

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION | 1 |
| A. CADRE THEORIQUE | 2 |
| I. Eléments théoriques liés aux notions enseignées..... | 2 |
| I.1 Etude de 2 mouvements : la translation et la rotation..... | 2 |
| I.2 Transmission d'un mouvement de rotation | 2 |
| I.2.1 Les Poulies et courroies..... | 3 |
| I.2.2 Dispositions possibles de la courroie (lorsque les arbres sont parallèles)..... | 4 |
| I.2.3 Transmission par chaîne | 4 |
| I.3 Transformation d'un mouvement de rotation en un mouvement de translation..... | 5 |
| II. Comment l'enfant apprend-il ? | 5 |
| II.1 Une pratique traditionnelle : le transmissif..... | 6 |
| II.2 Une pratique psychologique : le béhaviorisme..... | 6 |
| II.3 Une pratique moderne : le modèle constructiviste | 6 |
| III. Quelles sont les situations propices à l'évolution des représentations des enfants ? | 7 |
| III.1 La situation problème | 7 |
| III.2 La situation de motivation | 8 |
| III.3 La situation de conflit socio-cognitif..... | 9 |
| III.3.1 Obstacles et conflits..... | 9 |
| III.3.2 Gestion de la classe et relation au groupe..... | 9 |
| III.4 La situation de modélisation..... | 10 |
| III.5 Comment lire les dessins des enfants ?..... | 10 |
| IV. Définition de la problématique | 11 |
| B. CADRE PRATIQUE | 12 |
| I. Methodologie..... | 12 |
| I.1 Présentation du lieu d'expérimentation | 12 |
| I.2 La dynamique de projet | 12 |
| I.3 Données recueillies..... | 13 |
| II. Analyse..... | 15 |
| II.1 Présentation des résultats | 15 |
| II.2 Les représentations initiales des élèves | 16 |
| II.2.1 Les Représentations initiales | 17 |
| II.2.2 Besoin d'associer l'écrit au dessin..... | 17 |
| II.2.3 Pseudo-vocabulaire technique | 18 |
| II.3 Moyens mis en oeuvre pour faire évoluer les représentations des élèves | 19 |
| II.3.1 Evolution des représentations du système à travers le conflit..... | 19 |
| II.3.2 Evolution de la légende | 21 |
| II.3.3 Evolution du vocabulaire..... | 21 |
| II.3.4 Phase d'appropriation du matériel modulaire..... | 22 |
| II.3.5 Situation problème : obstacles rencontrés et franchissement de ces derniers | 22 |
| II.4 Répercussions du type de matériel sur les représentations des élèves et sur les obstacles rencontrés..... | 24 |

| | | |
|----------------------------|---|-----------|
| II.4.1 | Difficulté de se détacher du matériel modulaire au moment de la schématisation..... | 24 |
| II.4.2 | Mise en place d'une situation permettant l'évolution d'une représentation..... | 25 |
| II.4.3 | Concernant le vocabulaire employé..... | 25 |
| II.4.4 | Intérêt du marché du « bricoleur »..... | 26 |
| II.4.5 | Changement de variable didactique..... | 27 |
| II.4.6 | Conséquences sur la dernière schématisation et les notions..... | 27 |
| CONCLUSION | | 29 |
| BIBLIOGRAPHIE | | 31 |
| | Ouvrages consultés | 31 |
| | Sites internet consultés | 31 |
| ANNEXES | | 32 |

Introduction

Les raisons qui ont conduit à réaliser un mémoire en technologie sont doubles ; d'une part, d'un point de vue personnel, notre intérêt mutuel pour l'action technique sur la matière nous a naturellement conduit vers ce domaine ; d'autre part, la technologie apporte une réponse aux questions que se posent les enfants concernant les objets techniques qui les entourent.

Avant 1985, on ne distinguait pas la technologie de la physique ou de la biologie : on parlait d'une part, de sciences expérimentales (activités d'éveil à caractère scientifique), d'autre part, d'activités manuelles (activités d'éveil à caractère artistique).

En 1985-86, on distingue nettement les sciences de la technologie ; cela démontre alors une véritable volonté de donner à l'enfant une culture scientifique et technique jusqu'à présent inexistante dans l'enseignement général.

A partir de 1995¹, de nouveaux programmes d'enseignement entrent en vigueur à l'école primaire.

En cohérence avec ceux-ci, nous pensons que c'est par la mise en œuvre d'une démarche technologique que l'enfant apprend à concevoir, fabriquer et transformer selon une progression raisonnée.

Les activités technologiques permettent à l'enfant de comprendre progressivement le monde dans lequel il vit et d'agir sur lui.

C'est pourquoi nous avons décidé de réaliser des maquettes d'ascenseur dans une classe de CM1 (23 élèves) qui n'avait pas fait de technologie depuis le début de l'année scolaire.

Logique d'ensemble du mémoire

Il paraissait intéressant de profiter de cette occasion pour observer les réactions des enfants dans un domaine qui ne leur était pas familier et pour analyser avec une recherche d'objectivité les moyens mobilisés par ceux-ci pour construire leur apprentissage. La mise en place même de notre projet ne pouvait qu'amener l'enfant à mobiliser ses représentations initiales pour déclencher un nouvel apprentissage. D'où notre questionnement initial :

Comment l'enfant peut-il apprendre à partir de ses représentations mentales?

Comment, à partir d'un mouvement observé, faire évoluer celles-ci pour parvenir à la réalisation d'une maquette ?

Des premiers éléments de réponse sont apportés dans notre cadre théorique que nous confronterons à l'analyse pratique des données recueillies lors de notre stage. Dans cette partie théorique, seront abordés différents thèmes servant de support dans notre partie d'analyse

¹ MEN, Les programmes de l'école primaire, 1995.

A. Cadre théorique

I. Eléments théoriques liés aux notions enseignées

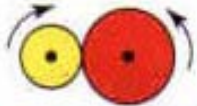
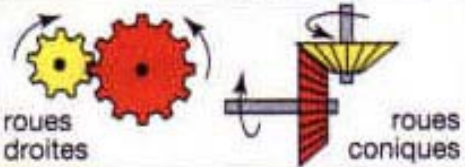

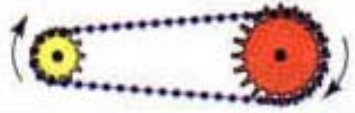
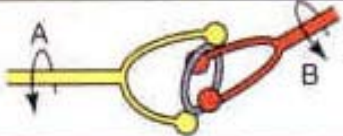

Dans cette partie, nous allons présenter les notions technologiques abordées tout au long de la conduite de notre projet.

I.1 Etude de 2 mouvements : la translation et la rotation

Définitions :

- *mouvement de translation* : mouvement dont la trajectoire est rectiligne.
- *mouvement de rotation* : mouvement dont la trajectoire est circulaire.

I.2 Transmission d'un mouvement de rotation²

| | | | |
|-------------------------------------|----------------------------|--|---|
| rotation en rotation | roues à friction |  | galet de la dynamo et jante du vélo |
| | roues dentées (engrenages) |  | - batteur à œufs - essoreuse à salade |
| | poulies-courroie |  | - boîte de vitesses de perceuse - magnétoscope |
| | roues dentées-chaîne |  | vélo |
| | cardan |  | commande de volet roulant |
| | câble |  | perceuse à câble flexible |

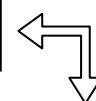
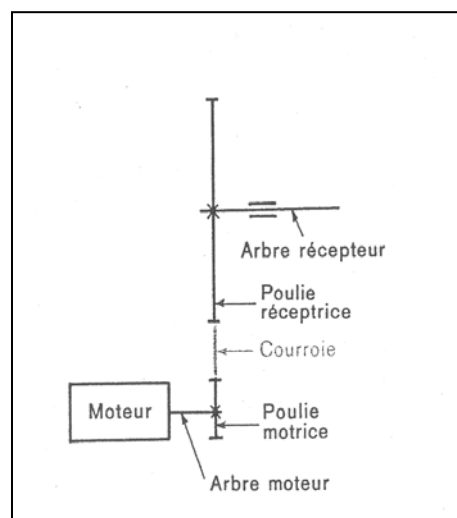
Concernant la construction du système, la transmission poulie-courroie sera retenue bien que des enfants aient représenté une transmission par roue dentée-chaîne ou par engrenage.

I.2.1 Les Poulies et courroies

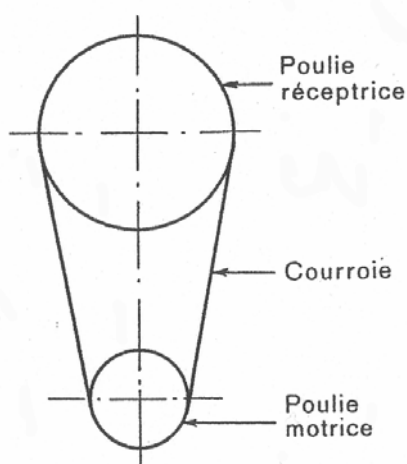
Comment transmettre le mouvement de rotation d'un arbre moteur à un arbre récepteur qui en est éloigné ?

La poulie, arrêtée en translation et en rotation, qui est placée à l'extrémité de l'arbre moteur est appelée **poulie motrice** ou **poulie menante**.

De même, à l'extrémité de l'arbre récepteur est clavetée et arrêtée en translation une **poulie réceptrice** ou **poulie menée**.



Précisons que ce type de schématisation n'a pas du tout été abordé avec nos élèves.

