



HAL
open science

Efficacité de l'utilisation d'un codage symbolique comme outil de régulation dans l'enseignement des patrons du cube

Jean Ravestein

► **To cite this version:**

Jean Ravestein. Efficacité de l'utilisation d'un codage symbolique comme outil de régulation dans l'enseignement des patrons du cube. Nouveaux cahiers de la recherche en éducation, 1995. hal-01777747

HAL Id: hal-01777747

<https://hal-amu.archives-ouvertes.fr/hal-01777747>

Submitted on 26 Apr 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Efficacité de l'utilisation d'un codage symbolique comme outil de régulation dans l'enseignement des patrons du cube

Jean RAVESTEIN

Résumé

Il existe un nombre fini de développements différents du cube (11). Ces « patrons » font l'objet d'un enseignement à l'école élémentaire Française. Ce texte décrit une série d'expérimentations faites dans des classes dont les résultats montrent d'une part que les élèves « inventent » des systèmes de codages pour construire des patrons et vérifier leur exactitude et d'autre part que l'utilisation d'un codage symbolique (lettres) des faces du cube augmente significativement les performances des élèves lorsqu'ils ont à discriminer entre des « vrais » et des « faux » patrons, davantage encore que l'utilisation d'un matériel didactique approprié (petits cubes en bois). L'utilisation d'un codage symbolique comme aide à la décision apparaît comme une composante efficace des procédures de régulation que les élèves mettent en œuvre pour résoudre des problèmes.

MOTS CLES: Patrons du cube - codage symbolique - régulation des apprentissages .

Abstract

There is a finished number of different developments of the cube (11). These « patterns » are taught in French elementary school. This text describes a set of experimentations in classes. Results show that students « invent » systems of codings to construct patterns and to verify their accuracy. Using a symbolic coding (letters) of faces of the cube increases performances of students when they have to discriminate between the « true » and the « false » patterns, more than using an appropriate didactic block (small wood-cube). Using a symbolic coding for the decision-making appears to be an efficient element of procedures of regulation that students use to solve problems.

1. Questionnement pratique et hypothèse

La question très large qui nous préoccupe est celle de la régulation des procédures d'apprentissage des élèves de 9 à 11 ans dans le cadre d'une classe en fonctionnement ordinaire de l'école élémentaire Française.

1.1 Questionnement pratique

S'interroger sur la régulation des apprentissages de l'élève dans le contexte réel d'une classe revient, dans le cadre de notre recherche, à s'interroger sur l'existence d'objets d'enseignement et de procédures associées qui en construiraient l'efficacité.

Nous allons donc nous placer dans un contexte didactique¹ aussi proche que possible de celui en place dans une classe et y greffer des expérimentations.

Celles-ci seront organisées avec l'intention de dégager, sur une période assez longue, dans un espace bien défini et à propos de savoirs bien identifiés, des régularités donnant aux phénomènes une morphologie suffisamment stable pour qu'ils puissent être reconnus, étudiés, conceptualisés.

Nous mettrons ensuite en évidence des objets didactiques susceptibles d'occuper le rôle de supports de la régulation de certains apprentissages. Nous tenterons d'une part de cerner les conditions de leur apparition et d'autre part de montrer qu'ils sont efficaces et susceptibles d'être pris en compte dans une volonté d'enseignement.

1.2 Quelques considérations théoriques

Nous avons choisi de mener notre étude à partir d'un objet d'enseignement qui pouvait nous offrir a priori une base suffisamment riche. L'objet de savoir: «patron du cube» nous a semblé pouvoir convenir². En effet, il est enseigné à l'école élémentaire et des élèves de Cours Moyen (CM, élèves de 9 à 12 ans) peuvent en avoir gardé un souvenir car ils ont établi un rapport didactique précis avec lui.

En particulier, dès la deuxième année du Cours Élémentaire (CE2, élèves de 8 à 9 ans), des approches du développement du cube sont faites avec pour objectif principal de «faire découvrir» par tâtonnements successifs un ou plusieurs patrons.

C'est l'occasion pour les maîtres de mettre en œuvre une pédagogie inspirée des travaux de psychologie génétique souvent résumée par: «apprendre par l'action» et dans laquelle on attribue au rapport par «frottement empirique» avec l'objet réel des vertus incontournables.

On y développe en particulier l'idée que de «l'évidence» de l'objet doit nécessairement découler la découverte de ses propriétés distinctives, par «abstraction réflexive» spontanée.

En fait, les maîtres, comme souvent à l'école primaire, évacuent du programme le plus possible de géométrie. Ils argumentent en invoquant le fait qu'ils n'ont déjà pas le temps de faire le «principal», c'est à dire ce qu'ils pensent basique: le calcul numérique sur les naturels et les décimaux.

¹ Ce contexte didactique, nous le désignerons comme la structure Maître-Elèves-Savoirs dont les interrelations sont cohérentes par un «contrat» largement implicite. Nous dirons que ce contrat est «canonique» si le fonctionnement de la classe est celui observé habituellement: le maître expose, désigne ce qui doit être su (institutionnalisation), propose des exercices, propose une correction, contrôle l'acquisition, prononce un verdict.

² Il s'agit du dessin des six faces mises à plat de telle manière que l'on puisse par simple pliage (donc sans détacher aucune face) reconstituer un cube en trois dimensions.

On retrouve donc notre objet la plupart du temps institutionnalisé sous une ou deux représentations planes. Cette institutionnalisation intervient le plus souvent après des manipulations de cubes de démonstration, puis de construction de cubes en carton³. Très fréquemment, les leçons sur le cube sont mêlées avec les leçons sur les solides et plusieurs patrons sont alors étudiés conjointement (pyramide à base carrée, parallélépipède).

D'un point de vue didactique, on peut dire qu'à l'entrée du CM1 (élèves de 9 à 11 ans), l'objet «patron du cube» persiste chez les élèves en majorité sous la forme d'un souvenir de la représentation plane à partir de laquelle ils ont pu concrètement construire le volume. Le nombre fini de faces est parfois connu, mais on entend facilement 4 ou 8 à la place de 6 si l'on pose la question à brûle-pourpoint (mais jamais de nombres impairs).

Certains manuels ou fichiers proposent un système de classification des solides avec nombre de faces et de sommets, formes des faces etc. mais pour notre échantillon d'élèves, rien n'avait été fait dans ce sens.

Caron-Pargue (1980) a montré hors contexte scolaire que certaines représentations du cube apparaissaient remarquablement prégnantes:

- une qui consiste à saisir le cube comme un solide à 5 faces plus une, la sixième étant la «base» sur laquelle est posé le cube et que donc on ne voit pas. C'est une représentation 5 (+1).

- Une autre qui se réduit à une face unique, le cube y étant assimilé.

L'auteur y voit une double origine:

- «lorsque le cube est placé perpendiculairement au rayon visuel, on ne voit qu'une de ses faces soit un carré; il s'agit d'une «bonne forme».

- L'une des faces joue le rôle de «représentant de toutes les autres» (p.19)

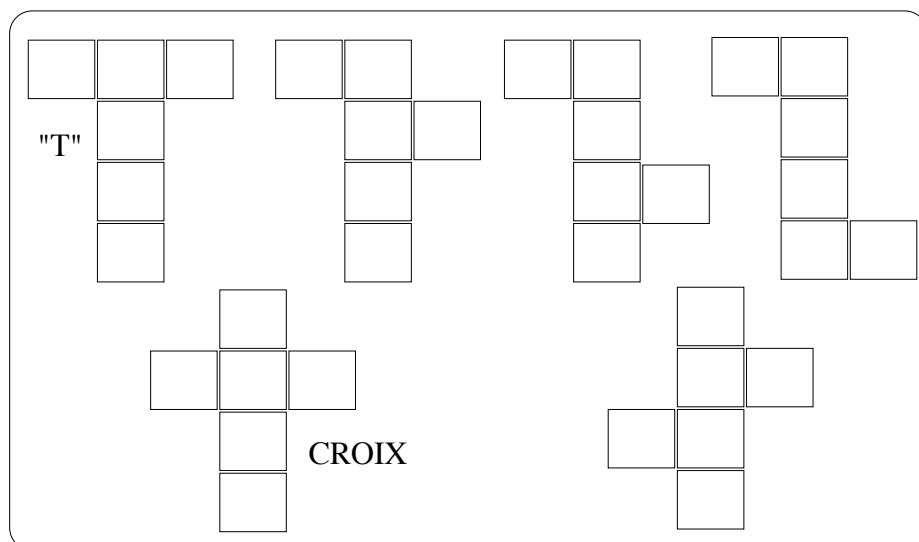
On a donc affaire à une représentation 1 (+5).

