

ORGANISER DES ACTIVITÉS DE PRODUCTION À L'ÉCOLE PRIMAIRE SÉLECTIONNER DES MATÉRIAUX AVEC DES ÉLÈVES DE 6 ANS

Marjolaine Chatoney

Les activités de production d'objets figurent aux programmes pour chacun des cycles de l'école primaire. La prescription ne précise ni le type d'objets techniques à produire, ni les fonctions techniques à aborder, ni les matériaux à mettre en forme ou les techniques à mettre en œuvre et encore moins les notions à construire. Elles sont laissées à l'appréciation des enseignants. Ils peuvent agir sur la complexité de l'objet à concevoir et faire varier la manière de distribuer le savoir dans la façon d'organiser l'étude. Ces variations méritent l'attention des didacticiens.

L'objectif de cette étude est de montrer que l'approche par l'interrelation des niveaux fonctionnel, structurel et technique d'un objet et de leur rapport de dépendance permet une organisation des tâches plus riche et plus variée que les préparations plus traditionnelles.

L'étude est faite au cycle 2, avec des élèves de CP (6-7 ans) après une séquence d'enseignement consacrée à l'étude d'un projet de réalisation d'un moulinet de foire pour enfant.

L'éducation technologique à l'école primaire en France est introduite dans un ensemble qui regroupe les sciences de la matière, les *sciences de la vie et de la Terre* et la technologie. L'organisation de l'éducation technologique est déterminée dans l'étude et la réalisation d'objets.

Les activités de production d'objets figurent aux programmes pour chacun des cycles de l'école primaire. Elles sont prescrites dans le cadre d'activités de découverte du monde des objets au cycle 1, puis dans le cadre d'activités de fabrication et réalisations techniques au cycle 2 et pour finir dans le cadre d'activités de démontage de produits et de fabrication d'objets au cycle 3. La prescription ne précise cependant pas le type d'objets techniques à produire, ni les fonctions techniques à aborder, les matériaux à mettre en forme ou les techniques à mettre en œuvre et encore moins les notions à construire. De fait, l'institution s'en remet à l'appréciation des enseignants, ce qui conduit à une variabilité.

Un des moyens de gérer cette variabilité des situations didactiques, consiste à recentrer l'enseignement sur des enjeux de savoir en application avec les programmes et en référence à un cadre représentatif de la discipline. Dans bien des cas, l'idée d'une articulation entre les phases consacrées à l'étude préalable (phase de conception), la production et l'utilisation d'un objet, émerge comme le

l'institution
s'en remet
à l'appréciation
des enseignants

difficulté
à organiser l'étude
pendant...

concept potentiellement structurant pour les enseignants (Benson, 1998, 1999 ; Chatoney, 1999 ; Welch & Sook, 1999 ; Merle, 2000).

Cette articulation inscrit les activités de production dans un champ cohérent avec la réalité des technologies contemporaines (Ginestié, 1999 ; Blandow, 1997 ; de Vries, 1995). Il y a dans cette articulation l'idée de construire des tâches scolaires qui intègrent des éléments liés à la prise en compte des contraintes matérielles, temporelles et techniques dans l'élaboration d'un projet de réalisation d'objet (Benson, 1998 ; Chatoney, 2003 ; Lutz, 1999). Il y a également l'idée de penser la réalisation et de la planifier avant de commencer à agir. Il y a par ailleurs l'idée d'organiser l'action de production. Il y a enfin l'idée d'évaluer le résultat obtenu à l'issue et au cours de ce processus d'une part en le confrontant à l'usage attendu et d'autre part en le comparant directement aux prévisions faites lors de la conception, ou par expérimentation des solutions techniques possibles sur maquettes ou par simulation virtuelle.

Du point de vue des apprentissages fondamentaux, on voit tout l'intérêt de la mise en œuvre des activités de production d'objet technique.

L'étude de conception conduit l'élève à questionner l'objet à réaliser (quelles fonctions ? quel fonctionnement ? quel environnement d'usage ? quelles contraintes ? etc.), à décrire sa structure et les formes des éléments qui assurent la fonctionnalité, mais aussi à comparer des solutions techniques, à choisir des matériaux, à prévoir et organiser la production...

...l'activité
de production d'objet
en technologie

Le travail de production permet entre autres, d'interroger le poste de travail, les techniques, l'application de procédures et la manière dont les activités de production ont été pensées. À ces différentes phases, il convient d'ajouter un travail sur les langages formalisés (Fleer, 1992 ; Parkinson, 1999, 2000 ; Nonnon, 2001).

Les enseignants organisent les activités à caractère technologique essentiellement en fonction des paramètres locaux de la classe. Ils peuvent agir à plusieurs niveaux de complexité d'un objet à concevoir dans l'articulation des niveaux fonctionnels, structurels et de mise en forme d'un produit. Ils peuvent varier la manière de distribuer le savoir dans la façon d'introduire l'objet d'étude, le type de tâches, les difficultés cognitives et l'évaluation... Autant dire que dans ces conditions la question de l'organisation de l'étude en éducation technologique mérite l'attention des didacticiens.

1. CONTEXTE DE L'OBSERVATION ET MÉTHODE

L'objectif de cette étude est de montrer que l'approche par l'interrelation des niveaux fonctionnel, structurel et technique d'un objet et de leur rapport de dépendance permet une

comparer les effets
de 2 modalités
d'organisation
d'une tâche de tri
de matériaux...

organisation des tâches plus riche et plus variée que les préparations plus traditionnelles. L'approche introduit notamment des tâches scolaires liées à la prise en compte des contraintes matérielles, temporelles et techniques dans l'élaboration d'un choix ou d'une solution, comme par exemple les essais ou l'expérimentation. Elle introduit également des tâches d'évaluation du produit en cours aussi bien qu'en fin de processus, en confrontant par exemple l'objet à l'usage attendu ou en le comparant au cahier des charges. Elle introduit aussi des tâches d'anticipation, d'organisation et de planification au travers de problèmes à résoudre comme par exemple la prévision de l'espace nécessaire, le matériel et les outils ou le partage de la tâche et de gestion du temps de production...

