chose sur son écran en disant : « *il y a peut-être un problème* ») ou lorsque la secrétaire indique ses ressources pour savoir présenter une lettre (« *J'ai cherché dans mes cours de secrétariat et j'ai trouvé les cours qu'on avait faits en début d'année* »).

registres de
structuration plus
marqués dans
le PPCP métiers
de la comptabilité

Des savoirs d'enseignement général sont parfois évoqués, à propos du courrier, ce qui fait appel à des compétences de français, ou d'achats de nourriture qui demandent un « *équilibre des menus, pour qu'on sache exactement quoi prendre pour chaque enfant* », ce qui relève de la *vie sociale et professionnelle*.

Certains élèves, ceux du groupe des « *animateurs* » en particulier, font appel à des connaissances communes pour se représenter la tâche et rechercher des solutions : « *Moi j'ai*

connaissances
essentiellement
juxtaposées
ou coordonnées
dans le PPCP
métiers de la
comptabilité

tenu compte de ce que j'avais vécu en tant que colon dans une colonie, donc j'ai essayé de voir ce qui était mieux pour les enfants, moins bien, intéressant, pour les intéresser ... ». Ils font également référence aux contraintes issues du cahier des charges : « *Il fallait se renseigner sur le parcours qu'on faisait, pour s'y rendre* ».

Concernant les registres de structuration :

- Pour la plupart des groupes, la description de leur travail consiste à énumérer les activités réalisées et les connaissances convoquées se situent dans un registre de *juxtaposition* : « *On a lancé un appel d'offre à des transporteurs, on a d'abord cherché sur minitel des adresses, et après nous les avons sortis en publipostage* ».
- Les connaissances sont *coordonnées* quand elles sont confrontées à la réalité des pratiques (recherche d'information sur Internet ou écriture de courrier) ou discutées (« *On n'a pas encore la liste détaillée des inscrits, donc on a procédé juste avec l'effectif des groupes, avec tant d'animateurs par groupe* »).
- Le registre d'*articulation* est uniquement présent pour le groupe des animateurs, quand il met en perspective les compétences d'un élève spécialisé servant de référent et celles qui sont exigées par la tâche à accomplir : « *On a fait appel à Roman, parce qu'il a déjà fait du concret, il a déjà été en colonie en tant qu'animateur, donc on a demandé à Roman comment on pouvait organiser un spectacle, comment faire un plan de préparation* ».

• Interprétation des résultats sur l'évolution des connaissances

Pour l'ensemble des groupes observés, dans les deux classes, au démarrage des travaux, c'est le registre de *juxtaposition* qui est majoritairement présent quand les propositions de solutions sont accumulées les unes derrière les autres. Des passages épisodiques à un registre de *d'articulation* interviennent quand les élèves argumentent sur des connaissances provenant de leur enseignement technologique ou font référence aux contraintes issues du cahier des charges.

Pour les élèves du PPCP des *métiers de la mode*, ce qui semble le plus marquant entre les jalons considérés, c'est une triple évolution consistant, en premier lieu, à abandonner les connaissances communes mobilisées dans le registre de la *juxtaposition* pour, dans un deuxième temps, coordonner des savoirs technologiques entre eux et, en dernier lieu, articuler ces savoirs technologiques avec des connaissances issues de l'expertise professionnelle qu'elles découvrent progressivement.

En revanche, lorsque le partenaire professionnel est moins présent, comme pour le PPCP des *métiers de la comptabilité*, les groupes se maintiennent dans leur majorité dans une référence scolaire et ils utilisent presque uniquement des

savoirs technologiques pour effectuer leur tâche. Ils en restent le plus souvent à un registre de *juxtaposition*, avec quelques moments où les connaissances sont coordonnées.

une condition
nécessaire
pour éviter
tout simulacre :

Ces deux cas nous permettent de proposer des règles interprétatives sur les fonctionnements observés :

- plus il y a de rencontres avec le partenaire professionnel, plus le caractère de l'expérience des élèves devient authentique ;
- lorsque l'authenticité est tenue, les connaissances communes s'effacent au profit des compétences de l'enseignant professionnel et des connaissances d'expertise professionnelles qui sont mises en relation ;
- lorsque la communication sur le caractère professionnel des activités des élèves augmente (confrontation entre les élèves, entre les groupes des différents projets, entre élèves et professeurs, entre élèves et partenaires), les connaissances évoquées sont articulées entre elles.

la présence
du partenaire

2.2. Influence des postures sur l'accès au projet et la structuration des connaissances

Au-delà d'une description du processus de structuration des connaissances, nous avons cherché à identifier les facteurs susceptibles d'en faciliter l'émergence. Nous avons surtout étudié cet aspect dans le PPCP des *métiers de la comptabilité*. La caractérisation des postures prises par les professeurs, le partenaire et les élèves quand ils décrivent leurs activités lors de la séance de présentation-évaluation, nous a permis de repérer celles qui favorisent ou au contraire freinent ce processus de structuration.

• Données recueillies dans le PPCP des métiers de la comptabilité

Les observations présentées ici portent essentiellement sur la séance de présentation-évaluation des travaux des élèves qui permettent une comparaison des groupes. Dans ce troisième jalon, l'activité est à la fois une situation de présentation des résultats et d'évaluation du travail fourni par les élèves. La forme adoptée – une discussion entre les élèves de chaque groupe et les professeurs – ne rend compte qu'indirectement des postures effectivement prises dans les activités.

une palette
de postures...

À partir des travaux d'Andrieu & Bourgeois (2003), nous avons défini pour les élèves sept *postures* susceptibles d'être prises dans l'activité. Nous signalons parfois la négation d'une posture lorsque les élèves indiquent clairement qu'ils n'ont pas pu entrer dans l'activité de cette manière.

1. Expert (code Ex). L'élève apporte (ou met en débat) des informations et des connaissances de caractère professionnel : « *On a fait appel à Roman, parce qu'il a déjà été en colonie en tant qu'animateur* ».

2. Acteur (code Act). L'élève prend des initiatives, il gère sa pratique : « *On devait créer la base de données* ».

3. Collaborateur (code Col). L'élève collabore avec quelqu'un de son service ou d'un autre service : « *On a demandé à Jessie, qui était la secrétaire, si ça ne la dérangeait pas de nous faire une lettre, et elle nous a dit : "je ne suis pas votre commis".* »

4. Exécutant (code Exé). L'élève exécute une tâche sans prendre d'initiative, un autre gère sa pratique : « *On a enregistré les dépenses du directeur et la saisie des recettes* ».

5. Novice (code No). L'élève montre qu'il lui manque un minimum d'information pour exercer sa pratique : « *On a demandé à quelqu'un d'autre son avis* ».

6. Explicitant (code Exp). L'élève décrit son activité, donne des explications complémentaires : « *La structure juridique, c'est toutes les formes qu'elle avait... Juridiquement, quoi !* ».

7. Évaluateur (code Eval). L'élève porte un jugement sur l'activité : « *On aurait aimé que ce soit mieux* ».

...pour décrire
l'ajustement des rôles
pris dans l'activité

Cinq postures sont prises par les enseignants (code Pr) ou le partenaire (code Par) :

1. Expert (code Ex). Le partenaire ou le professeur apporte les informations et les connaissances relatives aux pratiques professionnelles : « *Les comptables ont réussi à enregistrer leurs chèques "avec votre aide"* ».

2. Conducteur (code Cond). Le professeur définit la tâche, le rôle, il organise les pratiques : « *On a été nommés par M.H.* ».

3. Lecteur (code Le). Il écoute, s'informe prend connaissance de l'activité : « *J'ai entendu X dire ...* »

4. Explicitant (code Exp). Il présente les savoirs en les simplifiant avec la volonté d'instruire : « *Vous avez demandé le vade-mecum avec la réglementation, toutes les règles de sécurité à mettre en œuvre ...* ».

5. Évaluateur (code Eval). Il définit des critères et porte un jugement sur l'activité : « *Est-ce que tu ne t'es pas remis en cause[...]toi, à ton niveau, en tant que directeur, est-ce que tu n'as pas échoué un peu dans ton rôle de directeur, est-ce que vous n'avez pas échoué, vous êtes deux ?* »

Nous avons analysé les données concernant chaque groupe en qualifiant les postures prises et en les confrontant systématiquement aux caractéristiques de chacun des *trois P* du PPCP :

- « rôle », « activité » et « commande » pour caractériser l'aspect projet ;
- « savoirs d'enseignement technologique » (code SET) et « savoirs d'enseignement général » (SEG) pour l'aspect pluridisciplinaire ;
- « compétence professionnelle », « relations dans » et « relations entre services » pour les aspects du caractère professionnel.

Le codage présenté ici, est un extrait de la présentation des élèves du « *service comptable* » au cours du jalón 2.

Tableau 4. Exemple de codage

Activités	Indices sur les trois P			Postures	
	Projet	Pluridisciplinaire	Caractère Professionnel	Professeur + partenaire	Élèves
Carole : <i>Au début du PPCP, on a dû saisir des tableaux pour enregistrer des recettes, des produits et des charges. [...] Le 8 février, on a saisi une lettre de motivation pour postuler à un poste d'animateur.</i>	activité	SET	compétence professionnelle	Pr : Cond	C : Exé
Mylène : <i>Pour le projet, on aurait aimé que ce soit mieux ! [rires]</i>		SET			C : Exé
Mme J. : <i>Est-ce que vous avez eu l'impression quand même d'appliquer des compétences ? [...]</i>	activité			Pr : Eval	M : Eval
Carole : <i>Non, on n'y est jamais arrivé ! [...]</i>		SET			C : Novice
M. JP. : <i>Il me semble que vous l'avez fait puisque je l'ai, moi !</i>				Pr : Eval	
Carole : <i>Oui, avec votre aide ...</i>					C : Eval

• Des différences dans les postures prises par les groupes

En présentant les données recueillies sous forme d'un tableau synthétique, nous pouvons comparer les postures prises par les élèves de différents groupes, dans leurs activités ou en réponse à des postures prises par les enseignants.

comparaison
de trois groupes :
les comptables
les administrateurs
les animateurs

Nous proposons ici les résultats concernant trois groupes, les « *comptables* », les « *administratifs* » et les « *animateurs* » qui présentent des caractéristiques contrastées.

