

## QUELLES RECONFIGURATIONS CURRICULAIRES DANS LE CADRE D'UN ENSEIGNEMENT INTÉGRÉ DE SCIENCE ET DE TECHNOLOGIE ?

Maryline Coquidé, Corinne Fortin, Christophe Lasson

UMR STEF, ENS Cachan-INRP  
61, Avenue du Président Wilson  
94235 Cachan, FRANCE  
maryline.coquide@inrp.fr  
corinne.fortin@inrp.fr  
christophe.lasson@ac-lille.fr

---

**Mots-clés** : sciences, curriculum, intégration, spécialité disciplinaire

**Résumé.** Une expérimentation institutionnelle d'un enseignement intégré de science et de technologie (EIST) est organisée en France, depuis 2006, dans des classes de sixième et de cinquième. L'EIST vise une plus grande attractivité des sciences (sciences de la vie et de la Terre, sciences physiques) et de la technologie auprès des élèves, en valorisant une démarche d'investigation. Replacé ici dans le cadre théorique de didactique du curriculum et le cadre d'analyse des PCK (Pedagogical Content Knowledge), l'EIST permet d'étudier l'articulation entre contenu de connaissances en sciences et en technologie et contenu lié aux connaissances pédagogiques des enseignants. Nous analysons les modalités de la construction curriculaire, s'il se joue ici une reconfiguration de l'enseignement scientifique et technologique en relation avec un possible élargissement de spécialité enseignante.

---

### 1. Le contexte institutionnel de l'expérimentation EIST

#### 1.1 Le projet éducatif

Un Enseignement Intégré de Science et de Technologie (EIST) est organisée en France, depuis 2006, dans une cinquantaine de collèges volontaires, en classe de sixième et dans quelques classes de cinquième, à l'initiative de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies et en partenariat avec le Ministère de l'Éducation Nationale. Cette « expérimentation » insitutionnelle se situe dans le sillage du dispositif *La main à la pâte*, c'est-à-dire dans la continuité des actions pédagogiques menées dans le cadre de la rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie, depuis 1996, à l'école primaire. L'expérimentation est à replacer dans un contexte international de renouvellement des curricula scientifiques (Fensham, 2002 ; Coquidé, sous presse), de développement d'un pilotage par les résultats et d'évaluations internationales, et de promotion de nouvelles approches pédagogiques, comme le préconise le *Rapport Rocard* (2007). Le projet éducatif d'EIST vise, d'une part, à l'amélioration de la transition entre l'école primaire et le collège et, d'autre part, à une plus grande attractivité des sciences et de la technologie. Il propose la construction d'un enseignement scientifique intégré, en appui sur les programmes de trois disciplines (SVT, physique-chimie, technologie) et valorisant une démarche d'investigation. Dans chacun des collèges engagés, une équipe de trois professeurs (un de chaque discipline) est constituée, chaque professeur prenant en charge l'enseignement des trois domaines. Une heure de concertation par semaine est inscrite dans les emplois du temps des professeurs impliqués pour faciliter une préparation collective de l'EIST. Le projet promeut un décloisonnement disciplinaire. Un site<sup>1</sup> accompagne la mise en œuvre, avec des documents pour favoriser les relations entre les disciplines. Pour intégrer les savoirs et donner aux élèves une « vision unifiée de la science et de la technologie » (Guide EIST, p. 23), des thèmes sont proposés : énergie, matière et matériaux.

---

<sup>1</sup> <http://science-techno-college.net>

L'EIST a donc pour objectif d'apporter plus de cohérence à l'enseignement scientifique et technologique, en cherchant à « unifier » sciences et technologie S&T, et en limitant la parcellarisation du savoir induite par le cloisonnement disciplinaire.

### 1.2 Un nouveau dispositif d'enseignement

L'innovation contemporaine de l'EIST se distingue d'enseignements anciens, tels les Travaux scientifiques expérimentaux (TSE) et l'Enseignement scientifique expérimental (ESE), mis en place dans les années 1960 et 1970 pour les classes du cycle d'observation et pris en charge par des enseignants bivalents ou par des équipes d'enseignants (Lebeaume, 2009). L'EIST apparaît plutôt comme un nouveau dispositif d'enseignement. Des recherches, menées sur les Travaux Personnels Encadrés (TPE) en lycée ou sur les Itinéraires de découverte (IDD) au collège, ont analysé ces nouveaux dispositifs d'enseignement, du point de vue théorique et méthodologique, et aussi concernant les postures enseignantes, les interactions entre les enseignants et les élèves, et les démarches interdisciplinaires (*Aster* 39, 2004). Ces études ont montré qu'il s'agissait, en réalité, de dispositifs « émergents », où la mise en œuvre réelle des prescriptions officielles résulte d'une rencontre entre différentes composantes : choix du thème par les élèves ou/et les enseignants, connaissances des enseignants sur le thème, *habitus* professionnel. De cette rencontre émergent différents modes de fonctionnement, de collaborations enseignantes, d'interactions entre les enseignants et les élèves. Ces recherches ont aussi pointé que si de possibles convergences entre disciplines étaient possibles, elles n'effaçaient pas l'irréductible spécificité de chacune d'elles.

