

La construction des sciences physiques par les représentations et les erreurs : cas des phénomènes magnétiques

Abdeljalil MAAROUF

École Normale Supérieure
B.P. S.41
Marrakech, Maroc.

Salah BENYAMNA

École Normale Supérieure
Av. Oued Akreuch, B.P. 5118
Rabat, Maroc.

Résumé

Cet article présente une étude qui vise à élucider les causes qui peuvent expliquer les difficultés éprouvées par les élèves marocains âgés de 13 à 20 ans dans leur apprentissage du magnétisme. L'analyse et l'interprétation des discours des élèves relatifs à l'explication de phénomènes magnétiques ont permis, d'une part, de reconstruire les représentations qui fondent ces discours, d'autre part de rechercher les liens qui pourraient exister entre ces représentations et les difficultés d'apprentissage du magnétisme .

Mots clés : *phénomène magnétique, apprentissage, représentation, système explicatif, mode de savoir.*

Abstract

This article presents a study that aims to elucidate the causes that could explain the difficulties revealed by Moroccan students aged between 13 and 20 in their learning of magnetism. The analysis and interpretation of students' speeches related to the explanation of the magnetic phenomena have permitted us to reconstruct the representations on which these speeches are based and to research the links that may exist between these representations and the difficulties of learning magnetism.

Key words : *magnetic phenomenon, learning, representation, explanatory system, mode of knowledge.*

Resumen

Este artículo presenta un estudio que tiene como objetivo elucidar las causas que pueden explicar las dificultades reveladas por los alumnos Marroquies, cuyas edades están comprendidas entre 13 y 20 años, dentro del aprendizaje del magnetismo. El análisis y la interpretación de los discursos de los alumnos relativos a la explicación de fenómenos magnéticos, ha permitido por una parte, reconstruir las representaciones sobre las cuales estos discursos están basados ; y por otra parte, buscar los nexos que podrían existir entre estas representaciones y las dificultades de aprendizaje del magnetismo.

Palabras claves : *fenómeno magnético, aprendizaje, representación, sistema explicativo, modo de saber.*

INTRODUCTION

Au cours de la dernière décennie plusieurs essais de rénovation de l'enseignement des sciences physiques ont vu le jour. Axés principalement sur un remodelage de l'organisation séquentielle des contenus et non sur les difficultés éprouvées par les élèves dans leur apprentissage des sciences physiques, ces essais ont montré leurs limites.

Le programme de recherche portant sur les conceptions spontanées (Pfundt & Duit, 1991) qui a, en quelque sorte, pris au sérieux non seulement ce que les élèves savent déjà au moment où ils abordent l'étude des sciences mais aussi, comment ils le savent, éclaire d'un jour nouveau les problèmes liés à l'apprentissage des sciences.

En effet, avant que ce programme ne soit amorcé au début des années soixante-dix, quand l'accent est mis sur ce que l'élève savait déjà, c'est en termes de prérequis que cela est fait. Dans la pratique d'enseignement/

apprentissage on n'a jamais posé de questions sur la façon selon laquelle ce savoir est structuré ni sur ses significations.

C'est pourquoi la présente étude (Maarouf, 1994) s'est appuyée sur le concept de représentation pour donner sens aux difficultés rencontrées par les élèves marocains dans leur apprentissage des phénomènes magnétiques au lieu de considérer ces difficultés comme de simples accidents de parcours. Ainsi, l'objectif principal est de répondre aux deux questions :

– quelles représentations se font les élèves de 13 à 20 ans de quelques phénomènes magnétiques ?

– comment évoluent ces représentations lorsqu'ils avancent dans l'apprentissage du magnétisme ?

1. POURQUOI LES PHÉNOMÈNES MAGNÉTIQUES ?

Avant de répondre à cette question, il convient de souligner que l'utilisation des représentations dans l'explication des phénomènes physiques ne relèvent pas que du seul domaine du magnétisme. Au contraire, la littérature est riche en exemples où cette notion est largement utilisée dans d'autres domaines tels que la mécanique, l'électricité, l'optique, etc. (Clément, 1982 ; Closset, 1983, 1989 ; Shipstone et al., 1988 ; Osborne et al., 1993).

