

L'enfant expérimentateur

Le statut de l'hypothèse dans l'expérience tâtonnée (suite)

L'enfant est, par nature, expérimentateur. Ses expériences ne sont pas de simples jeux, mais l'expression visible de ce que C. Freinet appelait le tâtonnement expérimental.

Quel est le statut de l'hypothèse dans son activité, ses essais, ses erreurs ? L'enfant est-il capable d'émettre et de modifier des hypothèses ?

Ce dossier, dont la première partie a été publiée en décembre, tente d'apporter des éléments de réponse.

Processus d'émission d'hypothèses observés chez les jeunes enfants (suite)

Émission d'hypothèses par imitation

L'imitation est un phénomène particulièrement fréquent, surtout chez les jeunes enfants. Nous avons pu l'observer et le voir intervenir dans le processus d'apprentissage par tâtonnement expérimental à des degrés divers. Ainsi, nous pouvons distinguer la reproduction simple de celles qui sont des variantes personnelles.

L'imitation simple

L'imitation réussie

[Encart 10]

L'expérience de Rémy sur le branchement de deux ampoules est

Sommaire

* dans le numéro précédent

Introduction

Le dispositif mis en place

Savoirs procéduraux construits avec les aimants et sur les circuits électriques

L'expérience tâtonnée se développe en plusieurs phases

– Deux exemples d'expérience tâtonnée

– Quelles sont ces phases ?

Processus d'émission d'hypothèses observés chez les jeunes enfants

– Émission d'hypothèses par rapprochement de connaissances

– Émission d'hypothèses par inférences

* dans ce numéro

– Émission d'hypothèses par imitation

– Émission d'hypothèses dans un enchaînement d'expériences

– Émission d'hypothèses par mise en commun et combinatoire des idées

– Émission d'hypothèses par imagination créatrice

(Les processus d'émission par « l'expérience pour voir » ou recherche d'hypothèses plausibles et par la recherche des contraires, ne sont pas reproduits ici en raison du volume total de cette étude clinique.)

Processus de modification d'hypothèses dans l'expérience tâtonnée

– Le principe du tiers exclu

– La recherche consciente de la cause de l'erreur

– Un interventionnisme à bon escient

Pour conclure ...

Les enfants de cet âge sont capables d'émettre et de modifier des hypothèses...

l'exacte reproduction de l'expérience de Sébastien, son voisin. Cependant, pour que celle-ci réussisse, il faut que Rémy saisisse des indices, qu'il comprenne quelle était l'hypothèse de Sébastien et qu'il se l'approprie : mettre les deux ampoules en contact par leur embout pour que le courant passe de l'une à l'autre.

Ainsi, l'observation attentive permet à la fois de s'approprier le

dispositif et l'idée qui dirigera l'action.

Ce phénomène s'est répété de nombreuses fois, aussi bien sur le thème de l'électricité que sur le thème du magnétisme au cours des expériences sur les matériaux attirés ou non attirés, sur l'attraction réciproque de deux aimants, sur l'attraction des aimants à travers un support, sur la construction de circuits électriques.

Nous avons en effet constaté, comme un phénomène naturel, la diffusion rapide dans le groupe-classe, d'expériences à effets spectaculaires, donnant lieu à la reproduction, la répétition.

L'imitation échouée

Rémy fait partie de ces enfants qui imitent beaucoup les autres. Cela signifie qu'il les observe attentivement, ce qui ne l'empêche pas d'être très actif, donc de mener de nombreuses expériences.

Cependant, il ne saisit pas toujours tous les indices. Dans le cas du tournevis incorporé, il envisage la construction du circuit sur une hypothèse fautive. Il ne trouve pas, par lui-même, la raison de son échec.

L'intervention orale de l'adulte l'aide à découvrir cette raison et par là-même à modifier sa première hypothèse.

Comme on le voit, si la saisie d'indices est défaillante, l'hypothèse utilisée conduit à un feed-back qui la détruit.

La « critique des faits » (l'ampoule qui ne s'allume pas) s'avère parfois insuffisante pour que l'individu construise une nouvelle hypothèse.



<p>Rémy a vu Sébastien brancher directement sur une pile deux ampoules en contact par leur embout. Il reproduit l'expérience et réussit. Cependant, on remarque sur le dessin une erreur : la petite lamelle semble en contact avec le verre.</p>	<p>Reproduction simple</p>	
<p>Sébastien réalise un circuit avec une succession de fils et d'objets conducteurs entre les deux lamelles : un tournevis, l'ampoule dont l'embout touche la cuillère, des pinces crocodiles.</p>		
<p>Rémy essaie à son tour de réaliser un circuit en incorporant le tournevis sur la grande lamelle. Il met en contact l'embout de l'ampoule avec le manche en plastique : échec de l'hypothèse. A la question posée : « Pourquoi l'ampoule ne s'allume pas ? », il répond, après réflexion : « C'est du plastique » et modifie la position du tournevis. L'ampoule s'allume.</p>	<p>Reproduction erronée</p>	

Encart 10 : L'imitation réussie ou échouée.

Dans ce cas, cela signifie que Rémy ne s'est pas approprié complètement l'hypothèse de Sébastien. S'il ne trouve pas la cause de l'erreur, l'intervention des pairs ou de l'adulte par ses questions élucidantes, devient nécessaire.

Des imitations avec variantes

[Encart 11]

A partir de la même découverte : l'attraction ou la répulsion de deux aimants, qui se diffuse dans le groupe, les enfants s'imitent les uns les autres en cherchant malgré tout à faire varier les positions relatives des deux aimants. Cela donne une multitude d'expériences personnelles, de répétitions dans la joie.