L'EIST est aussi un dispositif « émergent », d'une rencontre entre professeurs de différentes disciplines pour mettre en œuvre des programmes scolaires disciplinaires en un enseignement « intégré ». Les réunions de concertation constituent ici un nouvel espace d'échanges et de négociations entre enseignants. À partir de choix, des décisions concernant la répartition et l'organisation des activités d'apprentissage des élèves, l'équipe enseignante EIST construit et produit son propre curriculum local. Parce qu'il croise les approches disciplinaires et les spécialités enseignantes (Lebeaume, 2008), l'EIST interroge l'extension et la réorganisation des contenus enseignés. Dans le cadre d'un élargissement de spécialité vers des domaines non maîtrisés par la formation initiale des professeurs, il s'agit de penser l'action éducative dans un nouveau champ d'enseignement avec de nouveaux contours et de nouvelles formes de travail collaboratif ou coopératif (Marcel et al., 2007 ; Mérini, 2005). Aussi, l'EIST peut relever d'une sorte de défi. Des études explorant les croisements possibles entre les disciplines ont, en effet, mis en évidence la faible connaissance réciproque des professeurs des programmes scolaires des disciplines adjacentes (Lebeaume et Valtat, 2007) et les limites de la voisinance souhaitée.

## 2. Problématique

L'EIST met en avant l'unité de la science plutôt que la diversité des sciences. Ce rapport du singulier au pluriel conduit à proposer une vision unifiée de la science et de la technologie (S&T). Jenkins (2009) rappelle que la référence à la science, et non aux sciences, est essentiellement fondée, au 19<sup>ème</sup> siècle, sur une construction du fonctionnement commun aux sciences : la « méthode scientifique ». Caractérisée par l'observation, la problématisation, l'hypothèse et l'expérimentation, la « méthode scientifique » n'est pas une démarche de production du savoir scientifique, mais une construction rhétorique qui énonce un protocole de rationalisation de l'activité scientifique où l'hypothèse est confrontée aux résultats de l'expérimentation.

Mais que signifie exactement, en EIST, la conjonction de coordination « et » entre science et technologie ? S'agit-il d'une articulation entre connaissances scientifiques et technologiques en une techno-science ? Ou bien est-ce un « et » inclusif, pour notifier la subordination de la technologie à la science ? Ou bien encore, désigne-t-il un « et » d'exclusion par démarcation entre science et technologie ? Ce qui est en jeu, dans les réponses apportées à chacune de ces questions, c'est principalement une vision épistémique de la science et de la technologie, vision qui nécessairement pilote l'approche pédagogique d'un enseignement « intégré ».

Quelle est alors la place de démarche d'investigation (DI) préconisée en EIST ? Contrairement à la « méthode scientifique », qui est un discours sur le fonctionnement de la science, la démarche d'investigation a une visée pédagogique : susciter chez l'élève de la motivation et de la curiosité, mais aussi faciliter les apprentissages. Il s'agit de placer l'élève en situation d'explorer différentes pistes pour tester une hypothèse, concevoir et réaliser un protocole expérimental, pratiquer une recherche documentaire, enquêter, etc. Ainsi, l'élève gagne en autonomie et en motivation. Mais la DI a aussi ses limites. Elle ne lui permet pas de redécouvrir, spontanément, les protocoles ou les méthodologies, en raison des contraintes épistémiques et didactiques (Coquidé, Fortin et Rumelhard, 2009) qui structurent le savoir scientifique et technologique. N'y a-t-il pas alors le risque de limiter la DI à une rhétorique pédagogique d'une vision « unifiée » de la S&T ?

Aussi notre recherche interroge la mise en œuvre, *in situ*, du « I » de l'EIST. Est-ce une unification, une indifférenciation ou une articulation des disciplines ? Comment l'enseignant d'EIST se positionne-t-il : professeur de S&T ou professeur spécialiste d'une discipline donnée contribuant à un enseignement intégré de science et technologie ? Dans le premier cas, il s'agit soit d'un élargissement de spécialité - auquel cas se pose la question de savoir quelles sont les limites de cet élargissement ? -, soit d'un déplacement de spécialité - se pose alors la question de savoir comment un enseignant novice devient-il expert en EIST ? - Dans le second cas, il s'agit d'une complémentarité de spécialité - quel est alors l'apport de l'expertise de l'enseignant spécialiste pour l'EIST ? - Ce questionnement conduit à interroger aussi les disciplines d'enseignement dans le cadre d'une reconfiguration curriculaire d'un enseignement intégré de S&T. Quel est l'impact de la mise en œuvre du « I » sur la construction d'un curriculum EIST ? Nous cherchons à déterminer s'il se joue, avec l'EIST, une possible reconfiguration des disciplines scientifiques scolaires au collège, en relation avec un possible élargissement de spécialité enseignante. Nous faisons l'hypothèse que, pour conduire à une reconfiguration curriculaire, la mise en œuvre de l'EIST nécessite de nouvelles connaissances et compétences professionnelles, comparables à celles d'un enseignement de spécialité.