Le groupe des « *comptables* » est essentiellement dans une posture d'exécutant. Les deux élèves du groupe se sont répartis les rôles : « *Je lui disais les achats que le directeur avait faits [...] elle saisit le tableau [...] je vérifiais ce qu'elle faisait* ». Ainsi, les initiatives qu'elles prennent sont destinées essentiellement à contrôler l'activité de l'autre. Quand elles ne savent pas faire, elles font appel au professeur, comme dans l'enseignement ordinaire, et prennent une posture de novice. Dans les entretiens de co-confrontation, elles expliquent que « *sinon, on risque de faire des bêtises* ». Ces élèves ne sont pas en projet, elles ne dialoguent pas avec

Tableau 5. Comparaison des groupes d'élèves

groupes	Indices sur les trois P			Postures		
	Projet	Pluridisc.	Professionel	partenaire	professeurs	élèves
Comptables	Rôle : -1 Activité : 4	SET : 7	Comp : - 1 Rel entre 0 Rel dans 0		Conducteur : 2 Lecteur : 6 Explicitant : 3 Évaluateur : 3	Acteur : 1 Exécutant : 4 Novice : 1 Explicitant : 2 Évaluateur : 3
Administratifs	Rôle : 1 Activité : 3	SET : 6	Comp : 1 Rel entre 0 Rel dans 1		Lecteur : 4 Évaluateur : 2	Acteur : 5 Exécutant : 2 Explicitant : 4 Évaluateur : 2
Animateurs	Rôle : 6 Activité : 10 Commande : 1	SET : 5 SEG : 2	Comp : 13 Rel entre 2 Rel dans 2	Expert : 2	Conducteur : 2 Expert : 4 Lecteur : 15 Explicitant : 1 Évaluateur : 3	Expert : 5 Acteur : 14 Collaborateur : 4 Exécutant : 2 Novice : 1 Explicitant : 7

un partenaire, elles répondent à leur enseignant. Les deux enseignants qui s'adressent à elles ont deux séries de postures opposées : Le professeur d'enseignement professionnel est conducteur et évaluateur tandis que le professeur de communication est lecteur et explicitant. Cependant les élèves tentent de refuser la posture d'exécutante qui est majoritairement attendue et elles rompent le couple de posture en se plaçant dans une posture de contre évaluateur (cf. extrait cité dans le paragraphe « données recueillies dans le PPCP des métiers de la comptabilité »).

chaque groupe
ne vit pas
le même projet...

Le groupe des « administratifs » prend plus d'initiatives et se trouve dans des postures d'acteurs plus fréquemment que les « comptables ». Cette compétence est prise en référence :

- À des pratiques scolaires, quand ils utilisent des savoirs technologiques, par exemple à propos du choix du logiciel : « Lui, c'est access et moi excel. Lui, il inscrit les élèves sur access alors que moi, j'ai besoin d'un tableur pour inscrire les élèves qui paient, les choses à savoir » ou quand ils résolvent un problème technique : « Vu que j'ai un problème sur mon ordinateur, j'ai retiré ma disquette, et je l'ai mis dans le lecteur de disquette de Jo pour qu'il essaye de l'ouvrir. Si ça avait marché, c'est que ça aurait été mon lecteur de disquette. Mais ça n'a pas marché non plus, alors... »
- À ce qu'ils pensent être des pratiques professionnelles : « de toute façon, on travaille mieux comme ça. Même avec tout le monde. Tout à l'heure, je leur ai passé mon fichier pour les fiches de paye. Même si ce sont des groupes répartis en plusieurs services, je ne sais pas si ça se passe comme ça en entreprise, mais c'est mieux de les aider ! »

...et ne voit pas
le même référent

Dans l'échange entre le groupe des « *administratifs* » et les enseignants, les postures prises par les enseignants favorisent une présentation de la mise en actions. En demeurant lecteur de l'activité, les enseignants génèrent en retour une posture d'explicitant. Pour donner plus de relief à leur posture d'explicitant les élèves présentent également leurs activités en détail dans une posture d'acteurs.

Le groupe des « *animateurs* » se distingue par le fait que la palette des postures utilisées, tant par les enseignants que par les élèves, est le plus étendue. Les élèves s'appuient dans le groupe sur une personne ayant une expérience professionnelle dans le domaine, et pouvant avoir une posture d'expert. Ce n'est donc pas le professeur habilité qui joue ce rôle, il est plutôt perçu comme un partenaire qui peut apporter des ressources :

Roman :	<i>On faisait du courrier. Il fallait se renseigner sur le parcours qu'on faisait, pour s'y rendre, on a demandé, c'est sûr, à M. JP. qui connaissait, et puis il devait nous ramener des documents, des cartes des Vosges, puisque ça se passe dans les Vosges, la colonie.</i>
Mme AM. :	<i>Je voudrais vous demander comment vous vous y êtes pris pour organiser les groupes d'enfants ?</i>
Maguy :	<i>On n'a pas encore la liste détaillée des inscrits, donc on a procédé juste avec l'effectif des groupes, avec tant d'animateur par groupe.</i>
Mme AM. :	<i>Vous aviez des informations qui vous permettaient de dire qu'il faut tant d'animateurs par groupe ?</i>
Maguy :	<i>C'est Roman qui nous a aidés un peu... il faut un animateur pour tant d'enfants, on s'est beaucoup aidé de Roman par rapport à ça.</i>

Les couples de postures *expert-novice* sont présents et des dialogues *expert-expert* existent également. Le fonctionnement inversé *explicitant-lecteur* favorise la description par les élèves de leur activité en tant qu'acteurs et les enseignants ne sont plus admis par ce groupe d'élèves dans leur rôle ordinaire, ils semblent les accompagner dans leur projet.

Cette interprétation est à corréliser avec les indices repérés sur les caractéristiques des *trois P*. Ces élèves travaillent effectivement en projet et le caractère professionnel du projet est tenu. À partir de ce moment, les disciplines d'enseignement général sont présentes en même temps que les disciplines technologiques, ce qui signifie une prise en compte de la fonction pluridisciplinaire du PPCP.

Les élèves s'expriment dans un registre d'articulation qui relie les connaissances scolaires et les activités du projet qu'ils caractérisent comme professionnelles sans le savoir : « *Il y a de la comptabilité qui intervenait. On ne s'en est pas rendu compte, enfin moi je l'ai senti comme ça, parce qu'on était dans notre activité, c'était naturel. On n'a pas senti qu'on allait faire de la comptabilité, ou du secrétariat, on écrivait une lettre parce qu'on avait besoin d'un renseignement pour la randonnée, pour dormir là-haut* ».

auto-référencement
scolaire
et référence
authentique
coexistent ici

Il existe bien une corrélation entre mise en projet des élèves, postures prises et structuration des connaissances :

- Dans un cas, la majorité des groupes est restée en postures d'élèves, souvent exécutants ou novices, au mieux acteurs, avec des activités maintenant un auto-référencement aux pratiques scolaires, les tâches étant définies et contrôlées par les professeurs. La co-confrontation confirme que les élèves sont déçus de ne pas avoir travaillé en projet et de ne pas avoir pu jouer leur rôle ni utiliser de compétences professionnelles
- Dans l'autre cas, pour le groupe des « *animateurs* », la scénarisation a été tenue jusqu'au bout et les élèves ont eu les moyens de travailler en projet. Leurs postures sont celles d'experts et d'acteurs, ils font référence à des pratiques professionnelles et ils articulent savoirs scolaires et activités de caractère professionnel.

C'est dans ce cas que nous pouvons dire que le dispositif permet aux élèves d'acquérir une expérience partielle mais authentique de pratiques professionnelles.

• Postures prises dans le PPCP des métiers de la mode

Comme pour les élèves des *métiers de la comptabilité*, les postures prises par les élèves évoluent différemment d'un groupe à l'autre, mais d'une manière plus homogène.

les couples
de postures...

Au démarrage des activités, tous les groupes qui fonctionnent en utilisant les professeurs comme ressources sont dans des postures d'acteurs ou d'explicitants quand ils s'adressent aux élèves de leur propre groupe.

Au moment de la présentation des maquettes à la classe, le groupe « *collection de pantalons* » se positionne surtout en tant qu'explicitant.

Sandrine :	<i>Là, il y a une sorte de broderie, et là, c'est une mini poche.</i>
Y :	<i>Une mini poche à soufflets... ?</i>
Sandrine :	<i>Non, ce ne sont pas des poches à soufflets, ce sont des poches plaquées !</i>

...fonctionnent
sans ambiguïté...

Interpellée par le professeur de technologie dans une posture d'évaluateur sur l'un des modèles proposés, une élève choisit une même posture d'évaluateur de l'activité mais dans une référence qui demeure scolaire : « *Oui, il y a un problème ! On ne s'est pas posé la question, c'est clair ! C'est nul, je sais que ce n'est pas bien ! Ce n'est pas achevé ! On présente quelque chose qui n'est pas achevé ...* »

Le groupe « *maille polaire* », qui a déjà présenté son avant-projet au partenaire, prend des postures d'explicitant lors de la présentation à la classe face aux postures de lecteur prises par les autres élèves, ce qui fait que le dialogue est harmonieux sans rupture de postures. Il adopte essentiellement une posture d'expert lors de la présentation finale au

partenaire qui répond dans une attitude similaire quand une élève discute ses solutions :

Le partenaire :	<i>D'accord ! Juste une chose, vous avez parlé d'élastique ...</i>
L'élève :	<i>Là, au niveau de l'encolure. Un élastique ou un cordon, pour faciliter l'enfilage, vu qu'il n'y a pas de fermeture ni rien ... Même si c'est un peu extensible, on trouvait que ça serait mieux !</i>
Le partenaire :	<i>Un élastique, au niveau de l'encolure, je ne vois pas trop comment on peut faire ...</i>
L'élève :	<i>Eh bien, un cordon ! Un peu comme dans les pulls ... Là, c'était pour faciliter l'enfilage, parce que comme ça on pensait ...</i>
Le partenaire :	<i>Oui, comme le col est tout rond...</i>
L'élève :	<i>Oui, là on l'a fait serré aussi, mais c'est par rapport au modèle, on n'est pas obligé d'être ras du cou !</i>

...si la scénarisation est maintenue

Ainsi, la confrontation avec le partenaire a favorisé l'évolution des élèves de ce groupe dans l'usage de connaissances issues de l'expertise professionnelle. La posture d'expert qu'elles arrivent à prendre se complète par une posture de collaborateur qui trouve en réponse un partenaire acceptant d'être dans une posture de lecteur de leurs solutions, cohérente avec sa posture d'évaluateur.

Le fonctionnement au jalon 3 des couples de postures *expert-expert* et *lecteur-collaborateur* est corrélé à l'articulation réalisée par ces élèves entre des connaissances professionnelles et des savoirs de l'enseignement technologique. Ce fonctionnement se mêle à un couple de postures *évaluateur-évalué* qui s'installe sans ambiguïté entre partenaires (MJ. Et Mme J.) et l'élève (Mary) dans le dialogue ci-dessous :

Mary :	<i>La jupe, elle est courte, avec une poche kangourou sur le devant, et c'est un élastique au niveau de la taille pour le maintien.</i>
Mme J. :	<i>Oui.</i>
Mary :	<i>Et pareil, pas de fente puisqu'elle est au dessus du genou.</i>
M. J. :	<i>[s'adressant à Mme J.] Tu as le sous-pull, plus le pull en dessous.</i>
Mme J. :	<i>D'accord, avec le petit pull.</i>
M. J. :	<i>Et le col écharpe, il est posé sur le pull ?</i>
Mary :	<i>Le pull sans manches, oui ! L'autre, il a une encolure ronde, et il reste près du corps quand même.</i>
Mme J. :	<i>Oui.</i>
M. J. :	<i>C'est pas mal, une petite modification ici.</i>
Mary :	<i>Oui, on avait fait des manches pagode.</i>
M. J. :	<i>J'avais un petit peu peur de ça...</i>
Mme J. :	<i>Oui, c'est du fin en plus !</i>
Mary :	<i>On n'a pas utilisé de polaire épais, vu que vous nous aviez dit que c'était pour l'été !</i>
M. J. :	<i>Oui, c'est bien ! C'est un très, très bon modèle. Et celui-ci, en fait on avait trouvé la solution. J'avais dit qu'il fallait faire des plis, mais ça ne va peut-être pas en faire tant que ça !</i>

2.3. Conditions pour favoriser une structuration des connaissances

L'observation comparée de ces deux PPCP singuliers nous permet de définir les conditions qui ont favorisé l'existence d'un processus de structuration des connaissances en jeu dans leur dispositif.

un caractère de simulation freine le développement...