Nous pensons que ces représentations, dans le cadre didactique où nous nous situons, ont de fortes chances d'avoir été remplacées par celles institutionnalisées lors des enseignements précédant nos expérimentations. Nous tenterons de le vérifier.

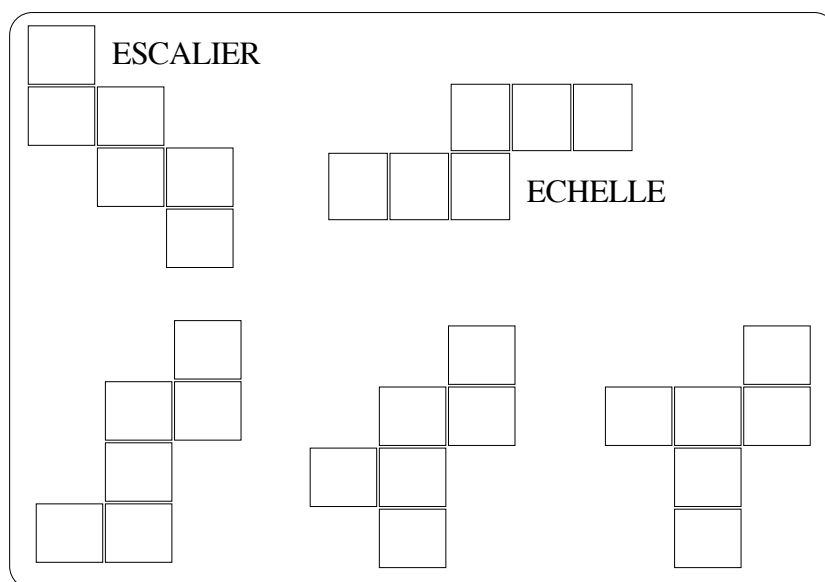
Il existe en tout onze possibilités distinctes de développer un cube et elles sont parfois montrées en classe. La démonstration de ce fait en mathématique est très ardue. Elle fait appel en tout cas à des notions que l'on ne peut envisager de manipuler à l'école élémentaire ni pour les maîtres, ni bien sûr pour les élèves. Ce paradoxe mériterait à lui seul une étude.

Nous en avons baptisé certaines pour éclairer la suite de l'exposé:

³ Les patrons sont alors dessinés avec des petites «languettes» le long des faces pour pouvoir les coller lors de la construction du volume. Il n'est pas rare de retrouver ces «languettes» représentées sur les dessins de patrons que l'on demande au CM1.



G1



G2

Une analyse didactique a priori nous a conduit à constituer deux sous-groupes de patrons: ceux obtenus à partir de quatre faces alignées (G1: type «croix») et les autres (G2: type «hors croix»). En effet, la «croix» et le «T» pouvant être considérés comme des «modèles» de départ de recherches, ayant été institutionnalisés antérieurement dans les classes comme «patrons du cube».

Dans G2 on pense pouvoir isoler deux patrons que nous avons nommés «escalier» et «échelle», car ils ne peuvent pas se déduire d'un premier alignement de faces par déplacement le long d'un alignement principal.

Mais le cube est un solide, on peut le prendre dans les mains et l'observer dans son intégrité.

Quelle est l'incidence de sa manipulation sous cette forme sur ses représentations en deux dimensions chez les enfants au stade de développement cognitif qui nous concerne?

D'une manière générale, si l'on suit Chatillon (1988) :

«les individus, lorsqu'ils abordent une situation nouvelle, agissent pour voir. Ils palpent en quelque sorte le dispositif par l'intermédiaire des actes qu'ils y produisent»(p. 91).

Puis, après avoir rattaché la situation à quelque chose de familier, Ackermann-Vallado (1981) précise:

«Ils tendent à s'appuyer sur les objets réels et à les laisser se dévoiler pour pouvoir ensuite leur reconnaître certaines propriétés ou régularités que l'on n'aurait pas été capable d'inférer soi-même» (p. 268).

Ceci semble largement légitimer les pratiques que nous avons recensées lors d'un premier abord du cube et de ses représentations au CE2, où les élèves avaient à observer, manipuler et extraire des propriétés distinctives de l'objet.

Mais que deviennent les manipulations de notre objet lorsque, dans un cadre scolaire, ses représentations planes deviennent l'enjeu d'un problème, où l'injonction est présente?

Saada-Robert (1992) montre que dans la résolution d'un problème intervient un mécanisme qui consiste pour l'individu à isoler ou à découper une «*unité privilégiée de travail*» (p. 129) dans la perception globale du problème. Il procède à une «*réduction heuristique qui consiste à construire une unité prototype de résolution*» (ibid.). C'est l'idée d'«*object to think with*» de Papert, l'«*objet*» en question étant déjà d'ordre symbolique.

Mais Saada-Robert (1992) précise que lorsque est associé à la tâche un matériel, celui-ci prend le statut «*d'objet à agir*» (p 130), articulé aux «*objets à penser*» dans les unités prototypes de travail.

Le rôle et le jeu de la manipulation du cube dans la problématique d'en extraire des représentations symboliques est à examiner au niveau précisément de cette articulation.

A propos du cube et de ses représentations, avec des sujets scolarisés au niveau qui nous intéresse, Caron-Pargue (1981) a soulevé un problème:

«fournissant une quantité d'informations plus grande, la manipulation matérielle:

- facilite la découverte de nouveaux procédés de codage, et donc la mise en œuvre de la mobilité;

- mais elle entrave leur exploitation: il semble qu'alors la sélection des informations impliquées par la mise en œuvre de procédés nouveaux soit rendue plus difficile; l'augmentation du nombre de ces informations oblige à une plus grande perte d'informations, perte à laquelle les sujets ne consentent qu'au prix d'un certain effort.» (p.27).

L'articulation «*objet à agir*» et «*objet à penser*» serait d'autant plus délicate qu'elle est orientée vers un résultat à fournir, donc dans le cadre didactique.

Par ailleurs, Caron-Pargue (1980) s'intéresse aussi à ce qu'elle appelle «*manipulation symbolique*» à propos du cube, (utilisation de codages avec gommettes colorées collées sur les faces puis réinvesties dans des représentations, par exemple) les sujets travaillant alors sur des «*substituts de l'objet*». Elle conclut:

«les propriétés (de l'objet) pourraient être moins apparentes (selon les substituts envisagés); et l'effort pourrait alors être porté sur les relations.» (p.22)

Cette piste de recherche nous paraît a priori féconde, mais nous utiliserons une distinction supplémentaire en ce qui concerne les types de codage⁴ en nous basant sur celle de Bruner (1966) que retient Chatillon (1988):

- un mode de représentation⁵ iconique
- un mode de représentation symbolique.

Ce dernier auteur précise que «ces deux variétés de modèles internes se différencient par la nature du lien signifiant/signifié qu'elles impliquent.» (p.48).

Ce lien serait pour les premières de type analogique et pour les secondes de type arbitraire.

Ce qui nous intéresse quand à nous c'est que «ces deux modalités de représentation n'offrent pas les mêmes possibilités aux sujets qui les utilisent» (ibid.).

La seconde modalité, nous le pensons comme Chatillon (1988), conviendrait mieux à la figuration des caractéristiques générales de l'objet et participerait plus efficacement à l'articulation qui nous préoccupe: «objet à agir»-»objet à penser».

1.3 Hypothèse

Notre hypothèse générale est donc:

l'élève construirait un rapport au savoir plus riche, plus complexe, si sa manière de se réguler dans l'exécution d'une tâche s'opérait à partir d'une bonne utilisation de substituts symboliques favorisant la prise de distance avec l'objet à traiter.

Travailler à l'articulation «objet à agir»-»objet à penser», à l'aide d'objets originaux émergeant de l'activité de l'élève et donc rarement enseignés en tant que tels, serait une procédure efficace qui aurait des chances de «mettre à distance» l'objet réel enfermé dans ses contours.

Eprouver cette hypothèse générale réclamerait la manipulation d'un objet à la fois concret (le cube, par exemple) et didactique (ses patrons), faisant partie de l'histoire de classe des élèves.