### 3. Cadre théorique : la didactique du curriculum

La recherche vise à saisir les variations des activités scolaires mises en œuvre selon les enseignants, et les conditions d'extension de la spécialité enseignante dans le domaine des enseignements scientifiques et technologiques. L'étude ne porte donc pas sur une analyse de la logique d'action des pratiques enseignantes du point de vue ergonomique, de l'action située, ou de la didactique professionnelle. Même si nous avons conscience que la mise en œuvre de l'EIST résulte d'interactions entre enseignants et enseignants/élèves, nous situons notre étude dans le cadre d'une reconfiguration de l'enseignement scientifique et technologique du point de vue de la didactique du curriculum (Martinand, 2003). Par curriculum, nous entendons l'organisation des contenus éducatifs, disciplinaires ou non disciplinaires, prescrits dans les instructions et les programmes, mais aussi les choix et les décisions des enseignants pour construire un curriculum. La didactique du curriculum permet d'interroger les reconfigurations disciplinaires en EIST.

Pour l'analyse du curriculum, nous nous appuyons sur les 4 catégories curriculaire énoncées par Martinand :

- Le curriculum *prescrit* ou « normé » par le contenu des programmes scolaires et du Socle commun de connaissances et de compétences (SCC).
- Le curriculum *potentiel*, issu des discussions et négociations entre enseignants. Il correspond aux choix collectifs des enseignants pour leur projet pédagogique EIST.
- Le curriculum *produit*, c'est-à-dire la traduction du curriculum *potentiel* en une progression de séquences structurées, avec des objectifs et des activités pédagogiques pour l'EIST.
- Le curriculum *effectif* (ou *réel*) correspond à la prise en charge individuelle de l'enseignant, en classe EIST, du curriculum *produit* collectivement.

Ainsi, l'étude des curricula, *potentiel*, *produit* et *effectif*, renseigne sur la stratégie, collective et individuelle, des enseignants pour s'approprier le « I » de l'EIST à partir du curriculum *prescrit*.

Chacune des étapes, de la conception collective à la mise en œuvre individuelle du curriculum, informe sur les postures enseignantes (professeur de S&T ou professeur spécialiste contribuant à l'EIST). Dans l'optique d'une reconfiguration curriculaire, et après analyse des résultats, nous discuterons, en conclusion, d'un curriculum *possible* pour un EIST qui ne soit pas nécessairement soumis à aux programmes scolaires de chacune des trois disciplines.

#### 4. Méthodologie

Il s'agit ici d'une étude de cas, réalisée auprès de deux équipes enseignantes d'EIST, composées de six enseignants (deux professeurs de SVT, deux de sciences physiques et deux de technologie) dans deux collèges, l'un dans l'académie de Créteil, l'autre dans l'académie de Lille. Le collège de Créteil est entré récemment dans le dispositif EIST (2008-2009), tandis que celui de l'académie de Lille le met en place déjà depuis deux ans. Cette étude sera ultérieurement complétée avec les résultats d'autres travaux, menés dans trois autres collèges.

##### 4.1 Cadre d'analyse : les « Pedagogical Content Knowledge » (PCK)

Les PCK, « Pedagogical Content Knowledge », initiés par Shulman (1986, trad. 2007) permettent d'analyser les connaissances enseignantes mobilisées en EIST et de les comparer à celles mobilisées en enseignement de spécialité. Nous nous appuyons ici sur les catégories relatives aux connaissances enseignantes ou PCK de Shulman :

- La connaissance disciplinaire (*SMK : Subject Matter Knowledge*) est issue de la formation universitaire des enseignants. Ce sont les connaissances académiques de la discipline à enseigner.
- La connaissance pédagogique (*PCK : Pedagogical Content Knowledge*) correspond à la transposition des connaissances scientifiques en des connaissances accessibles aux élèves *via* des illustrations, des démonstrations, la prise en compte des difficultés rencontrées par les élèves, etc.
- La connaissance curriculaire (*CK : Curricula Knowledge*) désigne la connaissance des programmes scolaires et du matériel pédagogique disponible pour mettre en œuvre les programmes.

Kind (2009) analyse que, depuis Shulman, plusieurs modèles de PCK ont vu le jour, dichotomique, inclusif, hiérarchique et transformatif. Nous ne cherchons pas à valider un de ces modèles, mais à caractériser les connaissances mobilisées (académiques, pédagogiques, curriculaire) en EIST. Nous nous intéressons à l'articulation entre les *SMK*, les *PCK* et les *CK* pour transposer le savoir académique en un savoir enseigné, accessible aux élèves dans le cadre des programmes scolaires officiels et du socle commun de connaissances et de compétences. Notre recherche cible à la fois le projet pédagogique, élaboré collectivement par l'équipe enseignante en séances de concertation, et sa mise en œuvre, individuelle, dans la classe EIST.

