



Pratiques d'enseignement en technologie : quels objets et activités du domaine électronique au collège ?

Teaching practices in technology education : which objects and activities in electronics area at junior high school ?

Olivier FOLLAIN, Joël LEBEAUME

LIREST-GDSTC, ENS de Cachan
61 avenue du Président Wilson
94235 Cachan cedex, France.

Résumé

À une période de changement de programmes et de configuration de la technologie, l'enquête sur les pratiques d'enseignement décrit et analyse les activités mises en œuvre dans le domaine « électronique ». Croisant des données empiriques ainsi que des réponses à un questionnaire, cette étude dresse un état des pratiques en identifiant en particulier les produits réalisés, les procédés utilisés, les références implicitement évoquées ainsi que les tâches des élèves. La connaissance de ces pratiques suggère des orientations pour la formation continue des professeurs aux nouveaux programmes.

Mots clés : *didactique de la technologie, pratiques d'enseignement, collège, projets techniques, électronique.*

Abstract

In period of changing technology education curriculum, an inquiry about teaching practices describes and analyzes activities in electronics area. Crossing empirical data and replies to a questionnaire completed by technology teachers, this inquiry draws up a state of teaching practices, identifying technical projects, technical actions implemented, references and tasks of pupils. These pieces of knowledge about teaching practices suggest some orientations for in-service teachers training about new curriculum.

Key words : *didactics of technology education, teaching practices, junior high school, technical projects, electronics.*

Resumen

En un período de cambio de programas y de configuración de la tecnología, la investigación sobre las prácticas de enseñanza describe y analiza las actividades ejecutadas en el dominio « electrónico ». Cruzando datos empíricos así como respuestas a un cuestionario, este estudio dirige un estado de las prácticas identificando en particular los productos realizados, los procedimientos utilizados, las referencias implícitamente evocadas así como las tareas de los alumnos. El conocimiento de esas prácticas sugiere orientaciones para la formación continua de los profesores a los nuevos programas.

Palabras claves : *didáctica de la tecnología, prácticas de enseñanza, colegio, proyectos técnicos, electrónica.*

1. LA TECHNOLOGIE EN FRANCE

En France, la technologie est une discipline obligatoire pour tous les élèves de l'école moyenne depuis 1985, après un peu plus de vingt ans de nombreuses hésitations (Lebeaume, 1996a). À partir de 1996, la publication de nouveaux programmes contribue à la reconfiguration de cette discipline scolaire (Lebeaume & Martinand, 1998) pour laquelle l'approche de réalisation demeure l'une des caractéristiques fondamentales. Les activités scolaires proposent aux élèves des expériences de productions collectives et des réalisations sur projet dont les visées s'inscrivent dans les missions du collège : préparation à l'orientation scolaire, acquisition de

compétences pour saisir le monde de la technique et agir dans ce milieu technicisé.

1.1. Des nouveaux programmes

Les nouveaux textes nationaux introduisent deux changements majeurs apparents dans chacune des parties des programmes : technologie de l'information et réalisations sur projet. Le premier est lié au bouleversement technique des capacités des ordinateurs et à la généralisation de leur usage ce qui implique un apprentissage systématique des applications usuelles dans les domaines industriels et tertiaires. Le second concerne les activités de réalisation. En effet, de 1985 à 1996, les programmes suggéraient une compartimentation des contenus selon les domaines de la mécanique, de l'électronique et de l'économie-gestion. L'organisation des locaux en salles spécialisées et, à partir de 1987, le recrutement des enseignants grâce à un concours avec trois options (construction mécanique, construction électrique et gestion) accompagnaient cette juxtaposition d'activités industrielles et commerciales. En revanche, les nouveaux programmes effacent ces découpages initiaux, ce que confirme la disparition des options du concours (Arrêté du 17 août 1998) et ce qu'avait anticipé le guide d'équipement des salles de technologie (Ministère de l'Éducation Nationale, 1986). En outre, ces réalisations sur projet sont aujourd'hui conçues et définies en référence à des pratiques socio-techniques explicitement désignées, alors que ce rapport aux réalités industrielles et économiques apparaissait seulement en filigrane des textes précédents (Martinand, 1995).

Ainsi, deux parties composent aujourd'hui la technologie : des « unités » représentant environ le tiers du temps d'enseignement et plus particulièrement centrées sur l'apprentissage de l'usage de l'ordinateur ; des réalisations sur projet initiées en 6^e par la découverte des objets et des procédés, diversifiées en 5^e-4^e grâce à des ensembles de réalisation désignés par des « scénarios » tels que « étude et réalisation d'un prototype », « essai et amélioration d'un produit », « extension d'une gamme de produits », etc., puis, en 3^e, prises en charge par les élèves avec le développement d'un projet.

1.2. Des propositions pour l'enseignement

Les changements prescrits par les nouveaux textes officiels contribuent à la structuration stable de la plus jeune des disciplines scolaires au collège tout en prenant appui sur dix ans d'installation dans les

établissements scolaires et dans les pratiques des enseignants. Au cours de cette période, la technologie a progressivement pris forme dans les collèges, suscitant des innovations pédagogiques, des essais empiriques et des suggestions d'activités. Conjointement, les éditeurs ont multiplié les propositions offrant sur ce nouveau marché des supports et des dossiers techniques. Leurs catalogues mettent ainsi à disposition des « kits pédagogiques » susceptibles d'être utilisés par les professeurs pour mettre en place les activités d'enseignement-apprentissage. Ce sont généralement des objets obtenus par pliage ou façonnage de matières plastiques en feuilles, par exemple porte-CD ou nécessaires de bureau. Il s'agit aussi d'objets électroniques composés d'un circuit imprimé supportant des composants inclus dans un boîtier et proposés avec un emballage pour une commercialisation éventuelle. Alarme de tiroir, lampe de bureau ou enregistreur de messages en sont quelques exemples qui montrent la variété de leur complexité fonctionnelle et structurelle.