Notre hypothèse opérationnelle est donc:

L'utilisation d'un codage symbolique à partir de l'objet «cube» serait particulièrement efficace dans la découverte par les élèves de l'ensemble de ses différents patrons.

2. Méthodologie

2.1 A propos du contexte expérimental

Notre intention est de greffer des situations expérimentales dans un contexte didactique, qui pour cette classe particulière est donc le «contrat canonique». Le fait que le chercheur soit aussi le maître de la classe peut augmenter les chances que les élèves n'activent pas d'autres habitus lorsqu'ils vont construire du sens à l'intérieur de la relation à l'expérience.

Il s'agit de construire une recherche à partir d'un référent initial (contrat canonique) et bien saisir les points à partir desquels les élèves vont s'en détacher pour s'inscrire dans

⁴ On remarquera qu'en mathématique, le codage n'est pas une représentation symbolique (ici du cube) mais un certain mode de description qui autorise à opérer certaines relations entre des éléments distingués (faces, arêtes, sommets...) qui permet en particulier de manipuler l'objet en éliminant des relations non-pertinentes à l'objet.

⁵ En mathématique on distinguerait donc description symbolique de description iconique.

un contrat original et nouveau: le contrat expérimental. Schubauer-Léoni (1988) a bien montré le risque que fait courir le nouveau contexte dans lequel on plonge la situation didactique pour l'étendue des résultats car «*l'enfant finit par interpréter toute nouvelle question d'après la Weltanschauung particulière du contrat expérimental du moment*» (p74).

L'entrée dans un contrat expérimental à partir d'un contrat didactique doit s'accompagner d'une élucidation pour les élèves des règles et des finalités du travail qu'on va entreprendre avec eux.

Cette élucidation peut passer par l'explicitation du: «en travaillant à une expérience, on travaille sur la façon de travailler».

Ici, les élèves ont construit des habitus (au terme de deux années d'expérimentations) qui avaient incorporé cette dimension expérimentale. Ils ont peu à peu pris l'habitude de participer à notre travail scientifique sans produire pour autant des comportements très différents de ceux qu'ils manifestent dans le contrat canonique et nous pensons pouvoir raisonnablement affirmer qu'ils ne se sont pas transformés en purs sujets expérimentaux. Ils ont bien travaillé dans une zone franche du contrat canonique, mais que nous n'avons jamais libérée complètement de ce que Chevallard appelle «*les résistances de l'ordre didactique*» (1988, p32).

2.2 Présentation générale de l'expérience

Notre expérimentation s'est déroulée sur deux années scolaires avec les mêmes élèves:

- un an pour la recherche exploratoire en CM1
- à la fin de l'année suivante (en CM2) pour l'expérimentation test d'hypothèses.

L'objet «patrons du cube» fut la «matière première» des expérimentations.

Les élèves concernés ont appartenu aux différentes classes de CM de l'école (dont celles du chercheur) et provenaient de CE2 pour lesquels on pouvait facilement collecter des informations. Les expérimentations «lourdes» (temps important, matériel délicat, observations vidéo, entretiens) ont été réalisées successivement dans nos classes, de septembre 1991 à juin 1993.

Nous avons trouvé pertinent d'utiliser quasiment les mêmes élèves pour ces expérimentations.

Le premier intérêt, c'est de pouvoir entrer avec eux dans un contrat expérimental de manière non catastrophique: réduire la rupture par un certain rodage du passage du contrat canonique au contrat expérimental.

Le deuxième intérêt, c'est qu'avec une meilleure connaissance des comportements du groupe (avec le temps) on peut mieux reconnaître les points qui déstabilisent le système et ainsi discuter plus clairement de l'étendue des résultats.

L'observation et le recueil de données ont été faits sans aide de tiers et selon divers modes:

- séances vidéo-enregistrées.
- traces écrites (non directives)
- épreuves papier-crayon
- observation plus «clinique» du travail d'une élève.

L'analyse et le traitement des données ont été menés d'une part avec des outils statistiques (avec un seuil de risque toujours inférieur à 5%) et d'autre part avec l'outil «analyse a priori» didactique.

3. Expérimentations

3.1 La recherche exploratoire

Nous nous proposons de mettre en évidence ici une des variables pertinentes pour optimiser les procédures de régulation chez l'élève au travail: la médiatisation à l'aide de «matériels didactiques» appropriés à une tâche donnée.⁶

Notre recherche exploratoire tente donc de se rendre compte des effets de cette variable, d'une part au niveau performatif, d'autre part au niveau procédural. Un outil va donc être confié aux élèves pour s'acquitter de la tâche: un petit cube en plastique.

Un lieu didactique (espace-temps), sous-ensemble dans la classe (CM1) du chercheur-praticien a été constitué et baptisé «atelier cube» afin de lui donner un statut institutionnel dans le fonctionnement de la classe, au même titre que les ateliers «écriture», «poésie» etc.

Une tâche unique a été confiée aux élèves, indépendamment des variables «conditions de réalisation»:

Trouver le plus grand nombre possible de patrons du cube, les dessiner, travailler au brouillon puis recopier ceux dont on est sûr qu'ils sont vraiment des patrons du cube (qu'ils «marchent bien»).

Un premier petit groupe de quatre élèves a été invité à s'acquitter de la tâche en singleton, avec à la disposition de chacun un cube de 10 cm d'arête. Ces quatre élèves ont travaillé dans le cadre de «l'atelier cube» dont nous avons parlé plus haut.

Ils ont été choisis avec comme objectif d'avoir un échantillon assez représentatif de l'ensemble de la classe tout en neutralisant certaines variables qui n'entraient pas dans notre problématique.

Ainsi, il s'agissait de deux filles et deux garçons, d'une même classe d'âge mais avec des résultats scolaires répartis (un bon, deux moyens, un faible).

Pour nous faire une idée des traces dans la mémoire des élèves de l'enseignement des patrons, nous avons procédé à un petit sondage (pour l'ensemble des élèves de la classe) à l'aide d'un questionnaire inspiré des travaux de Jonnaert, Lauwaers et Pesenti (1990) sur le «*degré de familiarité*» (dit «facteur K») pour un objet didactique. Voici ce questionnaire:

As-tu déjà entendu parler du «patron du cube», (c'est son plan, le dessin de ses faces mises à plat mais accrochées) ?

-----Degré 5-----

Si tu en as entendu parler, était-ce en classe ?

Si tu en as entendu parler, c'était en math ?

As-tu appris à le dessiner ?

Sais-tu le dessiner ?.....

-----Degré 4-----

As-tu fait des exercices où il fallait trouver et dessiner des patrons du cube ?

Si tu as déjà fait des exercices où il fallait trouver et dessiner des patrons du cube, tu en as fait beaucoup ?

-----Degré 3-----

Tu en as fait souvent ?

⁶ Une autre variable pertinente dans ce cas est le travail en dyades comme l'ont montré les travaux de Doise & Mugny (1981), Forman & Casden (1985), Tourniaire & Pulos (1985) et nos propres travaux antérieurs à celui-ci (Ravestein & Sensevy, 1990 et Ravestein, 1991).

Il y a longtemps ?

-----Degré 2-----

Si tu as déjà dessiné des patrons du cube, c'était toujours en classe ou pour des devoirs de classe ?

-----Degré 1-----

Notre choix a été de former ce premier groupe de quatre avec des élèves ayant un «*degré de familiarité*» différent avec les patrons du cube, ceci pour nous offrir *a priori* une diversité plus importante de comportements à observer.

L'utilisation du cube était libre (pas de consigne). Ces élèves ont été vidéo-enregistrés en train de travailler par une caméra fixe, discrète, haut placée, équipée d'un objectif «grand angle».

L'analyse de la bande nous a permis de dégager des attitudes redondantes:

- Poser le cube sur la feuille: on s'est rendu compte rapidement que les essais de «culbutes» étaient avortés (au grand dam apparent des élèves) du fait de la grande dimension du cube, ce qui nous a donné un élément important pour les manipulations futures.