L'étude est le résultat d'une observation faite sur des élèves de CP après une séquence d'enseignement consacrée à l'étude d'un projet de réalisation d'un moulinet de foire pour enfant (cf. document 1).

Document 1. Moulinet de foire



La séquence est introduite par une histoire racontée aux enfants. Cette histoire décrit l'objet en situation d'usage. Puis elle est présentée aux élèves, selon deux modalités.

...entrant
dans la fabrication
d'un moulin à vent

Pour une moitié des élèves l'étude du système technique est abordée dans le cadre d'une approche traditionnelle, représentative de ce qui se fait généralement en technologie à l'école primaire. Il s'agit pour l'essentiel d'observation du produit (étude du fonctionnement, des éléments, de la structure, des liaisons, des formes), de description graphique (dessin) et d'un travail de lecture de ressources documentaires (fiche de fabrication).

Pour l'autre moitié, l'étude du système est abordée dans le cadre d'une approche fonctionnelle représentative des méthodes d'analyse des systèmes techniques en milieu industriel. Il s'agit de matérialiser l'objet présenté dans

l'histoire. La matérialisation passe par un travail de maquetage. Il s'agit d'intégrer les contraintes liées à l'environnement d'usage de l'objet (cahier des charges fonctionnel : fonctions, contraintes), d'observer et d'agir sur les maquettes réalisées en pâte à modeler ou en papier, volumiques et en plan (étude du fonctionnement, de la structure, des liaisons et des formes des éléments) d'échanger et de valider les choix possibles et de représenter son projet par le dessin.

le choix du matériau
n'est pas anodin

L'étude de l'organisation de la production et la fabrication du moulinet est différée dans les deux groupes et ne fait pas l'objet de cette analyse. Après la séquence d'étude du projet de réalisation, il est demandé aux élèves de sélectionner des matériaux. Le choix d'un travail sur les matériaux de l'objet n'est pas anodin. Trois raisons le motivent.

La première est que le matériau est un passage obligé du processus de fabrication d'objet. On ne peut penser un objet technique sans se confronter au matériau qui le matérialise (Russo, 1986 ; Leroi-Gourhan, 1943, 1945 ; Jacomy, 1990 ; Haudricourt & Brunhes-Delamarre, 2000). Or l'étude du projet à réaliser consiste à penser l'objet.

La deuxième est que le matériau est un objet de savoir clairement identifié dans les programmes (BOEN, 2002).

La troisième considère le matériau comme un maillon fort et structurant en technologie. C'est un enjeu fort en didactique de la technologie. Il pose des problèmes d'identification et de construction par les élèves d'un certain nombre de concepts essentiels, notamment par l'intérêt des liens entre matériau et objet, matériau et matière, matière et objet (Dagognet, 1998, 1999 ; Chabot & Hottos, 2003).

Compte tenu des contingences matérielles liées au recueil des données, nous avons observé l'activité gestuelle et verbale de quatre dyades (deux d'entre elles sont constituées d'élèves qui ont vécu une approche traditionnelle et les deux autres sont constituées d'élèves qui ont vécu une approche expérimentale) et les productions écrites réalisées par chaque dyade pour effectuer la tâche.

sélectionner
des éléments
pour construire
le moulin à vent

La tâche consiste à sélectionner dans deux ensembles d'éléments, ceux susceptibles de convenir pour faire le manche et l'aile du moulinet et à renseigner pour chacun des ensembles un document. Un ensemble est composé de douze éléments longs l'autre de douze éléments plats. Tous deux présentent des matériaux d'origine différente et des mises en forme industrielles différentes.

L'ensemble des « longs » est constitué de tiges et de tubes profilés de sections différentes et de diamètres différents, d'une planche. On y trouve du carton, du papier, du bois, de l'acier, de l'aluminium, différents plastiques souples et semi-rigides.

L'ensemble des « plats » est constitué d'éléments en feuilles, feuillards, plaques de plastique d'épaisseur et de mise en forme

différentes, plaques obtenues par entrecroisement de fils. On y trouve du carton, du papier, du tissu, du non-tissé, du bois, de l'acier, de l'aluminium, différents plastiques souples et semi-rigides, des mousses.

La forme et les propriétés des éléments à sélectionner seront contraintes par l'usage qui va en être fait.

matière / matériau

Le matériau est abstrait et polysémique. L'histoire et la philosophie l'inscrivent dans un processus de réalisation d'objet répondant à un besoin humain. Il doit son existence à l'intervention technique et se situe dans un processus de transformation chose-objet-produit (Dagognet, 1989, 1999). Dans ce processus un premier niveau consiste à séparer la matière du milieu naturel pour en faire quelque chose. Dès lors la matière devient matériau. Un second niveau donne une forme. La forme est plus ou moins temporaire. Cette temporalité situe le matériau à tous les niveaux du processus allant ainsi de la matière au produit. Dans cette approche le matériau se caractérise dans le rapport que l'individu entretient avec l'objet ou avec la matière. Ce rapport dépend du point de vue adopté en fonction des besoins.

L'épistémologie permet de déterminer plusieurs domaines de savoirs associés au concept dans la relation qu'il entretient avec les fonctions, la structure et la mise en forme des éléments d'un objet (Chatoney, 2003). Ces domaines de savoirs sont :

7 domaines de savoirs associés au concept de matériau

- Les noms des matériaux : les noms à relier à la mise en forme (profilé, feuille, tube) les noms à relier au substrat (bois, plastique...), aux constituants (fer, carbone...), aux métiers (poudreux...).
- L'origine : minérale, végétale...
- Les techniques de mise en forme : plier, couper...
- Les systèmes de production : extractions, transformations, recyclage.
- Les classements : par forme, par substrat, par domaines d'application...
- Les propriétés intrinsèques à la matière, les propriétés des formes données aux éléments (physiques, optiques, mécaniques...).
- Les langages, codages et autres écrits : A-S10 G par exemple signifie qu'il s'agit d'un alliage d'aluminium avec 10 % de silicium et addition de magnésium.

Tous contribuent à l'extension du concept matériau. Tous s'inscrivent dans le processus de réalisation d'objet.