1.3. Des pratiques d'enseignement

Les curriculums prescrits comme les curriculums ainsi proposés par les éditeurs ne rendent pas compte des curriculums réels dont les différences, voire les contrastes, ont été maintes fois soulignés (Perrenoud, 1993). En ce sens, pour la technologie enseignée, le rapport de l'inspection générale mentionne avec regret ce constat : « ... *certaines enseignants dispensent encore un discours sur la technologie, avec des pages et des pages d'écriture, des projets réalisés au tableau ou des activités de cartonnage pour les fêtes de fin d'année* » (Inspection Générale de l'Éducation Nationale, 1997, p. 102). Estimées à près de 15 %, ces pratiques déviantes sont affectées à une frange d'enseignants marginaux qui inventent leur « technologie » en spécialisant aussi les travaux des élèves sur la connaissance de l'entreprise, les travaux informatiques ou le dessin technique.

Toutefois, au cours de la période d'installation de la technologie, sa prise en charge par les enseignants n'a donné lieu à aucune enquête nationale sur les pratiques effectives des professeurs. Sont disponibles seulement trois études locales et partielles qui renseignent sur l'état des pratiques. Ainsi G. Sornin-Montet (1996) repère par l'analyse de deux cents cahiers de textes, l'enseignement de trente six professeurs du département de l'Essonne. Elle distingue alors une très grande majorité de projets techniques relevant du domaine de l'électronique. L'enquête par questionnaire de J.-L. Laurent (1996) révèle que dans les académies d'Orléans-Tours, de Versailles et de Paris, les projets identifiés par les professeurs dans le domaine de la mécanique sont en très grande majorité

des activités de mise en forme de matières plastiques. L'enquête montre également que les enseignants préfèrent « un dossier clef en main » qu'ils adaptent à leur goût. Cette pratique est également nettement apparente dans l'enquête effectuée par l'une des associations de professeurs de technologie, auprès de ses membres (Association des Enseignants d'Activités Technologiques, 1997).

Ces enquêtes renseignent sur les pratiques effectives des enseignants mais ne donnent que quelques indications sur les activités d'enseignement-apprentissage des élèves.

1.4. Contexte et enjeux

Le contexte précédemment décrit montre trois points essentiels : une installation progressive de la technologie, une connaissance superficielle des pratiques des enseignants et une période de structuration de la discipline. Or le changement de programme à partir de la rentrée 1996 implique l'adaptation des pratiques enseignantes aux exigences des nouvelles prescriptions. Il impose également la conception des architectures de formation continue en appui sur les changements de pratiques induits par la modification réglementaire. Connaître les pratiques des professeurs, tenter de les caractériser et de les saisir représentent ainsi des enjeux essentiels pour l'intervention en formation.

2. PROBLÉMATIQUE

Compte tenu des enjeux pour la formation continue, il s'agit d'une part de mieux connaître les curriculums réels en repérant en particulier les contenus enseignés et d'autre part d'identifier les motifs qui président aux décisions des enseignants sur ces activités d'enseignement-apprentissage.

2.1. Une recomposition des pratiques d'enseignement

Les pratiques d'enseignement de la technologie peuvent être examinées en tant que pratiques professionnelles au sens de F. Blin (1997) qui les situe dans leurs relations avec l'identité professionnelle du corps professoral et avec l'identité disciplinaire qu'elles représentent. Ce point de vue psychosocial est susceptible d'informer sur les résistances éventuelles au changement. Bien que les nouveaux programmes affectent l'identité professionnelle des enseignants, la nature des modifications qui confirment surtout les orientations fondamentales de la discipline ne peut être

considérée comme une rupture générant des bouleversements d'identité tels que ceux liés au changement antérieur lors du passage de l'éducation manuelle et technique à la technologie (Gonnin et al., 1989). Il s'agit plus modestement d'une recombinaison de pratiques et de leur ajustement selon les orientations des nouveaux programmes.

2.2. Les pratiques du domaine électronique

Pour la technologie, le domaine des pratiques du domaine électronique tel qu'il apparaît dans la compartimentation de la discipline définie jusqu'en 1996 s'avère être le plus intéressant pour une raison majeure. En effet, la référence aux pratiques socio-techniques que suggèrent les programmes, représente une question essentielle pour ce domaine de pratiques. L'évolution voire les révolutions technologiques des pratiques industrielles mettent en question la relation à ces pratiques. Depuis le lancement de la technologie, les pratiques industrielles ont considérablement changé : généralisation de techniques initialement marginales et abandon de procédés alors répandus, miniaturisation et intégration des composants d'abord centimétriques puis millimétriques enfin micrométriques. Dans ces conditions, quelles sont les références implicites des activités proposées aux élèves ? Quelles sont les caractéristiques des pratiques d'enseignement dans ce domaine de réalisation ? En outre, il est important de percevoir les tâches des élèves. Que font réellement les élèves dans ce domaine de conception-réalisation-production ? Quelles sont les opérations qui leur sont dévolues et quelles sont celles qui ne sont pas abordées en classe ? Quelle est aussi la nature de leurs tâches ? S'agit-il d'expérimentations sur plaques d'essais, de mesures à l'aide d'instruments, d'assemblages de composants ou de fonctions ? Quelle est en somme la technicité des tâches des élèves qui, selon M. Combarous (1984), correspond à la synergie de trois composantes que sont la rationalité technique, l'usage d'engins ou d'artefacts et la spécialisation des rôles ? Si l'on considère, comme le font les programmes, que la technicité de ces tâches est un élément fondateur de la technologie, quelle rationalité technique est sollicitée lors des activités des élèves, quels rôles jouent-ils, sur quels engins leurs actions sont-elles orientées ?