##### 4.2 Recueil des données

Le recueil est centré sur la dimension curriculaire de l'EIST. Il s'appuie principalement sur des enregistrements vidéographiques (tab. 1) pour accéder aux données audio et aux données visuelles, en classe ou en séance de concertation, et en extraire des indicateurs des *PCK* mobilisées.

10 heures d'enregistrements de séances de concertation auto-filmées par l'équipe enseignante en caméra fixe.
10 heures d'enregistrement en classe EIST filmées en caméra mobile, pour être au plus près des interventions de l'enseignant.
20 heures d'enregistrement en classe EIST filmées en caméra fixe, pour avoir une vue d'ensemble de la classe.
6 heures d'enregistrements en classe de « spécialité » filmée en caméra mobile, pour comparer les interventions enseignantes en EIST et en spécialité disciplinaire.

**Tableau 1** : Les enregistrements vidéographiques

Aux enregistrements vidéo s'ajoutent : les cahiers de bord, pour connaître l'organisation du curriculum EIST ; les fiches d'activité des élèves construites par les enseignants, pour identifier les choix pédagogiques et didactiques du curriculum ; 3 heures d'entretiens individuels semi-directifs, pour recueillir le ressenti des enseignants sur l'« expérimentation » de l'EIST.

#### 4.3 Analyse du Corpus

Le corpus est composé de données primaires et secondaires. Les données primaires correspondent au contenu des cahiers de bord, aux fiches d'activités des élèves, aux transcriptions des entretiens audio, des enregistrements vidéo en réunions de concertation et en classe EIST ou de spécialité. Les données secondaires sont produites par le découpage des données primaires pour renseigner sur la posture de l'enseignant et préciser les modalités de l'appropriation du « I » de l'EIST dans le cadre d'un possible élargissement de spécialité. Pour répondre à notre problématique de la reconfiguration curriculaire et d'un possible élargissement de spécialité, notre grille d'analyse (tableau 2) croise l'organisation du curriculum EIST et les PCK mobilisées par les enseignants pour transformer et investir le curriculum *prescrit* en un curriculum *effectif*. L'analyse du corpus est structurée autour des connaissances enseignantes mobilisées lors de la conception, de la production et de la mise en œuvre du curriculum. Chacune de ces étapes coïncide avec une phase curriculaire.

Curriculum	Connaissances mobilisées	Caractéristiques	Exemples
<b>Prescrit</b>	<b>CK</b>	Programmes scolaires en SVT et Technologie de la classe de sixième. Socle commun de connaissances et de compétences. Enseignement conjoint des 3 disciplines.	Thèmes communs : Matière et matériaux (classe de 6 <sup>ème</sup> ), Énergie et énergie (classe de 5 <sup>ème</sup> ). Proposition, par les Académies des sciences et des technologies, d'un programme d'enseignement intégré en classe de 6 <sup>ème</sup>
<b>Potentiel</b> <i>Enregistrements vidéo des séances concertation</i>	<b>MSK</b>	Connaissances issues de la formation disciplinaire des enseignants	Concepts, méthodes et pratiques scientifiques et techniques
	<b>PCK discipline</b>	Connaissances pédagogiques de la discipline. Savoirs et savoir-faire nécessaires.	Choix du matériel (microscope, perceuse...) Choix des illustrations, analogies. Connaissances des acquis et des difficultés rencontrées par les élèves (représentations erronées, idées naïves ou préconçues, etc.)
	<b>PCK collaboratif</b>	Connaissances pour un travail conjoint, pour élaborer le projet éducatif d'EIST.	Echanges, négociations, choix et décisions de l'équipe enseignante.
<b>Produit</b> <i>Cahiers de bord, fiches élèves</i>	<b>PCK eist</b>	Connaissances épistémiques pour « unifier » S&T. Statut de la démarche d'investigation.	Progression par thématique ou par questionnement Nature des activités proposées aux élèves
<b>Effectif</b> <i>Enregistrements vidéo des séances d'enseignement EIST</i>	<b>PCK classe</b>	Connaissances pour l'organisation et pour la gestion de la classe	Travaux en groupes d'élèves. Mise à disposition des élèves de fiches méthodologiques, etc.
	<b>MSK et PCK discipline</b>	Connaissances des contenus enseignés en EIST. Elargissement de spécialité.	Maîtrise des savoirs disciplinaires hors de son champ de spécialisation
	<b>PCK d'expertise</b>	Capacité à identifier les problèmes rencontrés en classe EIST.	L'enseignant non-spécialiste du domaine requiert l'aide du professeur spécialiste pour trouver, rapidement, une solution.