Le choix de ce domaine relève d'un certain nombre d'observations et d'analyses portant sur les difficultés rencontrées par les élèves dans leur apprentissage des phénomènes magnétiques. Nous pouvons citer les difficultés qui sont dues au fait que l'étude de ces phénomènes fait intervenir plusieurs concepts physiques différents : par exemple, l'étude de l'interaction magnétique fait intervenir les concepts de force, de vitesse, de courant et de champ. Et on s'attend à ce que les élèves rencontrent beaucoup de difficultés à manipuler en même temps ces différents concepts et à choisir ceux qui conviennent à l'explication d'une situation problématique donnée. S'ajoutent à ces difficultés celles dues à l'utilisation d'un formalisme mathématique poussé. Par exemple, l'étude des forces de Laplace et de Lorentz, au niveau de l'enseignement secondaire, fait intervenir le produit vectoriel avec lequel les élèves sont peu familiarisés. D'autres difficultés proviennent de l'étude des phénomènes magnétiques en tant que représentation spatiale. Par exemple, les élèves ont beaucoup de mal à placer sur un schéma la force de Laplace même lorsqu'ils disposent de techniques simples (règles du tire-bouchon, des trois doigts, du bonhomme d'Ampère, etc.)

2. POURQUOI LES REPRÉSENTATIONS ?

Inscrire cette étude dans la problématique des représentations revient à donner sens aux difficultés éprouvées par les élèves dans leur apprentissage des sciences en les reliant à ce qu'ils savent déjà et en cherchant à savoir comment ils mobilisent ces savoirs pour produire des explications. Il a été largement démontré qu'il n'est plus possible de considérer l'élève comme un "réceptacle passif" dans lequel l'enseignant déverse des savoirs préfabriqués ou comme une marionnette cognitive soumise aux aléas des *stimuli* fournis par l'environnement. En toute occasion, comme le souligne Ullmo (1967), «*nous ne pouvons même pas sentir ou percevoir sans y apporter de nous-même, de notre acquis. La pensée ne se laisse jamais éliminer. Ceci, qui va de soi en physique, se démontre aussi bien dans toute activité scientifique*». Et cela s'applique aussi à l'élève dans son apprentissage des sciences.

Nous aurons certes à montrer, par la suite, qu'il en est bien ainsi mais pour l'instant un exemple suffira. Benyamna (1987) a montré, lors d'une recherche, que, malgré un enseignement long en physique, les élèves interprètent les phénomènes liés au concept de chaleur comme s'il existait une substance «chaleur», ce qui les conduit à des impasses intellectuelles importantes. Autrement dit, les élèves ont intégré le terme chaleur à l'aide des représentations substantialistes qu'ils avaient élaborées avant tout enseignement de la physique.

Il est surprenant de constater que le magnétisme, à l'instar du reste des sciences physiques, présente, aux élèves, plusieurs difficultés d'apprentissage alors qu'il n'est pas autant étudié par les chercheurs, sur le plan des représentations, que les autres domaines de la physique comme l'électricité et la mécanique, par exemple. Cependant, les mêmes arguments qui ont conduit à l'étude des représentations des élèves à propos des phénomènes naturels en général restent valables, à notre avis, dans le cas où ces phénomènes relèvent du domaine du magnétisme.

3. LE CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Le déroulement de l'investigation s'est passé en deux phases. La première, dite de pré-expérimentation, a servi à la mise à l'épreuve de la méthode suivie dans la collecte des données et à ajuster les instruments adoptés à cette fin. La deuxième phase, dite d'expérimentation, a eu pour objectif la collecte et l'analyse des données relatives à l'explication de quatre phénomènes magnétiques : l'aimantation, la désaimantation, l'interaction magnétique, l'induction électromagnétique. **Seuls les résultats de l'expérimentation seront présentés dans cet article.**

Des épreuves écrites et des entretiens non directifs ont été utilisés pour collecter les données auprès de quatre groupes d'élèves de l'enseignement fondamental et de l'enseignement secondaire.