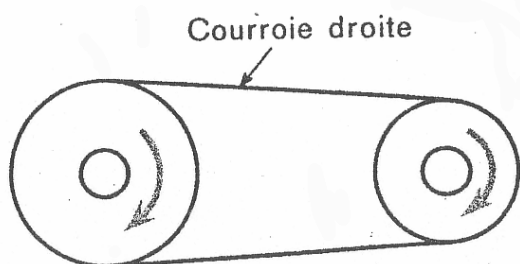


Le mouvement circulaire de la poulie motrice est transmis à la poulie réceptrice par l'intermédiaire de la **courroie**.

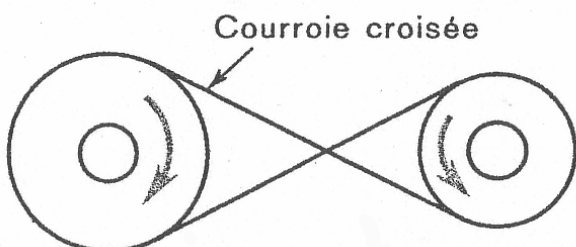
Les poulies sont en fonte, en acier, en alliage d'aluminium, en bois ou en matière plastique. Les matières choisies pour la confection des courroies sont le caoutchouc, le cuir, le nylon, la soie, le coton...

² <http://membres.lycos.fr/jf60/transmissions.htm>

1.2.2 Dispositions possibles de la courroie (lorsque les arbres sont parallèles)

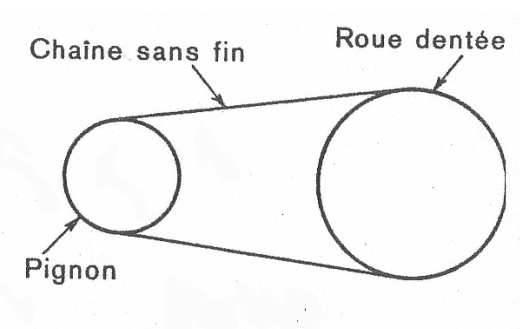


Courroie droite : les arbres moteur et récepteur tournent dans le *même sens*.



Courroie croisée : les poulies menante et menée tournent en *sens contraire*. Une courroie croisée permet de modifier le sens de rotation de la transmission du mouvement de rotation.

1.2.3 Transmission par chaîne



Cette transmission est composée :

- d'une *chaîne* sans fin ;
- d'un *pignon* monté sur l'arbre doté de la plus grande vitesse de rotation ;
- d'une *roue dentée* montée sur l'arbre tournant à la plus petite vitesse.

Seuls deux groupes de travail ont représenté initialement une transmission par pignon-chaîne.

I.3 Transformation d'un mouvement de rotation en un mouvement de translation.

Les différents types de transformation d'un mouvement de rotation en un mouvement de translation sont présentés ci-dessous³.

| Transformations | Mécanismes | Schémas | Exemples |
|----------------------------------|-----------------------------|---------|---|
| rotation en translation | roue dentée et crémaillère | | <ul style="list-style-type: none"> - cuillère à glace - tire bouchon à bras |
| | vis sans fin et crémaillère | | <ul style="list-style-type: none"> - étau - clé à molettes |
| | came et tige guidée | | <ul style="list-style-type: none"> - machine à coudre - jouets automates |
| | vis et écrou | | <ul style="list-style-type: none"> - serre-joint - cric |
| mouvements réversibles | poulie-fil | | <ul style="list-style-type: none"> - treuil (R Æ T) - démarreur à fil de moteur (T Æ R) |
| Rot. Æ Transl. ou Transl. Æ Rot. | bielle-manivelle | | <ul style="list-style-type: none"> - machine à coudre - locomotive à vapeur |

Avec nos élèves, nous nous sommes seulement penchés sur le système poulie-fil.

II. Comment l'enfant apprend-il ?

Un individu qui vient au monde, arrive dans un monde où existent déjà beaucoup de savoirs. Pour faire siens ces savoirs et acquérir de nouvelles connaissances, l'enfant est confronté à différentes pratiques d'apprentissage et d'enseignement, qu'elles soient familiales ou scolaires.

³ op.cit n°2 page 2

II.1 Une pratique traditionnelle : le transmissif

On part de l'hypothèse que l'apprenant ne sait rien par rapport à la connaissance visée. Le savoir est supposé venir s'imprimer dans sa tête comme sur une page vierge, dès que celui-ci lui est communiqué. La source est l'enseignant ou le parent qui transmet une connaissance qu'il souhaite enseigner. C'est le système du vase vide que l'on remplit. « *Mais n'est-il pas vrai qu'imposer des modèles aboutit à faire de l'éduqué un être passif et soumis, en détruisant cette merveilleuse créativité qui ne demande qu'à s'exprimer ?* »⁴.

De plus, le message dit par l'enseignant n'est pas perçu de la même manière par tous les élèves car ils n'ont pas la tête vide. Depuis leur naissance, les enfants ont stocké dans leur mémoire diverses expériences qui leur permettent d'interpréter ou d'expliquer le monde.

II.2 Une pratique psychologique : le béhaviorisme

Selon ce courant, on ne peut pas avoir accès aux structures mentales de l'individu. Seuls les comportements observables peuvent faire l'objet d'étude. Il est donc possible de modifier le comportement d'un individu à la suite de certains stimuli par un processus de conditionnement.

Ainsi le chien de Pavlov ne reviendra vers son maître au son de la clochette seule, que si auparavant, à chaque son de clochette, un bol de viande lui est donné. Conditionné et croyant trouver de nouveau un bol de viande, le chien viendra en entendant le son de la cloche. Mais le chien comprend-il pourquoi il n'y a plus de viande ?

De même l'enfant conditionné, réagissant aux stimuli, aura-t-il compris ce qu'il a fait ? de plus l'enfant qui acquiert une connaissance de cette façon, saura-t-il la transférer dans un autre contexte avec d'autres stimuli, voire sans aucun stimulus ? Notons cependant que, si en technologie, l'approche béhavioriste apparaît comme inadaptée, il y a des domaines où ces pratiques semblent avoir encore une certaine efficacité (apprentissage phonétiques élémentaires en langue par exemple).

II.3 Une pratique moderne : le modèle constructiviste

Comme le dit Bachelard⁵ : « *Quel que soit son âge, l'esprit n'est jamais vierge, table rase ou cire sans empreinte* ». En effet, l'enfant se construit des représentations de toutes les notions qu'on lui enseigne, ce qui est pour lui son système explicatif. Il n'apprend donc pas par empilement de connaissances mais il construit son savoir, en transformant ses représentations. Tout au long de notre mémoire, le terme représentation signifiera : idées mentales construites chez l'individu.

Toutefois l'enfant ne peut pas rester dans une croyance erronée car cela ne constitue pas un véritable savoir. Il doit donc prendre conscience que ses représentations sont insuffisantes. Pour pouvoir

⁴ REBOUL Olivier, Que sais-je ?, La philosophie de l'éducation, PUF, 6^{ème} édition, 1994, p.56.

⁵ CHARNAY R, MANTE M (Bachelard in), Préparation à l'épreuve de mathématiques du CRPE, Hatier, Paris 1995, p.27.

apprendre, l'enfant doit « détruire » ses premières représentations, donc ses anciennes connaissances, pour en acquérir de nouvelles. Ainsi l'apprentissage est un jeu de déconstruction-reconstruction cognitive.

Il s'agit donc de mettre l'enfant dans une situation qu'il est capable de s'approprier (à l'aide de ses connaissances antérieures), et qui lui pose un obstacle car il n'a pas encore la connaissance nouvelle pour résoudre ce problème.

III. Quelles sont les situations propices à l'évolution des représentations des enfants ?

III.1 La situation problème

La construction de ces apprentissages peut passer par la mise en place d'une situation-problème qui a pour objectifs⁶ : - avoir du sens (interpeller, concerner l'apprenant qui ne se contente pas d'obéir, d'exécuter) ;

- être liée à un obstacle repéré, défini, considéré comme dépassable et dont les apprenants doivent prendre conscience à travers l'émergence de leurs représentations mentales ;

- faire naître un questionnement chez les apprenants (qui ne répondent plus aux seules questions du maître),

- créer une ou des ruptures amenant les apprenants à déconstruire leur(s) modèle(s) explicatifs initiaux s'ils sont inadaptés ou erronés, correspondre à une situation complexe, si possible liée au réel, pouvant ouvrir sur différentes réponses acceptables et différentes stratégies utilisables,

- ouvrir sur un savoir d'ordre général (notion, concept, loi, règle..).

Pour construire cette situation problème, il faut être à l'affût et relever des paradoxes, des options différentes et des faits qui étonnent ou qui impliquent fortement les élèves, identifier les représentations majoritaires du contenu chez le public visé et susciter des conflits cognitifs, moteurs de la motivation.

Notre situation problème sera mise en place par le principe de la boîte noire.

L'apprenant adopte dès lors une démarche d'expérimentateur et va étudier la façon dont l'objet se comporte lorsqu'il est soumis à diverses sollicitations. L'enfant ne contemple donc pas de manière passive l'objet et, avant toute verbalisation sur le phénomène observé, il doit dessiner afin de donner sa première représentation mentale spontanée.

⁶ op.cit.n°5 page 5

Seulement après la schématisation (point développé en I.2.5), un débat sera engagé où l'enfant pourra remettre en question sa représentation initiale, seul ou en la confrontant à celles de ses pairs (point développé en I.2.3).

III.2 La situation de motivation

Comme il est écrit précédemment, la situation problème crée souvent d'elle-même une situation de motivation essentielle pour permettre l'apprentissage des élèves ; cependant, d'autres facteurs inhérents à cette situation de motivation sont à considérer.