- Faire tourner le cube dans les mains
- Marquer les faces du cube au crayon (discrètement)
- Découper les patrons sur son brouillon
- Modifier les premiers patrons trouvés en cours de recherche

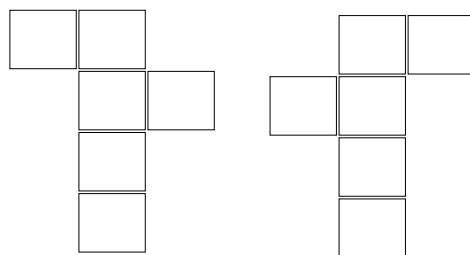
Nous avons également pu relever que le recours au cube de plastique se faisait après épuisement des patrons connus (croix et T) et d'un premier jet de patrons que nous appellerons «spontanés»⁷.

Il semble donc que le matériel a pris un double statut dans la tâche:

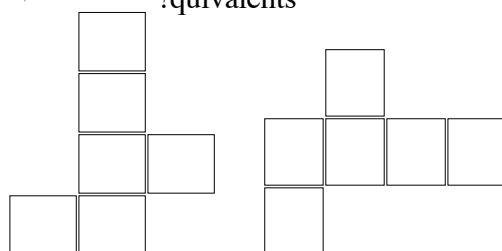
une aide pour aller plus loin que ce que l'on sait, et une aide à la vérification.

Lorsque nous avons examiné les produits (brouillons et «propres»), nous avons dégagé deux catégories de produits erronés: les patrons faux et les patrons équivalents, c'est à dire ceux qui étaient reproduits plus d'une fois mais avec une rotation ou un miroir qui masquent l'équivalence.

⁷ On a pu observer parmi ceux-ci quelques représentation maladroites de cubes en fausse perspective, comme une boîte ouverte par le dessus.



Exemple de patrons
"équivalents"



Une analyse didactique nous conduit à distinguer dans un premier temps les patrons G1 «type croix», obtenus sur une base de quatre faces alignées avec translation de deux faces le long de celles-ci et les patrons G2 «hors croix».

Voici page suivante une grille qui résume observations et résultats:

	Eve	Aziz	Jérémy	Amélie
Pose le cube sur la feuille				1
Fait tourner le cube dans ses mains	1		1	1
Parle seul		1		
Marque les faces	1			1
Cherche à communiquer		1		
Découpe spontanément				
Travaille directement		1		
Travaille avec brouillon	1		1	1
Modifie les premiers trouvés en «corrigeant»		1	1	

Nombre de patrons trouvés croix	2	3	2	3
Nombre de patrons trouvés hors croix	1	1	1	0
Nombre de faux patrons	0	0	0	1
Nombre de patrons équivalents	0	0	1	0
total patrons «justes»	3	4	3	3

Une deuxième observation vidéo-enregistrée a été réalisée avec un autre groupe de quatre élèves travaillant avec la même consigne mais sans cube de plastique.

Les conditions de réalisation (ainsi que le mode de choix des élèves) étaient quasi-identiques par rapport à l'observation du premier groupe.

Voici une grille qui résume observations et résultats:

	Cécile	Clément	Cédric	Mareva
Parle seul	1	1	1	
Marque les faces	1	1		1
Cherche à communiquer		1	1	1
Découpe spontanément				1
Travaille directement				
Travaille avec brouillon	1	1	1	1
Modifie les premiers trouvés en «corrigeant»	1	1		
Modifie les premiers trouvés en laissant des erreurs				1

Nombre de patrons trouvés croix	6	2	2	2
Nombre de patrons trouvés hors croix	3	1	0	0
Nombre de faux patrons	0	0	0	1
Nombre de patrons équivalents	0	0	1	0
total patrons «justes»	9	3	2	2

Au sortir de ces deux observations, nous avons dégagé les remarques suivantes:

- le cube «matériel» focalise l'attention des élèves (ils communiquent peu)
- si on excepte la performance d'une élève (Cécile) sur laquelle nous reviendrons, on peut distinguer que le groupe travaillant avec le cube trouve quelques patrons supplémentaires, serait-il donc une «aide» efficace?
 - la contrainte de devoir dessiner est diversement assumée et soulève des difficultés d'ordre pratique (habileté) inégales selon les élèves.
 - Les élèves «étendent» la consigne en se donnant des outils de régulation que l'énoncé ne contient pas: découpage spontané, marquage des faces du cube, coloration des axes de pliage.
 - Le matériel doit être extrêmement adapté à la tâche prescrite si on veut espérer qu'il serve à une quelconque régulation, ce qui implique une analyse serrée de la tâche. Ici, la taille trop importante du cube en plastique par rapport à la feuille de papier pourrait avoir été un obstacle à son utilisation comme aide à la vérification (culbute).
 - Les élèves sont en phase avec leur passé didactique concernant cet objet: ils retrouvent et utilisent le patron connu quelle que soit la situation.
 - Les produits sont conformes à nos prévisions théoriques: majorité de patrons «croix», peu de «hors croix», pas «d'échelle».
 - Les patrons équivalents et faux patrons sont rares. On ne trouve pas de faux patrons comptant des faces en plus ou en moins.

Nous avons porté davantage notre attention sur les produits dans la deuxième observation, c'est à dire les dessins, en particulier le passage brouillon —>propre.

Nous avons dégagé un fait saillant:

Une élève (Cécile) utilisait au brouillon des feutres de couleur pour marquer les axes de pliage des patrons. Les axes colorés n'apparaissaient plus au propre. Ceci nous a conduit à penser que cette procédure n'était pas gratuite, surtout au vu de ses performances: 6 patrons «croix» et 3 «non croix» trouvés.

Afin de clarifier les raisons de cette performance nous avons fait travailler une autre élève en interaction avec le chercheur (qui sera pour l'occasion «un autre maître»⁸) pour tenter d'éclaircir ce que nous n'avions pas pu techniquement observer sur la bande vidéo. Cette élève a été choisie dans une autre classe afin de gommer les possibles effets d'une familiarisation trop grande avec la tâche qui était très présente dans notre propre classe.

Il s'agissait d'observer précisément les effets de l'utilisation d'un codage «iconique» au sens où nous l'avons défini en théorie.

Cette séquence avait un objectif tout à fait exploratoire, une sorte de «vérification empirique» de ce que nous avions pressenti chez Cécile.

Amélie, qui est une bonne élève (au sens courant), doit donc dessiner «le plus possible de patrons du cube». Elle dispose de tout son temps et d'un petit cube en bois de 5 cm d'arête (nous avons donc ici prévu une taille plus adaptée).

Après avoir rapidement dessiné le patron classiquement enseigné («la croix»), elle manipule sans méthode visible son petit cube. Après une minute de réflexion elle entame une série de dessins qui font se déplacer les deux faces latérales de «la croix» le long des quatre faces alignées. Après avoir épuisé ces possibilités (en ayant produit d'ailleurs deux patrons identiques qu'elle n'a pas identifiés comme tels), elle marque un long temps d'arrêt et prétend avoir terminé.

⁸ Le chercheur était connu de l'enfant, ayant été son maître auparavant.

Le maître annonce qu'il existe encore d'autres possibilités. Amélie se remet au travail et produit dans un temps plus long trois autres patrons (dont un «faux») en annonçant qu'elle n'est pas sûre qu'ils «marchent» (malgré des tâtonnements par basculement du petit cube sur la feuille).

Le maître modifie alors le rapport à la tâche, en introduisant l'objet jusqu'ici manquant: il lui propose de marquer d'un trait de couleur différente les axes de pliage sur ses patrons déjà produits («l'outil» de Cécile).

Amélie, après un court moment, identifie un patron identique de la série dérivée de «la croix» puis élimine le «faux patron» de la deuxième phase de sa recherche. Elle va produire ensuite les patrons manquants (sauf l'«escalier») en utilisant constamment l'outil «axe coloré», d'une part pour vérifier que son patron «est bon», d'autre part pour amorcer une nouvelle recherche (elle dessine les faces les unes après les autres en colorant au fur et à mesure une arête).

On voit donc qu'Amélie, après avoir épuisé dans un premier temps l'exploitation des traces de l'objet «patron du cube» qui fait partie de son histoire d'élève, se retrouve dans un second temps devant un «vrai problème»⁹. Non seulement elle ne peut aller bien plus loin tant son doute l'emporte sur l'injonction du maître, mais, encore, elle ne revient pas sur ce qu'elle a déjà produit.

Il faut «matérialiser» sa régulation pour débloquer la situation et que le système «sujet-tâche» se remette à fonctionner.

De nouveau, le sens circule. On voit apparaître le travail de l'erreur, comme procédure de régulation.