Les caractéristiques identifiant les quatres groupes sont résumées dans le tableau 1.

Groupe	Niveau scolaire	Âge	État d'avancement de l'enseignement sur le magnétisme	Nombre d'élèves qui ont participé aux épreuves écrites	Nombre d'élèves qui ont participé aux entretiens non directifs
G1	Huitième année Fondamentale	de 13 à 15 ans	Aucun enseignement sur le magnétisme	10	5
G2	Neuvième année Fondamentale	de 14 à 16 ans	Premier enseignement sur le magnétisme	10	5
G3	Deuxième année Secondaire	de 16 à 18 ans	Deuxième enseignement sur le magnétisme	10	5
G4	Troisième année Secondaire	de 17 à 20 ans	Troisième enseignement sur le magnétisme	10	5

Tableau 1 : **Caractéristiques des groupes d'élèves qui ont participé aux épreuves écrites et aux entretiens**

Selon les inspecteurs chargés de l'élaboration des programmes de sciences physiques, les modèles présentés aux élèves sont repris et complétés, suivant une démarche en spirale, chaque fois que l'on passe d'un niveau au niveau supérieur. C'est ainsi qu'en neuvième année de l'enseignement fondamental, l'enseignement du magnétisme est réduit à une description sommaire des phénomènes d'aimantation (aimantation d'un corps par un aimant ou par un courant électrique) et des phénomènes d'interaction entre les corps aimantés – cette description est souvent présentée sous forme magistrale et illustrée quand cela est possible par des expériences réalisées par l'enseignant.

Au cours de la deuxième année secondaire, l'étude de ces mêmes phénomènes est fondée sur un modèle faisant intervenir des concepts, nouveaux pour les élèves, tels que ceux de champ magnétique, de force de Lorentz et de force de Laplace. En troisième année secondaire, le même modèle est complété par l'introduction des phénomènes d'induction électromagnétique.

Pour avoir des informations sur la façon dont les élèves expliquent les phénomènes magnétiques, nous avons construit sept situations expérimentales qui mettent en évidence les quatre phénomènes objets d'étude. Chaque situation présente un certain nombre d'expériences de telle façon que chaque phénomène soit mis en évidence par plusieurs expériences à la fois. Par exemple, le phénomène de désaimantation est mis en évidence par l'expérience 2 de la situation 2, par l'expérience 2 de la situation 3 et par l'expérience 2 de la situation 6.

Ces croisements nous ont permis des comparaisons entre les explications élaborées par les élèves à propos de chaque phénomène étudié dans des situations différentes.

Chaque situation est présentée à l'élève qui commence par observer ce qui se passe devant lui. Ensuite, on lui demande de décrire ce qu'il a observé. Enfin, il prend le temps nécessaire pour expliquer ce qu'il a observé et décrit auparavant. Cette même démarche est reprise lors du passage d'une expérience à l'autre à l'intérieur d'une même situation. A chaque situation correspond une épreuve écrite. Au total, sept épreuves écrites ont été administrées.

La figure 1 présente un exemple d'épreuve écrite : celui correspondant à la situation 2 ; les autres situations se trouvent en annexe.

Expérience 1 : Nous mettons en contact respectivement chacune des quatre tiges avec l'aimant et nous approchons les tiges des petits clous en fer.

Expérience 2 : Nous retirons l'aimant pour les quatre tiges :

Les questions à poser :

- Décrire ce que vous avez observé dans chaque expérience.
- Expliquer le phénomène mis en évidence par chaque expérience.

Figure 1 : Situation 2 qui correspond à la deuxième épreuve écrite

Dans les feuilles que nous avons distribuées aux élèves, pour chaque expérience, il y a une partie réservée à la description des observations et une deuxième partie aux explications (voir figure 2).