Lorsqu'un caractère simulé est donné à la situation proposée aux élèves, alors la scénarisation ne fonctionne plus. Les élèves restent dans des références scolaires en prenant essentiellement des postures d'exécutants, au mieux d'acteurs ou de novices. Ils ont des difficultés à coordonner ou à articuler les connaissances scolaires avec les compétences professionnelles, leurs connaissances communes ne sont pas questionnées.

...une situation authentique le favorise

En revanche, si les enseignants construisent les dispositifs à partir de données authentiques, en référence aux pratiques professionnelles et si les enseignants et les partenaires professionnels s'accordent sur la mise en projet des élèves et s'ils s'y tiennent, alors le dispositif a sur les connaissances et les compétences des élèves un effet structurant. Les élèves peuvent prendre des postures d'expert et se projeter comme jeune professionnel, d'autant plus qu'ils ont eu l'occasion de se confronter au partenaire professionnel. Les connaissances scolaires et les compétences professionnelles sont convoquées et discutées par le lycéen qui établit des renforcements et des liens dans une nouvelle organisation épistémologique. L'ignorance initiale constatée par une présence importante des connaissances communes est remplacée par des savoirs technologiques et des compétences professionnelles.

3. APPORTS DE LA RECHERCHE

3.1. Des réponses aux paradoxes issus de la juxtaposition des trois P

• *Pluridisciplinarité*

Ce sont les réponses concernant la *pluridisciplinarité* et son articulation avec le *projet* et le *caractère professionnel* qui sont les moins avancées dans la recherche menée.

Dans les deux PPCP suivis, les savoirs technologiques sont nettement convoqués à tous les moments du projet, ce qui est cohérent avec la référence professionnelle du projet. Ils sont essentiellement juxtaposés au démarrage des activités, puis progressivement utilisés en alternance avec des connaissances professionnelles, dans les registres de coordination et d'articulation si le professionnel est un référent actif.

Les savoirs d'enseignement général sont potentiellement présents dans un certain nombre d'activités, mais ils sont pratiquement toujours masqués et demandent à être révélés.

la pluridisciplinarité
imaginée
après-coup...

L'existence de ces savoirs et leur possible mobilisation au cours du projet relèvent plus d'un constat *a posteriori* que d'un problème assumé par les équipes enseignantes pendant les PPCP observés. Au mieux, les disciplines d'enseignement général fonctionnent comme des disciplines de service (quand des élèves des *métiers de la comptabilité* rédigent des courriers ou calculent le prix de revient de l'activité qu'ils préparent). Les enseignants des disciplines d'enseignement général ne se saisissent pas des opportunités qui leur donneraient un statut de discipline de cœur. Pourtant, ils admettent qu'ils auraient pu prendre cette fonction dans plusieurs occasions (par exemple, les séances de présentation orale des travaux s'appuient sur des compétences de communication orale). De la même manière, ils se rendent compte *a posteriori* du potentiel d'ouverture de leur discipline (par exemple, un travail sur la mythologie aurait pu être mené à l'occasion de la conception d'une maquette de costume d'une pièce de théâtre sur la malle de Pandore).

...exige
des compétences
nouvelles

Face à la pluridisciplinarité, les enseignants adoptent trois attitudes différentes (3) :

- une attitude d'attente, de « mise en retrait », quand l'enseignant récuse toute action anticipatrice, écartant toute possibilité d'intervention d'ordre didactique sur le temps réservé au PPCP ;
- une attitude « d'intervention à la marge », quand sont rencontrés dans les activités des contenus que l'enseignant reprendra à l'occasion d'apprentissages plus formels ;
- une attitude impliquée et anticipatrice, permettant d'interagir avec l'activité des élèves et de relier, au moment où il se pose, le problème rencontré à des connaissances rencontrées dans un autre contexte, celui de l'enseignement disciplinaire.

C'est sur ce troisième point que de nouvelles recherches devraient s'engager afin de déterminer les compétences professionnelles que cela suppose pour ce corps professoral.

• **Scénarisation**

L'articulation entre projet et caractère professionnel peut être effective à partir du moment où les enseignants mettent en place une « scénarisation » d'une partie de l'activité professionnelle. Cette *scénarisation*, qui permet de développer les activités du PPCP, passe par la conception d'un contrat minimal entre partenaire et enseignant, puis par la mise en place par les enseignants d'une pédagogie du contrat entre élèves et partenaires. Des rôles sont choisis par les élèves en

(3) *Ibid* 1.

la scénarisation
permet la dévolution
du projet
aux lycéens

respect avec le cadre fourni par le scénario. Ils constituent une expérience vécue dans des groupes de projet où chaque élève a une part de la responsabilité collective correspondant à l'engagement pris avec le partenaire. Il faut toutefois préciser que cette *scénarisation* ne suffit pas et que le contrat doit ensuite être assumé par les différents acteurs tout au long du projet, sous peine de modifier la nature du projet.

Quand la *scénarisation* est tenue, les trois caractères du projet sont présents et s'enrichissent mutuellement :

- Sur le plan existentiel, chaque élève peut se projeter dans un rôle qui est en rapport avec ce qu'il fera dans sa profession, il peut également compter sur la reconnaissance et le soutien d'un collectif de travail.
- Sur le plan méthodique, la planification et la répartition des tâches nécessaires sont présentes et acceptées dès l'origine du contrat, mais les délais, les obstacles et les nécessités techniques demandent à être gérés tout au long du projet.
- Sur le plan opératoire, le partenaire professionnel sert de référent, les enseignants maintiennent l'objectif du contrat et accompagnent les élèves pour qu'ils puissent résoudre les obstacles qui surgissent. Le produit final traduira les pratiques des élèves, il sera discuté par le partenaire.

La *scénarisation* des activités favorise la mise en projet des élèves et la relation avec les partenaires professionnels est déterminante. L'authenticité des situations proposées conditionne fortement la structuration des connaissances. La scénarisation est donc un moyen de repenser les paradoxes entre les *trois P* du PPCP qui sont non résolus dans les prescriptions. Cela constitue l'apport fondamental de la recherche menée.

3.2. Le PPCP, dispositif *entre-deux*

Nous avons vu que le développement d'un processus de structuration des connaissances par les élèves est étroitement lié aux postures que prennent les différents acteurs au cours du projet d'une part et, d'autre part, que les postures prises fonctionnent en couples et qu'elles varient en fonction du contexte. Lorsque la *scénarisation* ne fonctionne plus et qu'un caractère factice est donné à la situation proposée aux élèves, les pratiques ne diffèrent pas de celles de l'enseignement ordinaire et se réduisent à un exercice de *projet technique*. En revanche, si les enseignants ont placé les élèves dans des situations authentiques, alors le dispositif peut jouer son rôle *d'entre-deux* entre l'enseignement ordinaire et le monde professionnel.

La recherche a permis de clarifier les différences entre les pratiques, les rôles et les postures des trois acteurs – professeur, élève, professionnel – dans les trois situations qui participent de la formation du jeune en lycée professionnel : la situation d'enseignement, le PPCP et la période de formation en entreprise. Le tableau 5 en présente une synthèse.

Tableau 6. Différences entre les pratiques, les rôles et les postures des trois acteurs

	Situation « ordinaire » d'enseignement	Projet pluridisciplinaire à caractère professionnel	Période de formation en entreprise
Professeur	Donne accès aux connaissances, certifie. Rôle d'Enseignant Posture d'Explicitant Posture d'Évaluateur	Définit le contrat, met en scène et accompagne dans la démarche Rôle d'Accompagnateur Posture de Lecteur, Posture de Conducteur	Se met à distance. Prend connaissance des pratiques de l'élève et du tuteur Rôle de Médiateur Posture de Lecteur
Élève	Acquiert des compétences et fait preuve de leur maîtrise Rôle d'Apprenant Posture d'Acteur Posture d'Exécutant	Conçoit, réalise et défend le résultat de son projet Rôle de Jeune professionnel Posture d'Acteur Posture d'Explicitant	Réalise des activités professionnelles. Observe des pratiques Rôle d'Apprenti Posture de Novice
Professionnel	(Le professionnel, absent, est évoqué pour illustrer des situations disciplinaires)	Définit le contrat et en est le destinataire Rôle de Passeur Posture d'Expert	Donne accès aux pratiques professionnelles et valide celles qui sont acquises Rôle de Tuteur Posture de Conducteur Posture d'Évaluateur

inscrire la variation des rôles dans son identité professionnelle

La situation ordinaire d'enseignement est une occasion pour l'enseignant de faire varier ses postures entre l'explicitation et l'évaluation ; à ces positionnements, l'élève répond des postures variant entre de celle d'acteur et celle d'exécutant. Le milieu professionnel de référence sert d'illustration à la situation scolaire.

Pendant la période de formation en entreprise l'élève, dans son rôle d'apprenti, adopte une posture de novice face au tuteur qui est à la fois conducteur et évaluateur des apprentissages. L'enseignant est médiateur dans la transaction qui permet à l'élève son entrée dans le milieu professionnel, mais il peut adopter une posture de lecture par rapport aux apprentissages à des fins didactiques ou d'acculturation personnelle.

Dans le PPCP, parce que la situation est tripartite, le monopole des savoirs est partagé. L'enseignant et le partenaire sont tous deux référents pour l'élève, chacun dans son domaine de compétences va faciliter le passage entre les pratiques scolaires et les pratiques professionnelles : l'enseignant

accompagne l'élève dans la construction de ses apprentissages, le partenaire attribue un sens réaliste à la relation entre savoirs et savoir-faire professionnels en pratiques professionnelles.

un
accompagnateur...

Le PPCP demande à ces trois catégories d'acteurs un changement de point de vue. Le partenaire rentre dans l'école, tend la main pour que le lycéen change de rôle et adopte de nouvelles postures. L'élève est sur le pont, à *l'entre-deux*, accompagné par l'enseignant d'un côté et guidé de l'autre par le partenaire. L'enseignant n'est plus uniquement l'expert de sa discipline. Il ne peut se limiter à une identité disciplinaire de *professeur* légitime et souvent suffisante dans l'enseignement habituel, ni fonctionner avec des stratégies classiques de guidage de l'apprentissage. Il a essentiellement un rôle d'accompagnateur, posant le cadre du projet puis fournissant une aide aux élèves dans leurs choix pour la réalisation des projets.

...et un passeur
pour un jeune
professionnel

Pour les professeurs et pour les partenaires professionnels, le PPCP réclame non seulement un changement de point de vue mais aussi l'utilisation de nouvelles compétences qui y correspondent. Le changement de posture des élèves n'est possible que si les enseignants consentent à les accompagner dans leur passage entre l'école et l'entreprise sans faire réapparaître une *scolarisation* excessive des activités. Par ailleurs, construire des pratiques partagées avec les partenaires et obtenir qu'ils tiennent dans cette posture de « passeur » demande de s'adapter à la connaissance de chaque partenaire et au contexte singulier de leurs activités. C'est ce qui donne au PPCP le sens de dispositif transactionnel, un passage entre l'école et le milieu du travail.