**Tableau 2 :** Grille d'analyse PCK mobilisés en EIST pour la construction curriculaire

En séances de concertation, la conception d'un projet pédagogique collectif EIST conduit à un projet curriculaire ou curriculum *potentiel*. Ce curriculum *potentiel*, construit en référence aux programmes scolaires des disciplines et du socle commun de connaissances et de compétences (SCC), est mis en discussion au sein de l'équipe. L'analyse des enregistrements vidéo a pour

objectif d'identifier des indicateurs des connaissances enseignantes (Robinault, 2007) mobilisées dans l'élaboration du curriculum *potentiel* : connaissances curriculaires (CK) provenant du prescrit, connaissances scientifiques ou technologiques de la discipline (MSK), connaissances des contenus disciplinaires enseignés (PCK *discipline*), connaissances relatives à la régulation, la prise de décision, l'organisation et la répartition du travail au sein de l'équipe enseignante (PCK *collaboratif*).

À la phase d'élaboration du curriculum *potentiel* succède une production, collective, d'un curriculum suffisamment explicite pour que chacun des trois enseignants puisse le mettre en œuvre en classe EIST. Ce curriculum *produit* n'est pas directement accessible sous sa forme programmatique, il est, par conséquent, nécessaire de le reconstruire en s'appuyant sur les scripts des cahiers de bord et des fiches d'activités des élèves. Sont alors recherchés des indicateurs des connaissances enseignantes mobilisées dans la production d'un curriculum EIST (PCK *eist*) pour produire un curriculum « intégré » caractérisé par des objectifs pédagogiques et didactiques.

Le curriculum *produit* est ensuite acté en un curriculum *effectif* lors de la prise en charge individuelle, *in situ*, en classe EIST. L'analyse du curriculum *effectif* permet d'identifier les choix et les *habitus* des enseignants ainsi que leur rapport aux autres disciplines. Sont recherchés des indicateurs relatifs : aux connaissances mobilisées pour l'organisation et la gestion de la classe EIST (PCK *classe*), équivalentes à des connaissances pédagogiques généralistes ; aux connaissances disciplinaires nécessaires à l'EIST (PCK *discipline* et MSK) ou connaissances « spécifiques » ; aux connaissances d'expertise (PCK *expertise*) du professeur spécialiste pour conseiller le professeur de son équipe non-spécialiste.

## 5. Analyse des résultats

En l'état actuel du dépouillement du corpus, les résultats encore provisoires invitent à ne pas en tirer de conclusions définitives. Cependant, nous pouvons mettre en évidence certains des PCK enseignants mobilisés dans la construction du curriculum.

### 5.1 PCK mobilisés dans l'élaboration du curriculum potentiel

L'analyse des enregistrements vidéo met en évidence :

- Une méconnaissance des enseignants spécialistes concernant les programmes scolaires et les connaissances académiques (MSK) des autres disciplines ;
- une collaboration étroite (PCK *collaboratif*) entre les enseignants pour clarifier, expliciter les contenus à enseigner et déterminer les objectifs pédagogiques et didactiques à atteindre en EIST ;
- la délégation de l'équipe EIST à l'enseignant spécialiste, reconnu comme expert de la discipline, pour réaliser les fiches d'activités destinées aux élèves.

### 5.2 PCK mobilisés dans la production du curriculum eist

Les analyses des cahiers de bord et des fiches d'activité ont permis de reconstruire le curriculum *produit* en EIST. Ce curriculum permet d'identifier trois indicateurs : les PCK mobilisés pour l'EIST (PCK *eist*), la posture enseignante et l'organisation de l'intégration des S&T, la prise en charge de la DI.

#### 5.2.1 La posture enseignante en EIST

Parmi les documents de présentation de l'EIST, élaborés par l'équipe enseignante et remis aux élèves lors du premier cours dans l'un des collèges, il est annoncé que ce n'est pas en tant que professeur de SVT, de sciences physiques ou de technologie qu'intervient l'enseignement en EIST, mais en tant que professeur de Sciences au pluriel (tableau 3). L'enseignement intégré, désigné ici par « Classe Sciences », est défini en termes d'unification des S&T, gommant ainsi les trois disciplines scolaires pour en faire émerger une nouvelle : l'EIST.