Le nouveau rapport à l'objet de savoir «patron du cube» que va établir Amélie à l'aide de ce petit codage coloré va lui permettre, à travers une première procédure d'amendement, de construire une nouvelle stratégie de résolution autour de l'outil nécessaire à la régulation.

A ce stade de notre recherche exploratoire nous avons cherché à mettre au point un système de codage «symbolique», en théorie plus «puissant», simple à mettre en œuvre par les élèves, qui corresponde à la fois à ce qu'on avait pu observer au niveau des comportements spontanés et qui ne soit pas trop lourd au niveau de la logistique expérimentale.

Nous avons voulu passer de l'icône (axes colorés) au symbole, et ce travail avait en fait été déjà «préparé» par les élèves eux-mêmes.

En effet, les cubes en plastiques utilisés lors de l'observation en singleton gardaient les traces des marques faites par certains élèves sur les faces: des lettres.

F, T, C ou B, H, C. Renseignements pris: F= Fond, T= Toit, B= Base ou Bas, H= Haut, C= Côtés. Il s'agit bien ici d'un mode symbolique de représentation au sens où nous l'avons défini en théorie (ou un système de description si l'on emploie les termes des mathématiciens).

Nous avons donc décidé d'utiliser ce type de codage pour nos expérimentations futures en distinguant les trois statuts des faces, même si en fait, toit et fond sont en principe interchangeables.

3.2 Les enseignements de la recherche exploratoire

Nous avons tiré tout d'abord des enseignements en laissant orienter notre réflexion par le projet d'une expérimentation l'année suivante.

⁹ Newell & Simon (1972): «un individu est confronté à un problème quand il désire quelque chose et qu'il ne sait pas immédiatement quelle sorte d'action il doit produire pour l'obtenir».

C'est à dire que nous avons cherché à nous inscrire dans une perspective expérimentale qui tiendrait compte d'un «faisable» sur le terrain, dans une classe «normale» d'élèves, sans pour autant simplifier jusqu'à l'insignifiance ce que nous avons débusqué dans notre recherche exploratoire.

Ainsi, nous avons dégagé les considérations méthodologiques suivantes:

- L'émergence de procédures de régulation inédites dans la consigne constituait un point à développer.
- Dans le cas où des élèves modifiaient leurs premiers patrons trouvés en cours de travail, il convenait de vérifier si la correction était efficace ou non.
- Un patron apparaissait finalement presque aussi «rare» que «l'échelle» au niveau des produits: l'«escalier».
- Le fait de demander de dessiner aux élèves introduit une variabilité des comportements qui n'entre pas dans le cadre de ce qui nous intéresse d'examiner.
- Les représentations de type 1 (+5) et 5 (+1) avaient quasiment disparues.
- Durant l'année scolaire, l'activité de «l'atelier cube» consista essentiellement à construire des patrons, de les dessiner (avec tout ce que cela implique au niveau du rapport cognitif-moteur pour la mémoire), des traces de cette activité allaient peut-être persister d'une année sur l'autre, inégalement réparties chez les élèves.

Nous avons ensuite réexaminé cette première phase de recherche à la lumière de nos considérations théoriques et nous avons dégagé que les procédures de régulation «originales» (non prévues dans la consigne) et en particulier celles qui pourraient matériellement permettre un retour dans le temps d'exécution de la tâche (codages divers, symboliques en particulier et pas découpage) pouvaient nous permettre d'éclaircir pratiquement les rapports «object to think-object to do», bien liés à notre hypothèse.

Nous avons ensuite considéré que le rôle de l'utilisation de matériels n'était pas suffisamment éclairci dans notre cadre hypothétique, car les élèves utilisent tout de même volontiers le cube «matériel» et tentent d'en imaginer un lorsqu'ils n'en disposent pas (mains qui tournent dans l'espace).

Nous avons donc décidé de retenir comme variables :

- *une consigne permettant l'usage d'un codage symbolique par lettres (F pour fond, T pour toit, C pour côté).*
- *une consigne permettant l'usage d'un petit cube en bois.*

Ces deux modalités de consigne s'appliquant à une désignation d'un ensemble de patrons du cube correctement dessinés parmi un ensemble de patrons comprenant donc des dessins «corrects» (vrais patrons) des dessins «faux» et un dessin «équivalent» qui prend ici un statut de patron «contrôle», c'est à dire qui nous permet de relativiser les effets d'une application de la consigne «au hasard» chez certains élèves.

3.3 Expérimentation et résultats

L'échantillon d'élèves concernés par notre expérimentation fut constitué par un groupe-classe de 24 enfants. Tous ces élèves appartenaient à la classe de CM2 du chercheur-praticien et provenaient des deux CM1 de l'école. Certains élèves venaient du CM1 sous la responsabilité du chercheur-praticien l'année précédente.

Il faut préciser ici qu'une collaboration étroite entre les classes de CM1 avait eu lieu entre les deux maîtres en ce qui concerne l'enseignement des mathématiques (ateliers communs). Ceci a eu pour conséquence, en ce qui concerne l'objet «patrons du cube»,

que les élèves de notre échantillon avaient tous travaillé avec nous dans notre recherche exploratoire d'une manière équivalente.

Nous avons néanmoins estimé préférable de retarder notre expérimentation afin de laisser nos élèves oublier quelque peu ces patrons du cube qu'ils avaient activement cherchés à construire.

Nos expérimentations eurent lieu en juin 1993, plus d'un an après la fin de nos recherches exploratoires.

Il est très important de signaler qu'à aucun moment, au cours de la recherche exploratoire, l'existence des 11 patrons ne fut institutionnalisée, qu'aucun corrigé ne fut donné, ce travail est en quelque sorte resté en suspens, c'est bien ici une entorse au contrat didactique canonique dans la mesure où toujours, dans celui-ci, chaque épisode d'enseignement a une conclusion.

3.3.1 Le protocole expérimental

Première époque:

Les 24 élèves ont à identifier des patrons du cube parmi un ensemble de patrons comptant les 11 patrons justes, des faux patrons et des patrons équivalents. Le temps est limité à une heure, les élèves travaillent seuls à une table, sous la surveillance du chercheur-praticien qui s'interdit toute aide et limite au minimum les interactions entre pairs.

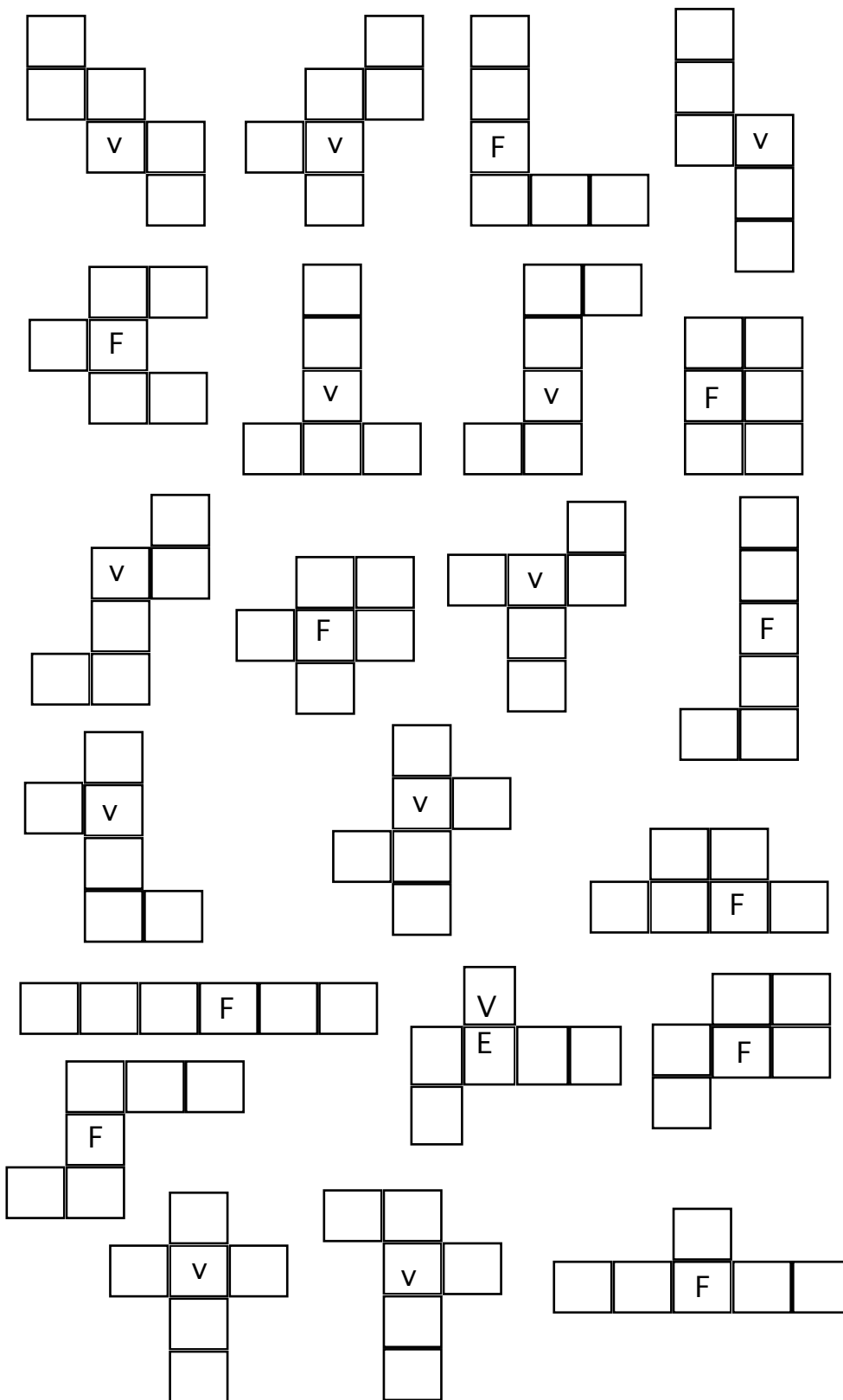
Les élèves sont entrés dans un contrat expérimental, c'est-à-dire que les fins de leur «maître» se sont muées en fins du «maître qui travaille pour la Fac», celles-ci ayant, pour ce type d'exercice «à feuille rendue», une caractéristique principale: «ça ne comptera pas pour les contrôles».