Tout d'abord, créer une dynamique de projet engendre chez l'élève une meilleure implication dans ses apprentissages. Le projet est un moyen pédagogique qui fait naître des situations motivantes et qui donne à l'élève l'envie d'apprendre. « *Il suscite de l'intérêt et de la motivation car il articule un but et les moyens pour y arriver.* »⁷

De plus, ayant pour but de réaliser un objet, l'élève s'implique dans son apprentissage puisqu'il comprend ce qu'il fait et pourquoi il le fait ; « *ce qui est important, pour que la situation soit mobilisatrice, c'est qu'elle soit globale et finalisée[...]* »⁸. En effet, l'élève doit en percevoir le sens pour pouvoir se confronter à la situation dans sa complexité.

Ainsi, les activités construites autour du projet prennent du sens pour les élèves, puisqu'elles visent toutes à atteindre l'objectif final : présenter un objet fini qui fonctionne comme le prototype.

Tout cela permet de créer une dimension motivante qui donne à l'élève une nouvelle envie d'apprendre ; « *la motivation d'apprendre est une capacité naturelle présente chez tous les élèves, pourvu qu'ils se trouvent dans un état d'esprit positif* »⁹; ce savoir nouveau lui permettra de combler un manque et répondre à ses questions, ce qui n'est pas toujours perçu de cette façon.

Enfin, cette situation est amplifiée par le phénomène de la « boîte noire », qui donne une dimension magique et secrète à l'objet ; « *Le paradoxe du désir tient, en effet, à ce que l'objet désiré doit être à la fois connu et inconnu [...]* »¹⁰. En dissimulant l'objet, l'enseignant crée un climat énigmatique pour susciter l'envie du dévoilement et le désir d'apprendre.

Ce type de situation favorise aussi le travail sur l'imagination des enfants, donc sur leurs représentations.

Cependant, la mise en place de groupe de travail introduit une nouvelle variable non négligeable dans l'évolution des représentations ; en effet, le passage de la représentation individuelle à la mise en commun dans le groupe (réalisation d'une affiche commune) engendre des conflits socio-cognitifs nécessaires pour l'évolution des représentations.

⁷ LEBRUN Marcel, *Des technologies pour enseigner et apprendre*, éditions De Boeck (1999), 2^{ème} édition.

⁸ MEIRIEU Ph., *Apprendre...oui, mais comment*, Coll. Pédagogies, ESF, Paris, 6^{ème} édition, 1990, p.120.

⁹ Mc COMBS B.L., POPE J.E, *Motiver ses élèves*, Animer sa classe, 1^{ère} édition, p.32.

¹⁰ op.cit n°8.

III.3 La situation de conflit socio-cognitif

III.3.1 Obstacles et conflits

Pour apprendre, l'enfant doit passer d'une représentation initiale à une représentation nouvelle. C'est à dire détruire la première, après une remise en cause de celle-ci, car elle devient un obstacle pour accéder à une nouvelle connaissance.

Cet apprentissage se déroule en deux temps : tout d'abord le conflit est individuel, dans la tête de l'élève. Il détruit et reconstruit son savoir, sa connaissance. C'est donc un conflit cognitif interne ; puis il confronte son idée à celle du groupe dans lequel il travaille. Il doit accepter la critique, voire le rejet de son idée, ce qui l'entraîne dans une possible frustration. Il doit donc apprendre, dans cette micro société qu'est le groupe, à s'exprimer, écouter, s'imposer et argumenter afin que les leaders ne soient pas les seuls à imposer leurs idées. En revanche, il doit apprendre à faire confiance au groupe mais ne pas se laisser porter par lui. Il doit apprendre à être acteur dans le groupe. Dès lors, l'intervention des autres personnes du groupe met l'enfant dans une activité sociale, et l'objet de ce conflit, est la remise en cause des premières représentations ou connaissances, donc cognitif. Il s'agit donc d'un conflit socio-cognitif¹¹.

III.3.2 Gestion de la classe et relation au groupe

Dès lors, la gestion de la classe devient importante : faut-il faire travailler les élèves individuellement, en groupe, collectivement, en groupe mais chacun pour soi d'abord ?

Le risque lorsqu'un enfant travaille seul, examinant diverses facettes d'un problème, c'est qu'il rencontre des difficultés pour entrer dans le problème : il ne parvient pas à se l'approprier, à le faire sien.

Par conséquent, le travail en groupe peut lui permettre de prendre en compte les idées de ses partenaires, comme les siennes propres. Ainsi, il peut commencer à se faire une idée du problème, à se poser des questions. Donc , le groupe permet un conflit socio-cognitif et un conflit cognitif interne à chaque individu.

Cependant, le travail collectif n'est pas à exclure car lorsque le problème est posé, tous les enfants peuvent s'exprimer et débattre sur le sujet. Ainsi , l'enfant s'implique personnellement dans le débat, échange et critique les idées des autres en les confrontant aux siennes.

Enfin, l'alternance travail individuel/travail de groupe permet à chaque enfant du groupe, de donner sa première représentation puis de la mettre immédiatement en commun au sein du groupe, pour réaliser par exemple une grande affiche. Celle-ci représente la mise en commun d'un groupe qui la présentera plus tard à l'ensemble des autres groupes. D'où naissance d'un nouveau conflit. Confrontés à la même situation, tous les enfants n'en tireront pas la même décision et n'auront pas adopté la même procédure. Cela permet à l'élève de prendre en compte la diversité des solutions pour un problème donné.

¹¹ ASTOLFI J-P, Comment les enfants apprennent les sciences, éditions Retz, 1998.

III.4 La situation de modélisation

Le matériel modulaire (Lego, Fisher...) joue un rôle prépondérant pour permettre à l'élève de faire évoluer ses représentations.

D'une part, le jeu de construction permet de rendre l'élève actif dans ses apprentissages ; de plus, la connotation ludique¹² du matériel, qui fait que le travail demandé ne sera pas considéré comme fastidieux, peut-être fortement atténuée par les exigences du contexte scolaire si elles sont clairement précisées d'entrée de jeu.

D'autre part, les jeux de construction, offrant de multiples possibilités de transformation, peuvent être à l'origine d'une situation problème : situation qui se trouve entre un projet à réaliser (représentation spontanée : schéma) et une simple démonstration.

Le matériel modulaire permet de modéliser le travail de recherche qui s'accompagne d'un travail de formalisation de la situation initiale et ensuite des différents essais fructueux ou infructueux effectués.

A cette condition seulement, les élèves voient d'où ils viennent et où ils vont ; ils peuvent s'évaluer en même temps et ils font apparaître différentes représentations.

Il est certain que les élèves n'ont pas d'abord connaissance de toutes les variables offertes par la situation problème et encore moins des relations qu'elles peuvent avoir entre elles ; cependant, assez vite, avec les interactions entre leurs représentations spontanées et la modélisation de celles-ci avec le matériel modulaire, une sorte de sélection entre différentes transformations s'effectue et apparaît alors une évolution de leurs représentations.

Pour conclure, l'enfant soumet ses représentations initiales à des bouleversements par l'utilisation du matériel modulaire et tente de matérialiser celles-ci à l'aide de dessins.

III.5 Comment lire les dessins des enfants ?

On peut, en effet, considérer les dessins des élèves comme la matérialisation de leur représentation mentale. Pour optimiser notre analyse de ces dessins, il nous apparaissait essentiel de trouver une aide provenant d'un apport théorique, permettant une critique objective de l'évolution des productions des élèves. Des chercheurs ont étudié l'évolution de ces dessins. Suite aux travaux de Lucquet, Piaget distingue trois stades¹³ :

-Stade 1 : incapacité synthétique (3-4 ans). A ce stade, le dessin n'est plus un gribouillage auquel l'enfant était parfois amené à donner une signification ; il y a une volonté réelle de représenter un objet bien déterminé, mais les difficultés motrices, de concentration, empêchent l'enfant de prendre en compte l'alignement, les proportions. Seules les propriétés topologiques de voisinage sont respectées dans les

¹² <http://montef00.montefiore.ulg.ac.be/~jodogne/divers/spee/article4/article4.html>

¹³ op.cit n°5 page 5.

grandes lignes, mais pas toujours dans le détail (par exemple dans un dessin de bonhomme, l'enfant rattachera les doigts directement au bras). Les relations d'ordre ne sont pas respectées, les différents éléments de la figure sont souvent simplement juxtaposés (le chapeau du bonhomme sera suspendu au-dessus de sa tête).

-Stade 2 : le réalisme intellectuel (5-7 ans). Le sujet dessine non pas ce qu'il voit de l'objet mais ce qu'il sait. Ainsi, des éléments placés à l'intérieur de l'objet seront représentés par transparence (il dessinera l'œuf avec le poussin à l'intérieur). Plusieurs vues sont souvent juxtaposées.

-Stade 3 : le réalisme visuel (8-9 ans avec de grandes disparités entre les enfants). L'enfant cherche à tracer ce qu'il voit. Il est soucieux du rapport simultané des perspectives, des proportions, des mesures et des distances. L'espace projectif et l'espace métrique se construisent en même temps chez l'enfant.

Le réalisme intellectuel peut durer longtemps. L'apparition tardive du réalisme visuel est due selon Luquet :

-au fait que l'enfant prend l'habitude de conserver le même type de dessin pour le même type d'objet ;

-au fait que l'enfant dessine souvent de mémoire. Finalement, il ne représente pas l'objet mais l'image mentale qu'il a de cet objet. Cet aspect est repéré par de nombreux chercheurs.

Pour Piaget¹⁴, c'est le fait que l'enfant n'a pas conscience pendant longtemps de son propre point de vue sur les objets qui est à l'origine de l'apparition tardive du réalisme visuel.