Les écrits sont consignés dans un tableau (cf. document 2). Quatre colonnes apparaissent. La première consiste à indiquer le numéro de référence de l'élément observé, la seconde et la troisième servent à justifier les raisons de l'éliminer ou de le sélectionner, la quatrième consiste à nommer le matériau.

**Document 2. Tableau et production d'écrits d'une dyade
de l'échantillon expérimental**

Prénoms : Meryl et Eléo aile

| numéro du matériau | je l'élimine parce que : | je le garde parce que : | je pense que c'est : |
|--------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------|
| n°1 | apaisé on le prend il est pas | | le vin |
| n°2 | ya des trous | | il et en fait |
| n°8 | l'eau + une tige | | |
| n°6 | il se coupe l'air et il se coupe | | matière |
| n°7 | | | matière |
| n°4 | il est pas dur | | |
| n°5 | | il se coupe | |
| n°9 | il est dur | | l'eau |
| n°3 | il se pli et se déchire | | |
| n°10 n°12 | il se coupe pas | il se coupe | |
| -11 | il se pli | | |

2 documents sont produits pour expliquer comment sont choisis les matériaux

Les matériaux longs ont tous la même longueur, au centimètre près, et les matériaux en feuille sont découpés en carrés identiques de quinze centimètres de côté ; cela permet de réduire les effets du facteur dimension de l'objet et de centrer ainsi l'élève sur d'autres observables moins spontanés pour des élèves de six ans, comme l'épaisseur, la forme de la section qui sont des caractères importants mais moins évidents que la longueur naturellement privilégiée à l'âge de six ans. Chaque élément est référencé par un numéro.

Le document renseigne sur l'ordre du tri, la raison du tri et la connaissance du nom du matériau. Chaque dyade produit deux documents : un pour le manche et un autre pour l'aile. L'analyse des verbalisations permet d'identifier et de comparer les savoirs mobilisés par les différents groupes pour mener l'action, les méthodes et stratégies de résolution.

Les dyades sont comparées entre elles puis mises en relation avec la manière d'enseigner la réalisation sur projet en intégrant le matériau de manière fonctionnelle.

2. ANALYSE DES DOCUMENTS ÉLÈVES

2.1. Savoirs mobilisés par l'action au travers du document à compléter

Le tableau 1 présente les résultats de l'analyse des documents complétés par les dyades. Les résultats des dyades qui ont travaillé dans le cadre de l'approche expérimentale apparaissent sur fond blanc. Ceux des dyades qui ont travaillé dans l'approche traditionnelle apparaissent sur fond gris.

Tableau 1. Savoirs mobilisés dans l'action de sélection d'éléments pour le manche et référence au modèle

| | Méryl-Théo | Alexandra – Julien | Mariane – Kévin | Damien – Valentine | Moyenne expé | Moyenne tradi |
|-----------------------|------------|--------------------|-----------------|--------------------|--------------|---------------|
| Propriétés | 6 | 5 | 2 | 4 | 5,5 | 3 |
| Constituants | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Matériaux | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 3 |
| Forme | 4 | 1 | 3 | 3 | 2,5 | 3 |
| Mise en forme | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Référence à l'usage | 6 | 7 | 2 | 4 | 6,5 | 3 |
| Système de production | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 |
| Référence au modèle | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,5 |
| Esthétique | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,5 |
| | 19 | 15 | 12 | 17 | | |
| Moyenne | 17,5 | | 14,5 | | | |

Ce tableau a été dressé à partir de l'analyse des deux documents : le premier concerne la sélection des matériaux possibles pour le manche, le second concerne la sélection des matériaux possibles pour l'aile.

Neuf catégories sont constituées à partir des domaines de savoirs associés au concept et à l'épistémologie :

- Recours aux propriétés : mécaniques, physiques, chimiques... (par exemple pour les enfants : dur, mou, transparent ou bleu).
- Attribution d'un nom par la matière brute ou ses constituants (par exemple : aluminium, fer ou bois).
- Attribution d'un nom par l'élément, constitué de matière brute et doté d'une forme temporaire, ce qui revient à dire par le matériau (par exemple : tube PVC ou carré en bois).
- Attribution d'un nom par la forme des éléments mis à disposition (par exemple : rond ou carré).

9 catégories pour analyser les productions des élèves

- Évocation d'aptitude et de comportement des éléments à la mise en forme (par exemple : rouler ou plier).
- Prise en compte de l'usage et des contraintes fonctionnelles de l'objet à réaliser (par exemple : tenir et orienter l'objet ou prendre le vent).
- Évocation de la faisabilité technique et de l'outil (par exemple : faire un trou pour percer, couper pour scier).
- Évocation de l'objet présenté comme modèle à fabriquer.
- Prise en compte de l'esthétique du matériau.

Les chiffres correspondent au nombre d'évocations langagières produites par la dyade dans chaque catégorie.

les élèves
qui réussissent
le mieux la tâche...

Le tableau montre que le taux d'évocation de critères de sélection des dyades de l'effectif expérimental est supérieur au taux d'évocation des dyades de l'effectif traditionnel. Les premières ont une moyenne de 17,5 contre 14,5 pour les secondes. Cela peut s'expliquer par l'enjeu attribué à la tâche. Pour les élèves du groupe expérimental, la tâche a du sens, elle s'inscrit dans une problématique de conception, c'est un vrai problème. Ce n'est pas le cas des élèves de l'effectif traditionnel pour qui la tâche n'a pas de réel enjeu. Ce n'est pas un vrai problème puisque la solution existe par ailleurs.

...établissent
des rapports
entre les niveaux
fonctionnels,
structurels...

Si l'on s'intéresse aux critères privilégiés par l'un et l'autre effectif, l'effectif expérimental et l'effectif ordinaire mobilisent tous deux des critères d'usage et de propriétés. Le taux de mobilisation est supérieur pour le premier effectif. La mise en forme et le système de production sont évoqués uniquement par les élèves de l'effectif expérimental. L'esthétique et le modèle apparaissent uniquement dans l'effectif ordinaire. Le fait que le modèle n'apparaisse que dans cet effectif n'est pas surprenant étant donné qu'il n'a pas été exhibé dans l'effectif expérimental. La matière brute ou ses constituants est nommée de la même manière dans les deux effectifs. Les élèves qualifient les éléments en acier du terme générique « *fer* » mais pas l'aluminium.