Alain CRINDAL,
UMR STEF ENS Cachan – INRP

Marie-Françoise GUILLAUME,
PLP et DAFI, académie de Rennes

Anne-Marie HARTOIN, PLP,
Lycée Jean Monnet et IUFM de Lorraine

Béatrice JOUIN,
PLP et IUFM de Créteil,
UMR STEF ENS Cachan – INRP

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRIEU, B. & BOURGEOIS, I. (2003). *La structuration des connaissances dans les TPE*. Rapport de recherche INRP.
- CHARTIER, A.-M. (1999). Le dispositif entre usage et concept. *Hermès*, 25.
- CRINDAL, A. (2001). *Enquête sur les figures de la démarche de projet en technologie*. Thèse de doctorat. ENS Cachan.
- CRINDAL, A. & GUILLAUME, M-F. (2002). L'histoire vécue d'un PPCP. *Éducation technologique*, 17.
- CRINDAL, A. & JOUIN, B. (2003). *Le PPCP, nature et évolution des connaissances dans un nouveau dispositif d'initiation aux pratiques professionnelles*. Rapport de recherche INRP.
- JOUIN, B. (2000). *Problèmes de l'enseignement des sciences physiques en lycée professionnel, dans sa fonction de discipline de service par rapport à la technologie, dans le domaine de la mécanique automobile*. Thèse de doctorat. ENS Cachan.
- MANNEUX, G. (1999). Au cœur de la technologie, la production. *Éducation Technologique*, 4.
- MARTINAND, J.-L. (1985). *Connaître et transformer la matière*. Paris-Berne : Peter Lang.
- MARTINAND, J.-L. (1992). Enjeux et ressources de l'éducation scientifique. Introduction au thème. In *Actes des XIV^e journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifiques et techniques*.
- MARTINAND, J.-L. (1998). À quoi servent les scénarios ? *Education technologique*, 1.
- MARTINAND, J.-L. (2001). Pratiques de référence et problématique de la référence curriculaire. In A. Terrisse (Éd.). *Didactique des disciplines. Les références au savoir*. Bruxelles : De Boeck université.
- VINCK, D. (2000). *Pratiques de l'interdisciplinarité*. Presses universitaires de Grenoble.

LES ÉLÈVES ET LES ITINÉRAIRES DE DÉCOUVERTE

Entre temps extraordinaire et *postures* moins ordinaires

Nathalie Magneron
Joël Lebeaume

Les itinéraires de découverte (IDD) mis en place à la rentrée scolaire 2002 apparaissent dans les textes officiels et à travers les propos d'élèves comme un temps scolaire « extra-ordinaire » principalement par les changements des modalités de travail (travail en groupe, participation de plusieurs enseignants, production finale...). L'exploration des écrits des élèves sur ce qu'ils pensent avoir appris dans cette nouvelle forme de travail montre d'une part une restitution des orientations fondatrices des IDD et semble d'autre part mettre en avant des postures d'élèves « moins ordinaires » que celles sollicitées dans les temps scolaires ordinaires. Ce sont la caractérisation de ces IDD par les élèves et l'identification d'un changement de posture d'élève qui sont présentées dans cet article.

INTRODUCTION

La généralisation des *itinéraires de découverte* (IDD) à la rentrée 2002 dans les classes de cinquième participe à la mise en œuvre des nouvelles orientations pour le collège (BO, 2001). Le développement de l'autonomie des élèves et la contribution aux apprentissages scolaires sont les principales intentions attribuées à ce nouveau dispositif d'enseignement. Cette nouvelle forme de travail se distingue de l'habituel par une organisation, des modalités de travail et des contenus différents. C'est d'une part le repérage par les élèves de ces différences et d'autre part les postures des élèves dans ce temps scolaire qui seront examinés dans cet article. Comment les élèves identifient-ils ce temps scolaire particulier ? Quels changements repèrent-ils ? Quels apprentissages évoquent-ils ? Ces changements d'organisation pédagogique induisent-ils des modifications de leur posture ? Ce sont ces questions qui ont guidé ce travail.

un nouveau
dispositif
d'enseignement
au collège :
les IDD

1. ITINÉRAIRES DE DÉCOUVERTE : CHANGEMENTS

1.1. Un temps scolaire particulier

Depuis la rentrée 2002, les itinéraires de découverte apparaissent au même titre que chaque discipline enseignée au

des prescriptions
basées sur des
modalités
de travail spécifiques
et sur
un contenu ancré
sur les programmes...

collège dans les emplois du temps des élèves de 5^e. En ce sens, ils constituent un temps scolaire à part entière.

Ce temps scolaire étiqueté *itinéraires de découverte* est défini par les textes officiels (BO 2001, document d'accompagnement 2002) qui en fixent la programmation, l'organisation et les contenus. Les éléments programmatiques concernent surtout leur mise en œuvre dans les établissements. Les aspects organisationnels précisent les modalités de travail du point de vue pédagogique. Enfin les indications relatives aux contenus soulignent les relations entre ces *dispositifs* et les programmes d'enseignement ainsi que la nécessité d'une évaluation. Ces particularités sont présentées dans le tableau 1. Elles soulignent les changements qui concernent surtout la norme du processus d'enseignement-apprentissage alors que les orientations pour l'évaluation maintiennent la norme du produit.

Tableau 1. Particularités des IDD selon les textes officiels

Orientations programmatiques	Contenus d'enseignement	Organisation du travail des élèves : modalités pédagogiques
<ul style="list-style-type: none"> – 2 heures hebdomadaires ; – un ou plusieurs IDD dans chacun des quatre domaines ; – réalisation de quatre IDD sur le cycle central, choisis au moins dans deux domaines en fonction de leur goût et de leur talent ; – regroupement de plusieurs disciplines ou d'enseignants. 	<ul style="list-style-type: none"> – acquisition de connaissances et construction de compétences ancrées sur les programmes ; – évaluation. 	<ul style="list-style-type: none"> – travail des élèves en groupe ; – utilisation de la recherche documentaire ; – production finale : création d'un objet particulier, d'une maquette, d'un CD-Rom, d'un journal... – participation de deux enseignants, collaboration des enseignants.

...incluant ainsi
de nouvelles règles
de fonctionnement...

Ce temps scolaire avec ses particularités liées à ses multiples fonctions, que précisent également les textes officiels, ne représente qu'une faible part de l'emploi du temps : deux heures sur vingt sept, soit moins de 10% du temps. À la fois mineurs dans le plan d'études et avec des règles de fonctionnement distinctes, les itinéraires de découverte constituent un temps scolaire « extra-ordinaire » au sens plein du terme c'est-à-dire par opposition à ordinaire.

1.2. Un changement de posture des collégiens

Le changement prescrit par les textes officiels impose de nouvelles règles au fonctionnement scolaire mais aussi au contrat d'enseignement-apprentissage, y compris les contenus. Il assigne de nouveaux rôles aux professeurs comme aux élèves. Les IDD sont alors des instances de constitution de ces nouvelles règles d'acquisition et d'appropriation voire d'incorporation par les élèves. Les recherches, en sociologie des organisations notamment, indiquent en effet que les

sujets ne sont pas seulement des récepteurs et des applicateurs de ces normes mais qu'ils participent pleinement à leur existence.

...et des
changements
d'attitudes
chez les élèves

Si ce dispositif d'enseignement-apprentissage est piloté par de nouvelles normes de processus et s'il suggère de nouvelles conduites des professeurs et des élèves (Kelsen 1996), il ne les dicte pas pour autant. La mise en œuvre des IDD est ainsi susceptible d'induire chez les élèves des changements d'attitudes vis-à-vis de leurs apprentissages et des contenus enseignés.

Les travaux récents, notamment à propos du *rapport au savoir*, ont fait émerger le concept de *postures*, initialement issu de la sociologie et principalement défini dans les recherches en didactique du français (Bautier 1995 ; Bautier 2000 ; Bucheton 1998 ; Jaubert 2000 ; Rebière 2001). Dans ces travaux, *posture* définit l'activité cognitive révélée lors d'activités langagières, des logiques d'écriture de l'élève. Ce terme a été explicité pour comprendre la construction des savoirs chez les élèves. Bucheton (1998) définit ce terme en tant que « *schèmes d'actions cognitives et langagières disponibles, réformées, que le sujet convoque en réponse à une situation rencontrée* ». Bautier (2000) a ainsi repéré plusieurs postures du « *sujet scolaire écrivant* » un texte d'accompagnement d'un schéma décrivant le cycle de vie du cerisier :

un nouveau
dispositif
d'enseignement
au collège :
les IDD

- une posture scolaire, lorsque l'élève est le plus près de la consigne ;
- une posture de narration ;
- une posture d'appropriation de la situation lorsque l'élève élabore un texte avec ses propres mots.

Jaubert & Rebière (2000) ont reformulé cette définition, dans le cadre des pratiques langagières des élèves dans le contexte de l'enseignement-apprentissage des sciences, en termes de « *mise en œuvre récurrente de stratégies cognitivo-langagières construites* » dans différents contextes. L'idée de stratégie renvoie à l'idée de plan d'actions optimisé pour un but défini et donc de choix d'actions efficaces pour atteindre le but visé.

Au cours de cette phase de première mise en œuvre des IDD, et donc de première rencontre avec ces nouvelles règles et normes d'organisation et d'enseignement-apprentissage, les élèves sont susceptibles d'une part de convoquer leurs conduites disponibles correspondant aux temps scolaires ordinaires et d'autre part de les adapter à ce temps « *extra-ordinaire* ». En réponse aux nouvelles exigences et sollicitations du contexte et des enseignants, ils sont ainsi susceptibles de développer des plans d'action particuliers et de nouveaux mécanismes cognitifs compatibles avec les changements qu'ils identifient. Ces mécanismes seraient des stratégies cognitives pour l'apprentissage dans un nouveau contexte.

le concept
de posture
pour comprendre
ces changements

Nous considérons en effet que la posture correspond à ces stratégies d'apprentissage qui permettent aux élèves de se positionner et d'adopter le comportement qu'ils jugent adapté à ce contexte des IDD.

L'intention de la recherche présentée est limitée à l'identification par les élèves des caractères de ces temps scolaires dans leurs aspects extrinsèques, c'est-à-dire liés à l'organisation, et intrinsèques, c'est-à-dire liés aux contenus (Lebeaume 2000), ainsi que de l'ajustement de leur posture et de leur comportement d'élève (collégien et sujet apprenant).

Nous considérons par ailleurs que ces postures dépendent de l'organisation et de la structure des IDD, c'est-à-dire de leurs principes fondateurs et coordinateurs (Lebeaume & Magneron 2003), dans lesquels les élèves sont impliqués.