2.3. Les pratiques d'enseignement

Au delà des questions spécifiquement relatives au domaine de l'électronique, les pratiques d'enseignement intègrent des choix curriculaires concernant la gradation des tâches, leur programmation et leur mise en œuvre. Quelle progressivité accompagne ces pratiques au cours des quatre

années au collège ? Le cas échéant, comment les professeurs intègrent-ils les progrès des élèves dans la série des activités mises en œuvre ? Comment choisissent-ils les objets qu'ils font réaliser en classe ? Sur quels critères sont fondées ces sélections ? S'agit-il de critères intrinsèques à la discipline, en fonction de la technicité que ces produits recouvrent ou bien de critères plus extrinsèques dépendant des conditions de l'enseignement ? À cet égard, quelles sont éventuellement les contraintes qui induisent ces choix préférentiels, telles que le prix ou l'intérêt des élèves ?

L'exploration des pratiques d'enseignement en technologie et plus particulièrement de celles qui relèvent du domaine électronique selon la compartimentation initiale des programmes, souhaite ainsi répondre à un ensemble de questions sur les tâches des élèves, leur nature, les supports utilisés, les opérations effectuées et leurs relations aux références, implicites ou éventuellement explicitées. Mais compte tenu de la faible structuration de la discipline par les programmes de 1985, l'hypothèse est faite que les pratiques d'enseignement sont guidées par des choix qui ne prennent pas spécifiquement appui sur les éléments fondateurs et organisateurs de la discipline.

3. MÉTHODOLOGIE ET RECUEIL DE DONNÉES

La double perspective descriptive et interprétative des pratiques d'enseignement de cette étude s'appuie sur le recueil de deux types de données indirectes (Follain, 1997). Les premières sont les traces de ces pratiques que constituent les objets produits par les élèves. Les secondes sont les réponses à un questionnaire renseigné par les professeurs de technologie. Ces choix méthodologiques sont liés à la spécificité des activités de réalisation en technologie et aux contraintes du recueil de données sur les pratiques scolaires.

3.1. Des objets témoins des pratiques

Les objets ou les produits réalisés en classe que l'usage tend à désigner par le terme « projets », constituent des traces des pratiques scolaires. Ce sont aussi des témoins indirects des activités scolaires qui permettent la reconstruction des pratiques potentiellement associées à leurs réalisations. V. Isambert Jamati (1984) reconstitue ainsi les pratiques d'enseignement des activités manuelles et physico-technologiques dans les classes élémentaires. D'une façon analogue, mais dans une enquête historique, J. Lebeaume (1996b) reconstruit les pratiques d'enseignement du travail manuel à partir du recensement des objets réalisés et des

fournitures acquises par les écoles élémentaires de 1960 à 1985. Ces reconstructions exigent cependant des triangulations de données, par exemple, grâce au repérage des tendances de l'offre scolaire, des témoignages directs des enseignants ou des traces de la mise en œuvre de l'enseignement.

Les objets produits en technologie portent intrinsèquement des informations sur les tâches potentielles des élèves. Selon leur organisation fonctionnelle, leur complexité structurelle, les solutions techniques choisies, les composants associés aux fonctions techniques, les procédés de fabrication mis en œuvre, ils portent ainsi, en filigrane, les orientations pédagogiques concernant les apprentissages visés, les opérations effectuées, les rôles menés ainsi que les pratiques sociales auxquelles ils se réfèrent. Les objets produits ne peuvent pas cependant renseigner sur les organisations individuelles ou collectives de ces réalisations. Le nombre d'objets réalisés est, en revanche, susceptible d'informer sur ces organisations : une production importante en volume renvoyant vraisemblablement l'image d'une production collective sur un mode industriel ; une production plus faible, celle d'une fabrication individuelle sur un mode domestique.

Ces objets scolaires sont en outre le reflet de la perception qu'ont les enseignants du « domaine électronique », des capacités des élèves et des principes de progressivité de l'enseignement. La distinction des objets techniques selon les classes de la 6^e à la 3^e précise aussi les conceptions qui structurent les actions des enseignants.

3.2. Un recensement des objets produits

Un premier repérage est effectué à partir de l'analyse d'entretiens avec les principaux fournisseurs et de l'étude de leurs catalogues. Si cette première source permet assez facilement de dresser un panorama des objets produits, elle ne renseigne pas sur les variations selon les niveaux. Une deuxième source d'informations apporte les éléments de réponse. Il s'agit de la base de données des projets mis en œuvre dans l'académie de Poitiers. Celle-ci recense exhaustivement l'ensemble des productions dans chaque établissement et pour chaque niveau : 164 collèges, 400 professeurs, 911 projets techniques. À l'initiative de l'équipe de formateurs de cette académie, cette base de données, unique en France, catégorise les produits selon les champs suivants : identification de l'établissement, du professeur, du projet mis en œuvre et du niveau correspondant (Pénichou, 1996). L'exploitation de cette base de données grâce aux requêtes permet de repérer les choix réels que font les enseignants.

3.3. Des pratiques masquées par les objets

Le recensement des objets produits ne peut cependant se substituer à l'étude des pratiques des enseignants. Les données recueillies ne permettent en effet que de dresser un état de ces pratiques et de suggérer des hypothèses interprétatives. À cet effet, une enquête par questionnaire souhaite approcher les pratiques des enseignants. Toutefois cette investigation se heurte au « traumatisme » des enseignants de technologie interrogés sur leurs pratiques, noté par G. Sornin-Montet (1996). En ce sens, une première tentative à l'échelle d'une académie s'est révélée infructueuse avec un très faible taux de réponses (inférieur à 10 %). Cette difficulté a conduit au choix d'un public « captif » constitué de professeurs de technologie regroupés lors d'actions de formation continue. Ce sont ainsi 90 questionnaires renseignés en janvier 1997 par des professeurs de la région parisienne (Paris-Créteil-Versailles) et de trois académies de province (Orléans-Tours, Rennes, Poitiers) qui informent sur les pratiques d'enseignement. Les questions posées portent sur les objets que les professeurs réalisent en classe, leur nombre, le nombre d'élèves concernés, le prix du produit, son origine et les raisons de son choix. Elles demandent aussi le niveau scolaire concerné par chaque objet, les tâches des élèves, les ressources dont ils disposent (annexe 1).