...et les contraintes
posées par l'unité
de production

Le tableau 2 concerne la sélection des matériaux pour l'aile. Il fait apparaître les mêmes caractéristiques que le premier pour ce qui concerne le taux des critères convoqués. Mais l'écart est plus grand. Les élèves de l'effectif expérimental convoquent en moyenne 20 critères contre 13,5 dans l'effectif ordinaire. Pour ce qui concerne le type de critère privilégié par l'un et l'autre effectif, les écarts sont plus prononcés que précédemment. Les propriétés et le nom du matériau apparaissent comme étant les plus mobilisés par les élèves. Les dyades placées dans l'effectif expérimental les convoquent entre cinq et six fois en moyenne, alors que les dyades de l'effectif ordinaire les convoquent trois à quatre fois en moyenne. La mise en forme et l'usage viennent en second pour les dyades de l'effectif expérimental, alors qu'ils ne sont pas évoqués par les dyades de l'effectif ordinaire. À l'inverse, le modèle et l'esthétique sont convoqués par les dyades de

Tableau 2. Savoirs mobilisés dans l'action de sélection d'éléments pour l'aile et référence au modèle

| Ailes | | | | | | |
|-----------------------|------------|--------------------|-----------------|--------------------|--------------|---------------|
| | Méryl-Théo | Alexandra – Julien | Mariane – Kévin | Damien – Valentine | Moyenne expé | Moyenne tradi |
| Propriétés | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| Constituants | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Matériaux | 3 | 8 | 4 | 3 | 5,5 | 3,5 |
| Forme | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 2 |
| Mise en forme | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| Référence à l'usage | 6 | 6 | 0 | 0 | 6 | 0 |
| Système de production | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Référence au modèle | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,5 |
| Esthétique | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 2 |
| | 18 | 23 | 16 | 11 | | |
| Moyenne | 20 | | 13,5 | | | |

l'effectif ordinaire et pas du tout par celles de l'effectif expérimental. Le système de production n'est pas évoqué. Un constituant est souvent nommé : le fer.

2.2. Rapport entre savoir mobilisé et qualité de la sélection.

Le processus de sélection met en évidence la hiérarchisation des choix pour la construction du moulinet et les raisons de cette hiérarchisation.

Les dyades de l'effectif expérimental ont privilégié de deux à quatre sortes de matériaux pour le manche. Dans l'ordre de préférence suivant :

- Le tube PVC pour ses propriétés, son ergonomie et la possibilité de le couper.
- Le rond en bois diamètre 10 mm pour les mêmes raisons.
- Le carré en bois pour ses propriétés physiques. Certains documents évoquent que la section carrée n'est pas confortable. Il est noté « *fait mal dans la main* ».
- La tige fine en bois pour sa forme ronde et sa capacité à être coupée. Plusieurs documents relèvent la fragilité de la tige.

Cette sélection montre que les élèves classent en tenant compte des propriétés, de l'ergonomie et de la technique de mise en forme à venir.

des propriétés à l'ergonomie et la technique

1 à 3 sortes
de matériau choisis
par l'effectif
ordinaire...

Les dyades de l'effectif ordinaire ont proposé entre une et trois sortes de matériaux. Dans l'ordre nous trouvons :

- Le carré en bois sans justification de propriétés, ni d'ergonomie, ni de technique mais parce qu'il « *va bien pour le moulin* ». Cet argument est vraisemblablement à rapprocher du fait du modèle exhibé par l'enseignante. « *C'est celui là que nous ferrons !* »
- La tige en bois diamètre 10 mm parce qu'elle est « en bois » sans plus d'argument.
- La tige en bois fine pour les mêmes raisons que ci-dessus.

Pour ce qui concerne le matériau des ailes, les dyades de l'effectif expérimental proposent de retenir entre 1 et 5 échantillons. Dans l'ordre de préférence :

- Le plastique souple parce qu'il se roule bien et permet de réaliser la forme la plus adaptée à la prise au vent.
- Le carton ondulé parce qu'il se roule bien et permet de réaliser la forme la plus adaptée à la prise au vent.
- Le papier calque est retenu pour sa légèreté et ses propriétés de mise en forme roulée.
- Le carton ondulé est retenu après quelques hésitations. Un document relève l'épaisseur du carton ondulé, mais il est retenu quand même parce qu'il se roule parfaitement et qu'il est beau.
- La feuille métallisée pour des raisons de légèreté.

...contre 1 à 5
pour l'effectif test

Les dyades de l'effectif ordinaire proposent entre quatre et cinq sortes de matériaux. Dans l'ordre nous trouvons : la carte pour des raisons d'esthétique et son adéquation non justifiée au moulin (« *ça va bien* ») et le carton ondulé pour des raisons esthétiques.

Viennent ensuite sans ordre de préférence : le non-tissé et le papier calque pour leur légèreté, la feuille métallisée pour sa brillance, la feuille en plastique souple pour son état de surface.

choix par rapport
aux capacités
de mises en forme
pour le groupe test...

La sélection des éléments pour les ailes montre que les élèves de l'effectif expérimental, choisissent en fonction de la capacité de mise en forme du matériau et de sa légèreté. Le matériau des ailes doit pouvoir se rouler sur lui-même conformément à la forme retenue après essais comparatifs des performances de prise au vent sur une aile plate, une aile pliée et une troisième roulée. L'esthétique est un facteur pris en compte mais son importance est minorée par rapport aux autres critères de sélection. Les éléments tissés, non-tissés et en mousse ne sont pas retenus pour les raisons suivantes : les premiers laissent passer le vent, les autres sont susceptibles de se gorger d'eau : « *ça gonfle et ça asperge* » dit un élève. Les éléments rigides ou semi-rigides comme la feuille de polypropylène ou la plaque en acier sont éliminés pour leur rigidité.

...contre un choix
pour des raisons
esthétiques

Les élèves de l'effectif traditionnel, choisissent les éléments d'abord pour des questions d'esthétique. Les propriétés de mise en forme, de légèreté et autres propriétés sont rarement évoquées.