2. LES ÉCRITS DES ÉLÈVES

Les intentions de la recherche posent deux questions méthodologiques importantes. En effet, l'ambition de repérer les postures des élèves ne peut s'effectuer que par le recueil de leurs manifestations. Les postures correspondent à la face cachée du positionnement de l'élève seulement repérable dans son comportement. Le deuxième problème est posé par la technique de recueil de ces manifestations. En effet, l'intention de la recherche est de donner un panorama de ces manifestations et donc de soumettre à l'investigation un nombre important d'élèves. Enfin, l'hypothèse de travail de corrélation entre les postures des élèves et l'organisation et la structure des IDD suppose de distinguer les publics des IDD.

les IDD analysés
par leurs aspects
intrinsèques
et extrinsèques

Ces contraintes nous ont fait retenir un recueil par questionnaire. Afin d'identifier les positionnements des élèves, nous avons choisi des modalités particulières. En effet, les élèves de cinquième ayant suivi des itinéraires de découverte au cours du premier semestre de l'année scolaire 2002-2003, devaient produire un texte court dans lequel ils devaient, rétrospectivement décrire et commenter l'IDD vécu. Ils disposaient d'une feuille de format A4 qui comportait en haut les renseignements signalétiques indispensables pour leur retour puis la consigne suivante :

« Cette année, tu as participé à un itinéraire de découverte. Dans une lettre à un camarade, en utilisant des exemples, tu expliques ce que c'est, ce que tu as découvert, ce que tu as fait et ce que tu as appris »

La durée prévue pour cette production était de 15 minutes et ce travail devait s'effectuer pendant une heure de vie de classe pour permettre aux élèves de s'exprimer plus librement. Si tous les textes ont été produits soit au cours de la

dernière semaine d'IDD soit la semaine suivante, selon les collègues, ces conditions n'ont pas toujours été respectées en raison des contraintes organisationnelles.

un recueil
de données ciblé
sur une production
écrite...

Le choix de la forme de cette production écrite, une lettre, a également été motivé par le souci de contextualiser le travail et de le situer dans la cohérence des objectifs d'écriture de la classe de cinquième, notamment la maîtrise de la narration et de la description. Toutefois, la lettre demandée n'ayant pas un destinataire précis et n'étant pas envoyée reste un exercice scolaire qui risque de manquer de signification pour les élèves et donc de traduire uniquement la perception qu'ils considèrent communicable dans l'espace scolaire. En ce sens, moins de trois élèves sur dix ont rédigé une lettre selon la forme d'une correspondance (destinataire, signature...). Cependant, malgré leur forme plus ou moins proche d'une lettre, les productions écrites recueillies répondent à la consigne et les élèves ont « joué le jeu ». Seul un élève mentionne son manque d'intérêt et l'absence de signification pour ce faux courrier, ce qui témoigne aussi de la grande docilité des élèves !

« Cher camarade, en IDD nous avons fait des recherches. En fait nous n'avons fait que la préparation d'un exposé. Ceci ne répond pas vraiment à mes exigences bien qu'elles soient pures et simples. Je voulais qu'un apprentissage soit fait avec tout le monde et avec les professeurs mais on dirait qu'ils n'ont fait que nous surveiller. Et toi, tu as l'électricité au Groënland d'ailleurs, je me demande combien de timbres il faut mettre pour envoyer cette lettre. Et toi qui me lis que penses-tu de cette lettre écrite à personne. C'est un peu stupide n'est-ce pas ? Et en plus adressée à personne. »

Le corpus est ainsi constitué de 241 textes produits par des élèves de 5^e ayant participé à dix itinéraires de découverte dans 7 collèges (voir tableau 2.).

...en lien avec le
programme
de français
de la classe de 5^e

L'analyse de ce corpus a été effectuée par le repérage dans chaque texte des apprentissages désignés (compétences instrumentales, notionnelles, *savoir-être*), de la définition donnée à ce dispositif, des commentaires faits sur les enseignants, de l'appréciation assignée à ce temps scolaire et enfin de l'évocation ou non d'un espace de liberté. Toutes les formulations des élèves ont été consignées dans un tableau *excel* puis codées par 0 ou 1 (absence ou présence) pour faciliter l'analyse quantitative.

Dans un premier temps, l'analyse quantitative a contribué à faire apparaître des tendances sur les apprentissages évoqués par les élèves puis dans un second temps, la comparaison des réponses des élèves selon les IDD et leurs principes fondateurs a permis d'étudier la corrélation supposée entre IDD et le positionnement ou la posture des élèves.

Tableau 2. Les dix IDD étudiés

Rep.	Sujet – Intitulé	Domaine	Production – Produit	Collaborations
A	Le corps en mouvement	Nature et corps humain	Dossier	EPS ¹ SVT ²
B	Les mesures	Création et techniques	Dossier	Sc. Phy. ³ Mathématiques
C	L'électricité	Création et techniques	Exposition	Technologie SVT
D	La proportionnalité	Création et techniques	Carnet de jeux	Technologie Math.
E	La climatologie	Création et techniques	Exposition	Sc. Phy. Français
F	Un jeu géométrique	Création et techniques	Cartes de quizz	Mathématiques Technologie
G	À travers les pays de langue allemande	Langues et civilisations	Présentation multimédia	Allemand, Technologie
H	Fêtes et traditions	Langues et civilisations	Saynette, film...	Allemand
I	Théâtre et expression écrite	Arts et humanités	Représentation théâtrale	Français EPS
J	Le château d'eau	Création et techniques	Maquette	Sc. Phy. Technologie

1. Éducation physique et sportive

2. Sciences de la vie et de la Terre

3. Sciences physiques

3. INTERPRÉTATION DES POSTURES D'ÉLÈVES

Dans le cadre de cet article nous ne développons pas les jugements qu'environ un élève sur deux porte sur les IDD. Pour la quasi totalité des élèves qui en font état, leur enthousiasme est souligné par les termes qu'ils emploient : « *intéressant* », « *bien* », « *super* ». Ces itinéraires de découverte sont appréciés des élèves car ce qu'ils désignent par les différentes expressions mentionnées ci-dessus rompt d'une part avec l'habitude (organisation différente, ambiance agréable, caractère inhabituel du travail, thème intéressant) et d'autre part met en avant la clarté du contrat fixé.

une analyse
par repérage
de formulations

« C'est un itinéraire très bien où on nous explique bien ce que nous avons à faire. »

« J'ai apprécié le travail. J'ai trouvé que les dix séances étaient bien organisées. »

« Aussi on a un petit cahier dans les deux groupes, c'est bien car on sait où on en est. »

« Moi j'aime bien cet itinéraire de découverte car je rigole avec mes copains. »

jugements portés
sur ce dispositif

« C'est amusant car nous sommes par petits groupes de deux ou trois. C'est cool. »

« C'est intéressant, on apprend plein de choses sur la climatologie, en plus l'ambiance est agréable (...) on s'est bien amusé. »

« J'ai beaucoup aimé l'ambiance de travail car nous sommes très peu par groupe. Nos relations sont donc amicales. »

« Il y avait quelque chose de formidable dans cet IDD, c'était que tout le monde travaillait dans la joie et la bonne humeur. »

3.1. Des changements identifiés : des cours différents

La consigne déclinaient la question centrale en quatre sous-questions : qu'est-ce qu'un IDD ? qu'est-ce que tu as découvert ? qu'est-ce que tu as fait ? et qu'est-ce que tu as appris ?. Quels que soient les termes et l'expression des réponses à la première question de la consigne (nouvelle matière, un cours différent, heures d'étude, activité...), les élèves mentionnent les différences qu'ils font entre un temps scolaire « ordinaire » et les *itinéraires de découverte*. Selon eux, l'IDD sert à apprendre de nouvelles choses, à travailler autrement ou à approfondir un champ de connaissances ou un thème.

les IDD suscitent
l'enthousiasme

Les élèves signalent les modifications qui portent à la fois sur l'organisation scolaire, leur travail scolaire et leur image des professeurs. Les élèves caractérisent ce temps scolaire « extra-ordinaire » en mentionnant les différences qu'ils identifient par rapport aux « cours ». Ces différences sont essentiellement les modalités pédagogiques (cf. tableau 1).

– L'horaire assigné à ce temps scolaire :

« L'IDD est une nouvelle matière qui dure 2 heures. »

« Un itinéraire de découverte est une activité qui dure 2 heures chaque jeudi avec des professeurs différents sur un thème bien précis. »

– La convocation de plusieurs disciplines, de plusieurs enseignants :

« [...] nouvelle matière, l'IDD c'est deux matières mélangées. »

« Un itinéraire de découverte est une matière où on choisit des disciplines. »

« Un itinéraire de découverte réunit deux professeurs de matière différente. »

« C'est un cours qui n'est pas comme les autres. On est avec deux professeurs. »

comparaison entre
temps scolaire
ordinaire
et temps scolaire
« extra-ordinaire »

– Le travail de groupe :

« C'est une matière de découverte qui en regroupe plusieurs. Elle permet d'approfondir un thème particulier. Elle oblige à travailler à plusieurs. »

« Je pense que l'IDD, c'est comme un cours mais on apprend à travailler ensemble. »

« L'IDD est un cours qui apprend à travailler en groupe. »

- Des professeurs qui travaillent différemment :
« L'itinéraire de découverte est comme un cours, sauf que les professeurs au lieu de nous faire une leçon, ils nous encadrent pour qu'il y ait quand même une ambiance de travail, et nous aident. »
- des changements de modalités de travail
- S'ils soulignent les modifications de l'organisation pédagogique, ils mentionnent également celles des contenus, exprimés surtout en terme de thème, ou les modifications des tâches, en particulier de recherche documentaire.
- Activités centrées sur un thème :
« Un itinéraire de découverte c'est une matière qui est faite pour apprendre des thèmes que l'on étudie pas au collège. »
« L'IDD c'est une matière où l'on apprend des choses sur des thèmes choisis par l'élève. »
« Les IDD c'est un cours de deux heures où l'on travaille sur un thème et il y a des thèmes variés. »
« C'est un cours où on découvre un thème. »
« L'itinéraire de découverte consiste à nous apprendre des choses sur le thème de l'eau par exemple. »
« Un itinéraire de découverte sert à faire des choses sur l'eau ou le Moyen-Âge. »
- des tâches différentes
- Activités de recherches :
« Un itinéraire de découverte est un cours où l'on apprend comment faire des recherches sur un thème précis. »
« Un itinéraire de découverte c'est faire des recherches sur ordinateur (Internet) ou sur un livre. »
- Travail noté :
« C'est une activité comme les activités extra-scolaires mais c'est noté et cela compte pour le trimestre. »
- Production finale :
« Alors cette année nous avons fait un itinéraire de découverte théâtre cela consiste à écrire des pièces et à les jouer. »
« Ca consiste à inventer les pièces et les jouer devant d'autres personnes. »
« Un itinéraire de découverte consiste à réaliser un projet par exemple pour cet itinéraire de découverte le but était de réaliser un CD-rom sur l'Allemagne. »
- une production finale

Dans leurs formulations, les élèves marquent ainsi les changements identifiés par rapport aux autres temps scolaires. Lorsqu'ils évoquent les contenus, ils soulignent à la fois les aspects méthodologiques (apprendre à travailler en groupe, à rechercher, à communiquer), les contenus qu'ils associent aux disciplines scolaires (par extension ou approfondissement), et ceux qui leur semblent plus extra-ordinaires (« *des choses qu'on n'apprend pas ailleurs* »). La réponse d'une élève exprime bien ce changement qualitatif identifié :

« Pour moi, l'itinéraire de découverte permet d'apprendre certaines choses sur la vie et sur le monde, apprendre à rédiger des textes, à travailler en équipe avec mes camarades, à s'exprimer devant eux et à s'organiser. »

Mais si, très majoritairement, les élèves évoquent un cours différent des autres, pour quelques élèves, l'IDD ne s'en distingue pas :

- « L'itinéraire de découverte c'est un cours comme les autres. »
- « L'IDD est du travail comme les cours précédents. »
- « C'est juste deux heures de cours en plus dans la semaine, deux heures auxquelles on se passerait bien et on apprendrait plus de choses devant la télé. L'ambiance est pas terrible. »
- « C'est un cours très dur. »

3.2. Des compétences mentionnées

au cours de l'IDD
les élèves ont
appris...