Le choix du recueil de données par questionnaire auprès d'enseignants en formation, induit par les contraintes de l'étude et les difficultés d'investigation sur les pratiques d'enseignement, est susceptible de biaiser les résultats. D'une part, il s'agit de discours des professeurs sur leurs pratiques donc essentiellement des propos sur ce qu'ils prétendent faire. D'autre part, l'échantillon ainsi interrogé ne peut être considéré comme représentatif du corps professoral. La passation dans des régions contrastées a souhaité en ce sens introduire une diversité dans le groupe des professeurs interrogés (annexe 2).

Avec les limites qu'imposent ces choix et ces contraintes méthodologiques, sont d'abord présentés le recensement des objets produits en classe et son analyse. Puis sont étudiées les tâches des élèves lors de ces productions en examinant plus particulièrement la progressivité des activités et leurs références aux pratiques socio-techniques. À partir de cette reconstruction critique des pratiques d'enseignement, sont enfin mis en évidence les problèmes fondamentaux de formation.

4. LES OBJETS PRODUITS AU COLLÈGE

4.1. Des objets électroniques

La base de données de l'académie de Poitiers permet d'identifier les objets produits grâce aux requêtes sur les champs disponibles « projet » et « niveau ». Il convient cependant de discriminer ces fabrications par leur nom commercial. Les informations des catalogues des fournisseurs permettent alors d'identifier ceux à contenu électronique parmi les autres et d'étudier leur répartition selon les niveaux.

Classe	N projets	N projets électroniques	Projets électroniques les plus cités		
			Désignation	N (part en %)	Total (part %)
6 ^e	240	112/240 46 %	Porte-clés lumineux	36/112 (32 %)	} 58/112 (52 %)
			Testeur de continuité	14/112 (12 %)	
			Labyrinthe	8/112 (7 %)	
5 ^e	231	204/231 88 %	Alarme	33/204 (16 %)	} 75/204 (37 %)
			Attente téléphonique	28/204 (14 %)	
			Brassard	14/204 (7 %)	
4 ^e	224	199/224 88 %	Attente téléphonique	51/199 (26 %)	} 117/199 (59 %)
			Alarme	36/199 (18 %)	
			Minuteur	30/199 (15 %)	
3 ^e	216	183/216 85 %	Ampli pour baladeur	55/183 (30 %)	} 86/183 (47 %)
			Minuteur	22/183 (12 %)	
			Attente téléphonique	9/183 (5 %)	

**Tableau 1 : Projets réalisés selon les classes
(Académie de Poitiers, année 1996-1997 ; source : base de données)**

En 6^e, environ un projet sur deux relève du domaine électronique. En 5^e, 4^e et 3^e, la proportion atteint près de neuf projets sur dix. Ce contraste invite à formuler deux hypothèses interprétatives : pour les classes de 6^e, les professeurs conduisent plusieurs projets dans des domaines différents (en particulier des projets à dominante mécanique) ; ils considèrent que les projets du domaine électronique sont inadaptés à ce niveau de classe. Cette seconde hypothèse est sans doute la plus vraisemblable car le nombre de projets pour chaque classe est sensiblement identique : de 240 en 6^e à 216 en 3^e, avec une diminution faible mais constante d'un niveau à l'autre.

4.2. Des produits vedettes

La présentation des objets mis en œuvre au collège dans l'académie de Poitiers fait apparaître un éventail limité. En effet, excepté pour les classes de 5^e, deux objets représentent plus de 40 % des projets électroniques réalisés et trois objets environ la moitié d'entre eux. Du point de vue statistique (test de χ^2 , $P = .01$), les choix des professeurs en termes de fabrication ne doivent rien au hasard pour les classes de 6^e et de 3^e. Pour les classes de 5^e et de 4^e, la sélection est moins sensible. C'est comme si certains objets étaient « obligatoires » pour les classes initiales et terminales alors que les objets réalisés dans les classes intermédiaires admettaient plus de variabilité.

Toutefois, l'analyse qualitative des données indique une sélection contrastée selon les classes du collège. Cette sélection est confirmée par les fournisseurs qui s'avèrent, hélas, avares de renseignements. Pour des raisons de confidentialité, les informations recueillies, relatives aux volumes des ventes, ne peuvent être présentées. Toutefois, les chiffres indiqués confirment les tendances observées tout comme l'analyse des catalogues qui révèle que ces produits « vedettes » sont référencés chez la plupart des fournisseurs.

4.3. Quelques différences locales

Les réponses aux questionnaires renseignés par les enseignants de quatre académies confirment les résultats précédents (tableau 2) : standardisation des projets par classe, plus grande variété en 5^e et 4^e. Pour les projets les plus cités, en l'occurrence le porte-clés lumineux en 6^e et l'amplificateur pour baladeur en 3^e, les résultats sont comparables d'une académie à l'autre. C'est le signe d'une relative homogénéité des pratiques, à la fois intra-académique mais aussi inter-académique. En revanche, les produits conduits dans les classes intermédiaires diffèrent d'une académie à l'autre et au sein d'une même académie.

Dans les académies de Rennes et d'Orléans-Tours, les projets apparaissent plus diversifiés. Bien que cette différence constatée puisse dépendre du nombre assez faible de questionnaires renseignés, elle peut aussi indiquer des variations dans les modalités locales de l'organisation et du pilotage de l'enseignement de la technologie. Ces nuances ou ces différences entre les pratiques peuvent en effet être supposées en relation avec des modèles pédagogiques locaux qu'il conviendrait de tenter de caractériser à partir de l'analyse des publications académiques, de leurs commentaires par les inspecteurs ou les formateurs ainsi que par des observations de développement du curriculum à partir de l'analyse des classeurs des élèves ou des cahiers de textes par exemple. Cette étude sur les dispersions inter-académiques reste à faire.