« Vous êtes en Classe Sciences. Qu'est-ce que la Classe Sciences ? Nous allons nous retrouver 4 heures par semaine pour vous enseigner des Sciences : des SVT, de la Technologie et de la Physique Chimie. Un seul enseignant se chargera de ces trois disciplines, il sera VOTRE PROFESSEUR de SCIENCES durant toute l'année(...). Notre but cette année est de vous confronter à différents problèmes scientifiques que vous tâcherez de résoudre avec l'aide de votre professeur de Sciences »

**Tableau 3** : Extrait du document de présentation de l'EIST élaboré par une équipe enseignante

### 5.2.2 La prise en charge de la DI

Dans les entretiens, la DI est associée à la démarche expérimentale chez les professeurs de sciences physiques et de SVT, à la démarche de projet, chez les professeurs de technologie. Tous adoptent, cependant, une description de la DI proche des textes officiels : motiver des élèves à partir d'une situation concrète, interroger cette situation par un problème, proposer une ou plusieurs hypothèse(s), engager une stratégie de recherche efficace pour tester l'hypothèse, confronter les résultats obtenus avec l'hypothèse, enfin structurer les connaissances acquises. Les enseignants interrogés déclarent la DI comme au cœur du projet pédagogique EIST. Elle est même le fondement d'un enseignement intégré de S&T. Mais les entretiens et les fiches d'activités réalisées révèlent que les enseignants superposent plutôt la DI à la « démarche scientifique ». La DI est alors présentée dans les fiches d'activité des élèves en trois grandes étapes :

- « Un problème scientifique provient toujours d'une observation. C'est une question que l'on se pose par rapport à une observation.
- Pour résoudre un problème, on doit formuler des hypothèses. Une hypothèse est une réponse possible qui répond à une question et qui commence par « peut-être ».
- Il faut ensuite tester l'hypothèse choisie. Pour tester l'hypothèse, on doit réaliser une (ou plusieurs) expérience(s). »

L'analyse des cahiers de bords, des fiches activités élèves et des entretiens met en évidence que la DI n'est pas perçue comme une démarche pédagogique, pour « apprendre » ou « aider à apprendre et à comprendre », mais bien comme la « démarche scientifique », celle pratiquée par les scientifiques dans les laboratoires. En conséquence, les enseignants pensent que l'élève doit, pour faire réellement des sciences, reproduire, fidèlement, la démarche d'investigation comme une démarche scientifique. La DI est ici portée par une vision épistémique d'un schème de production des connaissances scientifiques et technologiques. Les *PCK eist* mobilisés consistent alors à standardiser le « I » de l'EIST en un « I » d'Investigation, unificateur des S&T.

### 5.2.3 L'organisation du curriculum EIST produit

Le curriculum *produit* pour l'EIST s'organise souvent à partir d'un canevas narratif, construit sous forme de synopsis d'une aventure (recherche d'une île mystérieuse, voyage historique d'un scientifique). Il est structuré en différentes thématiques (reproduction, cycle de l'eau, moyens de transport) et différentes problématiques (comment cultiver des plantes ? quels sont les effets de la fonte des glaces ?). Ce curriculum *produit* vise l'intégration des S&T par la contribution de chacune trois disciplines pour résoudre le problème posé. On observe ainsi, non pas une action conjointe des disciplines, mais plutôt une juxtaposition coordonnée par succession d'interventions disciplinaires. Ce sont alors les *PCK disciplinaires* qui sont mobilisés pour déterminer la pertinence et l'adéquation de l'intervention de chacune des trois disciplines. Enfin, le curriculum *produit* présente les compétences-élèves davantage comme des acquis à mobiliser le moment venu, pour répondre à une consigne ou à un objectif, qu'une compétence à construire par une action de combinaisons ou de transposition de connaissances et savoir-faire, pour appréhender une nouvelle situation.

### 5.3. PCK mobilisées en classe EIST : le curriculum effectif

En classe EIST, le « professeur de sciences » mobilise ses connaissances pédagogiques relatives à la gestion de la classe (*PCK classe*). Placer en situation d'enseigner des notions ou des concepts S&T, hors de son champ disciplinaire, l'enseignant s'appuie sur les connaissances disciplinaires (MSK) qu'il a acquies lors d'échanges entre pairs d'autres disciplines, en séances de concertation. Il utilise les fiches activités destinées aux élèves (ces fiches ont été réalisées par l'enseignant spécialiste de la discipline), ce qui nécessite la maîtrise des MSK et des *PCK disciplinaires* avec un possible élargissement de spécialité. En situation d'incertitude ou de difficulté *in situ*, l'enseignant sollicite l'aide ou le conseil du professeur spécialiste de la discipline (*PCK expertise*).

#### 5.3.1 Les indicateurs des PCK classe ou PCK généralistes

Le « professeur de sciences » organise la gestion de la classe selon deux modalités. Le guidage *pédagogique* ou l'action du maître a pour visée de maintenir le dispositif d'enseignement (ex: « *aujourd'hui, nous allons faire ceci* ». « *Sur vos fiches méthode, vous trouverez les informations pour apprendre à régler le microscope* »). La consigne pédagogique est une injonction pour mettre en activité les élèves (ex : « *Observer au microscope, dessiner ce que vous observez* », « *Mesurer les planches, calculer la tolérance* »).