Les réponses des élèves concernant leurs découvertes et leurs apprentissages au cours de l'IDD mettent l'accent sur des compétences qui privilégient des actions réalisées et des savoir-faire, des découvertes de soi et des conduites, des compétences notionnelles.

- Des compétences qui sont de l'ordre de l'usage d'outils ou de techniques (outils informatiques notamment, instruments spécialisés selon le thème de l'IDD, techniques d'enquête et de recherche ; exposé, résumé).

...à rechercher...

« Cet itinéraire de découverte m'a permis de mieux connaître les ordinateurs et de les manier. J'ai appris aussi à faire des photos à partir d'un appareil numérique. »

...à se servir
de logiciels...

« J'ai appris à utiliser le logiciel front-page ainsi qu'à me servir d'un appareil photo numérique ainsi qu'à retravailler les photos et les placer sur une page. »

« Nous apprenons aussi à mieux utiliser les ordinateurs pour faire des courbes. »

...à résumer...

« J'ai appris à me servir d'un logiciel. »

« J'ai appris à faire des diapos et à les animer. »

« Nous avons appris à manier certains instruments »

« J'ai aussi appris comment travailler sur internet pour trouver des documents. »

...à travailler
en groupe...

« J'ai appris à me servir d'internet pour faire des recherches sur les barrages. »

« J'ai appris à présenter un exposé tout seul. »

« J'ai appris à faire un exposé avec un camarade. »

« En quelque sorte, j'ai appris à lire, résumer, présenter à l'oral, illustrer les textes que nous avons fait. »

« J'ai appris dans cet itinéraire à résumer des textes. »

« J'ai appris à former des résumés et à bien faire un plan d'un dossier. »

« J'ai appris à faire un panneau d'exposition. »

- Des compétences liées au travail collectif et à la communication qui évoquent également une meilleure connaissance de soi. Certaines formulations des élèves expriment parfois leur satisfaction d'avoir surmonté une peur, d'avoir réussi un travail avec un jugement personnel antérieur négatif, d'avoir modifié un comportement. Ces compétences et ces savoir-être sont rapportés au travail de groupe, à l'entraide, à la solidarité, au développement personnel :

« J'ai appris à travailler en groupe même avec des filles. »

« J'ai appris à travailler en groupe et à se répartir les tâches. »

...à se connaître
et à se surpasser

« J'ai appris plusieurs choses : déjà à travailler en groupe (2 ou 3) et en classe et aussi comme on est plusieurs classes, on peut faire de nouvelles rencontres, travailler avec deux professeurs à la fois. »

« On a appris à travailler en équipe. »

« J'ai surtout appris à travailler avec un camarade. »

« Nous avons surtout appris à s'écouter et à écouter les autres. Nous avons appris à demander de l'aide quand nous en avons besoin. »

« En cours de tout ça on a appris à mieux travailler en groupe, à mieux s'investir aux autres. »

« Ca m'a appris à travailler en groupe et à nous aider quand quelqu'un était en retard. »

« Moi je n'ose pas faire des choses comme ça mais après avoir vu les autres jouer, je me suis décoincée. »

« Moi j'étais timide et je n'avais pas confiance en moi, grâce à cela j'ai réussi à affronter un peu plus cette peur. »

« Jouer devant les autres m'a permis d'être moins timide. »

« J'ai appris à surmonter ma timidité devant le public. »

« Maintenant j'ai plus d'assurance à l'oral. »

« J'ai appris à vaincre ma peur et à plus communiquer avec les autres. »

– Des compétences notionnelles spécifiques à chacun des sujets ou thèmes des IDD :

des notions
sur des sujets
bien définis

« J'ai appris beaucoup sur le fonctionnement du corps : la fréquence cardiaque, la respiration. »

« J'ai découvert les gestes de secours, les différentes blessures et les différentes sortes de bandages. »

« j'ai découvert comment mesurer certains liquides, solides ou encore segments. »

« J'ai découvert aussi des fonctionnements de l'électricité grâce au soleil, eau et surtout nucléaire. »

« J'ai découvert que les centrales nucléaires rejettent de la vapeur d'eau et non de la fumée polluante. J'ai appris aussi ce que c'est que la fission nucléaire. J'ai appris comment fonctionne une centrale nucléaire. »

« Nous avons appris les différents noms des nuages et dans quels cas nous les rencontrons. »

« Ce que j'ai découvert est la peinture, trois peintres allemands : Fridrich, Holdein et Ernst... ce sont de très grands artistes, l'un peignait la nature, les deux autres plutôt des portraits. »

3.3. Des nuances dans les compétences notionnelles

des notions
de niveau
de structuration
différent

L'analyse du contenu des réponses des élèves signalant des compétences notionnelles permet de distinguer les postures des élèves. En effet, certaines réponses n'évoquent que quelques mots définissant le contenu abordé alors que d'autres semblent témoigner d'une structuration plus grande notamment par association et extension de notions. Ainsi se distinguent les deux réponses suivantes :

« J'ai appris plein de choses sur les moteurs et les mécanismes. »

« J'ai appris beaucoup sur le fonctionnement du corps : la fréquence cardiaque, la respiration. »

traits de surface

Ces réponses des élèves évoquent ainsi ou bien les thèmes abordés ou bien les connaissances qui y sont incluses. Il semble ainsi que ces réponses révèlent des structurations de niveau différent, les unes de surface, les autres plus en profondeur marquées par des liens, des articulations établis entre les connaissances travaillées dans le cadre de l'IDD et/ou travaillées dans le cadre disciplinaire. Les recherches en psychologie cognitive et plus particulièrement concernant les situations problèmes ont déjà distingué ces caractères de surface et de structure (Mendelsohn 1990 ; Rey 1996). Dans la résolution de problème, les élèves font des appariements soit de connaissances en mémoire soit de processus de résolution.

traits de construction

Il nous semble possible de maintenir cette distinction dans l'analyse des réponses des élèves mais en l'ajustant au problème traité. Ainsi, nous considérons que les élèves donnent des *traits de surface* lorsqu'ils ne restituent que les contours de l'IDD et leurs caractères ainsi que lorsqu'ils ne précisent les connaissances que d'une façon juxtaposée. C'est le point de vue adopté par Astolfi (1997) à propos des situations-problèmes, qui précise que ces *traits de surface* sont pour les élèves plus qu'un habillage des situations, car c'est sur eux qu'ils se règlent pour leur donner du sens. Au-delà de ces caractères de surface, certaines réponses des élèves évoquent ce que nous désignerons par *traits de construction* car des liens entre les connaissances semblent élaborés par la restitution d'un ensemble de notions. Ces *traits de construction* se distinguent ainsi à la fois des *traits de surface* et des *traits de structure* qui seraient marqués par des relations explicitées entre les notions citées.

Ainsi, les réponses des élèves se distinguent suivant :

– des *traits de surface* :

« On a appris à utiliser la proportionnalité. On a aussi appris à utiliser le tableur-grapheur. »

« J'ai appris des informations sur Vienne et sur Mozart. »

« J'ai appris à faire des cascades, des roulades. »

– des *traits de construction* :

« J'ai découvert les gestes de secours, les différentes blessures et les différentes sortes de bandages. »

« On a appris à calculer des segments, des angles, des périmètres et des aires. »

« J'ai appris à mesurer les volumes des objets, à mesurer avec un rapporteur. »

« J'ai découvert aussi des fonctionnements de l'électricité grâce au soleil, eau et surtout nucléaire. »

« J'ai découvert que les centrales nucléaires rejettent de la vapeur d'eau et non de la fumée polluante. J'ai appris aussi ce que c'est que la fission nucléaire. J'ai appris comment fonctionne une centrale nucléaire. »

« Nous avons appris les différents noms des nuages et dans quels cas nous les rencontrons. »

« Ce que j'ai découvert est la peinture, trois peintres allemands : Fridrich, Holdein et Ernst...ce sont de très grands artistes, l'un peignait la nature, les deux autres plutôt des portraits. »

traits de structure
pratiquement
inexistants

Parmi l'ensemble des réponses des élèves obtenues dans les conditions précédemment présentées, aucune réponse ne semble fondée sur des *traits de structure*. Ceci ne signifie en aucun cas qu'ils ne sont pas présents. La méthodologie utilisée n'était pas adaptée pour repérer ces traits. Un entretien basé sur les textes produits aurait certainement permis de les repérer. De même ce n'est pas parce que les élèves mentionnent uniquement des notions qu'aucune construction ne s'est faite. En résumé, dans leurs textes, les élèves mentionnent des caractères liés aux normes organisationnelles et des caractères intrinsèques de l'IDD. Les traits que les élèves considèrent en relief ne sont pas équivalents. Certains en effet constituent des *traits de surface* lorsque la restitution de ce qu'ils ont appris valorise essentiellement les points abordés par l'IDD et des *traits de construction* lorsque les élèves semblent établir des liens entre notions citées. Les productions des élèves ne font pas apparaître des *traits de structure* tels que nous les avons définis.

3.4. Des postures induites par les IDD

réponses
en lien avec
le positionnement
des élèves

Si l'analyse des textes des élèves permet de distinguer leur positionnement et donc la posture de l'élève dans l'IDD, nous supposons que leurs réponses s'avèrent associées à la structure et à l'organisation des IDD auxquels ils ont participé.

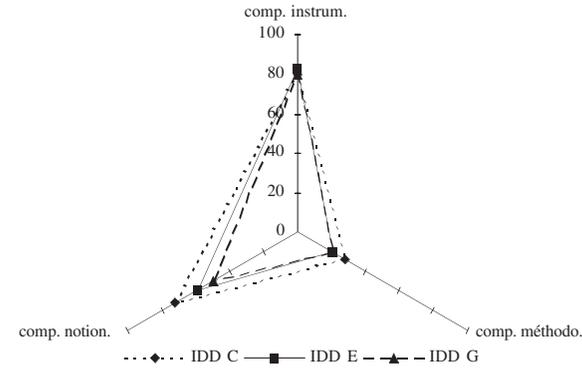
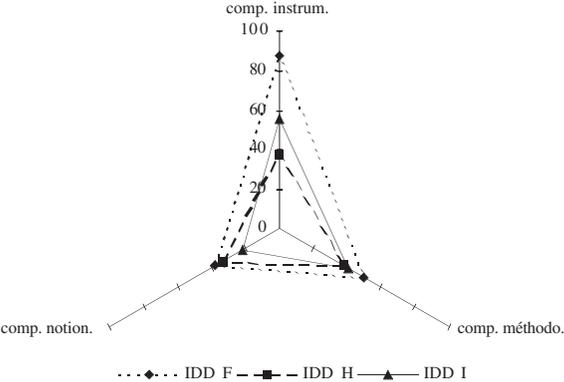
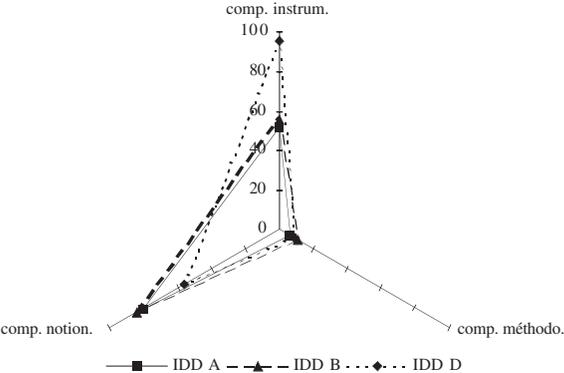
Nous avons alors repéré dans chacun des textes produits par tous les élèves ayant suivi un même IDD, les compétences mentionnées ou évoquées (cf. Tableau 3.).