La consigne exacte était:

« voici une feuille sur laquelle on a tenté de dessiner des patrons du cube, coloriez ceux que vous pensez «justes», c'est -à- dire qui donneraient effectivement un cube si on les découpait et pliait sans détacher des faces, vous n'écrirez rien sur les dessins, vous n'avez pas droit à un brouillon.»

(Voir page suivante)

Voici cette feuille: V= vrais patrons, E= patrons équivalents, F= faux patrons.



Sur la feuille originale, les patrons étaient moins serrés que ci-dessus.

Apparaissent donc les 11 patrons exacts, un équivalent, et 10 patrons faux sans équivalents. Nous avons pris le parti de ne pas proposer des patrons faux comportant des faces en plus ou en moins. On remarque que le nombre de patrons faux possibles avec six faces est lui aussi limité.

Les axes de pliage sont déjà surlignés, ceci pour éviter que certains entrent de facto dans un codage «symbolique» qui ne fait pas l'objet de notre expérience.

Devant le grand nombre de répartitions possibles sur la feuille des différentes catégories de patrons, nous avons choisi une répartition éparpillée des G1 et G2 par rapport aux autres.

Les deux patrons équivalents sont dessinés proches pour accentuer l'effet de contrôle qu'on en attend.

De l'observation des élèves au travail nous pouvons dégager les éléments suivants dans l'ordre chronologique:

- ils identifient rapidement les patrons connus (Croix et T)
- ils tournent la feuille dans tous les sens
- une majorité «barre» des faux patrons (certains semblent être identifiés comme plus «évidemment faux»)
- ils reviennent sur les patrons qui restent et continuent l'élimination.

On signalera que deux élèves ont réclamé des feuilles neuves pour recommencer, pensant avoir fait de trop nombreuses erreurs pour qu'un «gommage» soit efficace. Nous avons réagi en les invitant à entourer les «bons patrons».

A la fin de cette première époque, malgré l'insistance de certains enfants, aucune correction n'a été proposée, aucun renseignement donné. Ce fut l'occasion de préciser le contrat expérimental.

Deuxième époque:

à partir des résultats obtenus en première époque, nous avons divisé notre échantillon en deux groupes de douze élèves, en respectant les conditions suivantes que nous avons tenté de croiser:

- un niveau en mathématique équivalent (d'après les contrôles des deux années précédentes) non pas à partir d'un calcul de moyenne mais en «couplant» des élèves, c'est à dire en associant et répartissant deux à deux des élèves ayant des résultats équivalents.
- un nombre de filles et de garçons identique
- des résultats globaux statistiquement comparables pour la première époque ($p=0,8361$ pour un test de Student à $r<5\%$)
- une possibilité d'évolution, identique pour chaque groupe, en considérant les performances brutes sujet par sujet à l'issue de la première période, étant donné le caractère «fini» des performances possibles (11 patrons maximum à trouver). Une «marge de progression» équivalente pour chaque groupe a donc été respectée.

A 15 jours d'intervalle (délai suffisant pour un délestage de la mémoire) avec la première époque, nous avons fait travailler un premier groupe puis un second groupe dans le même après-midi.

A la question, ont-ils appris entre les deux époques? D'un point de vue didactique, on peut affirmer que le savoir est en suspens, en attente d'institutionnalisation.

Nous avons distribué une feuille semblable à celle donnée en première époque, mais avec un déplacement des patrons les uns par rapport aux autres, ceci pour éviter des effets de mémorisation éventuels.

Le premier groupe disposait du petit cube en bois et avait pour consigne:

« voici une feuille sur laquelle on a tenté de dessiner des patrons du cube, entourez¹⁰ ceux que vous pensez «justes», c'est-à-dire qui donneraient effectivement un cube si on les découpait et pliait sans détacher des faces. Vous vous aiderez du petit cube en bois pour vérifier »

Le second groupe avait pour consigne:

« voici une feuille sur laquelle on a tenté de dessiner des patrons du cube, entourez ceux que vous pensez «justes», c'est-à-dire qui donneraient effectivement un cube si on les découpait et pliait sans détacher des faces. Vous vous aiderez en codant chaque face avec une lettre: F=fond, T=toit, C=côté »

Le temps imparti était d'une heure, la consigne était orale et les groupes n'avaient pas l'occasion de communiquer entre eux (à l'inter-classe).

De l'observation des élèves au travail, on peut dégager les éléments suivants:

- Certains élèves ont manifesté une lassitude au départ de l'exercice («encore ce cube», «encore pareil»)
- Le fait d'entourer au lieu de colorier accélère considérablement le travail et les «gommages» sont plus nombreux.
- Pour le groupe avec cube, les observations de notre recherche exploratoire se retrouvent (culbute, repérage d'une face de départ), la manipulation du cube ne semble pas systématique (le cube n'est pas pris et reposé pour chaque nouveau dessin examiné)
- Pour le groupe avec codage, on remarque, qu'en majorité, ils ne codent pas les patrons connus, ils ne codent pas les patrons les plus évidemment faux, le codage apparaît bien comme une aide à la décision.

Tirant les leçons de notre recherche exploratoire et en accord avec nos considérations théoriques, nous avons regardé les productions des élèves en distinguant :

- les patrons identifiés de type G1 (famille «croix»)
- les patrons identifiés de type G2 (famille «hors croix»)
- parmi les patrons de type G2 : l'«échelle» et l'«escalier»
- le patron équivalent inclus ou non dans les vrais
- les faux patrons désignés comme vrais

¹⁰ Nous avons légèrement modifié la consigne pour l'outil de repérage vu les difficultés rencontrées en première époque.