Dans ce cas, le principe de variabilité de la perception est présent.

En effet plus les enfants manipulent des situations variées (même si le niveau de variation est infime), plus ils augmentent leur chance d'abstraire une propriété ou une loi participant à la construction d'un concept (ici la notion de pôles par exemple).

Nous constatons donc différents degrés et nuances dans ce phénomène d'imitation qui ne sont pas négligeables parce qu'ils sont des facteurs déclenchants de l'activité de l'enfant. Ainsi, il est vrai que la

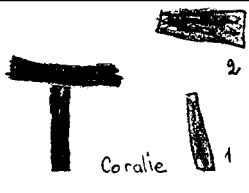
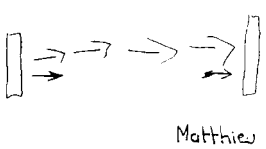
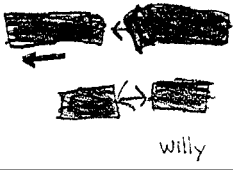
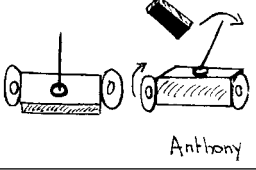

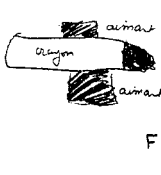
reproduction absolue d'une action, (action prise au sens large, c'est-à-dire incluant les activités mentales), nécessite de la part de l'individu observation attentive et analyse (la distinction, par celui qui imite, de tous les éléments). Il est aussi vrai que la reproduction incomplète ou imparfaite, parce que la saisie des données n'a pas été totale, est à l'origine d'une reconstruction personnelle avec une variance intéressante, car elle est source d'hypothèses nouvelles. Souvent, les enfants font

varier délibérément l'expérience imitée, avec le désir de changer quelque chose. Cette interactivité avec les hypothèses des autres est un processus d'émission important par sa fréquence d'utilisation.

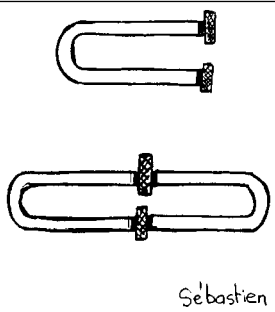
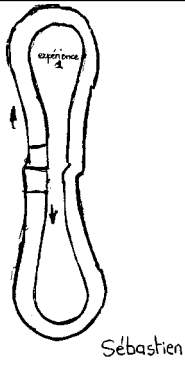
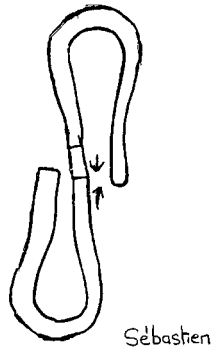
Émission d'hypothèses dans un enchaînement d'expériences

[Encart 12]

Dans le cas de Sébastien ou d'autres enfants (Adrien, Anthony, Willy,

<p>Coralie approche deux aimants en barre perpendiculairement pour « qu'ils s'attirent ». Elle constate qu'ils se repoussent. Ayant observé que pour d'autres, ils s'attirent, elle inverse les pôles de l'aimant 1 qui attire l'aimant 2.</p>	
<p>Matthieu tente aussi de les faire se repousser en les plaçant parallèlement. Son hypothèse réussit.</p>	
<p>Willy veut les positionner bout à bout, puis constatant qu'ils se repoussent, il inverse les pôles. Les aimants s'attirent jusqu'au contact.</p>	
<p>Après avoir disposé une pointe au centre et deux rondelles aux extrémités de l'aimant, Anthony approche de son dispositif un autre aimant. Il constate avec joie que l'ensemble tourne sur lui-même.</p>	
<p>Mohamed reproduit l'expérience de Quentin une semaine plus tard en nous précisant qu'il a essayé sur plusieurs doigts...</p>	
<p>Florian, lui, remplace le doigt par un crayon et obtient le même résultat.</p>	

Encart 11 : Les imitations avec variantes.

<p>Sébastien découvre l'aimant en fer à cheval. Il émet une première hypothèse : h.1 : l'aimant attire deux écrous. La réussite entraîne chez lui une seconde hypothèse, h.2 : « un autre aimant doit attirer les écrous et se coller sur eux. » Réussite. L'ensemble est solidaire.</p>	
<p>Cette réussite déclenche l'hypothèse nouvelle : h.3 : « Si j'enlève les écrous, ils s'attirent. » Le feed-back est négatif : les aimants se repoussent.</p>	
<p>D'où la quatrième expérience : en approchant une seule branche de chaque aimant, il constate l'attraction. Puis il envisage le même résultat pour les deux autres branches. Il vérifie.</p>	

Encart 12 : Sébastien enchaîne les expériences.

Jean-Marc, Emrah, Mehdi, Étienne, Coralie...), une expérience peut en déclencher une autre qui à son tour en déclenche une troisième..., etc. C'est un processus « en cascade » qui donne lieu parfois à une série importante d'expériences dans une même séance et qui confère à l'individu un grand niveau d'autonomie dans son activité.

On peut remarquer la similitude des situations expérimentées. Elle semble exister du fait de cet enchaînement d'hypothèses réussies, où le résultat positif déclenche l'hypothèse suivante.