Classe	Académie	Projet n° 1	Projet n° 2	Projet n° 3
6°	Poitiers (27 objets)	Porte-clés lum. (20/27) (74 %)	Triangle de sécu. (5/27) (19 %)	<i>Tous différents</i>
	P-C-V (16 objets)	Porte-clés lum. (9/16) (56 %)	<i>Tous différents</i>	<i>Tous différents</i>
	Rennes (11 objets)	Porte-clés lum. (8/11) (73 %)	Nervotest (2/11) (18 %)	<i>Tous différents</i>
	Orléans (6 objets)	Porte-clés lum. (2/6) (33 %)	<i>Tous différents</i>	<i>Tous différents</i>
5°	Poitiers (24 objets)	Alarme (4/24) (16 %)	Sirène de vélo (3/24) (12 %)	SOS plantes (2/24) (8 %)
	P-C-V (16 objets)	Attente tél. (4/16) (25 %)	Porte-clés lum. (2/16) (12 %)	Alarme (2/16) (12 %)
	Rennes (14 objets)	Triangle de sécu. (5/14) (36 %)	Porte-clés lum. (4/14) (29 %)	<i>Tous différents</i>
	Orléans (7 objets)	<i>Tous différents</i>	<i>Tous différents</i>	<i>Tous différents</i>
4°	Poitiers (28 objets)	Attente tél. (7/28) (25 %)	Alarme (3/28) (10 %)	<i>Tous différents</i>
	P-C-V (16 objets)	Ampli/baladeur (7/16) (43 %)	Dé électronique (3/16) (18 %)	Croc-pions (2/16) (12 %)
	Rennes (8 objets)	<i>Tous différents</i>	<i>Tous différents</i>	<i>Tous différents</i>
	Orléans (9 objets)	Ampli/baladeur (2/9) (22 %)	Alarme (2/9) (22 %)	<i>Tous différents</i>
3°	Poitiers (16 objets)	Ampli/baladeur (7/16) (44 %)	<i>Tous différents</i>	<i>Tous différents</i>
	P-C-V (13 objets)	Ampli/baladeur (5/13) (38 %)	Gradateur (2/16) (15 %)	Dé électronique (2/13) (15 %)
	Rennes (12 objets)	Ampli/baladeur (5/12) (42 %)	<i>Tous différents</i>	<i>Tous différents</i>

	Orléans (4 objets)	<i>Tous différents</i>	<i>Tous différents</i>	<i>Tous différents</i>
--	-----------------------	------------------------	------------------------	------------------------

(P-C-V : Paris-Créteil-Versailles)

Tableau 2 : Projets réalisés selon les classes et les académies (source : questionnaires)

L'étude comparée des projets réalisés indique ainsi un choix limité d'objets mais aussi la sélection des professeurs qui semblent procéder au découpage de la scolarité en trois segments nuancés, préfigurant ainsi l'organisation du collège en trois cycles : la classe de 6^e avec la réalisation du porte-clés lumineux permettant de faire découvrir aux élèves les constructions électroniques, les classes de 5^e et de 4^e étant centrées sur des extensions et des variations à travers des réalisations choisies parmi quelques objets équivalents et enfin la classe de 3^e où la réalisation de l'amplificateur de baladeur contribue à la mobilisation et à la synthèse des apprentissages notionnels et instrumentaux de ce domaine d'activités techniques.

4.4. Des produits peu illustratifs des productions industrielles

Ces produits ont un caractère scolaire marqué avec des solutions techniques essentiellement motivées par des préoccupations pédagogiques. Par exemple, la solution technique du « porte-clés lumineux » qui utilise un générateur de 12 V alors que la LED doit être alimentée sous une tension dix fois moindre, ne présente qu'une pertinence très limitée car elle implique le recours à une résistance voire à une diode de régulation. L'objet scolaire se présente alors très distant de ses homologues réels, produits industriellement au moindre coût, alimentés directement avec une pile bouton. En outre, les projets conduits sont tous réalisés sur de petites plaquettes d'époxy avec des composants centimétriques. Les CMS (Composants Montés en Surface) et les COB (Chip On Board : ensemble sous résine comprenant un circuit imprimé et un circuit intégré) sont absents de ces productions bien qu'ils soient disponibles dans les catalogues des fournisseurs (mini arbre de Noël à DEL, porte-clefs siffleur par exemple).

4.5. Des produits de plus en plus complexes

Ces projets intègrent une technicité croissante de la 6^e à la 3^e en termes de rationalité technique, d'engins et de rôles. En 6^e, il s'agit, pour

les trois objets, d'un circuit élémentaire avec un ou deux effecteurs (une résistance, une DEL). Ils constituent une première approche du domaine électronique. En 5^e et en 4^e, les circuits sont plus complexes tant du point de vue structurel que du point de vue fonctionnel. Ils font appel à un circuit intégré (portes logiques pour l'alarme, circuits spécialisés pour l'attente téléphonique ou le brassard). En 3^e, l'amplificateur pour baladeur semble l'objet standard de ce niveau et l'aboutissement des activités conduites jusqu'alors. Il regroupe plusieurs fonctions et un nombre conséquent de composants. Contrairement aux autres produits, sa fonction principale est d'amplifier un signal.

Le choix des objets par niveau laisse donc apparaître un principe de progressivité des activités scolaires : complexité du fonctionnement des circuits et de leur réalisation. Cette complexité se traduit en nombre d'opérations possibles sans en changer la nature car les objets sont équivalents pour chacun des trois niveaux les plus contrastés : 6^e, 5^e-4^e, 3^e.

4.6. Des tendances de la 6^e à la 3^e

Outre les principes de progressivité mis au jour précédemment, le choix préférentiel des objets semble dicté par des contraintes organisationnelles. Le coût de revient des objets augmente de la 6^e à la 3^e en raison de leur plus grande complexité fonctionnelle et structurelle. Parallèlement, le nombre d'objets par élève diminue légèrement au cours de la scolarité au collège, ce que montrent les rapports entre nombre d'objets et nombre d'élèves concernés. Cette variation peut être supposée en relation avec l'augmentation du prix des objets généralement achetés par les élèves, mais aussi avec l'éventuel tarissement de l'intérêt des élèves pour les activités de réalisation ou pour les objets produits. En effet, ce rapport marchand aux objets produits est souvent fortement concurrencé par les produits du commerce et contraint par le pouvoir d'achat des élèves de 3^e.