3.3.2 Présentation des résultats

NOM ----> résultat première époque NOM + C ----> résultat deuxième époque avec cube. Le chiffre indiqué désigne toujours le nombre de patrons désignés «vrais» par l'élève, y compris pour les colonnes «faux» et «équivalents»

Groupe ayant travaillé avec le petit cube:

	Patrons G1	Patrons G2	Total / 11	Faux	Equivalents	Escalier	Echelle
ALEXANDRA	6	2	8	3	1	0	0
ALEXANDRA C	6	0	6	0	1	0	0
ALINE	6	4	10	1	1	1	0
AINE C	6	3	9	1	1	1	0
AMELIE	6	5	11	0	1	1	1
AMELIE C	6	5	11	0	1	1	1
CAROLINE	6	3	9	1	1	1	0
CAROLINE C	6	5	11	0	1	1	1
CEDRIC	2	3	5	6	0	1	1
CEDRIC C	4	4	8	1	0	1	1
CLEMENT R	6	0	6	0	1	0	0
CLEMENT R C	6	0	6	0	1	0	0
EVE	5	3	8	3	1	0	0
EVE C	6	2	8	1	1	0	0
JEROME	5	3	8	1	1	1	1
JEROME C	6	2	8	0	1	0	0
MAREVA	6	1	7	1	1	1	0
MAREVA C	6	2	8	0	1	1	0
PASCAL	4	4	8	1	0	1	1
PASCAL C	5	4	9	3	0	1	1
VINCENT	6	3	9	0	1	0	0
VINCENT C	6	4	10	1	1	1	0
YANNICK	5	0	5	2	1	0	0
YANNICK C	6	0	6	0	1	0	0
TOTAL époque 1	63	31	94	19	10	7	4
TOTAL époque 2	69	31	100	7	10	7	4
Différence 2-1	6	0	6	-12	0	0	0
Maxi. possible	72	60	132	120	12	12	12
% Réussite 1	87,50	51,67	71,21	84,16	89,33	58,33	33,33
% Réussite 2	95,83	51,67	75,76	94,16	89,33	58,33	33,33

NOM ----> résultat première époque NOM + L ----> résultat deuxième époque avec lettres. Le chiffre indiqué désigne toujours le nombre de patrons désignés «vrais» par l'élève, y compris pour les colonnes «faux» et «équivalents»

Groupe ayant travaillé avec le codage par lettres:

	Patrons G1	Patrons G2	Total / 11	FAUX	Equivalents	Escalier	Echelle
ALEXANDRE	5	5	10	1	1	1	1
AEXANDRE L	5	5	10	1	1	1	1
AZIZ	6	3	9	0	1	0	0
AZIZ L	6	4	10	0	1	1	0
CECILE	6	2	8	3	1	0	1
CECILE L	6	4	10	0	1	0	1
CLAIRE	4	4	8	3	1	1	1
CLAIRE L	6	5	11	0	1	1	1
CLEMENT B	6	4	10	0	1	1	0
CLEMENT B L	6	5	11	1	1	1	1
DELPHINE	6	3	9	0	1	0	0
DELPHINE L	6	3	9	0	1	1	0
ELODIE	5	0	5	0	1	0	0
ELODIE L	6	5	11	0	1	1	1
FREDERIC	6	3	9	0	1	1	1
FREDERIC L	6	5	11	2	1	1	1
JEREMY	6	2	8	0	1	1	0
JEREMY L	6	2	8	1	1	0	0
JULIE	3	2	5	0	1	0	0
JULIE L	6	5	11	0	1	1	1
NICOLAS	4	3	7	3	1	0	1
NICOLAS L	6	5	11	2	1	1	1
SANDRINE	6	2	8	2	1	0	0
SANDRINE L	6	5	11	1	1	1	1
TOTAL époque1	63	33	96	12	12	5	5
TOTAL époque2	71	53	124	8	12	10	9
Différence 2-1	8	20	28	-4	0	5	4
Maxi. possible	72	60	132	120	12	12	12
% Réussite 1	87,50	55,00	72,73	90	100	41,67	41,67
% Réussite 2	98,61	88,33	93,94	93,33	100	83,33	75,00

Nous examinerons dans un premier temps ces résultats en répondant à une série de questions en utilisant un test de Student avec $R < 5\%$.

Question 1: Y a-t-il des différences significatives entre les productions des deux groupes à l'issue de la première période?

	Patrons G1	Patrons G2	Total sur 11	FAUX	Equivalents	Escalier	Echelle
p pour R<5%	0,8569	0,7867	0,8361	0,443	0,1661	0,3388	0,6742

On conclut que les deux groupes ont fourni des productions équivalentes à l'issue de la première période.

Il est évident qu'il y a circularité entre composition des groupes et résultats en première période.

Question 2: Y a-t-il une évolution significative entre première et deuxième période pour le groupe travaillant avec le cube?

	Patrons G1	Patrons G2	Total sur 11	FAUX	Equivalents	Escalier	Echelle
p pour R<5%	0,0538	1	0,2143	0,089	1	1	1

On conclut à une absence d'évolution significative pour ce groupe entre première et deuxième période.

Question 3: Y a-t-il une évolution significative entre première et deuxième période pour le groupe travaillant avec le codage par lettres?

	Patrons G1	Patrons G2	Total sur 11	FAUX	Equivalents	Escalier	Echelle
p pour R<5%	0,0544	0,0027	0,0098	0,459	1	0,0538	0,0388

On conclut à une évolution positive des performances du groupe entre la première et la deuxième époque, évolution portant principalement sur les patrons G2. On observe que trois élèves n'ont pas amélioré leurs performances. Deux élèves (Elodie et Julie) les ont augmentées considérablement .

Question 4: Y a-t-il une différence significative entre première et deuxième période entre les productions des deux groupes?

	Patrons G1	Patrons G2	Total sur 11	FAUX	Equivalents	Escalier	Echelle
p pour R<5%	0,4382	0,0076	0,0028	0,443	0,1661	0,3388	0,6742

On conclut à une différence significative des performances concernant l'exécution globale de la consigne, avec une différence significative concernant les patrons G2.

3.3.3 Commentaire des résultats

A l'issue de la première période, les résultats des 24 élèves correspondent à nos attentes, si l'on se réfère aux enseignements tirés de la recherche exploratoire et à nos considérations théoriques. En effet, la réussite pour les patrons G1 (87%) est bien supérieure à celle des patrons G2 (moyenne de 53%) .

Si l'on porte son attention sur le groupe ayant travaillé avec le cube, on observe un léger comblement du déficit en patrons de type «croix» (87% puis 96% de réussite) et surtout moins de faux patrons désignés comme vrais (-12), les autres résultats restant stables. La tendance est donc tout de même à une amélioration des performances, mais, semble-t-il, dans la zone où l'on peut parler d'une prégnance du didactique antérieur (G1).

On ne peut pas pour autant parler d'immobilisme en ce qui concerne les patrons G2. En effet, si le total du groupe montre une stabilité, celle-ci est le résultat de quelques

réajustements à la baisse et à la hausse qui se compensent (4 élèves =; 4 augmentent; 4 diminuent).

Si l'on regarde maintenant le groupe ayant travaillé avec le codage symbolique, le déficit en patrons du type «croix» se comble un peu mieux (87% puis 98% de réussite). La grande différence se situe au niveau des patrons de type G2 où les performances augmentent considérablement (+33 %), même pour les patrons «rares» (échelle et escalier).

Par contre, la diminution de faux patrons est moins nette que pour l'autre groupe (-4).

4. Discussion et conclusion

Si à propos de ces expériences, les élèves ont travaillé dans un contrat expérimental, celui-ci ne s'est d'une part que très peu éloigné du contrat didactique usuel et, d'autre part, au bout de deux ans de travaux avec le chercheur-praticien, le passage de l'un à l'autre était convenablement articulé.

C'est donc tout d'abord en référence à ce cadre d'analyse que nous voudrions discuter nos résultats.

La mémoire didactique a joué ici un rôle important car la différence s'est faite entre les groupes sur le non-enseigné (patrons G2).

Les patrons les plus facilement reconnus dans les deux groupes sont bien ceux qui sont traditionnellement enseignés dès le CE2.

Puis viennent ceux que l'on peut déduire de ces deux représentations emblématiques que sont la «croix» et le «T», c'est à dire avec quatre faces alignées.

Il convient donc de se départir d'une illusion : celle qui minimise le rôle du temps et de la mémoire dans les apprentissages: mémoires de l'élève, du maître, et «*mémoire du système*» (Brousseau & Centeno, 1991).

Nous pourrions nuancer nos résultats en remarquant que cette différence sur les patrons G2 entre première et deuxième époque, pour le groupe travaillant avec le codage, est due en grande partie à trois élèves.

Une étude plus «clinique» avec certains élèves aurait en effet permis d'éclaircir pour le chercheur leur perception de l'aide effective que le codage leur a apporté.

Néanmoins, on remarque que seulement trois élèves n'améliorent pas leurs performances pour ce type de patrons entre les deux époques, ce qui nous conforte sur l'efficacité globale de l'utilisation d'un tel codage dans une classe.