Tableau 3. Compétences repérées dans les textes des élèves

	Savoir-faire	Savoir-être	Compétences notionnelles
IDD A ; n = 31	52 %	7 %	81 %
IDD B ; n = 18	56 %	11 %	83 %
IDD C ; n = 25	80 %	28 %	72 %
IDD D ; n = 23	97 %	9 %	57 %
IDD E ; n = 29	83 %	21 %	59 %
IDD F ; n = 8	88 %	50 %	38 %
IDD G ; n = 10	80 %	20 %	50 %
IDD H ; n = 24	38 %	38 %	33 %
IDD I ; n = 27	56 %	41 %	22 %

Ces données quantitatives indiquent que les compétences personnelles ou sociales et les savoir-être sont moins mentionnés quel que soit l'IDD. Les deux autres ensembles de compétences sont variables selon les IDD. Les élèves des IDD qui proposent des travaux sur ordinateur valorisent les compétences liées aux compétences instrumentales et aux savoir-faire. Mais la variété des IDD n'apparaît pas distinctement au travers de cette approche quantitative. Les représentations graphiques (cf. document 1 ci-contre) permettent

Document 1. Représentations graphiques des IDD selon les compétences évoquées par les élèves



des liens entre
les compétences
travaillées,
développées...

toutefois de distinguer trois groupes d'IDD. Les IDD I, H et F se distinguent des autres, car près d'un élève sur trois désigne fortement des *savoir-être*. Pour les IDD B, D et A, les compétences notionnelles ou instrumentales sont dominantes et les savoir-être sont très faibles. Enfin, pour les IDD C, E et G, les compétences notionnelles sont moins marquées.

La description des IDD et leur reconstruction réalisées à partir des carnets de bord et des entretiens avec les enseignants permet de les distinguer selon les fondements et les orientations qui président à leur mise en œuvre (Lebeaume & Magneron 2003). Le tableau 4 précise ces distinctions.

Tableau 4. Orientations qui fondent les IDD

Rep.	Sujet – Intitulé	Production – Produit	Orientations privilégiées par les enseignants
A	Le corps en mouvement	Dossier	Le produit final Établissement de quelques ponts avec le contenu de <i>sciences de la vie et de la Terre</i>
B	Les mesures	Dossier	l'intention des deux enseignants en prise directe avec les contenus disciplinaires
C	L'électricité	Exposition	Le produit final
D	La proportionnalité	Carnet de jeux	l'intention des deux professeurs
E	La climatologie	Exposition	l'intention d'un seul professeur
F	Un jeu géométrique	Cartes de quiz	Le produit final en vue d'approfondir des connaissances mathématiques
G	À travers les pays de langue allemande	Présentation multimédia	Le produit final pour l'enseignant de technologie et l'intention pour l'enseignant d'allemand
H	Fêtes et traditions	Saynètes, film...	Le produit final centré sur d'une part l'écriture et d'autre part le comportement
I	Théâtre et expression écrite	Représentation théâtrale	Le produit final centré sur l'expression corporelle
J	Le château d'eau	Maquette	Le produit final

...et les principes
fondateurs des IDD

La comparaison des réponses dominantes des élèves selon les IDD permet alors d'estimer l'impact des IDD sur les postures des élèves c'est-à-dire d'analyser la corrélation éventuelle entre les IDD et les réponses des élèves.

• Les itinéraires de découverte A, B et D

Les IDD A, B et D apparaissent fondés sur une intention d'apprentissage clarifiée : pour les deux professeurs qui encadrent les itinéraires B et D et l'établissement de ponts occasionnels avec le contenu des SVT pour l'itinéraire A.

La reconstruction des IDD A, B et D, faite à partir d'entretiens d'enseignants et de leur carnet de bord (Lebeaume & Magneron, 2003), montre une construction dont le principe fondateur est basé sur des intentions.

des IDD fondés
sur les intentions
des enseignants

Les traces écrites des élèves concernant ces trois IDD sont majoritairement centrées sur les compétences notionnelles. Dans l'itinéraire B, ce sont d'une part des savoirs disciplinaires précis (calcul de segment, d'angle, de périmètre et d'aires ; les unités de mesures et leur conversion ; la mesure de volume d'objets, l'utilisation d'instrument de mesure) et d'autre part une clarification des mots mesure et mesurage qui est valorisée par les élèves. Ces savoirs sont de plus rattachés par les élèves à chacune des disciplines concernées, les mathématiques et les sciences physiques. Les démarches mises en œuvre pour accéder à ces connaissances sont également mentionnées : la recherche documentaire et la manipulation. Le produit final (un dossier) est mentionné d'une façon secondaire ; il est seulement indiqué mais n'est pas développé. Le texte suivant résume cet IDD :

des écrits centrés
sur les compétences
notionnelles

« Les "mesures", c'est un sujet très vaste car on apprend des choses concernant la physique-chimie, les mathématiques mais aussi l'histoire par exemple : quels étaient les premiers instruments de mesure, quels étaient les premières unités... Et nous avons aussi fait des recherches sur les mesures d'aujourd'hui (unité, instruments...). Concernant les mathématiques, nous avons cherché la définition exacte du mot mesure et des mots qui ont un rapport avec les mesures (mesurage, unité...). Nous avons aussi vu comment mesurer des longueurs sans règle graduée ou bien un angle sans rapporteur Enfin en physique-chimie : nous avons vu les tableaux d'unités avec les multiples et sous multiples, comment calculer la masse de plusieurs choses (rectangle, cube, sphère...) Remarque : cela concerne aussi les mathématiques. À la fin de l'IDD, nous en savions beaucoup plus sur les mesures. »

Comme pour l'IDD B, les écrits des élèves concernant l'IDD D privilégient surtout l'apprentissage de connaissances disciplinaires du programme de la classe de cinquième (la proportionnalité, l'utilisation d'un tableur-grapheur, les représentations graphiques...). Le livret construit à la fin de cet IDD n'apparaît pas comme le seul élément de l'IDD. La description faite par les élèves restitue l'itinéraire des élèves et sa construction chronologique. Les deux productions écrites suivantes illustrent l'ensemble des textes des élèves :

un produit final
qui apparaît alors
comme secondaire

« Cette année, on a appris à utiliser la proportionnalité en IDD. La proportionnalité c'est comme les tables de Pythagore. Il y a des multiplications, des additions, et toujours des nombres divisibles (par 2, 3, 5 et 10). On a pu représenter des graphiques en utilisant les légendes (l'axe des abscisses, ordonnées, les titres et sous titres, légendes des séries), les diagrammes et les histogrammes. On a aussi utilisé le tableur grapheur : c'est un logiciel qui permet d'utiliser des tableaux. On y introduit les résultats trouvés à la main, mais si on fait des erreurs

un IDD fondé sur le produit final...

de calcul, on peut se servir de la petite icône calculatrice ou bien mettre dans la cellule l'opération à faire en indiquant le noms des cellules et non pas les chiffres. On a relié le tableau et ce graphique ensemble sur une feuille et on l'a imprimé. J'ai appris à utiliser la proportionnalité. Le tableur-grapheur nous a permis de relever les résultats. »

« Cette année j'ai participé à deux heures d'itinéraire de découverte au collège, c'était super. Au début de l'année nous avons mesuré des carreaux. Ensuite nous les avons mis sous forme d'un tableau pour faire ensuite un graphique. Plus tard nous avons fait un parcours chronométré et nous avons refait un graphique, un tableau sur ordinateur en se servant de Works, tableur et grapheur pendant [que] l'autre partie de la classe [faisait] deux graphiques sur papier millimétré, une semaine plus tard nous avons fait un tableau, un histogramme et deux diagrammes sur ordinateur. Je te conseille de le faire toi aussi. Mais j'ai gardé le meilleur pour la fin nous avons fait un petit manuel d'exercices en IDD sur la proportionnalité et c'est nous qui avons fabriqué les exercices. »

...et la recherche documentaire

Les textes des élèves de l'IDD A mettent en avant le choix du produit final (pancarte, vidéo, dossier), la recherche documentaire et les thèmes généraux traités (le fonctionnement du corps, la respiration, les premiers secours...). Sont cités des compétences liées aux savoir-faire mais également des *traits de surface* (le test de Ruffies Dixon, les premiers secours...) sur les compétences notionnelles travaillées. Les textes donnent une vue d'ensemble de l'IDD A : un thème découpé en plusieurs sujets développés par les élèves à partir d'une recherche documentaire et de visites en vue de constituer un dossier ensuite présenté à la classe. Le texte suivant résume cet IDD A.

« Cette année j'ai participé à l'itinéraire de découverte qui s'appelle corps en mouvement. J'ai appris beaucoup sur le fonctionnement du corps, la fréquence cardiaque ; la respiration. J'ai été dans différents endroits voir des personnes pour nous montrer comment les footballeurs travaillaient leur corps. On travaillait par groupes de 3 ou 4. On doit faire une recherche sur différents sujets, mais on en choisit un seul et on doit faire avec ces informations, une pancarte, un exposé écrit ou une vidéo. »

Dans les textes relatifs à ces trois IDD, les orientations fondatrices de ces IDD sont repérées par les élèves. Dans les deux premiers, les élèves restituent nettement les notions abordées et établissent des liens entre celles-ci. Ces traits de construction apparaissent nettement. Dans l'IDD A piloté par le produit final, des compétences liées au savoir-faire sont mentionnées mais des *traits de surface* sur les compétences notionnelles sont également cités.

• Les itinéraires de découverte H et I

L'orientation basée sur le produit final valorisant le développement personnel des élèves des IDD H, I ressort des textes des élèves. Ce sont le produit et les moyens qui prédominent

des IDD pilotés
par le produit final
et les moyens...

dans les textes des élèves de l'IDD H. Les élèves soulignent les savoirs pratiques (apprendre à coudre, à jouer du théâtre...) qui contribuent à une meilleure connaissance de soi. Les élèves de l'IDD I soulignent aussi le produit final (pièce de théâtre) en exprimant leurs progrès comportementaux (savoir s'exprimer devant les autres, être moins timide, parler fort...).