IV. Définition de la problématique

La confrontation du questionnement posé en introduction (Comment l'enfant peut-il apprendre à partir de ses représentations mentales? Comment, à partir d'un mouvement observé, faire évoluer celles-ci pour parvenir à la réalisation d'une maquette ?) et de l'apport théorique développé ci-dessus nous amène à proposer une problématique plus précise :

Comment faire évoluer les premières représentations des élèves pour parvenir à la réalisation d'un mécanisme faisant état de transmission et de transformation de mouvement ?

Nous apporterons des éléments de réponse, dans notre cadre pratique, à partir des hypothèses suivantes:

¹⁴ Op.cit n°5 page5.

- les représentations mentales évolueront par confrontation avec les pairs → mise en place de situations propices au conflit socio-cognitif.
- les représentations mentales évolueront par confrontation au réel:
 - manipulation du matériel modulaire,
 - utilisation du matériel (matériaux + outils) en vue de la construction.

B. Cadre pratique

I. Methodologie

I.1 Présentation du lieu d'expérimentation

La classe dans laquelle nous avons réalisé notre projet est située à Seyssins (il s'agit de l'école élémentaire Condorcet). Notre classe de CM1 était composée de 23 élèves d'un bon niveau général. Huit séances, conduites lors de demi-journées, ont été nécessaires pour mener à bien notre projet.

Profitant de notre complémentarité, nous avons choisi de conduire ensemble chaque séance du projet que nous avons introduit par la lecture d'un extrait du livre « *Charlie et la chocolaterie.* », relatant le décollage d'un ascenseur magique (cf annexes 10A et 10B).

Les élèves de cette classe n'ayant pas pratiqué la technologie depuis le début de l'année scolaire, il était intéressant pour nous d'analyser leurs réactions qui seront exploitées tout au long de notre analyse.

I.2 La dynamique de projet

Etant persuadés de la nécessité de créer une dynamique de travail pour *motiver* les élèves et faciliter leurs apprentissages tout au long de notre projet, nous avons lancé celui-ci par la présentation de notre boîte noire (cf annexes 1A et 1B) qui pose d'emblée une *situation problème*. Cette boîte noire est censée représenter l'objet à étudier. De celui-ci, on ne connaît pas la nature profonde mais seulement l'aspect extérieur. L'enfant a donc devant lui un objet dont il est supposé ne rien savoir. Il n'en perçoit que le comportement immédiat : montée et descente des cabines, c'est-à-dire la perception d'un mouvement de translation apparent. Ainsi, l'enfant est devant une situation qui pose problème : qu'est-ce qu'on me cache et comment ça fonctionne dedans ?

De plus, une interruption de six semaines au cours du stage risquant de mettre en péril cette dynamique, nous avons jugé utile de distinguer deux phases dans le déroulement de la séquence :

première phase : phase de déconstruction et reconstruction des représentations mentales des élèves. Pour éviter une éventuelle lassitude provoquée par une surcharge cognitive, nous avons décidé d'introduire le matériel modulaire, ludique dans un premier temps mais primordial pour l'acquisition des nouvelles connaissances.

seconde phase : phase de construction du produit. Les représentations sont déjà à un stade très évolué. Pour une appropriation optimale, il a fallu les prendre en compte dans la globalité du produit fini. C'est la construction et la décoration (cf annexes 8A et 8B) qui ont servi à maintenir cette dynamique et à éviter que les élèves s'essouffent. C'était leur permettre de toucher concrètement le fruit de leur réflexion.

C'est pourquoi nous avons éprouvé le besoin, une fois la production achevée, de faire s'exprimer les enfants sur leurs sentiments personnels (cf annexe 8E), afin de s'assurer si la bonne dynamique apparente était ressentie comme telle par les élèves.

I.3 Données recueillies

| <u>Séances</u> (cf annexes 9) | <u>Objectifs</u> | <u>Données recueillies</u> |
|---|--|--|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> -comprendre et s'approprier le projet. -susciter l'engouement et le questionnement des élèves -recueillir les premières représentations des enfants à partir d'un mouvement apparent de translation. → évaluation diagnostique. -créer une situation de conflit socio-cognitif. | <ul style="list-style-type: none"> -matérialisation des premières représentations par la schématisation. -affiche commune à chaque groupe. |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> -se remémorer le travail de la première séance. -argumenter un schéma technologique. -découvrir et s'approprier un matériel modulaire. -découvrir différents mécanismes de transmission de rotation. -aborder la transformation d'un mouvement de rotation en un mouvement de translation. -valider une représentation mentale par l'expérimentation. | <ul style="list-style-type: none"> -photos. |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> -travailler en groupe → faire évoluer le système et mettre en œuvre l'esprit critique. -argumenter son propos. -prendre en compte la remarque de ses pairs. | <ul style="list-style-type: none"> -photos. -matérialisation par la schématisation des secondes représentations mentales. |

| | | |
|----------|--|---|
| | -recueillir les secondes représentations des élèves→ évaluation formative. | |
| 4 | -faire prendre conscience de l'importance du sens de l'enroulement du câble. -travailler en binôme sur une notion technologique précise. -faire état des sensations à mi-projet. -faire état des connaissances acquises→ évaluation sommative. | -Q.C.M sur enroulement du câble/rotation des poulies. -évaluation individuelle. -questionnaire relatif aux sensations à mi-projet(cf annexes 4K et 4L). |
| 5 | -se remémorer les 4 séances précédentes. -apprendre à clouer et à observer ses pairs. -passer du matériel modulaire au matériau. -prévoir le matériel nécessaire à la construction. -utiliser les outils de traçage pour le positionnement du système. | -grille d'observation relative à la technique du clouage (cf annexe 5I). -grille de besoin par groupe (cf annexe 5J). -photos (cf annexes 5A à 5F). -photos (cf annexes 5K à 5N) |
| 6 | -apprendre à clouer. -utiliser des outils géométriques pour la réalisation des cabines. -fabriquer le coffrage de la maquette. -travailler en groupe. | -photos.(cf annexes 6A à 6D) } cf annexe 6E |
| 7 | -travailler en groupe. -achever la fabrication. -clôturer le projet par dévoilement du système du prototype. -évaluer (sommative) les connaissances acquises. | -évaluations. |
| 8 | -sensibiliser l'enfant à l'esthétique du produit fini. -travailler sur le mélange des couleurs. -décorer avec du papier peint (mosaïque et bandes). -poser un regard sur soi dans le projet. -avoir un regard critique sur un produit finalisé. | -questionnaire. -l'ascenseur (cf annexes 8C et 8D) |