Situation 2	
Expérience 1 :	
Description des observations :	

Explication :	

Expérience 2 :	
Description des observations :	

Explication :	

Figure 2 : **Feuille 2 réservée à la situation 2 (pour répondre à l'épreuve écrite 2)**

Les épreuves écrites ont été suivies de vingt entretiens non directifs concernant les sept situations qui ont fait l'objet des épreuves écrites. Ces entretiens ont été réalisés individuellement avec des élèves choisis, dans chaque groupe, parmi ceux qui ont participé aux épreuves écrites et qui ont manifesté un certain intérêt pour cette recherche (cinq élèves par groupe). Ils ont permis d'amener ces élèves à expliciter leurs discours, et nous avons pu saisir le dynamisme de leur pensée.

C'est ainsi, que, pour chaque expérience, et pour démarrer l'entretien, nous avons posé une question d'ordre général qui restait au niveau de l'observé. Par exemple, pour l'expérience 2 de la situation 2, nous avons posé, à chaque élève, la question «*pourquoi, à ton avis, lorsqu'on éloigne l'aimant la tige d'acier attire toujours les clous contrairement à la tige de fer doux ?*»

Les questions qui ont suivi dépendaient des réponses de l'interviewé à la question de départ et se sont rapportées, particulièrement, aux

significations que l'élève donne à certaines notions et explications utilisées dans son discours. À ce propos, nous avons posé des questions telles que :

- «*Que signifie, pour toi, "propriété de l'aimant" ?*»
- «*Que veux-tu dire par "disparition de la propriété de l'aimant" ?*»

Chaque entretien, réalisé sous forme d'une séance d'une heure environ, a été enregistré puis transcrit.

4. LES RÉSULTATS

L'analyse des données recueillies lors de la passation des épreuves écrites et lors des entretiens, nous a permis de construire quatre types de représentations. La première se fait en termes de passage de «*quelque chose*» d'un agent (source du champ magnétique, source de tension, circuit) à un patient (objet à aimanter, circuit). C'est ce que nous avons appelé une *représentation causale linéaire* (Tiberghien & Delacôte, 1976 ; Rozier, 1987). La deuxième se fait en termes de perte de «*quelque chose*» par les corps manipulés. Nous l'avons appelée représentation de restitution. La troisième fait intervenir la localisation de quelque chose ; alors que la quatrième mobilise le déplacement de particules dans les corps manipulés.

La représentation causale linéaire fonde les discours des élèves des quatre groupes et concerne les quatre phénomènes objets d'étude. Cependant, les propriétés attribuées au médiateur (intermédiaire entre l'agent et le patient) changent d'un groupe à l'autre et parfois d'un élève à l'autre dans un même groupe.

La plupart des élèves (9/10) du premier groupe (G1) considèrent le médiateur comme ayant un aspect abstrait en utilisant les notions de «force» et «d'énergie». C'est ainsi que les explications fournies attribuent au magnétisme des caractéristiques abstraites qui peuvent circuler dans un corps, dans un circuit, ou passer d'un corps à un autre. Par exemple, dans le cas du phénomène d'aimantation, les élèves estiment que :

«*Il y a passage de cette force d'attraction de l'aimant à la tige d'acier [...] il y a déplacement de la force d'attraction à travers toute la tige d'acier et à ce moment l'autre extrémité peut attirer les clous.*» (Élève de G1)

«*On peut dire que l'acier est un corps qui gagne une partie de l'énergie de l'aimant.*» (Un autre élève de G1)

En ce qui concerne les élèves du deuxième groupe (G2) et du troisième groupe (G3), certains d'entre eux (3/10 pour chaque groupe)

considèrent le médiateur de la même façon que les élèves du groupe G1 mais en utilisant d'autres appellations telles que «*propriété de l'aimant*», «*aimantation*», etc.