... induisent
des écrits d'élève
qui traduisent
une meilleure
connaissance
de soi

« Pendant un trimestre entier, j'ai fait un itinéraire de découverte, c'est Arts et Humanités. C'était en fait d'apprendre un texte que l'on avait écrit nous-mêmes et de l'interpréter avec des expressions du corps et du visage (grimaces). On pouvait se défouler et avec nos professeurs. J'ai pu donner plusieurs de mes idées et on a travaillé à partir des Fourberies de Scapin. Notre pièce de théâtre était faite de plusieurs petits sketches de deux ou trois minutes. En tout la pièce a duré une heure environ. Pour la réaliser c'était un sacré boulot. On devait trouver nos costumes nous-mêmes, nos maquillages, ainsi que les décors. On n'avait vraiment pas la possibilité d'avoir des maquillages, des draps pour les décors... J'ai appris à m'exprimer, à écrire des rédactions et des dialogues. Mais on ne s'est pas juste amusé, on a fait des exposés sur les costumes, sur les différentes formes de scène. J'ai aussi appris le travail d'un comédien, ce n'était pas si facile que ça en avait l'air. Je voudrais bien refaire cet itinéraire. C'était excellent, formidable et génial mais c'est beaucoup de travail. »

Dans les textes des élèves, ce sont les comportements de l'élève en tant que personne et les moyens mis en œuvre pour un approfondissement de la connaissance de soi qui prédominent, en accord avec l'orientation fondatrice de ces IDD.

• Les itinéraires de découverte C, F et G

des IDD sans
intention précise...

Concernant l'IDD C, les textes des élèves sont principalement construits sur ce qu'ils ont fait (recherche sur Internet, dans les livres, les magazines) sur un sujet qu'ils ont choisi. S'ils mentionnent les maquettes, ils ne précisent pas le processus. En revanche, tous les élèves notent le travail relatif à l'exposé et disent avoir appris à faire un exposé. Cette intention de l'IDD C est ainsi identifiée comme primordiale.

Les textes des élèves qui ont suivi L'IDD F, centré sur le produit final (un jeu mathématique), sont une narration de ce qu'ils ont fait, qui ne mentionne que l'utilisation des logiciels :

... induisent
des narrations

« Cette année j'ai fait l'itinéraire de découverte de jeu de maths. On y fait un jeu de memory avec des formes géométriques sur l'ordinateur et on met le tout dans une petite mallette. On découvre le fonctionnement de l'ordinateur pour faire des figures géométriques ainsi que les jeux de société qu'on fait au début de la séance. Au début, on fait des jeux de société de réflexion et de mémoire comme le memory ou avec des calculs comme le triomino et d'autres. Après, on découvre des pages d'informations de jeux (sur l'ordinateur) en remplissant les questions demandées. La séance suivante on commence à faire les cartes de memorymath en suivant les indications sur le dossier puis

on imprime toutes les cartes qu'on a fait avec un camarade car c'est par deux, puis on découpe et on colle sur un petit carré cartonné et on recouvre par dessus avec de la matière plastique et on les met dans notre petite valise. Ça nous apprend à se débrouiller sur l'ordinateur et au travail manuel. »

• Des postures particulières

des
comportements
et des
positionnements...

Ainsi d'une façon assez nette, les élèves restituent les orientations fondatrices des IDD qu'ils ont suivis. Selon les sollicitations cognitives des enseignants au travers des IDD qu'ils mettent en œuvre, les élèves semblent répondre par des *postures* particulières moins ordinaires que celles en jeu dans les temps scolaires « ordinaires » mais conformes aux attentes des enseignants. Si ces *postures* sont ici, par la méthodologie mise en œuvre, difficilement caractérisables, nous pensons qu'elles sont liées aux trois registres de compétences convoqués par les élèves dans leurs textes. La *posture* du « *sujet scolaire en IDD* » semble osciller alors entre une *posture* d'élève en tant que personne et celle de l'élève en tant que sujet apprenant au collège. Il faut préciser qu'au cours d'un itinéraire de découverte, l'élève ne sollicite pas qu'une seule *posture*, cela dépend fortement des activités proposées par les enseignants.

...conformes
aux attentes
des enseignants

La méthodologie mise en œuvre pour repérer ces *postures* « *du sujet scolaire en IDD* » met l'élève dans une « *posture de sujet écrivain* » pour reprendre les termes de Bautier (1995, 2000). Ceci soulève donc la question d'implication entre les « *postures d'un sujet écrivain* » et d'un sujet scolaire en action dans une situation précise. L'examen des productions des élèves montre que les élèves sont restés proches de la consigne même s'ils ont rajouté leur point de vue sur ce temps scolaire particulier. Par contre des distinctions peuvent être faites entre les narrations, ciblées sur les actions et la production finale, et des textes plus élaborés faisant apparaître des traits de surface ou de construction par rapport aux notions abordées dans l'IDD. Les « *postures du sujet écrivain* » permettent-elles alors de déceler les postures « réelles » du sujet scolaire en IDD ? Il semblerait que la troisième *posture* déterminée par les travaux de Bautier (1995, 2000) (*posture d'appropriation de la situation*) mettent en avant des postures d'élèves ayant repéré les intentions qui ont piloté ces IDD à savoir des *postures* d'élève en tant que personne ou en tant que « *sujet apprenant au collège* ».

CONCLUSION

L'analyse des productions écrites des élèves ayant suivi les premiers IDD montre un repérage par les élèves des normes organisatrices et des normes intrinsèques qui orientent ces nouvelles formes de travail. Ce sont principalement les

caractères organisationnels « extra-ordinaires » qui sont mentionnés (travail en groupe, production finale, plusieurs enseignants...). Suivant les IDD, les élèves favorisent certaines compétences (notionnelles, liées au développement personnel, instrumentales) qui apparaissent en accord avec les orientations des différentes équipes d'encadrement. À une orientation ciblée sur le produit final semblent être associées des narrations mettant en avant des compétences instrumentales alors que lorsque ce sont les intentions des professeurs qui apparaissent comme prioritaires, les écrits des élèves sont principalement ciblés sur les notions abordées au cours de l'IDD. De même les élèves mentionnent dans leur texte des *savoir-être* quand l'IDD est piloté par le développement de la personne. Les écrits des élèves mettent alors en avant un (des) positionnement(s) de l'élève et de manière sous jacente une (des) posture(s) d'élève vis-à-vis de ce dispositif moins ordinaire(s) que ceux et celles des cours habituels mais conformes aux orientations assignées à ces temps scolaires par les enseignants. Cette exploration semble alors montrer une grande adaptabilité des élèves à de nouvelles modalités d'enseignement-apprentissage.

une grande adaptabilité des élèves

Un suivi en temps réel de quelques IDD fondés sur des orientations différentes et des entretiens d'élèves devraient d'une part nous permettre de mieux saisir les activités des élèves et d'autre part de comprendre et de caractériser les postures des élèves.

beaucoup d'activités de recherche

Si tous les textes des élèves ayant suivi les itinéraires de découverte appartenant au domaine nature et corps humain *ou création et techniques dans lesquels les disciplines technologie, sciences physiques et sciences de la vie et de la Terre* sont représentées, mettent l'accent sur la recherche documentaire par Internet ou au CDI, l'aspect expérimental est quasi inexistant. Ceci peut s'expliquer par le fait que la recherche documentaire constitue une orientation de tous ces *itinéraires de découverte* (sept IDD), ce qui n'est pas le cas de l'expérimentation. Ce constat pose la question de la place des approches expérimentales et plus particulièrement des manipulations et de l'expérimentation dans ces dispositifs.

peu d'activités expérimentales

Nathalie MAGNERON
IUFM Orléans-Tours
UMR STEF ENS Cachan – INRP

Joël LEBEAUME
UMR STEF ENS Cachan – INRP

BIBLIOGRAPHIE

ASTOLFI, J.-P. (1997). *L'erreur : un outil pour enseigner*. Paris : ESF.

BUCHETON, D. & CHABANNE, J.-C. (1998). Le point de vue, le doute et le savoir. *Le français aujourd'hui*, 123.

BAUTIER, E. & BUCHETON, D. (1995). Qu'est-ce qui s'enseigne et qu'est-ce qui s'apprend, qu'est-ce qui est déjà là ? *Le français aujourd'hui*, 111.

BAUTIER, E., MANESSE, D., PETERFALVI, B. & VERIN, A (2000). Le cycle de vie du cerisier : une narration scientifique? *Repère*, 21.

JAUBERT, M., REBIERE, M. (2000). Observer l'activité langagière des élèves en sciences. *Aster*, 31.

KELSEN, H. (1996). *Théorie générale des normes*. Paris : Presses universitaires de France.

LEBEAUME, J. (2000). Jeux d'étiquettes, jeux de kim, jeux de familles, puzzles ou devinettes à l'école. Découverte du monde, sciences et technologie aux cycles II et III. *Aster*, 31.

LEBEAUME, J. & MAGNERON, N. (2003). *Travaux croisés – Itinéraires de découverte : exploration de nouveaux dispositifs au collège*. Rapport de recherche en réponse à l'appel à association de l'INRP : Structure des connaissances et nouveaux dispositifs d'enseignement. UMR STEF ENS Cachan – INRP et IUFM Orléans-Tours.

MENDELSON, P. (1990). La notion de transfert d'apprentissage en psychologie cognitive. *Cahiers pédagogiques*, 281.

REBIERE, M. (2001). Apprentissage, développement et significations. In J.-P. Bernié (Éd.). *Une notion venue d'ailleurs... la posture*. Presses universitaires de Bordeaux.

REY, B. (1996). Les compétences transversales en question. Paris : ESF.

TEXTES OFFICIELS :

Ministère de l'Éducation nationale. (2001). Préparation de la rentrée 2001 dans les collèges. *Bulletin Officiel n° 24*, 14 juin 2001.

Ministère de l'Éducation nationale. (2001). *Les nouvelles orientations sur le collège*. Document d'accompagnement pour la préparation des itinéraires de découverte. Direction des enseignements scolaires. (www.eduscol.education.fr).

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

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

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

... 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 scientifiquement 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 communication des travaux ; ils permettent d'assurer 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

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

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

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

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

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.

devenir
apprenti-chercheur : 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 *recherche* qui engage ses auteurs. Un *apprenti-chercheur* 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 *apprenti-chercheur*, 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.

se responsabiliser
personnellement...
...et collectivement

les connaissances
sont construites
dans une approche
de résolution
de problèmes

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 *questions* que le groupe coopératif va transformer avec l'aide du maître en *problèmes* pour lesquels une solution est envisagée, alors que restent inconnus les chemins pour y accéder. Pour y parvenir, il faudra construire une « *méthode pour chercher* », identifier des partenaires compétents, limiter un champ d'investigation, forger des outils. Nous montrerons plus loin que la clef de cette démarche est l'*abduction* : le raisonnement qui permet de forger des hypothèses pour rendre compte d'un phénomène inattendu.

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 relie exactement, comme on le montrera, au pragmatisme.

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*.

contrairement à
la plateforme
collaborative ...

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 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 efficace, 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 *pragmaticisme* légitime.

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

Statut épistémologique	Pragmatisme	Positivismisme	Pragmaticisme
Statut du vrai	Résultat d'un consensus relative	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.

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).

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

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*.

elle est structurée
comme une
« 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*

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.

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.

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*

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

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

...et aboutit
au scepticisme

(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.

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) ?

l'abduction
est la source
de toute théorie
scientifique

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.

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 du 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).

toute hypothèse
scientifique résulte
d'une inférence
abductive

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*

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... 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

et non opposition...

(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

déduction ne fait qu'énoncer des lois, mais sur le mode de l'apodicticité, et non plus de la problématique. Mais que signifie énoncer une loi ? La finalité d'une loi est de pouvoir anticiper des phénomènes contraires, si la loi s'avérait fautive (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 fautive : 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.

la déduction
phase du passage
à l'universel

• *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'inaptitude 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

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 pragmaticisme, 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*.

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

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