2.3. Constat et discussion

Les documents révèlent deux conceptions différentes. L'effectif expérimental utilise des arguments technologiques. Il inscrit son action dans un cadre contraint et prédéfini qu'il domine plus ou moins bien. L'autre a des arguments qui renvoient uniquement à des propriétés esthétiques ou à ce qui est vu sur le modèle. Son action ne s'inscrit pas dans un cadre précis.

plusieurs possibilités

Ces analyses montrent que les élèves de l'effectif expérimental disposent et mobilisent des critères relatifs aux contraintes fonctionnelles et d'usage, au comportement et à la faisabilité technique pour sélectionner des matériaux que les élèves de l'effectif ordinaire n'ont pas. Ceci va dans le sens de notre hypothèse. L'étude des discours doit permettre de confirmer ces faits.

3. ANALYSE DES DISCOURS

L'analyse des discours permet de distinguer les critères de différenciation des matériaux évoqués par la tâche, les connaissances mobilisées pour effectuer la tâche, et les éléments perturbateurs ou catalyseurs de l'action.

3.1. Savoirs mobilisés et méthode opératoire pour différencier les éléments

Dans le tableau 3, nous présentons les critères utilisés par les élèves pour différencier les éléments pendant l'action. Il permet de comparer les processus de sélection que les élèves font pour effectuer la tâche.

interroger la forme par sa mise en forme aussi

Tableau 3. Moyens pour différencier les éléments

| Critères | | Méryl – Théo | Alexandra – Julien | Mariane – kévin | Damien – Valentine |
|-----------------|-------------|--------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| Différenciation | Forme | 11 | | 3 | |
| | Constituant | 3 | | 6 | |
| | Matériau | 2 | | 4 | |
| | Esthétique | 6 | | 6 | |

Le tableau 3 montre que les dyades de l'effectif expérimental comparent quatre fois plus par la forme que les dyades de l'effectif ordinaire. Dans les deux groupes les élèves mobilisent les aspects esthétiques, ce qui n'apparaît pas dans les

fonctionnalité
et esthétique

documents. La tâche mise en place par la maîtresse dans le groupe expérimental est plus technique que l'autre. Il est possible que par écrit les élèves de l'effectif expérimental aient intériorisé l'esthétique du fait que cet aspect n'est pas essentiel dans leur projet. Mais cela ne les empêche pas de l'évoquer dans leurs discours. Notons également que les dyades de l'effectif ordinaire utilisent aussi plus souvent le matériau comme moyen de discrimination.

Pour illustrer ces résultats, voici quelques exemples de différenciation extraits d'échanges de dyades.

Dans le premier exemple de différenciation par esthétique dans l'effectif traditionnel, K et M regardent les éléments.

| | |
|-----|--|
| K : | [Elle touche la tâche de rouille.] <i>Ça fait un petit peu sale je trouve. Regarde celui-là si il est beau.</i> [C'est un rond, fin, rigide, transparent et bleu.] |
| M : | <i>Il y en a un autre pareil mais en rouge.</i> [C'est un rond, fin, souple, transparent et rouge. Elle tord l'un et l'autre.] <i>Le bleu il est plus dur.</i> |
| K : | <i>Regarde les blancs.</i> [Elle tord les 2 tubes en PVC, l'un rectangulaire, l'autre rond. le rectangulaire se déforme définitivement.] <i>Celui là, il revient pas, on croirait qu'il est cassé. Lui il tient au moins !</i> |
| M : | <i>Celui là aussi c'est du plastique.</i> [Elle prend à son tour le rond, fin, souple, transparent et rouge, le tord et le roule en bobine.] <i>On croirait un chewing-gum, il est mou, regarde !</i> |
| K : | <i>Heureusement que ce n'est pas le bâton qu'on a choisi. On l'enlève ?</i> |
| M : | <i>Oui.</i> |

amorce de relation
structure-fonction...

Dans la discussion les élèves testent les éléments par propriétés. Il y a l'amorce d'une relation structure-fonction. Mais pour résoudre la tâche il faut répondre juste. C'est-à-dire donner la réponse juste : celle du modèle exhibé. Le choix est à vide.

Dans le deuxième exemple de différenciation par forme dans l'effectif expérimental, M et T commencent la tâche. M sort une petite planche en bois et la palpe. C'est l'élément long le plus gros.

| | |
|-----|--|
| M : | <i>C'est lourd</i> |
| T : | <i>Non c'est pas lourd. On dirait que c'est du bois.</i> |
| M : | <i>On l'élimine ?</i> |
| T : | <i>Oui... non on peut le garder parce qu'avec un marteau on peut enfoncer quelque chose.</i> |
| M : | [Écrit.] <i>J'ai écrit ça.</i> [Elle montre le tableau.] |
| T : | <i>Oui, ça va. Mais là il faut dire pourquoi.</i> |
| M : | [Elle prend la planche.] <i>Il n'est pas du tout bien.</i> |
| T : | [Il prend la planche à son tour.] <i>Oui. Il n'est pas du tout bien</i> |
| M : | <i>Il ne va pas celui là.</i> |
| T : | <i>Est-ce que je l'élimine ? Faut dire pourquoi !</i> |
| M : | <i>Il est trop gros. Regarde je le tiens pas dans la main.</i> |

Dans cet échange les élèves commencent par l'étude des propriétés de l'élément le plus gros. Ils font le lien entre fonction, structure et pensent à une technique de liaison entre l'aile et le manche. Notons que les élèves ne pensent pas pour

...établie
dans le groupe test

autant à une mise en forme plus ergonomique par sciage. Ceci vient des éléments de la collection exposés sur la table. Ces derniers sont plus fins, certains sont en bois. Immédiatement après cet échange les élèves extraient les éléments les plus ergonomiques, c'est-à-dire tous les ronds, pleins et creux, de diamètre 10.

Le troisième exemple est un exemple de différenciation par constituants dans l'effectif traditionnel : D et V commencent par classer les éléments. Ils nomment et reconnaissent le matériau immédiatement par les caractéristiques de son constituant (tâches de rouille et reflet métallique des aciers, fibres et texture du bois)

| | |
|-----|---|
| D : | <i>Tu as vu celui là c'est du fer ! Il est lourd.</i> |
| V : | <i>Oui purée ! Il est lourd.</i> |
| D : | <i>Les en bois... il y a celui là, celui là, celui là. [Il les sort un par un.] Bon on les met où ?</i> |

Pour résoudre la tâche, les élèves commencent par un repérage des éléments par leur matière brute ou leur constituant. Les mots « *fer* » ou « *bois* » leurs permettent de parler exclusivement du groupe des éléments en acier ou du groupe des éléments en bois... c'est un premier classement par matière brute. Le vocable « *fer* » exclut l'aluminium.