Ces hypothèses paraissent se chevaucher parce qu'elles contiennent des éléments communs, de nature analogique, qui sont associés et combinés à d'autres.

Les deux premières expériences de Sébastien ont en commun l'aimant en fer à cheval et les écrous, d'où l'enchaînement naturel, sans doute, à l'origine de la nouvelle hypothèse :

« l'aimant attire deux écrous, un autre aimant doit aussi les attirer. »

Dans la seconde expérience, naît l'idée de supprimer les écrous et de conserver les aimants dans la même position.

Cette similitude de position des deux aimants l'engage à l'hypothèse d'attraction comme dans la précédente expérience. Mais le feedback est négatif ; il déclenche alors les hypothèses de la troisième expérience et des suivantes : conserver les deux aimants en les opposant, branche par branche.

La série d'expériences d'approche branche à branche permet à Sébastien de dissocier les pôles par leur action réciproque, sans toutefois aller plus loin.

Introduire à ce moment-là les étiquettes Nord et Sud à propos des pôles ne nous a pas paru pertinent,

du fait que ces termes n'avaient pour lui aucun sens, ignorant la notion de Nord magnétique et n'ayant fait aucune expérience avec la boussole.

Émission d'hypothèses par mise en commun et combinatoire des idées

Nous avons évoqué, à plusieurs reprises, l'action du groupe dans lequel se situe l'individu et, en particulier, les moments collectifs d'é-


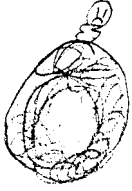
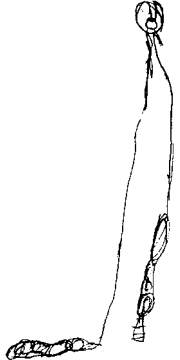
changes. Nous pouvons assembler et illustrer ici les divers objectifs de cette socialisation des individus et des savoirs privés en construction.

Kamel s'approprie l'idée d'Adrien.

[Encart 13]

C'est Adrien qui a déclenché les expériences à venir sur des corps conducteurs d'électricité, en montrant son expérience avec la boule d'aluminium en feuille : c'est l'effet du « brainstorming ».

Cet apport a laissé une trace très

<p>Au cours d'une présentation des expériences vécues au groupe, Adrien montre sa découverte : il branche une ampoule sur une pile en mettant de la feuille d'aluminium en boule entre l'embout et la lamelle. L'ampoule éclaire. Trois mois après, la première expérience qu'entreprend Kamel, c'est la reproduction de cette expérience d'Adrien sans se souvenir de l'auteur ! Le schéma est encore informe.</p>	
<p>A la suite de la réussite, il répète l'expérience de nombreuses fois et pratiquement à chaque séance dans l'atelier, avec un plaisir véritable. Il se l'est appropriée. On peut remarquer que le dessin s'est amélioré puisqu'on distingue bien l'ampoule dont l'embout est posé sur la grosse boule. Il manque seulement la pile !</p>	
<p>Mais à l'issue de ces expériences répétées, il imagine sa propre hypothèse : entourer avec de l'aluminium en feuille chaque crocodelle, y fixer deux fils à l'aide de pinces crocodiles et brancher ceux-ci sur une douille. Quelle joie devant l'ampoule qui s'éclaire !</p>	 <p style="text-align: right;">Kamel</p>

Encart 13 : Kamel, l'appropriation d'une idée.

vive dans la mémoire de Kamel. Il s'est approprié l'expérience d'Adrien, il l'a faite sienne et sa réussite est répétée par plaisir. On peut dire que ce savoir est intériorisé. Cette connaissance nouvelle et cette réussite ont facilité l'émission d'une autre hypothèse, originale et personnelle : entourer les deux lamelles de la pile avec une feuille d'aluminium. L'ampoule branchée s'allume.

Mehdi et Étienne, une combinaison des hypothèses.

Citons un autre exemple : celui de Mehdi jouxtant deux ampoules par leur embout [Encart 14]. Cette dernière hypothèse est née au cours de la présentation, par Étienne, en séance collective, de sa découverte : mettre les deux embouts d'ampoule sur une même lamelle de pile. L'hypothèse de Mehdi (contact d'un embout et d'un pas de vis) et celle d'Étienne se combinent dans son esprit pour donner la nouvelle hypothèse (branchement en série par les embouts).

Nous avons rencontré d'autres cas semblables de combinatoire des idées que favorise la séance collective. Il nous semble qu'apparaissent, dans ces situations, les démarches associatives, combinatoires, analogiques de la créativité (1).

En cas d'épuisement d'hypothèses

Il arrive que plusieurs enfants n'aient plus d'idées à expérimenter. Dans ce cas, une brève séance collective de « brainstorming » devient nécessaire pour relancer l'activité.

Ainsi, dans un groupe, nous avons fait le point sur les savoirs de chacun, en prononçant le mot « circuit » ; il a été construit un circuit simple, pièce par pièce, avec les apports de chacun. A partir de la question adulte : « Où passe le courant électrique ? », chacun a voulu le montrer du doigt.


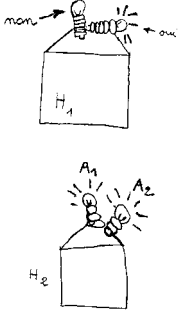
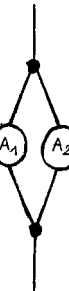


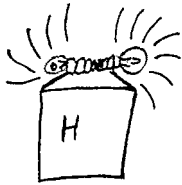
A la suggestion adulte : « Si on coupe le circuit?... », les enfants répondent « Le courant passe plus » et nous joignons le geste à la parole, à l'aide d'une pince coupante. Sous les exclamations, l'ampoule s'éteint.