«*La tige d'acier a gagné la propriété de l'aimant.* » (Élève de G2)

«*C'est la tige d'acier qui gagne une aimantation puisqu'elle attire les clous.*» (Élève de G3)

Par contre d'autres élèves de G2 (4/10) identifient le médiateur à une forme de la matière : «*électrons*», «*ions*», «*constituants*», ou «*matière magnétique*». Selon ces élèves, l'aimant est constitué d'une matière qui lui permet d'avoir certaines propriétés telles que le pouvoir d'attirer certains objets. Quand cette matière est gagnée par un corps, ce dernier acquiert les propriétés de l'aimant comme l'illustre l'explication suivante :

«*Il y a échange de constituants, la tige d'acier reçoit des constituants provenant de l'aimant et elle devient aimantée c'est-à-dire capable d'attirer comme si elle est devenue un aimant[...] Ces constituants peuvent être une matière naturelle qui attire les clous.*» (Élève de G2)

De même, certains élèves du troisième groupe (5/10) comme ceux du quatrième groupe (10/10) attribuent aussi un aspect matériel au médiateur en l'identifiant uniquement à des porteurs de charges électriques. Pour ces élèves, la présence de deux corps, l'un à côté de l'autre, suffit pour que les porteurs de charges passent de l'un à l'autre – une sorte de mouvement spontané du magnétisme. Ces élèves semblent considérer que certains corps émettent des porteurs de charges dès que certains objets se trouvent dans leur voisinage.

«*De l'aimant à la tige passe une charge positive et de la tige d'acier à l'aimant passent des charges négatives [...] la tige d'acier devient chargée avec une charge positive.*» (Élève de G3)

La représentation de restitution ne concerne que le phénomène de désaimantation. Elle se rencontre chez les élèves des quatre groupes. Cependant, les propriétés attribuées à la chose perdue changent d'un groupe à l'autre ou d'un élève à l'autre au sein du même groupe.

Pour les élèves du premier groupe (7/10), la chose perdue a un aspect abstrait et prend les appellations «*force*» et «*énergie*» :

«*Lorsqu'on retire l'aimant, les clous tombent et la force disparaît.*» (Élève de G1)

De même, certains élèves des trois autres groupes (3/10 pour G2, 4/10 pour G3 et 3/10 pour G4), donnent aussi un aspect abstrait à la chose perdue en utilisant d'autres notions telles que : «*propriété de l'aimant*», «*force magnétique*», «*propriété d'aimantation*», etc.

«Pour le fer, il perd la propriété d'aimantation dès qu'on retire l'aimant.»
(Élève de G2)

«Le fer gagne cette propriété d'aimantation d'une façon temporaire, c'est-à-dire il perd cette propriété dès que le circuit s'ouvre.» (Élève de G3)

«Pour le fer, les clous tombent dès qu'on retire l'aimant, c'est-à-dire il y a disparition de la propriété de l'aimant.» (Élève de G4)

Par contre, d'autres élèves de ces trois groupes (4/10 pour G2, 3/10 pour G3 et 6/10 pour G4) attribuent un aspect matériel à la chose perdue en recourant à différentes appellations : «constituants», «électrons», «charges électriques», etc.

«La tige d'acier garde son aimantation, c'est-à-dire elle garde toujours les constituants provenant de l'aimant tandis que la tige de fer les perd lorsqu'on éloigne la tige du champ magnétique.» (Élève de G2)

«Lorsqu'on ouvre le circuit la tige de fer a perdu les électrons qu'il a reçus de la pile, mais la tige d'acier attire toujours les clous car elle garde les électrons reçus de la pile.» (Élève de G4)

Quant à la représentation qui fait intervenir la localisation, elle fonde particulièrement les discours des élèves des quatre groupes au niveau du phénomène d'interaction magnétique. Cette représentation consiste à attribuer au magnétisme le statut d'une chose abstraite ou d'une substance se localisant dans des endroits précis des corps manipulés. La chose en question est tantôt appelée «force», tantôt désignée comme une «matière de l'aimant». Parfois, elle est identifiée à des porteurs de charges électriques.