Ces exemples montrent quelques unes des méthodes privilégiées par les élèves pour distinguer les échantillons.

3.2. Vocabulaire convoqué pour caractériser les éléments

Dans le tableau 4 nous avons relevé le vocabulaire utilisé pour parler des échantillons.

Tableau 4. Dénomination des caractères des éléments

| Critères | | Méryl – Théo | Alexandra – Julien | Mariane – kévin | Damien – Valentine |
|--------------|------------------|--------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| Dénomination | Propriété | 21 | | 11 | |
| | Matériau | 2 | | 5 | |
| | Forme | 4 | | 4 | |
| | Usage | 23 | | 0 | |
| | Systèmes de prod | 3 | | 0 | |

Ce tableau fait apparaître un écart important entre les deux organisations de l'étude. En effet, les dyades de l'effectif expérimental parlent davantage des propriétés et des conditions d'usage qui vont déterminer le choix du matériau. Elles mettent à distance la nature du matériau. Ce n'est pas le cas

plus d'évocation
des propriétés
et des conditions
d'usage dans
le groupe test

des dyades de l'effectif ordinaire. Ces élèves apparaissent plus enclins à désigner la matière constitutive des éléments que leurs camarades. Par exemple ils disent fréquemment : « *c'est du bois* », « *les en bois* » ou « *ceux en plastique* » ce qui est rare dans l'effectif expérimental.

En revanche les élèves de l'effectif ordinaire évoquent moitié moins les propriétés que leurs camarades. Par ailleurs le tableau indique que seules les dyades de l'effectif expérimental évoquent la faisabilité technique locale et l'outil de mise en forme qui renvoient au système de production. Cependant nous constatons que le lien à l'unité de production bien que présent, reste peu élevé par rapport à l'usage.

Des extraits de conversations d'élèves illustrent la perspective technique et sa faisabilité. Dans l'extrait qui suit les élèves de l'effectif expérimental sont sur le point d'éliminer un échantillon. Ils recourent à la faisabilité technique avant de décider l'élimination ou non des éléments. Tandis que J. tient en main le carré en bois, A. note les réponses sur le document.

| | |
|-----|---|
| A : | <i>On l'élimine ?</i> |
| J : | <i>Oui, on l'élimine.</i> Il saisit la tige en bois fine et compare les deux. [A. commence à écrire.] |
| J : | <i>Non ! On peut le garder parce qu'avec un marteau on peut enfoncer quelque chose. Regarde, il est plus grand.</i> |
| A : | <i>Sort sa règle, mesure. Vingt huit. On peut le couper ?</i> |
| J : | <i>Il faudra le couper avec la scie.</i> |

Dans l'extrait suivant les élèves combinent la capacité de mise en forme d'une feuille métallisée très séduisante et ses propriétés par rapport au choix de réaliser une aile roulée conformément aux essais. L'élément est coloré et a des éclats métalliques. Théo le retiendrait pour son esthétique et ses propriétés. Meryl lui montre que certaines propriétés ne conviennent pas pour l'aile.

| | |
|-----|---|
| T : | <i>Du papier doré. Du papier ? Je me souviens plus</i> |
| M : | <i>Du papier brillant.</i> [Elle prend et observe attentivement l'élément.] |
| T : | <i>Ha ! Celui là ça devrait marcher parce que le vent, ça le traverse pas et c'est léger.</i> [M. Secoue, roule, plie, froisse la feuille métallisée dorée, puis tente de le remettre à plat.] |
| T : | <i>Mais arrête de l'abîmer ! Mais alors !!!</i> |
| M : | <i>Il se froisse</i> |
| T : | <i>Mais non !</i> [Il le redresse du plat de sa main.] |
| M : | [Elle le reprend et l'éprouve à nouveau. Un coin se déchire.] <i>Il se casse</i> |
| T : | <i>C'est bon. Il peut se rouler mais ça se froisse. Il se froisse et il se casse.</i> [M. écrit.] |

Meryl et Théo font référence aux propriétés de la prise au vent mises en évidence expérimentalement. Ils se rappellent qu'une aile doit être lisse, non poreuse, légère et suffisamment rigide pour ne pas se déformer sous l'effet de l'air. Meryl

montrer le moulin
avant le choix
des matériaux...

s'assure que la feuille métallisée possède ces propriétés. L'état de surface « lisse » est incertain dans ce matériau. La feuille froissée ne reprend pas son aspect lisse de départ. Comme Théo n'est pas convaincu, elle refait la démonstration et en profite pour mettre en évidence la fragilité de ce matériau. Théo devant les faits accepte de ne pas retenir cet élément qu'il avait préalablement retenu pour sa légèreté et sa surface impénétrable par le vent et laisse Meryl écrire.

...oriente
la discussion
vers les critères
esthétiques

Dans ces échanges, on voit bien que les élèves de l'effectif expérimental font référence au dispositif didactique. L'élément doit être fonctionnel avant tout. L'esthétique passe au second plan. Ce qui n'est pas le cas des autres pour qui l'esthétique prime sur le fonctionnel.

Ces échanges illustrent la manière dont les élèves du dispositif expérimental reviennent sur une décision hâtive, raisonnent leur action et régulent le tri.

3.3. Trier en équipe

trier en équipe
génère...

Le travail en équipe impose certaines règles de fonctionnement susceptibles d'agir sur la production du tri effectif. Deux types de discussions agissent directement sur le tri. Certains fonctionnements sont de véritables manœuvres menées par un élève en vue d'aboutir à un accord, ce sont des phases de négociation. D'autres bloquent toute discussion, ou perturbent la situation. Ce sont des conflits.

Le tableau 5 présente la fréquence de ces événements au cours de la tâche.