Cette monstration vise, bien sûr, à relancer diverses recherches possibles sur les circuits ouverts ou fermés par un interrupteur.

Nous avons montré ensuite deux circuits complexes, construits par des enfants d'un autre groupe, pour

donner l'envie. Il s'agit de déclencher, par des exemples, de nouvelles hypothèses personnelles, en faisant appel à ce que C. Freinet désignait « la perméabilité à l'exemple ».

« L'exemple, au même titre que l'expérience personnelle réussie, tend à se fixer en un automatisme qui suscite une tendance, base d'une règle de vie parfois indéracinable. C'est comme un maillon non pas juxtaposé à la chaîne de la vie, mais imbriqué dans cette chaîne, qui en fera à jamais

<p>Mehdi veut mettre en contact deux ampoules directement branchées sur la pile. Il exprime son hypothèse par le schéma H.1. C'est un échec. Il en cherche la cause et découvre que l'embout de la première ampoule n'est pas en contact. Il envisage une deuxième hypothèse H.2 en mettant les deux embouts sur les lamelles et les ampoules jointes par leur pas de vis. Cette hypothèse réussit. (On identifie un branchement en série : schéma théorique dans la colonne centrale.)</p>		 <p>Mehdi</p>
<p>Étienne, lui, met en contact les deux embouts des ampoules sur la même lamelle, fait se toucher les deux pas de vis, puis met la deuxième lamelle en contact avec le pas de vis de la deuxième ampoule. Son hypothèse réussit. (On reconnaît là un branchement en dérivation schéma théorique dans la colonne centrale.)</p>		 <p>Étienne</p>
<p>Lors de la présentation par Étienne de sa découverte au groupe, cela donne une idée à Mehdi. Une hypothèse qu'il maintiendra malgré toutes les contraintes : relier les deux ampoules par leur embout.</p> <p>L'expérience réussie lui confirme son hypothèse. (Cette fois, il s'agit d'un branchement en série.)</p>		 <p>Mehdi</p>

Encart 14 : Combinaison des hypothèses échangées.

partie et qui, plus ou moins selon la puissance des autres maillons, donnera à la chaîne son aspect et ses qualités déterminants...


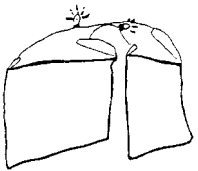
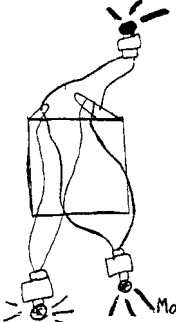
... L'enfant, nous l'avons dit, est tout occupé à ses expériences tâtonnées qui ne sont pas encore fixées en règle de vie. Il est tout occupé à forger sa chaîne. Plus il est jeune et neuf, plus donc il est perméable à l'exemple. Cette perméabilité va en s'atténuant à mesure que s'organisent les règles de vie. (2) »

Nous pourrions ajouter que, s'il n'est pas intégré directement et complètement, l'exemple devient alors un facteur déclenchant chez les individus qui y sont perméables.

Comme on peut le voir dans ces différents cas, le groupe joue un rôle important dans les processus d'émission d'hypothèses. Dans ces moments d'échanges collectifs, où nous cherchons à produire des idées, cette activité de « brainstorming » présente au moins trois intérêts :

- permettre à des enfants de s'approprier des idées émises par les autres, donc un enrichissement personnel de leur capital cognitif,



<p>Après de multiples tâtonnements et échecs dans les divers branchements qu'elle a essayés, Angéla (débutant n'ayant pas fait les expériences sur les aimants), incitée par ses pairs, se lance dans la construction d'un circuit avec plusieurs ampoules. Utilisant des douilles montées sur deux fils qui lui facilitent la tâche, elle envisage d'en brancher trois et réussit.</p>	 <p>Angéla</p>
<p>Après avoir expérimenté des circuits différents, Jean-Marc (élève en difficulté), est le seul du groupe à émettre l'hypothèse d'un circuit avec 2 piles et 2 ampoules (quatrième séance). Spontanément, il relie chaque grande lamelle à une petite lamelle par les ampoules sur douille montée. Son hypothèse réussit.</p>	 <p>Jean-Marc</p>
<p>Après une expérience réussie où il monte 2 circuits en dérivation à l'aide d'ampoules fixées sur des douilles sur socle, Matthieu tente le montage de trois ampoules. Mais dans le mélange des pinces, deux branchements ne fonctionnent pas. Nous lui suggérons de suivre le circuit avec son doigt. Il découvre l'erreur et remédie.</p>	 <p>Matthieu</p>

Encart 15 : Complexification des expériences personnelles.

- faciliter la créativité individuelle et sociale par la combinatoire des idées,
- débloquer un groupe ou des individus dans les moments de panne, par des incitations, même si elles ne sont pas toujours suivies.