4.7. Des choix motivés

Malgré l'offre variée des fournisseurs, l'examen des objets électroniques réalisés en classe montre leur faible diversité. À la question des motifs de leurs choix, les réponses des enseignants mentionnent que la sélection est, d'une façon très mineure, le fait des élèves. Le plus souvent il s'agit du choix des professeurs, qui, selon leurs déclarations, est fondé d'abord sur la motivation des élèves, puis sur la facilité de réalisation en classe, enfin sur l'intérêt d'un point de vue pédagogique. Les réponses

varient peu d'une région à l'autre ainsi que d'un niveau à l'autre dans une même région.

5. LES ACTIVITÉS DES ÉLÈVES

Les objets choisis et fabriqués fournissent un premier niveau d'informations sur les pratiques enseignantes. Les tâches susceptibles d'être effectuées à partir de ces projets sont la conception du schéma et du circuit imprimé, sa réalisation, l'implantation, la brasure des composants et les contrôles. Les rôles que suggèrent ces objets peuvent être : concepteur de circuit (ingénieur ou technicien en bureau d'études), opérateur (pour la réalisation, le câblage et le contrôle du circuit), responsable de production (contrôle des objets ou du processus), etc. Toutefois ces tâches et ces rôles sont des possibilités potentielles offertes par les objets éventuellement inscrits dans des projets intégralement développés. En tant que supports techniques, ils portent ainsi une potentialité d'activités d'enseignement-apprentissage dont il convient d'explorer les exploitations réelles.

5.1. Six activités génériques

Les opérations citées dans les réponses au questionnaire (annexe 1), après leur mise à plat, implique des regroupements. Ont ainsi été isolées l'analyse fonctionnelle, l'expérimentation par exemple sur plaquette d'essai, l'étude et la réalisation du typon, les opérations d'insolation-gravure, de perçage-brasage ou de contrôle-réglage.

Origine	Type d'activités	6 ^e	5 ^e	4 ^e	3 ^e	nb. activ. citées	rang
Poitiers 31 réponses	Étude fonctionnelle	2/25	0/24	5/26	1/19	8	6
	Expérimentation	5/25	2/24	7/26	5/19	19	4
	Étude et réalisation du typon	0/25	4/24	4/26	2/19	10	5
	Insolation-gravure	15/25	19/24	18/26	12/19	64	2
	Perçage-brasage	24/25	23/24	25/26	16/19	88	1
	Contrôle-réglage	11/25	11/24	12/26	9/19	43	3
Région parisienne 34 réponses	Étude fonctionnelle	1/17	5/17	3/19	4/14	13	5
	Expérimentation	2/17	4/17	4/19	4/14	14	4
	Étude et réalisation du typon	3/17	6/17	8/19	3/14	20	3
	Insolation-gravure	8/17	8/17	9/19	7/14	32	2
	Perçage-brasage	16/17	16/17	14/19	13/14	59	1
	Contrôle-réglage	1/17	2/17	1/19	2/14	6	6
	Étude fonctionnelle	2/10	2/15	3/8	3/10	10	3

Rennes 15 réponses	Expérimentation	1/10	1/15	2/8	1/10	5	5
	Étude et réalisation du typon	0/10	1/15	2/8	2/10	5	5
	Insolation-gravure	6/10	14/15	3/8	4/10	27	2
	Perçage-brasage	10/10	15/15	6/8	9/10	40	1
	Contrôle-réglage	2/10	2/15	0/8	2/10	6	4
Orléans 10 réponses	Étude fonctionnelle	0/6	1/7	4/8	0/4	5	4
	Expérimentation	2/6	4/7	5/8	0/4	11	3
	Étude et réalisation du typon	0/6	0/7	3/8	1/4	4	5
	Insolation-gravure	4/6	6/7	4/8	2/4	16	2
	Perçage-brasage	6/6	7/7	8/8	3/4	24	1
	Contrôle-réglage	2/6	1/7	1/8	0/4	4	5

Tableau 3 : Activités mises en œuvre selon les classes et les académies (source : questionnaires)

Bien que la présentation quantitative des activités conduites masque les variations des pratiques individuelles des enseignants, elle permet d'entrevoir les tendances majeures de ces pratiques.

5.2. De faibles différences d'une académie à l'autre

Le nombre de citations des types d'activités mises en œuvre rend compte du choix des enseignants selon les académies. Leur comparaison révèle des priorités identiques mais des préférences secondaires distinctes. À cet égard, la réalisation du circuit imprimé est conduite une fois sur deux à tous les niveaux sauf en 5^e où elle est mentionnée par deux enseignants sur trois. Si les opérations de « perçage-brasage » et « d'insolation-gravure » sont prioritairement citées par tous les professeurs des quatre académies, les activités d'étude ou de contrôle, c'est-à-dire celles en amont ou en aval de la fabrication, sont notées d'une façon plus variable. Dans l'académie de Poitiers, le « contrôle-réglage » est cité en troisième rang contrairement aux trois autres régions où cette activité n'apparaît qu'en fin d'énumération.

Les sommes des citations sur l'ensemble de la scolarité et dans chaque académie révèlent que certaines activités ne seront vraisemblablement jamais rencontrées par la plupart des élèves. C'est le cas par exemple de l'étude et de la réalisation du typon dans l'académie de Poitiers, ou des contrôles et réglages dans les autres académies.