Pour les élèves du premier groupe (5/10), cette «chose» est appelée «force». Cette dernière est localisée à un endroit donné du corps (Viennot, 1979) et conservée pour une éventuelle utilisation.

«J'explique cette expérience [attraction entre l'aiguille aimantée et le barreau de fer] par le fait que l'aimant laisse une force dans l'aiguille pour un certain temps, ce qui permet au fer d'attirer l'aiguille parce que la force se trouve toujours dans l'aiguille.» (Élève de G1)

Les élèves du deuxième groupe (7/10) parlent souvent de charges électriques et parfois de constituants tout court. Ces charges et ces constituants sont localisés dans les extrémités des corps et leur nature diffère d'une extrémité à l'autre dans un même corps (une distinction qui explique l'existence de deux pôles) :

«La cause de l'attraction [entre le pôle Nord et le pôle Sud] est la différence qui existe entre les constituants [...] On sait que deux extrémités ayant des constituants identiques se repoussent.» (Élève de G2)

« Il y a attraction [entre l'aimant et la bobine], donc l'une des extrémités de l'aimant contient les mêmes électrons que ceux qui se trouvent dans la bobine, c'est pourquoi il y a attraction entre les deux. » (Un autre élève de G2)

Quant aux élèves du troisième et du quatrième groupe (respectivement 5/10 et 8/10), ils utilisent les notions de porteurs de charges électriques pour expliquer les phénomènes magnétiques étudiés. Dans le cas de l'interaction magnétique, ils localisent ces porteurs dans les extrémités des corps. Selon eux, les deux extrémités d'un corps possèdent des porteurs de charges électriques de signes opposés. Les extraits d'explications qui suivent l'illustrent d'une façon claire :

« La cause de la répulsion est que les deux extrémités ont la même charge électrique [...] la répulsion est due à des charges qui sont identiques et l'attraction à des charges qui sont opposées. » (Élève de G3)

« Il y a des charges négatives dans la bobine parce que on sait qu'elle est chargée par les électrons et on sait que la charge des électrons est négative. Donc lorsqu'on approche la bobine de l'aimant, il y a attraction parce que l'aimant contient des charges positives. » (Un élève de G4)

Enfin, la représentation substantialiste faisant intervenir le déplacement de particules dans les corps manipulés n'est pas dominante et ne sous-tend que les discours de quelques élèves du troisième et du quatrième groupe (respectivement 3/10 et 2/10). Conformément à cette représentation, les phénomènes magnétiques sont dûs au mouvement des électrons ou des ions dans un corps donné. Ce type d'argument concerne surtout les phénomènes d'aimantation et de désaimantation.

Pour expliquer le phénomène d'aimantation, certains élèves des groupes G3 et G4 parlent de déplacement d'électrons au sein des corps comme l'illustrent les citations suivantes :

« On peut expliquer ceci par le déplacement des électrons aimantés dans les tiges d'acier et de fer. » (Élève de G4)

« Comme les électrons se déplacent rapidement et sont libres, ils reviennent rapidement pour combler des endroits vides, c'est pourquoi les clous tombent. » (Élève de G3)

« Il [le fer] est capable de revenir à son équilibre électrostatique, c'est-à-dire les électrons reviennent à leurs places initiales avec une grande vitesse. » (Élève de G4)

5. QUELQUES REMARQUES

L'examen des représentations décrites ci-dessus permet de remarquer que certains aspects ne changent pas alors que d'autres changent lorsqu'on passe d'un groupe d'élèves à un autre plus avancé en sciences physiques. À l'exception de la représentation substantialiste faisant intervenir le mouvement de particules au sein des corps manipulés qui se retrouve seulement chez les élèves des troisième et quatrième groupes, les autres représentations sont partagées par l'ensemble des élèves des quatre groupes.

Ces représentations sont substantialistes pour certains élèves mais pas pour d'autres. C'est pourquoi les propriétés, attribuées à la « chose » utilisée dans ces représentations selon des descriptions diverses (passage d'un corps à un autre, perte par un corps, localisation dans un corps), changent d'un groupe à l'autre et, parfois, d'un élève à l'autre dans un même groupe.