Tableau 5. Négociations et conflits entre élèves

| Critères | Méryl – Théo | Alexandra – Julien | Mariane – kévin | Damien – Valentine |
|-------------|--------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| Négociation | 9 | | 9 | |
| Conflits | 15 | | 3 | |

...négociations
et conflits

Ce tableau montre que la part de négociation est la même dans les deux situations. Mais il y a plus de conflits chez les élèves de l'effectif expérimental que dans l'autre effectif. Cet écart s'explique par l'enjeu attribué à la tâche. Il y a plus d'enjeu dans le groupe expérimental ce qui augmente la possibilité de conflit.

Les conflits ont plusieurs origines mais les conflits bloqués sont rares. Dans cette tâche nous avons rencontré des conflits légers de répartition des rôles dont nous allons donner quelques exemples.

Théo n'est pas d'accord avec l'emplacement de la réponse écrite par Meryl. Selon lui, il fallait écrire dans la colonne « *je ne le retiens pas parce que...* »

| | |
|-----|---|
| T : | <i>On a mis l'eau passe au travers, donc il ne va pas.</i> |
| M : | <i>C'est pas l'eau c'est le vent</i> |
| T : | <i>C'est pas imperméable donc c'est la pluie qui passe au travers.</i> |
| M : | <i>Je ne suis pas d'accord</i> |
| T : | <i>Tu sais ce que ça veut dire imperméable ?</i> |
| M : | <i>Bien sur. J'en ai un d'imperméable. Je sais que ça m'empêche de me mouiller.</i> [Elle saisit un élément et abandonne la tâche d'écriture.] |

accord sur le tri
après négociation

Dans cet échange Meryl ne veut pas admettre son erreur tandis que Théo la prend de haut. Meryl se bloque et décide de ne plus écrire.

Les conflits sont le plus souvent de simples bruits. Ainsi, Alexandra et Julien sont en décalage temporel entre l'effectuation du tri et l'écriture des résultats. Ils se mettent d'accord sur le tri, mais l'écriture du document est incomplète. Ceci produit du bruit et engendre un conflit de répartition des rôles :

| | |
|-----|---|
| A : | <i>J'ai écrit ça.</i> |
| J : | <i>Oui, ça va. Mais là. Il lit : je l'élimine parce que... Là, il faut dire pourquoi.</i> |
| A : | [Elle passe la feuille à J.] <i>À toi d'écrire !</i> |

et entraide
pour compléter
les documents

La saisie écrite du document produit du bruit mais peu de conflits réels. L'élève de CP n'a généralement ni l'habileté nécessaire pour écrire, ni la syntaxe, ni l'orthographe. L'élève qui se charge de l'écriture est « protégé » par ses camarades. Ces derniers sont attentifs. Généralement ils le soutiennent, l'aident, l'attendent ou le remplacent. Par exemple Marianne se propose pour remplacer sa camarade : « *T'en as pas marre d'écrire ?* » Karine admet : « *Si, un peu* » et passe la fiche.

Dans l'extrait qui suit, Julien rappelle ce qu'il faut écrire dans le document et où il faut écrire, car Alexandra a tout écrit dans la même colonne :

| | |
|-----|---|
| J : | [Montre la colonne à Alexandra.] <i>Mais ça aussi il faut le faire !</i> |
| A : | <i>Mais non !... on a fait tout ça. Mais après il faut faire tout ça ?</i> [Elle montre l'autre colonne à remplir.] |
| J : | <i>Tout ça... Si tu penses que c'est bien et bien tu fais là. Mais tu n'es pas obligée de remplir tout. Réfléchis un peu. Elle a rien compris !</i> |

La négociation est ponctuelle. Elle se produit quand un élève n'est pas convaincu par la proposition d'éliminer ou non un échantillon. Par exemple Théo et Meryl négocient la raison de l'élimination qui doit figurer dans le document :

| | |
|-----|---|
| T : | [Les échantillons en acier toujours en main.] <i>Ceux là, ils sont très durs.</i> |
| M : | <i>C'est plutôt lourd !</i> |
| A : | <i>C'est plutôt lui qui est lourd.</i> |
| T : | <i>Trop dur, trop lourd.</i> |
| M : | <i>Le 6 oui [c'est le tube en acier]</i> |
| T : | <i>Non s'il tombe par terre tu te fais mal et puis en plus ça peut se rayer, tu vois cette couleur, ça se raye... et en plus ça fait mal.</i> |

3.4. Constat et discussion

L'analyse des échanges confirme les observations faites sur les documents et apporte des précisions sur la manière d'effectuer la tâche et de modifier son action.

la situation test permet aux élèves de construire le sens de la tâche...

Dans l'effectif expérimental la tâche apparaît comme un enjeu. Les élèves de ce groupe inscrivent l'action dans un cadre contraint par l'usage et la fonctionnalité de l'objet. Ils cherchent une solution. Dans l'effectif traditionnel la tâche a peu d'enjeu. Les élèves ne donnent pas de sens à la tâche. Ils l'effectuent dans le sens de la solution attendue sans vraiment interroger les raisons du choix d'un élément plus qu'un autre. Ceci explique qu'il y a davantage de conflits dans l'effectif expérimental que dans l'effectif traditionnel.

Sur la manière d'identifier l'élément élu ou les éléments possibles, deux méthodes se distinguent entre l'échantillon expérimental et l'échantillon ordinaire. Les dyades du dispositif expérimental trient par propriétés, par forme, par usage ou par action technique. Elles en oublient le matériau et ne le nomment pas pendant l'action. Les dyades du dispositif ordinaire orientent le tri dans le sens du modèle et de ce qu'ils ont vu. L'action consiste par exemple à isoler l'échantillon qu'ils ont vu sur le modèle.

...les procédures utilisées sont alors plus intéressantes

Ainsi l'échantillon reconnu sur le modèle n'est pas éliminable. Il est forcément l'élu. Et par extension, comme plusieurs échantillons sont en bois, la logique des grandes familles de matériaux prend le dessus : l'action consiste par exemple à retenir la famille des bois sans discernement des propriétés dues à la mise en forme. À Damien qui lui demande son avis : « *Moi j'hésite entre 7 [Rond en bois] et 3 [tige fine bois]. Le 7 il est peut-être un petit peu court. Regarde.* ». Valentine répond : « *Les deux, ils vont pas pour le moulin.* »

Pour ces élèves peu importe l'ordre entre ces deux matériaux. Le modèle a un manche en bois carré, du coup, ni l'un ni l'autre de ces deux matériaux ne font l'affaire. Ainsi le bois carré l'emporte. Mais la classe des bois l'emporte sur les plastiques...