Malgré le nombre réduit de questionnaires renseignés, l'analyse quantitative des réponses permet de mesurer les différences des activités selon les classes, d'une académie à l'autre. Toutefois, les variations dans la mise en place des activités sont statistiquement faibles entre les régions ($\text{Khi}^2 P = 0,1$). En ce sens, les activités de réalisation auxquelles

correspondent l'insolation-gravure et le perçage-brasage sont statistiquement identiquement représentées dans les quatre académies et pour chacune des classes. Il est en effet difficile de fabriquer un objet électronique sans réaliser la plaque et assembler les composants ! En revanche, des différences significatives apparaissent pour certaines activités à certains niveaux : étude et réalisation du typon en 6^e, contrôle et réglage en 5^e et 4^e, étude fonctionnelle et expérimentation en 5^e. Ces différences confirment les variations précédemment constatées sur les objets produits dans ces classes intermédiaires et indiquent des pratiques contrastées, surtout en 5^e pour les activités d'investigation.

En ce qui concerne les activités qui ne sont déclarées être conduites que par une minorité d'enseignants, il existe des disparités importantes et statistiquement significatives d'une académie à l'autre. L'importance relative de l'étude fonctionnelle et de l'expérimentation est à cet égard nuancée selon les régions. Ainsi dans l'académie d'Orléans-Tours, les travaux expérimentaux sont plus présents que dans les autres académies. De même l'étude fonctionnelle est davantage abordée dans l'académie de Rennes que dans celle de Poitiers. Ces différences concernant les activités d'investigation sont aussi l'indice de conceptions nuancées de la technologie selon les académies. Ainsi les professeurs de Poitiers qui privilégient les contrôles et réglages paraissent ancrer leur enseignement sur des pratiques plus industrielles en utilisant par exemple des bancs tests. Les professeurs de la région parisienne semblent également choisir cette référence en évoquant les phases de conception du typon à l'image des fonctions d'un bureau d'études. Les professeurs de l'académie d'Orléans-Tours, quant à eux, préfèrent une approche plus expérimentale.

L'analyse des réponses individuelles des professeurs révèle que la plupart d'entre eux mettent en place les activités progressivement au fil de la scolarité, par exemple : étude fonctionnelle en 4^e dans l'académie de Poitiers ou en 5^e pour la région parisienne. Toutefois les données recueillies ne permettent pas de mettre clairement en évidence les principes de progressivité de ces pratiques, variables selon les professeurs.

5.3. Des références évoquées

Si tous les élèves percent des circuits et brasent les composants, si plus de la moitié insolent et gravent, très peu de collégiens abordent l'étude fonctionnelle et le dessin du typon, expérimentent les montages ou effectuent des essais et des mesures. Parmi les activités des élèves, la conception de ces objets électroniques est ainsi masquée en raison du choix d'objets préalablement définis, en particulier des kits. Les motifs de ces choix sont

généralement d'ordre économique en raison de l'obligation de fabriquer au moindre coût des objets qui fonctionnent.

Le fait de limiter les activités de conception revient à cantonner les élèves dans des rôles d'opérateurs liés à la fabrication. Mais simultanément le processus de genèse des produits techniques est particulièrement occulté donnant une image abrégée des pratiques socio-techniques contemporaines.

Quelques professeurs interrogés précisent cependant que les fabrications sont organisées d'une façon sérielle. En effet, leurs réponses évoquent parfois un mode de production en petite série notamment pour l'insolation-gravure ou l'implantation des composants. De même, les contrôles, quand ils existent dans les classes, s'apparentent à certains de ceux pratiqués dans le domaine industriel. Toutefois, les descriptions des activités et des tâches des élèves semblent indiquer qu'elles relèvent majoritairement d'un modèle de production unitaire. Aux motifs de fiabilité des réalisations et de motivation des élèves, la réalisation individuelle de l'objet est privilégiée par les enseignants.

En relation avec les équipements des collègues, les procédés techniques, les outils et les instruments ainsi que le mode d'organisation du travail évoquent, sans surprise, des références socio-techniques peu représentatives des pratiques industrielles contemporaines. Les activités de réalisation qui apparaissent assez stéréotypées se réfèrent à une petite entreprise de câblage où chaque câbleur réalise l'ensemble d'une platine ou encore à l'atelier d'un électronicien amateur. Elles confortent le jugement d'Y. Deforge : « *On en revient, dans le meilleur des cas, à souder des petits composants sur une petite plaquette. La petite lampe s'allume, on est content, on a fait l'objet...* » (Deforge, 1993, p. 25).

6. DES PRATIQUES À ADAPTER AUX NOUVEAUX PROGRAMMES

L'investigation conduite sur les pratiques d'enseignement dans le « domaine électronique » en technologie au collège met en évidence quelques points saillants qu'il convient de récapituler avec la prudence qu'impliquent la nature des données recueillies et le nombre de professeurs interrogés. Les activités mises en œuvre et supportées par la fabrication d'objets, correspondent sensiblement aux programmes de 1985 même si toutes les situations prescrites n'apparaissent pas dans toutes les classes. Elles semblent construites selon une progressivité allant du simple au composé : des opérations élémentaires progressivement associées dans des objets de plus grande complexité. Chaque année de nouvelles

opérations s'agrègent ainsi aux précédentes. D'une façon schématique, en 6^e les élèves percent le circuit imprimé et soudent les composants ; en 5^e ils gravent, percent et soudent le circuit ; en 4^e ils tracent le typon, gravent, percent et soudent le circuit, etc. Ces pratiques correspondent à une interprétation des prescriptions officielles qui, à l'époque, préconisaient que « *le choix des thèmes de fabrication devrait tenir compte, entre autres éléments, de l'intégration de plus en plus étendue, d'un nombre croissant de savoir-faire élémentaires* » (COMmission Permanente de Réflexion sur l'Enseignement de la Technologie, 1992, p. 18). Mais cette conception pédagogique tend plus à juxtaposer les apprentissages qu'à les intégrer véritablement dans des réalisations sur projet.

Les tâches des élèves, associées aux phases de réalisation, sont plus représentées que celles correspondant aux études préalables, aux recherches de solutions, aux études comparées de solutions de principe, plus proches des phases de conception. La rationalité technique est ainsi davantage présente dans les actions pratiques, conduisant à une sur-représentation des rôles d'opérateurs. Les références implicites sont alors relativement distantes des réalités techniques actuelles. Mais ces pratiques sont en partie déterminées par les contraintes de l'enseignement qui impliquent l'adhésion des élèves aux réalisations proposées par les professeurs.