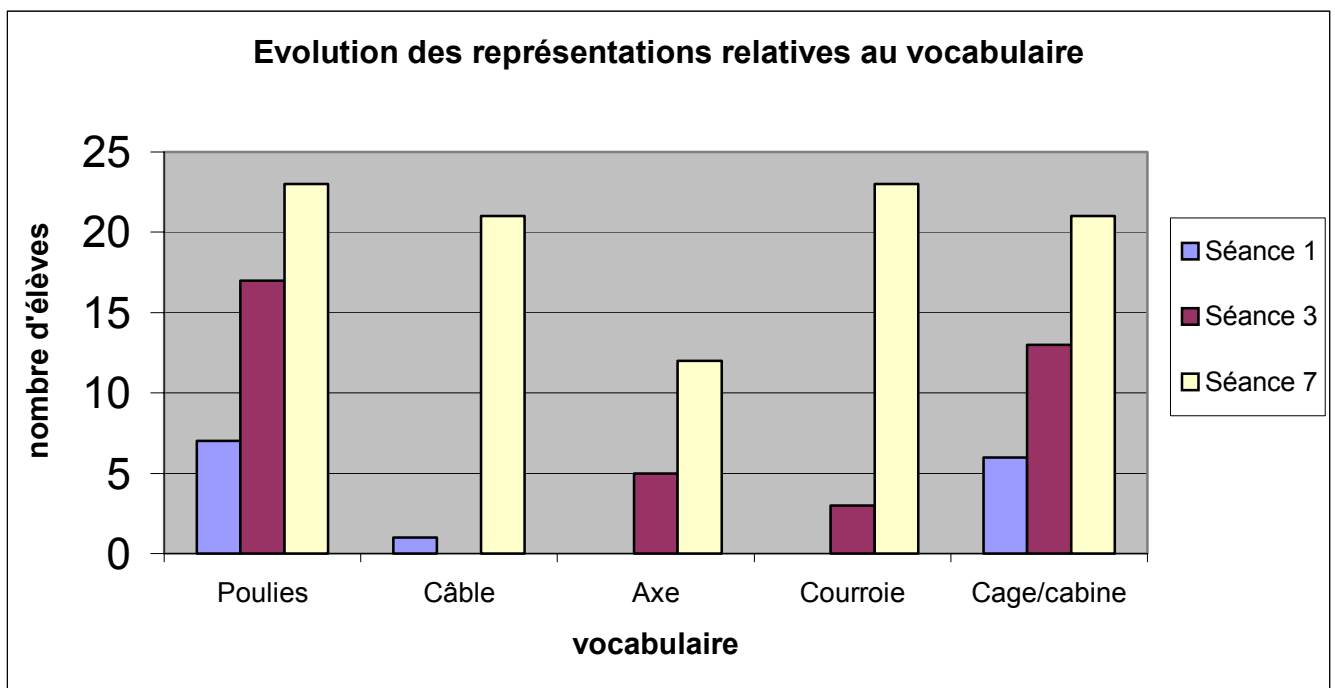
II. Analyse

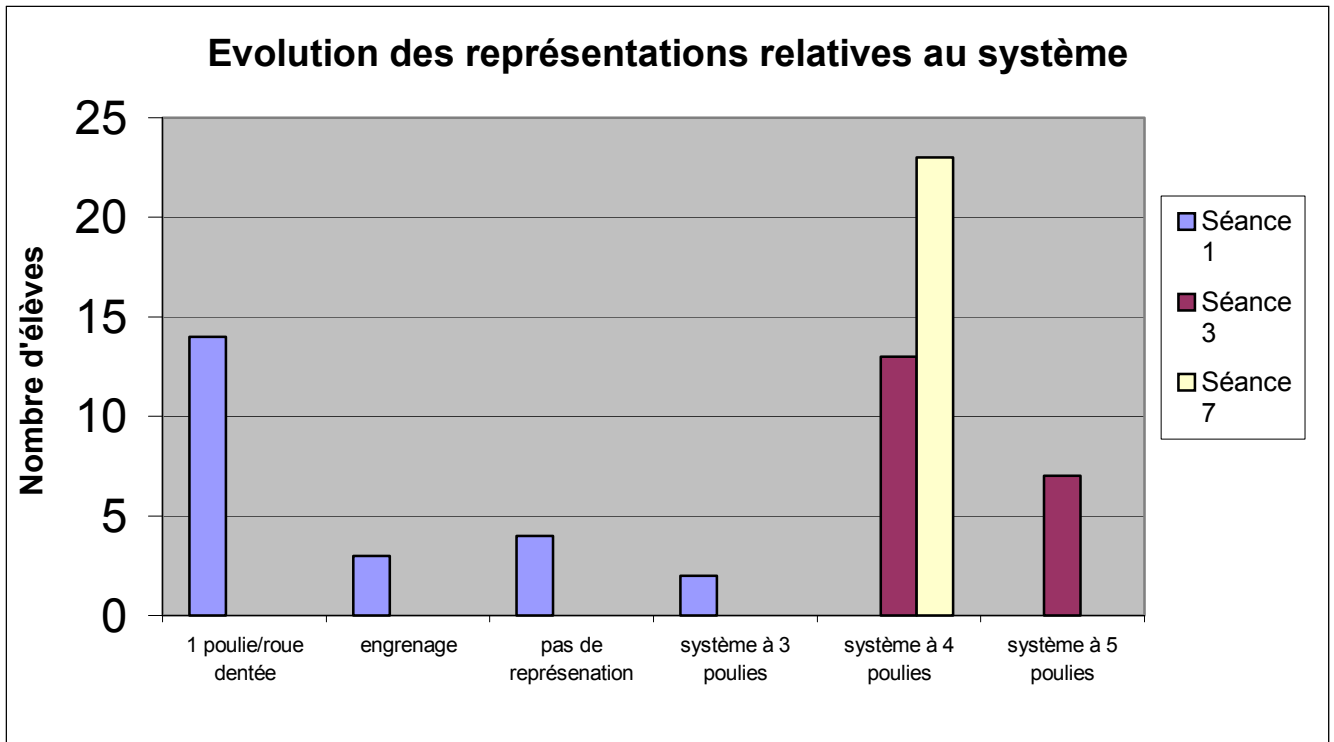
II.1 Présentation des résultats

Pour analyser l'évolution des représentations mentales de chaque élève, nous avons, d'après leurs schématisations, sélectionné les critères suivants :

- présence ou non d'une première approche technologique ;
- utilisation ou non d'un vocabulaire technique ;
- technique de schématisation ;
- utilisation ou non de phrases explicatives.

Les tableaux, établis à partir des dessins des enfants pour recueillir les données relatives aux critères pré-cités, se trouvent en annexe (7K à 7Q). Cependant il nous est apparu important de présenter d'une manière globale l'évolution des représentations et des connaissances des élèves tout au long du projet, à l'aide des deux histogrammes suivants.





Nous constatons donc, d'après l'analyse de ces deux histogrammes, que la totalité des élèves ont évolué vers un système mécanique comportant quatre poulies alors qu'initialement aucun d'entre eux n'avait atteint ce stade de représentation.

Nous allons tenter d'analyser maintenant comment les représentations initiales se sont transformées pour aboutir au système évolué évoqué ci-dessus.

Pour ce faire, nous avons décidé d'adopter une démarche par questionnement progressif en lien avec notre cadre théorique. En effet, par l'introduction même de notre projet (faire fonctionner l'ascenseur en ne montrant aux enfants que le mouvement simultané de montée et descente des deux cabines → annexes 1A et 1B), nous ne pouvions aborder notre expérimentation que par une première interrogation de laquelle découleront, par déduction, les autres.

II.2 Les représentations initiales des élèves

Première question

A partir d'un prototype, dont le système mécanique est caché, quelles sont les premières représentations des enfants ?

II.2.1 Les Représentations initiales

Après avoir observé le mouvement des cabines du prototype, chaque élève devait donner sa première représentation (voir annexes 1C à 1J) à partir de la consigne suivante : « *Comment cela marche ?* », par la schématisation.

D'après le recueil des données, (cf annexe 7N) nous constatons que, parmi les 23 élèves de la classe :

-4 se sont trouvés dans l'incapacité de schématiser le lien (comme dans le vécu, on appuie sur un bouton pour que cela fonctionne) existant entre le mouvement de translation et le mouvement de rotation.

-19 ont réussi à schématiser ce lien

→ 14 ont schématisé un système avec une poulie (10 élèves) et avec une roue dentée (4 élèves) guidant un câble dont chaque extrémité était pourvue d'une cabine.

→ 3 ont imaginé un système pourvu d'un engrenage (deux roues dentées entraînant un câble).

→ 2 ont schématisé un système à 3 poulies.

A priori, il semblerait que 5 élèves aient une représentation plus évoluée du système mécanique ; on peut émettre l'hypothèse que 2 élèves avaient déjà prévu d'éloigner les poulies afin que les cabines ne s'entrechoquent pas ; 3 ont peut-être déjà été confrontés dans leur vécu à une situation comportant des engrenages.

-15 élèves ont schématisé le système à l'intérieur du coffre par une juxtaposition de points de vue différents (internes et externes) qui nous font penser que ces élèves sont encore dans le réalisme intellectuel.

-8 élèves ont schématisé le système en dehors du coffre ; on peut émettre l'hypothèse que ceux-ci ont déjà une capacité à différencier l'objet dans sa globalité et le système le faisant fonctionner.

II.2.2 Besoin d'associer l'écrit au dessin

Nous rappelons que pour la première schématisation, nous n'avons donné aucune consigne particulière relative à la légende. Cependant, d'après l'analyse des 23 schémas, il en ressort que :

-9 élèves n'ont pas légendé leur schéma ; 2 parmi ceux-ci ont cependant éprouvé le besoin d'écrire une phrase d'explication (cf annexe 7N).

-13 élèves ont légendé en adoptant un fléchage comme lien entre le mot et le dessin associé ; cependant, 6 parmi ceux-ci ont aussi éprouvé le besoin de compléter la légende par des phrases explicatives.

-2 élèves ont légendé en adoptant la numérotation comme lien entre le mot et son dessin associé (dont un avec fléchage). Cela dénote une capacité à se diriger vers une schématisation fine. Un élève a toutefois ressenti le besoin de compléter la légende par des phrases explicatives.

Nous pouvons avancer l'hypothèse que 9 élèves ont probablement jugé leur dessin insuffisant dans la matérialisation de leur représentation d'où la nécessité pour eux de le compléter par des phrases explicatives.

II.2.3 Pseudo-vocabulaire technique

(cf annexe 7K)

La présence de la légende dans leur schématisation nous permet de faire l'analyse du vocabulaire employé. Après avoir étudié les 23 schémas, nous constatons que :

-7 élèves emploient le bon vocabulaire associé au dessin d'une *poulie* ;

-1 élève emploie le bon vocabulaire associé au dessin d'une *roue dentée* (2 autres utilisent les mots roulette et roue alors qu'ils ont dessiné une roue dentée) ;

-13 élèves ignorent (ou alors ils ne le formulent pas) le vocabulaire associé au terme poulie/roue dentée (alors qu'ils sont capables de les schématiser)

-15 élèves utilisent le terme *manivelle* (dont un emploie le mot poignée et un autre l'expression fil de fer)

-1 élève seulement emploie le terme *câble* (les autres élèves utilisent indifféremment les expressions suivantes : fil de pêche, ficelle, fil sans doute induits par le matériau employé par le PE).

-concernant le vocabulaire associé à la cabine/cage, sur 23 élèves :

*6 élèves emploient les bons termes ;

*5 élèves emploient le terme ascenseur ;

*4 élèves emploient le terme boîte ;

*1 élève emploie le terme caisse.

-enfin, sur l'ensemble de la classe, 5 élèves éprouvent le besoin de dessiner une main pour exprimer une action sur la poulie ; nous pensons que ces derniers ont eu du mal à se détacher de la démonstration du PE ou alors qu'ils ont jugé nécessaire, par l'ajout de la main, de schématiser une action de mouvement (c'est la main qui donne l'énergie musculaire en entrée).

Concernant le vocabulaire utilisé, peu d'élèves emploient déjà les termes techniques appropriés. Pour la plupart, ils emploient des termes en fonction de l'aspect de l'objet schématisé. Par contre, aucun ne schématise ou n'emploie les termes axe et courroie ; cela nous paraît logique, concernant la courroie,

car tous les systèmes (sauf 2) ne comportent qu'une poulie → pas de transmission de mouvement de rotation.

Cependant, cela est plus étonnant concernant la non schématisation des axes car on ne sait pas comment tient la poulie ; la prise en compte de l'importance de schématiser l'axe viendra lors de la phase de construction.