Émission d'hypothèses par imagination créatrice


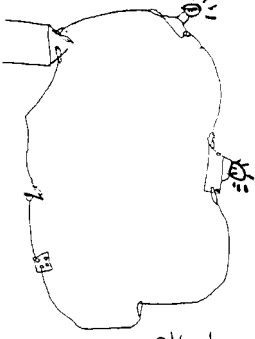
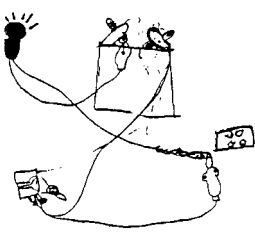
En dehors de quelques hypothèses originales comme :

- l'attraction de deux aimants à travers le doigt,

- la création d'un circuit électrique avec un seul fil,

- l'action réciproque de deux aimants en fer à cheval sur une seule branche,
- la boule d'aluminium en feuille comme conducteur,

- l'utilisation du barreau métallique de la chaise ou de la table avec l'aimant ou avec la pile et l'ampoule,
- les retournements et emboîtements d'aimants en fer à cheval pour en découvrir l'action réciproque,

<p>Emrah découvre le branchement direct puis le branchement avec un seul fil [Encart 3, dossier n° 84, décembre 1996]. Il enchaîne ses réussites avec une hypothèse originale : brancher 2 ampoules sur une lamelle en dédoublant le fil conducteur sur les embouts et il réussit, satisfait de lui.</p>	 <p style="text-align: right;">Emrah</p>
<p>Sébastien oriente ses expériences vers la construction de circuits complexes constitués de plusieurs fils et objets reliés bout à bout.</p> <p>Ici, on distingue 6 fils conducteurs et des objets divers. Il émet toujours l'hypothèse que le courant passera et celle-ci est vérifiée.</p>	 <p style="text-align: right;">Sébastien</p>
<p>Lucie, incitée par les nombreuses expériences d'Emrah, tente la construction de circuits complexes. Découvrant un interrupteur dans le matériel, après une observation attentive et sa manipulation, elle y branche ses deux fils et réussit à allumer ou éteindre l'ampoule à son gré.</p>	

Encart 16

nous avons assisté à des constructions de circuits très divers par complexification progressive.

[Encarts 15 - 16 - 17]

Nous avons remarqué plusieurs catégories d'hypothèses imaginées à l'origine de ces complexifications :

- celles qui émanent de l'idée générale d'introduire plusieurs ampoules dans un circuit,
- celles qui consistent à installer bout à bout plusieurs conducteurs,
- celles, plus rares, qui consistent à associer plusieurs piles dans un même circuit,

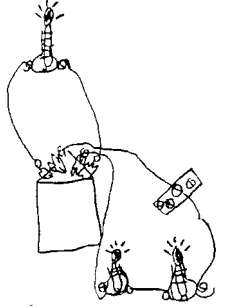
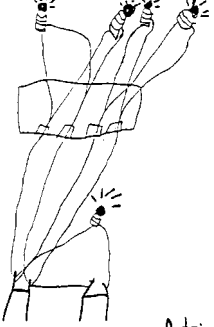
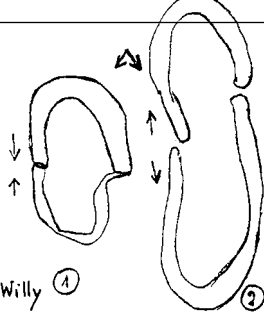
- celles qui introduisent des interrupteurs dans un circuit.

Cependant, il faut noter dans chacune de ces catégories, des hypothèses variées, liées à la personnalité de l'enfant et à ses connaissances intériorisées.

Nous avons pu observer comment se passe cette complexification.

Tantôt, c'est une imitation qui suggère l'expérience (cas d'Angéla).

Tantôt, c'est une idée personnelle qui avait à peine émergé à d'autres moments et qui ressurgit (Jean-Marc, par exemple).

<p>Anthony travaille de manière totalement autonome à construire des circuits qu'il complexifie de plus en plus. Celui-ci fait apparaître 2 circuits en dérivation sur la même pile. Le premier est simple avec une douille sur socle. Le deuxième est plus complexe avec une boîte de dérivation (une seule borne est utilisée) et deux ampoules en série. Son hypothèse est vérifiée mais l'intensité lumineuse n'est pas partout la même...</p>	 <p style="text-align: right;">Anthony</p>
<p>Adrien est un passionné ! Il a fait de multiples expériences. Il termine ses activités dans l'atelier en utilisant une boîte de dérivation, en ajoutant à chaque expérience davantage d'ampoules : deux, trois, quatre puis cinq ! La cinquième ampoule l'amène à prendre une deuxième pile. Le premier échec sur cette ampoule l'oblige à suivre chaque circuit avec le doigt. Il complète alors par le fil qui manquait entre les deux piles.</p>	 <p style="text-align: right;">Adrien</p>
<p>Willy s'intéresse à tout ce qui est inhabituel. Il découvre les aimants en fer à cheval. Il recherche, comme avec les aimants en barre, l'attraction réciproque, c'est sa première hypothèse elle est vérifiée (1). Ce qui déclenche une deuxième hypothèse (2) : « en retournant l'aimant, ils se repoussent. » Après quelques tâtonnements, celle-ci est vérifiée.</p>	 <p style="text-align: right;">Willy ① ②</p>

Encart 17

Tantôt la construction se fait par étapes successives et enrichissement progressif des hypothèses (comme pour Emrah, Sébastien, Anthony, Adrien...).

Enfin, ce peut être l'émergence inattendue d'hypothèses, nées de la rencontre avec un objet nouveau. C'est le cas de Lucie découvrant un interrupteur dans le casier à rangements, ou de Willy découvrant l'aimant en fer à cheval.

Ce processus de complexification débute, la plupart du temps, par un projet explicite, qui émerge naturellement, à un certain stade de

connaissances, c'est-à-dire après de nombreuses expériences qui ont permis l'intériorisation de savoirs élémentaires.