Le caractère contingent du cahier des charges dans le dispositif expérimental agit sur la réalisation de la tâche ou sur la définition de la tâche qu'ils se donnent. Ces élèves s'appliquent à respecter le cahier des charges qu'ils se sont fixés. Ils font appel à des contraintes techniques de mise en forme des

éléments du moulinet de foire et de leur assemblage fonctionnel. Ces élèves ont des arguments pour décider, convaincre ou orienter leur action dans le sens du projet à produire.

4. CONCLUSION

Cette étude montre que les élèves qui ont abordé le projet de production dans une organisation faisant place à la modélisation d'artefacts, aux essais sur maquettage, à l'observation et l'identification de problèmes fonctionnels et techniques, au débat et à la validation de solutions, placent l'action de tri des matériaux dans une problématique d'intégration de contraintes fonctionnelles, techniques et de faisabilité.

passer plus de temps
à interroger
les raisons
d'existence
de l'objet...

Ce n'est pas le cas des élèves qui ont abordé le projet de production dans une organisation faisant place à l'observation du fonctionnement d'un modèle, l'identification et l'observation par démontage-remontage des éléments de l'objet et de l'assemblage fonctionnel de ces éléments entre eux.

Pour les premiers, la sélection s'inscrit dans une démarche qui cherche à comprendre les rapports entre les niveaux d'intégration de l'objet. Les matériaux sélectionnés, la mobilisation de savoirs, les méthodes de différenciation et les arguments pour trier participent à la qualité du travail de tri opéré par ces élèves.

...qu'à le fabriquer

Pour les seconds, la sélection s'inscrit dans une démarche qui traite des questions de fonctionnalité, de structure et de mise en forme sans mise en relation avec l'objet à concevoir et les problèmes que cela pose.

Le professeur, tout en organisant les tâches, doit prendre conscience des spécificités épistémologiques qui fondent l'objet. Ces dernières fixent le cadre des activités de production dans une dynamique conceptuelle, non linéaire mais instrumentée.

M. Chatoney
UMRADEF – IUFM d'Aix-Marseille, France.
m.chatoney@aix-mrs.iufm.fr

BIBLIOGRAPHIE

- BENSON, C. (1999). Quality in the making in Second International Primary Design and technology Conference. In *CR IPT. UCE*, n° 3, July. England : Birmingham : *CR IPT*.
- BENSON, C. & TILL, W. (1998). Design and Technology Conference Processing. In *CR IPT. UCE*, n° 2, June. England : Birmingham : *CR IPT*.

- BLANDOW, D. (1997). Paradigmenwechsel und Trends. In D. Blandox & W. Theuerkauf. *Strategien und Paradigmenwechsel zur technischen Bildung*. Hildesheim : Verlag Franzbecker. p. 75-81.
- CHABOT, P. & HOTTOIS, G. (2003). *Les philosophes et la technique*. Paris : Vrin.
- CHATONEY, M. (1999). *Sciences et technologie à l'école primaire, étude des pratiques en technologie*. Mémoire de DEA, université de Provence, Aix-Marseille.
- CHATONEY, M. (2003). *Construction du concept de matériau dans l'enseignement des « sciences et technologie » à l'école primaire : perspectives curriculaires et didactiques*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation, non publiée, université de Provence, Marseille.
- DAGOGNET, F. (1998). *Éloge de l'objet, pour une philosophie de la marchandise*. Paris : Vrin.
- DAGOGNET, F. (1999). *Les outils de la réflexion*. Le Plessis-Robinson : Institut synthélabo.
- DE VRIES, M. (1995). L'enseignement technologique au Pays-Bas et autres pays d'Europe. *Skholê*, n° 3, p. 63-83.
- FLEER, M. (1992). Introducing technology education to young children : a design, make and appraise approach. *Research in Science Education*, n° 22, p. 132-139.
- FRANCE : MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (2002). Programme de l'école primaire. *BO*, hors série n° 1 du 14 février 2002.
- GINESTIÉ, J. (1999). *Contribution à la constitution de faits didactiques en éducation technologique*. Note de synthèse d'habilitation à diriger des recherches, non publiée, université de Provence, Aix-en-Provence.
- HAUDRICOURT, A. & BRUNHES-DELAMARRE, M. (2000). *L'homme et la charrue à travers le monde*. Tournai : la renaissance du livre.
- JACOMY, B. (1990). *Une histoire des techniques*. Paris : Éd. du Seuil.
- LEROI-GOURHAN, A. (1943). *L'homme et la matière*. Paris : Albin Michel.
- LEROI-GOURHAN, A. (1945). *Milieu et techniques*. Paris : Albin Michel (rééd : 1973, 2000).
- LUTZ, L. (1999). *Contribution à l'élucidation des contenus et des modalités d'enseignement de la technologie à l'école élémentaire. Comment les élèves de l'école élémentaire construisent-ils du sens en technologie : situation d'action, d'échange verbal et graphique dans l'utilisation, la fabrication et la conception d'objets techniques*. Thèse de doctorat, université de Bordeaux 1, Bordeaux.
- MERLE, H. (2000). Du projet de fabrication de véhicules roulants à la résolution de problèmes en grande section de maternelle. *Skholê*, n° hors série, Actes du colloque « le projet en éducation technologique », p. 111-122.
- NONNON, E. (2001). La construction d'objets communs d'attention et de champs notionnels à travers l'activité partagée de description. In M. Grandaty & G. Turco (coord.). *L'oral dans la classe*. Paris : INRP. p. 65-102.

PARKINSON, E. (1999). Talking technology : language and literacy in the primary school examined through children's encounters with mechanism. *Journal of Technology Education*, n° 1, p. 60-73.

RUSSO, F. (1986). *Introduction à l'histoire des techniques*. Paris : Albert Blanchard.