Ces «codages» aident visiblement les élèves à avancer dans la tâche en aidant leur prise de décisions d'une part et en autorisant une régulation classique par retour correctif sur des productions antérieures d'autre part. Ils aident également un type de régulation «*proactive à effectuer la fois suivante, en amont de l'action*» (Bonniol, 1989, p6).

On a mis d'autre part en évidence une efficacité plus grande de ces outils «symboliques» par rapport à l'utilisation d'un matériel «concret» adapté.

Si le contrat didactique tisse un réseau de mailles qui enferment pour une grande part les élèves dans des comportements et dans un rapport au savoir déterminé et donc en grande partie prévisible, on a vu lors de notre recherche exploratoire émerger des déviances originales et discrètes qui manifestent au niveau de la tâche même ce que Mercier (1992) a nommé plus généralement dans le contrat: «*apprentissages invisibles*», qui concernent des objets qui entremêlent inextricablement savoir et attitudes face au savoir.

En effet, certains élèves ont «inventé» un code en écrivant furtivement des lettres sur les premiers cubes en plastique que nous leur avons confié. Ceci ne faisait pas partie de la consigne et c'est finalement presque les élèves eux-mêmes qui nous ont donné l'idée d'abandonner un codage «iconique» (que Cécile avait «inventé») au profit d'un codage «symbolique», pour eux tout aussi utile, mais, pour nous, théoriquement plus «puissant».

Regardons maintenant l'ensemble de ces travaux en référence à l'articulation «objet à agir-objet à penser». On a pu montrer qu'une situation didactique centrée sur «l'objet à agir» soit dans le cadre d'une démarche de «découverte» (recherche exploratoire) ou dans le cadre d'une recherche d'aide à la décision (expérimentation), tend à refermer le système sujet-tâche par une focalisation sur l'objet entraînant ce que Caron-Pargue (1981) a dénoncé comme «*une entrave à la mobilité des représentations*» (p. 22).

Cette mobilité des représentations, Chatillon (1988), dans un cadre néo et/ou post-Piagétien, en précise l'importance en ce qui concerne la capacité des individus à différer un acte complexe.

Dans le contexte didactique, différer peut être interprété comme un transfert dans le temps, une manière d'avoir dans ses bagages d'élève qui avance dans le savoir autre chose que des faits bruts, à apprendre et à restituer.

Enseigner les patrons du cube, c'est une nécessité institutionnelle à laquelle il est hors de question de se soustraire, mais il faudra savoir qu'il s'agira de bien autre chose si l'on se mêle d'y associer l'utilisation d'un codage symbolique comme outil de régulation.

Il s'agira alors d'une mise à distance de l'objet, par une procédure de symbolisation de ses propriétés, permettant de travailler à l'avènement «d'objets à penser» pouvant prétendre au statut de «connaissance générale».

Elever au statut de schème¹¹ le processus qui consiste à construire cette représentation différenciée de l'objet «*évocable en son absence, de l'événement et en dehors du contexte situationnel dans lequel il est habituellement perceptible*» (Chatillon, 1988, p.229), peut se traduire en gestes professionnels en classe et ils ne sont pas difficiles à imaginer.

Un premier d'entre eux serait de poser et reposer inlassablement cette question: «comment as-tu fait pour»? La faire suivre de l'injonction: «explique à tes camarades comment tu as fait pour», puis «entre toutes ces manières de faire, y en a-t-il une qui est plus efficace?» Et enfin: «cette manière de faire de Untel, c'est bien une manière très efficace, essayons-la sur cet autre exercice». Et peut être seulement après: «j'ai moi aussi une manière de faire à vous proposer, comparons-la avec celle de Untel».

Un deuxième geste serait de faire porter l'évaluation *aussi* sur les manières de faire, donc de ne pas dévaloriser ce que Bonniol (1989) a appelé «*les boucles créatrices de sens*», c'est à dire l'ensemble des procédures réversibles informationnelles qui ouvrent l'action sur une modification du projet initial.

Le maître devrait pouvoir mener la découverte de l'objet et enseigner conjointement la «méthode» de découverte de l'objet.

Le système élève-tâche en contexte scolaire a besoin d'objets pour sa régulation. Ses objets lui sont parfois offerts dans le contrat didactique canonique, mais souvent sans mode d'emploi.

¹¹ Nous pensons ici à Piaget (1974) pour qui un schème connu de l'individu est par définition antérieur et assure trois fonctions: Organisateur de la conduite, Reconnaissance des données pour réaliser la tâche, et surtout formateur de schèmes nouveaux.

Les élèves s'en inventent lorsqu'ils sont absents, de manière quasi clandestine. Saisir ces objets de régulation lorsqu'ils émergent, les faire éprouver, en comparer la puissance, étudier leur généralisabilité, les institutionnaliser enfin, autant de pratiques dans une classe qui enrichiraient le rapport des élèves aux objets de savoir.

Références

- Ackerman-Valladao, E. (1981). *Statuts fonctionnels de la représentation dans les conduites finalisées chez l'enfant*, Thèse de doctorat, Genève.
- Bonniol, J.J., (1989). Sur les régulations du fonctionnement cognitif de l'élève: contribution à une théorie de l'évaluation formative, *Communication au Conseil de l'Europe*, Liège, Septembre, disponible à Aix en provence, CIRADE.
- Brousseau, G. & Centeno, J. (1991) Rôle de la mémoire didactique de l'enseignant. *Recherches en didactiques des mathématiques*, 11,2-3, pp 167-210.
- Bruner, J.S. (1966). On cognitive growth, in Olver R.R. & Greenfields P.M., (Eds) *Studies in cognitive growth*, New-York, Wiley, pp 1-67.
- Caron-Pargue, J. (1980). Qu'est-ce qu'un cube? Propriétés, relations et mobilités des représentations, *Revue Française de Pédagogie*, N° 53, pp. 19-23.
- Caron-Pargue, J. (1981). Etude de cheminement sur le cube: mobilité et déploiement des représentations, *Archives de Psychologie*, 49, pp 1-24.
- Caron-Pargue, J. (1981). Quelques aspects de la manipulation: manipulation matérielle et manipulation symbolique, *Recherches en didactique des mathématiques*, N° 2.1, pp.7-35.
- Chatillon, J.F. (1988). *La régulation des actes complexes*, Aix-Marseille, Thèse de doctorat .
- Chevallard, Y. (1988). Notes sur la question de l'échec scolaire, Marseille, IREM.
- Doise, W. & Mugny, G. (1981). *Le développement social de l'intelligence*, Paris, Interédition.
- Forman, E & Cazden, C. (1985). Exploring Vygotskian perspectives in education: the cognitive value of peer interaction, in Wertsch (ed.) *Culture, Communication and cognition: Vygotskian Perspectives*, Cambridge University Press, New-York, pp 323-347.
- Jonnaert, P. ,Lauwaers, A. & Pesenti, M. (1990). *Capacités, compétences, situations et fonctionnement cognitif*, Louvain la neuve, UCL, publication du Laboratoire de Pédagogie Expérimentale.
- Mercier, A. (1992). L'élève et les contraintes temporelles de l'enseignement, un cas en calcul algébrique, Bordeaux, Thèse de Didactique des Mathématiques.
- Newell, A. & Simon, H-A. (1972). *Human problem solving*, Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- Piaget, J. (1974). *Réussir et comprendre*, Paris, PUF.

- Ravestein, J. (1991). *Evaluation-régulation-organisation, Une étude systémique à l'école élémentaire*. Aix en Pce, CIRADE.
- Ravestein, J. (1994). *Autonomie et régulation dans un système didactique. Contribution à l'étude de la complexité du rapport au savoir des élèves à l'école élémentaire*. Aix-Marseille I, Thèse de doctorat.
- Ravestein J. & Sensevy, G. (1990). *Effets d'un dispositif d'évaluation-régulation en Mathématique à l'école élémentaire*, Aix en Pce, CIRADE.
- Saada-Robert, M. (1992). La construction microgénétique d'un schème élémentaire, in Inhelder, B., Cellierier, G. & Al. *Le cheminement des découvertes de l'enfant*, Paris, Delachaux et Niestlé.
- Schubauer-Léoni, M.L. (1988) Le contrat didactique: une construction théorique et une connaissance pratique, *Interactions didactiques*, n°9, pp 67-79.
- Tourniaire, F. & Pulos, S. (1985). Proportional reasoing: a review of the literature. *Educational Studies in Mathematics*. Vol 16. pp 181-204.