Cependant, toutes les hypothèses ne sont pas envisagées à la fois par l'enfant.

Il construit un premier circuit, réinvestissant certains savoirs, puis un second circuit, où il ajoute de nouveaux éléments et ainsi de suite...

– Matthieu a ainsi construit un circuit avec deux ampoules en dérivation, avant de passer à trois ampoules.

– Sébastien a construit plusieurs circuits en ajoutant toujours plus de fils, de conducteurs et d'ampoules. [Encart 16]

– Anthony a aussi construit un circuit en dérivation, puis un circuit en série, avant d'associer les deux, comme on le voit. [Encart 17]

Enfin, Adrien en est arrivé à utiliser les divers accessoires mis à sa disposition : boîte de dérivation, douilles montées, piles... construisant ainsi sept circuits différents.

Tous les exemples qui figurent dans ces trois derniers encarts sont les aboutissements, après les cinq séances d'ateliers, qui ont succédé aux expériences tâtonnées sur le magnétisme et quelques-unes sur l'électricité de l'année scolaire précédente.

L'analyse de leurs activités fait apparaître des démarches propres à la créativité (1) :

– **une démarche associative** parce que l'enfant incorpore au fur et à mesure des éléments de savoir et/ou greffe son projet sur des idées d'autrui ;

– **une démarche combinatoire** qui permet à l'enfant d'utiliser ces éléments en nombre et ordre différent ;

– **une démarche analogique**, source d'enrichissement en informations, dans les transpositions possibles d'éléments de circuits déjà construits, d'où la similitude de certaines réalisations du même enfant.

Ajoutons que ce processus de création d'hypothèses combinées est facilité par « l'imagination libre », c'est-à-dire lorsqu'on accepte toutes les idées, même « farfelues », avec suspension de jugement d'abord.

Processus de modification d'hypothèses dans l'expérience tâtonnée

La modification d'hypothèses se situe dans la quatrième phase de


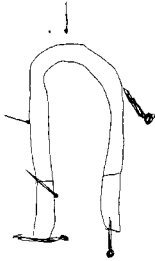

l'expérience tâtonnée [voir encart 5, dossier n° 84, décembre 1996]. Elle est dépendante du feed-back que l'individu évalue, ce qui peut expliquer certaines erreurs conduisant à la non modification de l'hypothèse ou à une mauvaise modification.

La modification d'hypothèses peut prendre diverses formes

Le principe du tiers exclu

[Encart 18]

La première expérience de Coralie ne vérifie pas son hypothèse implicite (l'aimant attire partout) :

<p>Coralie, à son tour, découvre l'aimant en fer à cheval et attire les pointes en le plongeant dans la boîte. Elle pense alors qu'en le retournant du côté de sa partie courbe dans la boîte, il va de nouveau attirer les pointes. Elle est surprise ! Il n'y a pas d'attraction.</p>	<p>Hypothèse h.1 Feed-back négatif</p>	
<p>Elle émet verbalement une nouvelle hypothèse, h.2 : « il attire pas partout ». Elle planifie son action en posant l'aimant à plat. Elle approche des petites pointes de diverses zones. Elle nous montre et déclare les zones de forte attraction, d'attraction légère et de non-attraction : « là, ça attire, là ça attire un peu, là ça attire pas. »</p>	<p>Hypothèse h.2 Recherche de précisions</p>	
<p>Coralie veut confirmer ce résultat en utilisant de la limaille de fer qu'elle a déjà expérimentée avec l'aimant en barreau. Son idée est de placer la limaille sur un carton au-dessus de la zone courbe où il n'attire pas. Son hypothèse est confirmée.</p>	<p>Autre dispositif pour vérifier à nouveau</p>	 <p style="text-align: right;">Coralie</p>

Encart 18 : Coralie et le tiers exclu.

h.1 : l'aimant en fer à cheval attire aussi dans sa partie courbe.

Elle abandonne cette hypothèse détruite par l'expérience et formule spontanément l'hypothèse contraire :

h.2 : il attire pas partout.

Si ce n'est pas l'une, alors c'est l'autre.

Dans le cas d'une situation dichotomique : « attire » et « n'attire pas », si une hypothèse est fautive, alors logiquement, l'autre est vraie.

si h.1 alors h.1 (non h.1)
fautive vraie

Nous sommes en présence du principe du tiers exclu, ainsi défini dans le dictionnaire Robert : « *de deux propositions contradictoires, il est nécessaire que l'une soit vraie et l'autre fautive, une troisième étant exclue.* »

C'est un des principes de la logique formelle mathématique que l'on trouve dans les tables de vérité, qui apparaît ici naturellement dans la pensée de Coralie.

Cette seconde hypothèse, se révélant vraie, l'entraîne vers l'expérience suivante : rechercher les zones d'attraction et de non-attraction de l'aimant en fer à cheval, approchant ainsi le concept de pôles et de zone neutre. Cependant, Coralie éprouve le besoin de confirmer et préciser son hypothèse h.2 dans une nouvelle expérience avec la limaille de fer.

Ayant déjà expérimenté cette limaille avec des aimants en barre, elle construit son dispositif. Son hypothèse encore implicite : si la partie courbe de l'aimant en fer à cheval n'attire pas, alors la limaille reste inerte, est alors vérifiée.

Nous avons là l'exemple de l'abandon de l'hypothèse détruite pour l'adoption de son contraire. Cela s'est produit pour d'autres enfants dans de nombreuses situations

dichotomiques, par exemple le tri des matériaux d'après leur nature :

– attraction ou non-attraction par un aimant ;

– conducteurs ou non conducteurs du courant électrique.