Réponse à la première question

Dans nos attentes de maître, technologiquement parlant, les premières représentations des enfants ne sont pas nécessairement valides quant au fonctionnement propre du système mais on sent des prémices de connaissances.

La plupart d'entre eux ont une représentation juste concernant la transformation d'un mouvement de rotation en un mouvement de translation ; cependant, les obstacles engendrés par le fonctionnement de l'ascenseur (éloignement des cabines pour éviter qu'elles s'entrechoquent, problème de contre-poids...) n'ont pas encore été anticipés par les élèves.

C'est pourquoi nous avons organisé un travail de groupe pour permettre à l'enfant de confronter ses représentations initiales avec celles de ses pairs dans le but de les faire évoluer.

II.3 Moyens mis en oeuvre pour faire évoluer les représentations des élèves

Deuxième question

Passer de l'individuel au groupe permet-il de faire évoluer ces premières représentations, et dans quelle mesure ?

II.3.1 Evolution des représentations du système à travers le conflit

(cf annexes 2A à 2G)

Individuellement l'enfant était bloqué pour pouvoir transformer ses représentations initiales. Nous pensons donc qu'une confrontation de celles-ci aux pairs s'avère indispensable. C'est pourquoi nous créons huit groupes de travail : 7 groupes de 3 élèves et 1 groupe de 2 élèves.

Il s'agit pour eux de débattre sur la validité de leur production personnelle, de confronter leurs idées et de schématiser un nouveau système sur une grande affiche (cf annexes 1K à 1N). Parmi ces 8 affiches nous constatons que :

-2 groupes ont imaginé un système à 3 poulies , soit 25% (alors qu'il y avait 2/23 productions individuelles à 3 poulies).

Analyse de ces cas

Groupe n° 3 : Gaëlle était la seule à avoir un système à 3 poulies. On peut avancer l'hypothèse que c'est apparemment elle le « leader » qui a su soit s'imposer, soit démontrer l'intérêt de son système.

Groupe n° 6 : à l'inverse , aucun n'avait pensé à un système à trois poulies. La confrontation entre pairs a donc été fructueuse car ils ont représenté un système à 3 poulies. Cette évolution des représentations au sein du groupe démontre l'intérêt réel du conflit socio-cognitif engagé.

Groupe n°7 : dans ce groupe , Nicolas était le seul à avoir pensé à un système à trois poulies au moins. Cependant , par un manque de confiance en lui , cet élève n'a pas été capable (ou bien n'a pas osé) de justifier , argumenter son point de vue. Ce phénomène a été amplifié par la personnalité forte des deux filles du groupe. Par conséquent, dans ce cas, la confrontation n'a pas été fructueuse d'où l'importance de tenir compte de la personnalité de chaque individu pour former les groupes.

-6 groupes sont restés dans un système à 1 poulies soit 75 % des représentations par groupes. Il semblerait donc que la première confrontation n'ait pas eu un impact positif sur l'évolution des systèmes . Cela nous paraît logique que regrouper trois enfants ayant pensé au même système, les conforte dans cette représentation. Par conséquent le conflit socio-cognitif apparaît comme insuffisant pour faire évoluer celle-ci.

Ainsi, nous pouvons affirmer que, de façon systématique, lorsque deux idées sont communes, donc majoritaires dans le groupe, celles-ci sont automatiquement retenues :

i) exemple

Tous les élèves qui avaient décroché le système du coffre n'ont pas réussi à conserver cette influence lors de la mise en commun par groupe. Pour chaque groupe, 2/3 avaient un système non décroché du coffre. C'est donc toujours cette idée qui l'a emporté.

ii) exemple

Lorsque deux enfants du même groupe avaient jugé nécessaire de justifier leur schématisation par une phrase explicative, celle-ci était réitérée dans la mise en commun au sein du groupe.

Tout semble donc se passer, comme si c'était la logique du nombre qui l'emporte et non la pertinence de l'idée.

II.3.2 Evolution de la légende

(cf annexe 7Q)

Nous constatons que le groupe n°5, constitué de trois élèves (qui n'avaient pas mis de légende de façon individuelle), n'a pas évolué dans la mise en commun. Il semble donc, que le conflit socio-cognitif ait été infructueux.

En revanche, nous pouvons souligner l'intérêt de la personnalité forte dans un groupe.

i) exemple :

Groupes n°2 et n°6 : ces deux groupes ont légendé leur représentation commune en reliant les termes de la légende au dessin associé à l'aide d'un fléchage alors que 2 enfants sur 3 n'avaient pas mis de légende de manière individuelle ;

ii) exemple :

Groupe n°1 : 1 élève sur 3 avait utilisé la numérotation et le fléchage comme lien de la légende. Son idée a été réutilisée dans la mise en commun.

iii) exemple :

Groupe n°7 : 1 élève sur 3 avait utilisé la numérotation , et 2 sur 3 avaient utilisé le fléchage comme lien de la légende que nous retrouvons lors de la mise en commun.

Ceci démontre bien le réel intérêt du conflit socio-cognitif engagé.

II.3.3 Evolution du vocabulaire

(cf annexe 7P)

Seulement 7 élèves sur 23 avaient employé d'une manière individuelle le terme poulie. Le conflit par pairs a permis à 5 groupes d'employer le terme poulie, donc 14 élèves soit le double du départ.

On constate que pour les groupes 5 et 7 (qui n'avaient pas employé le terme poulie), il n'y a aucune évolution ; comme cela a été dit précédemment, cette logique semble se répéter.

Enfin, pour le groupe 2, l'élève qui connaissait le terme poulie n'a pas su le conserver au sein de son équipe; on peut supposer que cet élève ne joue pas un rôle de « leader ».

Réponse à la deuxième question

Par le conflit socio-cognitif, on a constaté tout de même une évolution pour certains groupes mais les installer dans ce type de situation ne nous apparaît pas suffisant (75% d'entre eux se confortent encore dans leurs représentations du système). On s'aperçoit de l'influence importante d'une personnalité forte

dans un groupe, qui, en s'imposant, amenuise l'impact du travail de groupe sur l'évolution des représentations.

Par conséquent, la confrontation seule entre pairs est nécessaire mais pas suffisante pour faire évoluer les représentations, d'où l'introduction du matériel modulaire pour tenter de franchir les obstacles existants.

Troisième question

L'utilisation du matériel modulaire a-t-elle permis de franchir les obstacles ?

II.3.4 Phase d'appropriation du matériel modulaire

Pour permettre aux enfants de se familiariser avec le matériel modulaire, une phase ludique d'appropriation (cf annexes 2H et 2I) s'avère nécessaire. Nous leur avons proposé deux types de matériel : Lego Technic et Fisher (équivalents dans le cas de l'étude envisagée).

Ensuite, ils devront affronter la situation problème suivante : « *en réalisant le système représenté sur mon affiche, je dois valider ou non celui-ci* » (cf annexes 2J et 2K) .

II.3.5 Situation problème : obstacles rencontrés et franchissement de ces derniers

(cf annexes 3A à 3H)

Dans un premier temps, chaque groupe construit le système de « son affiche » de façon autonome ; différents problèmes sont rencontrés, nuisant au bon fonctionnement du système.

Concernant les groupes qui ont construit un système à une poulie, ils ont tous rencontrés les mêmes obstacles :

- les cabines (les objets qui les matérialisent) s'entrechoquent lors de la montée et de la descente ;
- le poids de chaque cabine doit être obligatoirement identique pour éviter un entraînement de la plus légère par la plus lourde (effet de contre-poids).

Pour faire réagir chaque groupe sur ces deux obstacles, nous avons estimé nécessaire l'intervention du PE, à savoir, faire fonctionner de nouveau notre prototype afin qu'ils intègrent bien le fait que les cabines (étant éloignées) ne se touchent pas et, qu'en lestant de façon différente les deux cabines, la plus lourde n'entraîne pas la plus légère. Cette intervention nous a semblé nécessaire pour que chaque élève soit conscient de l'existence d'une solution possible.

Concernant les deux groupes qui ont construit un système à 3 poulies, ils ont répondu, en éloignant les deux poulies, au problème d'entrechoquement des deux cabines ; par contre, en enroulant

directement le câble autour des poulies, le problème posé par la différence de poids entre les deux cabines est de nouveau rencontré.

Enfin, il est intéressant de constater que la troisième poulie fait office de poulie motrice pour les élèves.

Les groupes ayant construit le système à une poulie ont pris conscience, suite à l'intervention du PE, de l'intérêt d'ajouter une seconde poulie pour éloigner les deux cabines, ce qui les amène à un même niveau de représentation que les groupes dont le système est à 3 poulies.

La difficulté rencontrée par tous les groupes est de répondre au problème de transmission de mouvement de rotation entre les deux poulies → *quand je tourne une poulie, l'autre n'est pas nécessairement entraînée ; le fil glisse sur les poulies...*

Par tâtonnement, avec le matériel à disposition, chaque groupe prend conscience de l'utilité de l'élastique pour solidariser le mouvement de rotation des poulies. Cet obstacle surmonté, un autre s'est dévoilé : la superposition du câble sur la courroie et les conséquences de celle-ci, à savoir le déraillement et l'emmêlement du câble.

C'est pour répondre à ce problème que les élèves comprennent l'intérêt de superposer deux autres poulies afin de désolidariser la courroie et le câble.

Ainsi, les groupes ont pris conscience des deux fonctions différentes remplies par chaque couple de poulie : deux poulies servent à transmettre le mouvement de rotation et les deux autres à transformer ce mouvement en un mouvement de translation.

Ces premières difficultés résolues ont conduit les groupes à deux types de système : un système à 4 poulies détaillé ci-dessus et un système à 5 poulies, la cinquième faisant office de moteur dans l'esprit des enfants (alors qu'étant donné son emplacement, celle-ci est fonctionnellement inutile).