En plus, nous avons constaté que la présence de l'aspect abstrait s'amenuise dès le deuxième groupe, alors que la présence de l'aspect matériel gagne du terrain. Une interprétation possible serait l'influence de l'enseignement qui introduit des notions nouvelles comme ; « ion », « électron » etc., sans préciser clairement que « la notion de particule résulte d'une construction intellectuelle et se démarque nettement de l'idée de chose ou de substance matérielle. » (Benyamna et al., 1993, p. 73).

CONCLUSION ET DISCUSSION

À la question "pourquoi les élèves rencontrent-ils des difficultés dans la compréhension des phénomènes magnétiques ?" la présente étude permet de répondre partiellement ainsi : parce qu'ils se sont faits des représentations de ces phénomènes qui diffèrent de celles véhiculées par les modèles scientifiques.

Il semble donc que les élèves abordent l'apprentissage des phénomènes magnétiques avec des représentations construites avant et/ou pendant l'enseignement des sciences. En d'autres termes, les élèves ont construit un système explicatif capable d'interpréter les phénomènes observés au même titre que le font les physiciens lorsqu'ils élaborent une théorie scientifique explicative donnée. Et, comme tout système explicatif, les représentations constituent un instrument de sélection, d'analyse, et d'interprétation des messages qui seraient plus compatibles avec ces représentations. Le système explicatif construit par les élèves est d'autant plus important qu'il se retrouve chez plusieurs générations d'élèves (ou plusieurs niveaux différents).

Ce système n'a rien à voir avec le monde des relations et des modèles, c'est-à-dire le savoir scientifique. C'est pourquoi les élèves éprouvent d'énormes difficultés lors de l'utilisation de relations et de modèles spécifiques aux phénomènes magnétiques (construction de relations entre concepts, utilisation du formalisme mathématique, etc.)

Donc, au niveau des représentations construites, il semble que les élèves ne différencient pas les deux modes de savoir : le savoir scientifique et le savoir commun. Et comme le soulignaient Désautels et Larochelle (1992, p.3), les élèves «*appréhendent les phénomènes, les concepts et les mécanismes selon leurs habitudes d'interprétation, comme s'il s'agissait des phénomènes, concepts et mécanismes du savoir commun, sans égard pour la nature et les finalités particulières des savoirs en cause.*»

Ces résultats nous autorisent à interroger les conditions dans lesquelles se fait l'éducation à la science. Le manuel scolaire, par son statut d'instrument d'enseignement et d'apprentissage des sciences physiques, largement utilisé par les élèves et les enseignants, ne laisse pratiquement pas de place aux représentations. C'est dire combien le discours scientifique d'enseignement continue à ignorer les conditions même de sa réception.