L'exemple du fil de cuivre a donné lieu pour quelques enfants à ces formes de raisonnement. Ayant fait le rapprochement entre ces deux séries d'expériences, leurs conclusions contraires à leurs hypothèses ont été source de grand étonnement : le cuivre n'est pas attiré par l'aimant mais il est conducteur de courant.

Nous remarquons l'intérêt de ce contre-exemple amenant l'enfant à ne pas conclure hâtivement de manière déductive sur les caractéristiques d'un matériau. En effet, ces enfants ont raisonné sur une inférence déductive fautive : « si le cuivre n'est pas attiré par l'aimant, alors il n'est pas conducteur. »

La recherche consciente de la cause de l'erreur

Nous avons déjà rencontré des exemples de rectification d'hypothèses par l'enfant qui cherche la raison du feed-back négatif. Revenons d'abord sur le cas d'Emrah et Mehdi (première partie : encarts 3 et 4 - Voir dossier n° 84 paru en décembre 1996) choisi pour illustrer les diverses phases de l'expérience tâtonnée.

Emrah revient immédiatement à son savoir antérieur : le branchement direct de l'ampoule (S.1- voir encart 2 - dossier n° 84) qu'il exprime gestuellement, vu ses difficultés langagières liées à son arrivée récente de Turquie. Il transfère donc ce geste sur son montage : c'est sa nouvelle hypothèse qui se révèle exacte, créant ainsi un circuit avec un seul fil !

Pour Mehdi, le processus de modification est différé : en effet, lors du feed-back, il y a abandon de l'hypothèse. Cependant, après avoir réalisé d'autres expériences sur les contacts d'ampoules, il y a retour sur cette situation, avec une hypothèse nouvelle due, sans doute, à certains échos d'expériences menées par d'autres enfants. Cette hypothèse h.2 est mise en échec. L'observation plus attentive qu'il fait de l'ampoule, de ses parties, le ramène à ce même savoir antérieur S.1. Il corrige donc son montage qu'il réussit.

Comme nous l'avons vu dans ces derniers cas et beaucoup d'autres, l'enfant est capable de chercher et trouver la raison d'un échec, de s'auto-corriger avec ou sans aide adulte. Cette prise en compte de l'échec d'une hypothèse est une caractéristique de l'expérience tâtonnée, propre à l'espèce humaine, en la différenciant des essais-erreurs. Elle mobilise sans doute chez l'individu plusieurs opérations mentales : différenciation ou discrimination, analogie... en particulier, une analyse des éléments en relation qui lui permet de trouver la cause de l'erreur.

Dans la nouvelle situation, les enfants repèrent les éléments semblables : contacts avec les deux lamelles de pile, contacts avec l'ampoule et observent les différences comme le nombre et la position des fils, la position des pinces, etc.

Nous sommes là dans un autre statut de l'erreur, qui, de sanction, devient un facteur d'auto-contrôle dans le processus de construction du savoir.

Un interventionnisme à bon escient

Il est évident que ce processus d'auto-contrôle et la modification

d'hypothèse qui en résulte n'existent pas dans toutes les expériences tâtonnées chez l'enfant jeune. S'il ne peut procéder, par lui-même, à cette analyse de l'erreur et en trouver la raison, les recours aux pairs ou à l'adulte s'avèrent nécessaires. C'est là une interactivité naturelle à gérer dans le groupe.

Ainsi, nous avons pratiqué plusieurs **modes d'intervention** selon les situations, les enfants concernés, les groupes auxquels ils appartenaient :

- par des questions élucidantes de l'adulte,
- par des suggestions verbales ou gestuelles de l'adulte,
- par l'apport d'un contre-exemple par l'adulte,
- par le « compagnonnage » de l'adulte,
- par l'intervention du groupe ou de certains de ses éléments, soit par une coactivité, soit par une présentation collective de l'erreur.

Les questions élucidantes peuvent être très diverses.

Rappelons le cas de Rémy dans l'expérience imitée du tournevis mis en circuit [Encart 10]

« Comment branches-tu l'ampoule sur les lamelles de la pile ? »

est un exemple assez fréquent pour amener l'enfant à se recentrer sur un savoir antérieur et à le transférer.

« Sais-tu montrer avec ton doigt où passe le courant électrique ? »

« Pourrais-tu dessiner ton expérience ? » avec l'erreur.

Assez souvent une telle question suffit à l'enfant pour découvrir où est l'erreur.

Le compagnonnage de l'adulte consiste, face à l'échec, à apporter une aide, soit dans la manipulation parfois délicate ou difficile du matériel au cours de l'expérience (tenir plusieurs ampoules, des fils...), soit

dans la conception-même de l'hypothèse, en montrant, en questionnant

(« comment veux-tu les mettre ? ») et **en manipulant** pour répondre à un appel du genre : « ça marche pas », alors que l'adulte sait que le feed-back devrait être positif.

Dans ces conditions, la guidance peut être forte pendant un moment, pour atteindre, dans une coaction avec l'enfant, à la réussite. On peut aller, exceptionnellement, jusqu'à faire l'expérience entière avec lui qu'il s'approprie ensuite dans la répétition.

L'intervention du groupe, devant l'échec d'une expérience, est aussi différente selon les circonstances. Ce peut être un seul individu qui intervient en montrant ce qu'il pense. Ce peut être le problème posé au groupe collectivement afin que surgissent diverses hypothèses : c'est la présentation de l'erreur à solutionner.