En filigrane, ces pratiques portent le sens donné par les enseignants aux apports technologiques et aux visées de l'éducation technologique. La valorisation des actions pratiques met l'accent sur les compétences instrumentales voire sur les gestes tout en limitant les élaborations conceptuelles contribuant à la lecture et à l'interprétation du monde de la technique. Ces choix qui fixent aussi une posture spécifique des élèves par rapport au monde de la technique suggèrent des recherches complémentaires.

La mise en évidence de ces tendances permet de problématiser la conception des architectures de formation dans cette période de modification de programmes. En effet, si l'on considère que la formation continue consiste essentiellement à ajuster les pratiques à la nouvelle organisation de la discipline, il convient de proposer des actions qui s'appuient sur les pratiques existantes et maîtrisées d'une part et qui visent les nouvelles compétences sollicitées par la reconfiguration de la technologie d'autre part.

BIBLIOGRAPHIE

- ASSOCIATION DES ENSEIGNANTS D'ACTIVITÉS TECHNOLOGIQUES (1997). Enquête AEAT. *Activités technologiques*, n° 119, pp. 56-63.
- BLIN J.-F. (1997). *Représentations, pratiques et identités professionnelles*. Paris, L'Harmattan.
- COMBARNOUS M. (1984). *Les Techniques et la technicité*. Paris, Éditions sociales.
- COMMISSION PERMANENTE DE RÉFLEXION SUR L'ENSEIGNEMENT DE LA TECHNOLOGIE (1992). In Centre International d'Études Pédagogiques (Éd.), *Technologie, textes de référence*. Sèvres, CIEP, p. 18.
- DEFORGE Y. (1993). Technologie ou bricolage, il faut choisir. *Les publications de Montlignon*, numéro hors série, pp. 25-26.
- FOLLAIN O. (1997). *Panorama des pratiques au collège - Quelles références implicites des activités du domaine électronique en Technologie ?* Mémoire de stage tutoré de DEA. Cachan, LIREST-GDSTC, ENS de Cachan.
- GONNIN-BOLO A., GRIFFATON C. & LEBEAUME J. (1989). *Sensibiliser les enseignants d'EMT à la technologie - Quelques problèmes psychosociologiques*. Paris, INRP et Université d'Orléans, Service Universitaire de Formation des Maîtres et des Formateurs.
- INSPECTION GÉNÉRALE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (1997). *Rapport de l'inspection générale de l'éducation nationale*. Paris, La documentation française, pp. 71-150.
- ISAMBERT-JAMATI V. (1984). *Culture technique et critique sociale à l'école élémentaire*. Paris, PUF.
- JOURNAL OFFICIEL (1998). Arrêté du 17 août 1998. *Journal Officiel du 10 septembre 1998*. Paris, Imprimerie des Journaux Officiels.
- LAURENT J.-L. (1996). *Étude des pratiques des enseignants de technologie dans les démarches d'investigation technologique et de réalisation de projet*. Mémoire de stage tutoré de DEA. CACHAN, LIREST-GDSTC, ENS de Cachan.
- LEBEAUME J. & MARTINAND J.-L. (1998). *Enseigner la technologie au collège*. Paris, Hachette.
- LEBEAUME J. (1996a). Trente ans de technologie en France 1960-1990. Une discipline à la recherche d'elle-même. *Aster*, n° 23, pp. 3-36.
- LEBEAUME J. (1996b). *École, technique et travail manuel*. Nice, Z'Éditions.
- MARTINAND J.-L. (1995). Rudiments d'épistémologie appliquée pour une discipline nouvelle : la technologie. In M. Develay (Dir.), *Savoirs scolaires et didactique des disciplines*. Paris, ESF, pp. 339-352.
- MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (1986). *La technologie au collège – guide d'équipement*. Paris, Ministère de l'Éducation Nationale.
- PÉNICHOU J.-L. (1996). *Technologie – base de données*. Poitiers, Rectorat de Poitiers, (non publié).
- PERRENOUD P. (1993). Curriculum : le formel, le réel, le caché. In J. Houssaye (Dir.), *La pédagogie ; une encyclopédie pour aujourd'hui*. Paris, ESF, pp. 61-76.
- SORNIN-MONTET G. (1996). *Des travaux manuels à la technologie*. Thèse de doctorat, Université Paris V.

ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE

1. Formule de politesse

2. Présentation de l'intérêt de l'enquête :

... j'étudie les pratiques des enseignants de Technologie, plus particulièrement dans le domaine des activités de construction électrique. Vous constituez une ressource très importante pour cette étude et je souhaiterais disposer d'informations sur les objets du domaine électronique que vous produisez avec vos élèves. Merci de bien vouloir renseigner une fiche par objet produit.

3. Pour chacun des objets produits avec les élèves, merci de bien vouloir préciser :

Objet réalisé : Origine :

Prix de l'objet : Nombre d'objets fabriqués :

Nombre d'élèves concernés : Classe :

Tâches des élèves dans le domaine électronique :

.....
.....
.....
.....

Raisons du choix de ce projet :

.....
.....

4. Informations signalétiques du professeur (facultatives)

ANNEXE 2 :
professeurs ayant répondu au questionnaire

Académie	N profs	Enseignement dans les classes de			
		6 ^e	5 ^e	4 ^e	3 ^e
Poitiers	31	25	24	26	19
Paris-Créteil-Versailles	34	17	17	19	14
Rennes	15	10	15	8	10
Orléans-Tours	10	6	7	8	4

Lecture du tableau : parmi les 31 professeurs de l'académie de Poitiers ayant répondu au questionnaire, 25 d'entre eux ont des classes de 6^e, 24 des 5^e, 26 des 4^e et 19 des 3^e.

Cet article a été reçu le 12/01/1999 et accepté le 11/04/2000.