#### 5.3.2 Les indicateurs de l'élargissement de spécialité

En EIST, l'enseignant spécialiste pour devenir « professeur de sciences » doit acquérir des savoirs scientifiques et disciplinaires qui n'appartiennent pas initialement à sa formation initiale et à son champ de spécialité. Les indicateurs d'un possible élargissement de spécialité sont à rechercher, non pas dans les consignes et les guidages pédagogiques centrés sur l'organisation de la gestion de classe, mais à travers les consignes et les guidages *didactiques* concernant les contenus scientifiques et technologiques à enseigner. Les consignes didactiques sont caractérisées par une mise en activité des élèves par des « injonctions-compétences », c'est-à-dire des injonctions données à l'élève pour utiliser ou acquérir des compétences méthodologiques spécifiques (ex : « *Vous devez apprendre à régler un microscope* », « *savoir vérifier la tolérance d'une pièce* ». Le guidage *didactique* est caractérisé par l'action du maître pour *co-construire* avec l'élève les activités d'apprentissage, dans le but de clarifier, d'explicitier une notion, un phénomène, une démarche, un raisonnement, une démonstration, une manipulation, etc. (ex : montrer à l'élève comment placer une cale pour faire correctement des mesures, expliciter l'intérêt du calcul la tolérance, construire un raisonnement pour déterminer le sens du trajet du sang dans l'organisme). Les fiches d'activité tracent un itinéraire didactique, itinéraire choisi et construit par le professeur spécialiste, sur lequel s'appuie l'enseignant non-spécialiste pour l'EIST. Mais ces fiches ne suffisent pas à déterminer le choix des consignes et des guidages *didactiques* nécessaires et appropriés à une *co-construction* entre le maître et l'élève et pour rendre opératoire les notions nouvellement acquies en classe de S&T. Le choix des consignes et guidages didactiques par l'enseignant en EIST dépend, en réalité, des SMK et *PCK disciplinaires*, lesquels ne sont pas toujours maîtrisés par le « professeur de sciences » en EIST.

#### 5.3.3 Les indicateurs des PCK expertise

L'enseignant non-spécialiste n'hésite pas à demander de l'aide à son collègue spécialiste d'une discipline, pour répondre à une question posée par un élève, pour choisir le matériel adapté pour réaliser une expérience. Autrement dit, l'enseignant de S&T sollicite publiquement, devant les élèves, le conseil du professeur spécialiste pour continuer sa progression en EIST. Cet échange est une variante des PCK collaboratifs, mobilisés en séance de concertation. Avec cependant une différence importante : ici l'enseignant non-spécialiste reconnaît, en classe EIST, qu'il ne sait pas comment faire. Ce changement d'attitude modifie radicalement le rapport de l'élève au maître et du maître à l'élève. Le professeur n'est plus perçu uniquement comme celui qui sait, en toute circonstance, mais comme celui qui a aussi besoin d'apprendre pour enseigner.



#### 5.4 Analyse comparée des PCK mobilisés pour le curriculum effectif en EIST et en spécialité

Si nous comparons les *PCK classe* (consignes et guidages pédagogiques) et les *PCK discipline* (consignes et guidages didactiques en relation avec les *MSK*), nous observons que les *PCK classe* sont davantage mobilisés que les *PCK discipline* en EIST. En revanche, en contexte d'enseignement de spécialité, ce sont les *PCK discipline* qui sont les plus mobilisés comparés aux *PCK classe*. Cependant, ces résultats provisoires ont été obtenus sur une durée moyenne d'une heure d'enregistrement vidéo par classe. Ils nécessitent, par conséquent, d'être confirmés sur la durée totale des enregistrements (analyses en cours). Néanmoins, ils constituent une indication de la dominance des PCK mobilisés, en EIST et en spécialité. Quant aux *PCK collaboratif*, s'ils ne sont jamais observés dans l'enseignement de spécialité, il est intéressant de noter que bien que mobilisés en classe d'EIST, ils ne sont pas prépondérants.

La comparaison des enregistrements, en classe d'EIST et en classe de spécialité, montre aussi que les *PCK discipline* deviennent réellement opératoires quand ils sont en concordance avec les *MSK*. Quand le professeur non-spécialiste, en situation d'élargissement de spécialité, maîtrise les connaissances à enseigner (*MSK*), il mobilise, tout comme le professeur spécialiste, les *PCK discipline* dans une perspective de *co-construction* avec les élèves des activités et du savoir enseigné. En revanche, s'il ne maîtrise pas les *MSK*, les PCK mobilisés sont principalement des *PCK classe*, c'est-à-dire généralistes. Ces derniers, nécessaires à la construction du savoir par l'élève ne permettent cependant pas seuls une structuration, le « professeur de sciences » n'étant alors pas toujours en capacité de valider le savoir de l'élève, qu'il soit exact ou erroné.