Cependant, le problème de contre-poids n'étant toujours pas résolu, une autre intervention du PE a été nécessaire. En effet, nous démontrons sous les yeux des élèves qu'en coupant le câble de notre prototype, une cabine chute alors que l'autre reste immobile ce qui bouleverse la représentation du contre-poids obligatoire (la cabine restante est bien plus lourde que le morceau de câble apparent).

Cette opération sert alors de situation référence pour les élèves qui doivent chercher comment rendre indépendantes les deux cabines. Il suffisait donc au PE, dès qu'un groupe pensait avoir solutionné le problème, de couper à son tour le câble du système réalisé par le groupe pour que ce dernier se rende spontanément compte de leur échec. Après plusieurs tentatives infructueuses, certains groupes ont pris conscience de la nécessité de passer d'un câble à deux câbles et de les fixer à chacune des poulies qui transforment le mouvement.

Réponse à la troisième question

Même si, au terme des deux séances pendant lesquelles les élèves manipulent le matériel modulaire, chaque groupe possède un système qui permet, à partir d'un mouvement de rotation, de créer un mouvement de translation alternatif entre deux cabines, aucun d'entre eux n'a réellement pris conscience de la relation entre le sens d'enroulement du câble en fonction de la disposition de la courroie (directe ou croisée).

Cependant, nous pouvons regretter de n'avoir pas construit une grille de critères précis afin de quantifier davantage notre propos.

Pour conclure, c'est avec le matériel modulaire et l'expérimentation qui en résulte que les élèves ont tous franchi l'obstacle, c'est-à-dire de passer d'un système à une poulie à un système à 4 poulies au moins. La modélisation a donc permis de « détruire » les représentations initiales et d'en construire de nouvelles.

II.4 Répercussions du type de matériel sur les représentations des élèves et sur les obstacles rencontrés

Quatrième question

Le franchissement des obstacles par l'utilisation du matériel modulaire a-t-il permis de faire évoluer la schématisation de leur représentation ?

II.4.1 Difficulté de se détacher du matériel modulaire au moment de la schématisation

Après avoir analysé chaque second dessin (cf annexes 3I à 3O et 4H à 4J) matérialisant les nouvelles représentations des élèves concernant le mécanisme proprement dit, et compte tenu des résultats, on constate que pour tous les élèves, les notions de transmission et de transformation de mouvements ont évolué. En effet, ils ont tous représenté un système à 4 poulies au moins.

Trois élèves étaient absents lors de cette étape. 12 élèves sur les 20 présents n'ont pas pu faire abstraction du matériel modulaire dans leur schématisation. En effet, ils restent dans « l'ici et maintenant » et juxtaposent les points de vue (réalisme intellectuel) ce qui nuit à la clarté de leur schéma.

Quant aux 8 autres élèves, cela prouve qu'ils ont bien effectué la projection du système (validé par le matériel) dans leur schéma.

Concernant la présentation de leur schéma, d'une manière générale, on constate une évolution notamment dans la légende (numérotation).

Cependant, en analysant la schématisation de chaque élève, on s'aperçoit que les élèves n'ont pas encore intégré le lien entre le sens d'enroulement du câble et la disposition de la courroie.

II.4.2 Mise en place d'une situation permettant l'évolution d'une représentation

Nous avons proposé à chaque groupe un système identique à 4 poulies avec une courroie et deux câbles (sauf pour le groupe qui a adopté une transmission pignon-chaîne).

Dans un premier temps, chaque groupe devait chercher et trouver le sens d'enroulement du câble à partir d'une courroie directe et dans un second temps à partir d'une courroie croisée (cf annexes 4A et 4B). C'est à ce moment que le groupe dont le système comportait deux roues dentées a pris conscience de l'impossibilité de croiser une chaîne ; ne pouvant proposer qu'une seule solution, ils ont changé leur système de transmission.

La prise de conscience a alors été efficace et rapide ; en effet, cette affirmation est prouvée par le résultat du Q.C.M (cf annexe 4C) relatif à cette notion : 18 élèves sur 21 présents répondent correctement.

II.4.3 Concernant le vocabulaire employé

i) Schématisation (évaluation formative)

Nous appuyant sur leur seconde schématisation, nous constatons que sur 20 élèves présents, 17 ont employé le mot poulie (dont deux ont utilisé aussi le terme de roue dentée car le mécanisme de leur seconde représentation comporte deux poulies et deux roues dentées → matériel Fischer) et 3 emploient le mot roue (cf annexe 7L).

A cause du matériel proposé, les élèves n'ont pas encore acquis le vocabulaire technique relatif au câble et à la courroie (ils utilisent indifféremment les expressions fil de pêche, ficelle pour câble et élastique pour courroie). On note d'ailleurs que le mot câble a complètement disparu ce qui prouve que le matériel employé a un impact sur les représentations de l'élève.

Toutefois, les deux élèves qui ont réalisé une transmission pignon-chaîne utilisent bien le terme chaîne et, parmi les élèves dont la transmission était effectuée par une courroie, un seul élève emploie ce terme. Enfin, seuls 5 élèves ont matérialisé les axes (légère évolution) ; l'obstacle sera vraiment franchi lors de la construction du système avec le matériau.

j) Évaluation sommative décontextualisée (cf annexes 4D et 4E)

Celle-ci permet de vérifier, d'une part, le réinvestissement du vocabulaire de tous les termes relatifs au système et, d'autre part, le sens de rotation des poulies selon que la courroie est directe ou croisée.

Cela a posé un problème car il y a eu parfois confusion entre sens d'enroulement du câble et sens de rotation des poulies. En proposant une évaluation décontextualisée, cela nous a permis de prendre

conscience que les élèves étaient capables d'employer le terme technique et non plus le nom usuel du composant utilisé en classe (exemple :élastique pour courroie).

Cette évaluation met en évidence le constat suivant : 20 élèves sur 23 ont acquis le vocabulaire technique ainsi que les notions de rotation, sens inverse, sens contraire...

Par contre, 3 élèves éprouvent encore des difficultés relatives à ces notions.

Réponse à la quatrième question

La seconde schématisation et l'évaluation sommative nous permettent d'affirmer que les représentations des élèves ont toutes évoluées, même chez les élèves qui ont subi l'influence des « leaders » lors des activités avec le matériel modulaire.

De plus, nous avons constaté que pour un même élève, le vocabulaire employé pour décrire son système pouvait différer selon le contexte : dans le cas où le système fait partie intégrante de l'objet (ascenseur), l'élève emploie le terme élastique pour courroie et fil à pêche pour câble ; il éprouve donc une difficulté pour se détacher du matériau. Dans le cas où le système est décontextualisé (évaluation), il a pour réflexe d'employer les termes techniques appropriés.

Il sera intéressant de vérifier si les élèves réinvestissent ces termes et ces notions lors de la phase de construction de l'ascenseur ; rappelons que celle-ci intervient six semaines après la quatrième séance (vacances de Noël et stage).

Cinquième question

Comment la fixation du système, avec les matériaux, intervient-elle dans l'évolution des représentations ?

II.4.4 Intérêt du marché du « bricoleur »

(cf annexes 5G et 5H)

Après ces 6 semaines d'interruption, en organisant notre « marché du bricoleur » (chaque groupe devait établir une liste du matériau nécessaire à la réalisation du système final ; le PE fournit la planche et énumère tous les matériaux et outils à disposition), nous avons pu vérifier l'ancrage des représentations et des connaissances et susciter la prévision et l'anticipation concernant le passage du matériel modulaire aux matériaux.

Nous nommerons par matériau un consommable particulier (bois, colle, clous...) et par matériel un terme générique pour désigner matériaux et outils.

II.4.5 Changement de variable didactique

Le passage du matériel modulaire aux matériaux a créé un obstacle et a fait prendre conscience de l'implicite. En effet, le matériel modulaire n'a pas permis aux élèves de prendre conscience de la nécessité de rendre 2 poulies solidaires entre elles pour un même axe, car la configuration de ce matériel faisait que 2 poulies non solidaires (éloignées) tournaient de façon simultanée.

Le clou (axe), rendant les deux poulies libres, a fait naître un nouvel obstacle : comment faire pour que deux poulies fixées sur un même axe tournent ensemble ?

Au moment du marché, aucun des groupes n'avait anticipé cet obstacle, c'est seulement lors de la phase de construction qu'ils ont pris en compte cette difficulté. Par conséquent, chaque groupe a demandé de la colle pour fixer ensemble les deux poulies.

C'est alors que les élèves ont pris conscience de l'axe ; en effet, lors de la schématisation, très peu d'entre eux avaient estimé important de dessiner les axes (5 élèves sur 20) alors que 7 groupes sur 8 ont pensé à prendre des clous pour fixer les poulies. De plus, par le questionnement du PE, ils ont été amenés à employer le terme d'axe.

D'autre part, l'objectif du marché était aussi, au bout de 6 semaines, d'amener les élèves à associer les objets et leur fonction (vocabulaire technique).

Du fait que le matériel modulaire est très fonctionnel, il dirige beaucoup la démarche expérimentale de l'élève (trous pré-perçés, axes forcément perpendiculaires, alignement des poulies...etc.). En revanche, la fixation du système sur un matériau moins élaboré que le matériel modulaire conduit l'enfant à se questionner sur la procédure à adopter pour centrer et aligner le système (utilisation d'instruments de traçage : règle, équerre pour mesurer et tracer). La variable didactique déclenchée par cette activité amène donc bien l'enfant à prévoir et anticiper avant toute construction.

Cependant, un problème a été rencontré à la fois avec le matériel modulaire et le matériau, à savoir la fixation du câble sur la poulie et sa conséquence sur son bon enroulement.