Nous avons attaché beaucoup d'importance à cette phase de modification d'hypothèses, quelles que soient les formes qui ont été

utilisées, afin de laisser, le moins possible, l'enfant sur un véritable échec.

Bien que nous n'ignorions pas les difficultés conceptuelles, qui exigent souvent la connaissance d'autres concepts non construits à cet âge, nous avons veillé à ne pas laisser subsister des erreurs de fonctionnement du processus de l'expérience tâtonnée comme les mauvaises évaluations dues à des défauts d'observation, de raisonnement ou des difficultés de manipulations.

Pour conclure...

Les enfants de cet âge sont capables d'émettre et de modifier des hypothèses

« L'esprit de l'enfant est capable d'acquiescer la culture à une période de sa vie à laquelle personne n'aurait cru cela possible ; mais il ne l'acquiesce qu'en fonction de sa propre activité, la culture ne peut en effet être reçue que grâce au travail et à l'affirmation de sa propre personnalité. »

Maria Montessori (3)



C'est en cherchant les différences existant entre l'apprentissage par essais et erreurs, au hasard, et l'apprentissage par expérience tâtonnée que nous avons décelé l'existence d'hypothèses, la plupart du temps implicites, dans les actions des enfants.

Attentifs à leurs découvertes, nous nous sommes aperçus que, peu ou mal formulées, elles prenaient des formes diverses.

Quand l'enfant entreprend librement une expérience, c'est-à-dire quand il veut agir avec du matériel, des objets mis à sa disposition, nous avons pu observer des niveaux différents d'hypothèses, qui fluctuent selon les personnes, les situations, les moments, l'état affectif des enfants, leur maturation expérimentale.

Souvent l'hypothèse de départ de l'enfant est une anticipation du résultat, de l'objectif visé

Il a, à ce moment-là, une idée directrice : « je veux faire un circuit..., ça attire..., je vais mettre deux ampoules..., elles s'allument... », etc. Dans ce cas, l'enfant a un projet qui, la plupart du temps, s'avère évolutif, car au cours de sa réalisation, naissent de nouvelles hypothèses imprévues. Dans cette situation favorable, l'hypothèse dirige l'action. C'est l'hypothèse-prévision.

Si l'enfant n'a pas d'idée précise au départ, il entreprend malgré tout une action :

– soit il se familiarise avec l'objet ou la situation sans viser un résultat : c'est une simple appropriation

– soit il vise un résultat à atteindre, comme « les aimants s'attirent », mais sans observer ni envisager

comment il peut y parvenir. Il procède à des essais successifs au hasard, sans hypothèse. C'est une méthode d'essais-erreurs, à l'aveuglette au départ. Cependant, dans cette éventualité, les premiers essais sont souvent générateurs d'hypothèses, inattendues pour l'enfant, dès que l'action est entreprise. Dans cette situation, c'est l'action qui est génératrice d'hypothèses.

On peut remarquer aussi que les hypothèses naissantes engageront l'enfant vers d'autres hypothèses imprévues par lui, l'amenant parfois à abandonner l'action entreprise pour changer complètement son dispositif.

Cette interactivité entre l'hypothèse et l'action s'inscrit dans un processus d'auto-régulation

de nature cybernétique qui se développe avec les autres phases de l'expérience tâtonnée, processus créateur de nouvelles hypothèses. Il y a là une dynamique interne, propre à l'individu, qui entretient et élargit cette production d'hypothèses, doublée d'une dynamique externe sociale créée par le phénomène de personnalisation générale dans l'interactivité coopérative de la classe.

« L'enfant est donc capable d'émettre des hypothèses sur les conditions de production des phénomènes, et les références qu'il utilise pour ses expériences mentales, s'enrichissent de multiples informations qu'il recueille sur les rapports de cause à effet, au cours de ses contacts avec les êtres et les choses de son entourage. (4) »

L'hypothèse et sa modification différencient donc l'expérience tâtonnée et le tâtonnement expérimental du tâtonnement par essais et erreurs. Même si certaines similitudes avec l'expérience scientifique sont appa-

rentes (hypothèse-vérification-modification tenant compte de l'apport de l'expérience), le **tâtonnement expérimental** n'est ni le tâtonnement aveugle, ni la méthode expérimentale scientifique ; il se définit comme un processus d'apprentissages personnalisés qui s'exerce simplement lorsque les êtres humains procèdent par des **méthodes naturelles** dans tous les domaines d'activité.

*Corine Lèmery,
avec la participation
d'Edmond Lèmery*

Extraits du mémoire référencé ()*

Bibliographie :

(*) *Pour une clinique d'apprentissages scientifiques personnalisés chez l'enfant de 5 à 7 ans*, mémoire de maîtrise en Sciences de l'éducation soutenu le 4/09/1996, à l'université Lumière, Lyon 2 par **Corine Lèmery** (École maternelle Mercoeur, Clermont-Fd), directeur de recherche M. Develay.

(1) *Clefs pour la créativité*, **Hubert Jaoui**, Éditions Seghers.

(2) *Ceuvres pédagogiques : Essai de psychologie sensible*, **Célestin Freinet**, Tome 1, Éditions du Seuil.

(3) *L'Esprit absorbant de l'enfant*, **Maria Montessori**, Éditions Desclee de Brouwer.

(4) *Enseigner et faire apprendre*, **Louis Not**, Collection Formation/Pédagogie, Éditions Privat.