## 6. Discussion et conclusion

La recherche sur l'EIST s'inscrit dans une perspective générale de reconfiguration de l'enseignement des sciences, au niveau international. Ainsi au Québec, la réforme de l'enseignement (2007) a conduit à une restructuration profonde du curriculum : d'une organisation antérieure en disciplines scolaires distinctes, le nouveau programme d'enseignement, décrit en termes de compétences, est désigné comme « intégré » avec un enseignant de « science et technologie ». En France, l'EIST interroge les nouvelles compétences professionnelles nécessaires ainsi que le changement de structuration des curricula scientifiques. Dans le prolongement des tensions concernant la compartimentation et le statut des disciplines, il s'agit d'analyser les tensions relatives aux perspectives d'un enseignement EIST. S'agit-il de spécifier ou d'unifier, de diversifier ou de réduire ? Comment vont s'articuler le singulier et le pluriel de cet enseignement de S&T ? Comment vont être prises en compte des spécificités éventuelles dans une démarche d'investigation ? Vivant et matière, par exemple, constituent des domaines dont l'investigation nécessite des protocoles et des méthodologies, souvent spécifiques (Coquidé et al., 2009). Dans le cas de l'EIST s'agit-il de tentatives de recomposition fondées sur la juxtaposition, l'indifférenciation ou une réelle intégration ? Cet enseignement répond-t-il à une approche intégrative ou intégratrice des disciplines et des savoirs (Lenoir, 2008) ? Au vu de nos premiers résultats, un enseignement intégré de S&T suppose une reconfiguration curriculaire qui ne soit pas limitée à la juxtaposition des programmes scolaires des trois disciplines, ou restreinte à un enseignement disciplinaire effectué par un enseignant non-spécialiste. Cet enseignement intégré, pouvant être envisagé et pensé en termes de complémentarité des disciplines et d'articulation *via* des thématiques ou des compétences communes, pourrait être envisagée comme une reconfiguration curriculaire (avec prise en charge de la formation des enseignants) d'une nouvelle discipline scolaire « S&T » au collège.

Pour conclure, l'EIST au collège croise les spécificités des enseignements disciplinaires, les spécialités des enseignants (Lebeaume, 2008) et l'élargissement de leur spécialité. Cet enseignement concerne l'extension et la réorganisation de contenus à enseigner, dans des domaines non maîtrisés par la formation initiale des professeurs. Il s'agit alors de penser l'action éducative dans un champ disciplinaire aux nouveaux contours.

## 7. Bibliographie

- Coquidé, M., Fortin, C. & Rumelhard, G. (2009). L'investigation : fondements et démarche, intérêts et limites. *Aster*, 49, 51-78.
- Coquidé, M. (sous presse). Curriculum intégré ou curriculum intégrateur ? Le domaine scientifique et technologique dans le socle commun en France. *NCRE*, Université de Sherbrooke.
- Fensham, P.-J. (2002). De nouveaux guides pour l'alphabétisation scientifique. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 2(2), 133-149.
- Jenkins, E.W. (2009). Reforming school science education : a commentary on selected reports and policy documents. *Studies in Science Education*, 45(1), 65-92.
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169-204
- Lebeaume J. & Valtat, C. (2007). *Voisinage des enseignements et voisinage des pratiques enseignantes au collège. Éléments pour la problématisation du « faire apprendre à plusieurs »*, disponible à l'adresse: <http://www.congresintaref.org/>
- Lebeaume, J. (2008). Les sciences et la technologie dans l'enseignement obligatoire : curriculums et spécialités enseignantes. In A. Hasni et J. Lebeaume (Dir). *Interdisciplinarité et enseignement scientifique et technologique* (pp. 33-49). Sherbrooke : Éditions du CRP et Lyon : INRP.
- Lebeaume, J. (2009). Les travaux scientifiques expérimentaux pour les classes de 6<sup>ème</sup> et de 5<sup>ème</sup>. Retour sur les premiers essais d'un enseignement expérimental. *Aster*, 49, 25-50
- Lenoir, Y. (2008). L'interdisciplinarité dans l'enseignement scientifique : apports à privilégier et dérives à éviter. In A. Hasni et J. Lebeaume (Eds). *Interdisciplinarité et enseignement scientifique et technologique* (pp. 17-32). Sherbrooke : Éditions du CRP et Lyon : INRP.
- Marcel, J.-F., Dupriez, V., Perisset Bagnoud, D. & Tardif, M. (Dir) (2007). *Coordonner, collaborer, coopérer. De nouvelles pratiques enseignantes*. Bruxelles, De Boeck Université
- Martinand, J.-L. (2003). L'éducation technologique à l'école moyenne en France : problèmes de didactique curriculaire, *La revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 3(1), 100-116.
- Mérini, C. (2005). *Travail conjoint et professionnalité enseignante*. Paris : ADASE.
- Robinault, K. (2007). Connaissances mobilisées pour préparer un cours de sciences physiques. *Aster*, 45, 175-187.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *L'enseignement scientifique aujourd'hui : une pédagogie renouvelée pour l'avenir de l'Europe*. Commission Européenne.
- Shulman, L. (2007). Ceux qui comprennent. Le développement de la connaissance dans l'enseignement. *Éducation et didactique*, 1, 97-114.