L'utilisation du fil de pêche comme câble n'a pas été un choix pertinent de notre part pour deux raisons : d'une part, il est trop fin donc difficile à manipuler même pour le PE et d'autre part il n'adhère pas à la poulie qui tourne sans entraîner le câble. De plus, le nœud effectué avec de la ficelle (câble) autour de la poulie faisait dérailler le câble. C'est pourquoi, nous avons trouvé pour unique solution, de coller le câble avec un pistolet à colle rapide.

II.4.6 Conséquences sur la dernière schématisation et les notions

(cf annexes 7A à 7J et 7M)

En analysant l'évaluation finale, de manière quantitative, nous pouvons affirmer que :

- la totalité des élèves emploient les termes poulie, câble et courroie → acquisition de ces connaissances ;

- d'une manière décontextualisée, les élèves ont tous eu la volonté de schématiser l'enroulement des câbles ce qui prouve une nette évolution de leurs représentations dans la schématisation ;
- 12 élèves sur 23 ont matérialisé les axes du système ;
- 5 élèves sur 23 ont encore besoin de compléter leur schématisation par des phrases explicatives ; rappelons qu'ils étaient 9 au départ du projet.
- concernant le sens d'enroulement du câble, dans la schématisation finale de l'ascenseur (donc contextualisé), 15 élèves sur 23 avaient correctement dessiné l'enroulement des câbles selon la disposition de la courroie. En revanche, de façon décontextualisée, 20 élèves sur 23 ont bien schématisé cet enroulement. Ainsi, nous pouvons affirmer que les notions d'enroulement du câble relatif à la disposition de la courroie sont acquises aussi bien dans la schématisation que dans l'interprétation écrite (évaluation finale).

Réponse à la cinquième question

On constate que 6 semaines d'interruption n'ont pas altéré les connaissances et les représentations des enfants. Ceux-ci ont tout de suite été capable de donner une signification à leur dernière schématisation.

Cela prouve bien que, d'une part, ils avaient « détruit » leurs représentations initiales et, d'autre part, qu'ils avaient reconstruit de nouvelles représentations durables.

Quant aux derniers obstacles non franchis, c'est la confrontation avec le matériau qui en a permis le franchissement.

Conclusion

D'un point de vue général, malgré une interruption de notre stage pendant six semaines consécutives, notre objectif initial a été atteint : à partir d'une observation d'une maquette d'ascenseur (système mécanique caché) et de l'émergence des premières représentations mentales des élèves, les amener à faire évoluer leurs représentations jusqu'à la réalisation d'une maquette identique (cf annexes 8C et 8D).

La dynamique de notre projet basée sur le principe de la boîte noire n'a pas souffert de l'interruption car nous avons anticipé cet éventuel obstacle en découpant notre stage en deux phases : la première, essentiellement centrée sur l'utilisation du matériel modulaire avec toute la connotation ludique qu'elle comporte ; la seconde axée sur la construction de la maquette de l'ascenseur et sa décoration. Cette seconde phase, de part sa nature, a permis de relancer la dynamique de projet telle qu'elle était durant la première phase. Après avoir répertorié les dernières impressions de chacun de nos élèves, nous nous confortons dans l'idée que ceux-ci se sont bien investis dans une discipline qu'ils n'avaient pas abordée depuis le début de l'année. Nous avons donc le plaisir d'affirmer que ce stage s'est globalement bien déroulé, tant dans la dynamique que dans les apprentissages.

Nous constatons qu'il a été possible, dans la première phase, de construire des apprentissages à partir de représentations initiales reposant sur des croyances souvent erronées. Pour ce faire, nous avons dû mettre en œuvre plusieurs moyens pour faire évoluer les représentations : le questionnement de l'enseignant, la confrontation entre pairs, la mise en place d'une situation problème et l'utilisation de matériel modulaire pour valider les hypothèses des élèves.

La seconde phase nous a permis de vérifier l'acquisition ou non des connaissances acquises lors de la première phase et de les valider ou non en fonction de la construction. Il a aussi été intéressant de faire prendre en compte aux élèves la facilité de réaliser un système mécanique avec un matériel modulaire et la difficulté qui en résultait en le validant avec les matériaux moins élaborés utilisés pour la construction.

Le passage de la modélisation à la construction demande, de la part des élèves, un investissement cognitif tel que nous avons choisi d'imposer les matériaux nécessaires à la construction. En prolongement et en bénéficiant d'un temps plus long, il serait d'une part, intéressant d'amener les élèves à élaborer eux-mêmes le cahier des charges, la fiche de fabrication et les matériaux nécessaires à la fabrication ; d'autre part, nous pouvons envisager de faire découvrir aux élèves d'autres types de transmissions et de transformations de mouvement (voir pages 8 et 9) ainsi qu'une autre source d'énergie que celle utilisée (musculaire) : le moteur et son principe de fonctionnement.

En conclusion, nous remarquons que notre démarche est en harmonie avec les nouveaux programmes applicables dès la rentrée 2002. Notre séquence de technologie a bien visé la construction

d'une représentation rationnelle de la matière par l'observation et l'analyse raisonnée de phénomènes suscitant la curiosité des élèves. La situation de départ (boîte noire) que nous avons mise en place a bien permis le déclenchement de leurs questions et l'expression de leurs idées préalables. Notre incitation à formuler précisément leurs idées les ont conduits à sélectionner les questions qui se prêtaient à une démarche constructive d'investigation débouchant sur la construction de savoir-faire et des connaissances.

Bibliographie

Ouvrages consultés

Ministère de l'Éducation Nationale, *Les programmes de l'école primaire*, 1995.

REBOUL O, *Que sais-je ?*, *La philosophie de l'éducation*, PUF, 6^{ème} édition, 1994, p.56.

CHARNAY R, MANTE M, *Préparation à l'épreuve de mathématiques du CRPE*, Hatier, Paris 1995.

LEBRUN M, *Des technologies pour enseigner et apprendre*, éditions De Boeck (1999), 2^{ème} édition.

MEIRIEU P., *Apprendre...oui, mais comment*, Coll. Pédagogies, ESF, Paris, 6^{ème} édition, 1990, p.120.

Mc COMBS B.L., POPE J.E, *Motiver ses élèves*, *Animer sa classe*, 1^{ère} édition, p.32.

ASTOLFI J-P, *Comment les enfants apprennent les sciences*, éditions Retz, 1998.

Sites internet consultés

<http://membres.lycos.fr/jf60/transmissions.htm>

<http://montef00.montefiore.ulg.ac.be/~jodogne/divers/spee/article4/article4.html>

<http://parcours-diversifies.scola.ac-paris.fr/PERETTI/situation-problème.htm>

Annexes

| | | |
|---------------------------|--|--|
| <u>Annexes 1 :</u> | 1A, 1B 1C, 1D, 1E, 1F 1G, 1H, 1I, 1J 1K, 1L, 1M, 1N | Le prototype du PE et sa boîte noire. Premières représentations mentales. Premières représentations mentales. Elaboration de l’affiche. |
| <u>Annexes 2 :</u> | 2A, 2B, 2C 2D, 2E, 2F, 2G 2H, 2I 2J, 2K | Présentation de quelques affiches. Débat/ critique autour de l’affiche. Appropriation du matériel modulaire. Modélisation des premières représentations mentales. |
| <u>Annexes 3 :</u> | 3A, 3B, 3C, 3D 3E, 3F, 3G, 3H 3I, 3J, 3K, 3L 3M, 3N, 3O | Evolution du système à partir de la modélisation. Secondes représentations mentales après la modélisation. |
| <u>Annexes 4 :</u> | 4A, 4B 4C 4D, 4E, 4F, 4G 4H, 4I, 4J 4K, 4L | Travail sur l’enroulement du câble et emmêlement de celui-ci. QCM relatif au sens d’enroulement du câble/ disposition de la courroie. Evaluations sommatives. Secondes représentations : dessins réduits regroupés. Questionnaire sur la construction du mécanisme. |
| <u>Annexes 5 :</u> | 5A, 5B, 5C, 5D 5E, 5F 5G, 5H 5I 5J 5K, 5L, 5M, 5N | Clouer 2 planches parallèles et utilisation de la grille d’observation. Marché du « bricoleur ». Grille d’observation. Grille de besoins. Traçage et fixation du système. |
| <u>Annexes 6 :</u> | 6A 6B 6C 6D 6E | Clouer 2 planches perpendiculaires. Clouage du coffre. Réalisation des cabines. Collage du câble par le PE à l’aide d’un pistolet à colle. - Côtes d’encombrement de la maquette d’ascenseur. - Patron des cabines d’ascenseur. |

| | | |
|----------------------------|---|---|
| <u>Annexes 7 :</u> | 7A, 7B, 7C, 7D, 7E, 7F, 7G 7H, 7I, 7J 7K, 7L, 7M 7N, 7O 7P, 7Q | Evaluations sommatives (première partie) Evaluations sommatives (seconde partie). Tableaux relatifs à l'évolution du vocabulaire. Tableaux relatifs à l'évolution de l'approche technologique entre la séance 1 et la séance 4. Tableaux relatifs aux conséquences du conflit socio-cognitif. |
| <u>Annexes 8 :</u> | 8A, 8B, 8C, 8D 8E | Décoration de l'ascenseur. Présentation des produits finis. Questionnaire de fin de projet. |
| <u>Annexes 9 :</u> | 9A de 9B à 9I | Tableau de séquence Séance 1 à séance 8 |
| <u>Annexes 10 :</u> | 10A 10B | Extrait du texte « Charlie et la chocolaterie » Questionnaire relatif au texte |