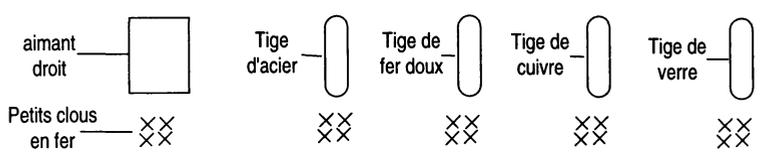
BIBLIOGRAPHIE

- BENYAMNAS. (1987). *La prégnance du modèle particulière dans les représentations d'étudiants en sciences à l'égard des phénomènes naturels*. Thèse de doctorat non publiée, Québec, Université Laval.
- BENYAMNA S., DÉSAUTELS J. & LAROCHELLE M. (1993). Du concept à la chose : la notion de particule dans les propos d'étudiants à l'égard de phénomènes physiques. *Revue canadienne de l'éducation*, vol. 18, n°1, pp. 62-78.
- CLEMENT J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of physics*, vol. 50, n°1, pp.66-70.
- CLOSSET J.-L. (1983). *Le raisonnement séquentiel en électrocinétique*. Thèse de doctorat non publiée, Paris, Université Paris 7.
- CLOSSET J.-L. (1989). Les obstacles à l'apprentissage de l'électrocinétique. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, n° 716, pp. 391-950.
- DÉSAUTELS J. & LAROCHELLE M. (1992). *Autour de l'idée de science : Itinéraires cognitifs d'étudiants et d'étudiantes*. Québec, Presses de l'Université Laval.
- MAAROUF A. (1994). *Étude didactique de quelques phénomènes magnétiques : Représentations et Analogies*. Thèse de troisième cycle non publiée, Rabat, École Normale Supérieure.
- OSBORNE J.-F., BLACK P., MEADOWS J. & SMITH M. (1993). Young children's (7-11) ideas about light and their development. *International Journal of Science Education*, vol. 15, n°1, pp. 83-93.
- PFUNDT H. & DUIT R. (1991). Bibliography : *Students' alternative frameworks and science education*. Kiel, Institute of Science Education.
- ROZIER S. (1987). *Le raisonnement linéaire causal en thermodynamique classique élémentaire*. Thèse de doctorat, Paris, Université Paris 7.

- SHIPSTONE D-M., RHONECK C.-V., JUNG W., KARRQVIST C., DUPIN J.-J., JOHSUA S. & LICHT P. (1988). A study of students' understanding of electricity in five European countries. *International Journal of Science Education*, vol. 10, n° 3, pp. 303-316.
- TIBERGHEN A. & DELACÔTE G. (1976). Manipulations et représentations des circuits électriques simples par des enfants de 7 à 12 ans. *Revue Française de Pédagogie*, n° 34, pp. 32-44.
- ULLMO J. (1967). Les concepts physiques. In J. Piaget (Dir.), *Logique et connaissance scientifique*. Paris, Gallimard, pp. 623-705.
- VIENNOT L. (1979). *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. Paris, Hermann.

ANNEXE

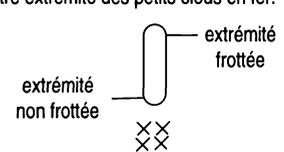
Expérience 1 : Nous rapprochons respectivement des petits clous : l'aimant droit, la tige d'acier, la tige de fer doux, la tige de cuivre et la tige de verre.



Expérience 2 : Nous frottons chacune des quatre tiges avec l'aimant et nous les approchons successivement des petits clous en fer.



Expérience 3 : Nous frottons l'une des extrémités d'une nouvelle tige en acier avec l'aimant et nous approchons l'autre extrémité des petits clous en fer.

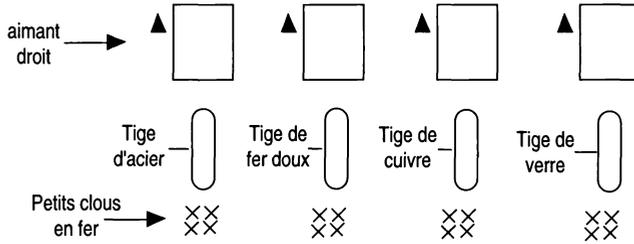


Les questions posées aux élèves :

- Décrire ce que vous avez observé dans chaque expérience.
- Expliquer le phénomène mis en évidence par chaque expérience.

Situation 1 : Qui correspond à la première épreuve écrite

Expérience 1 : Nous rapprochons l'aimant de chacune des quatre tiges sans qu'il y ait contact et nous approchons en même temps chacune des tiges des petits clous en fer.



Expérience 2 : Nous éloignons l'aimant de chacune des quatre tiges :

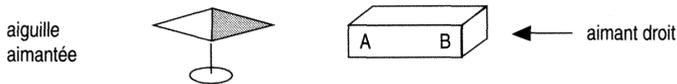


Les questions posées aux élèves :

- Décrire ce que vous avez observé dans chaque expérience.
- Expliquer le phénomène mis en évidence par chaque expérience.

Situation 3 : Qui correspond à la troisième épreuve écrite

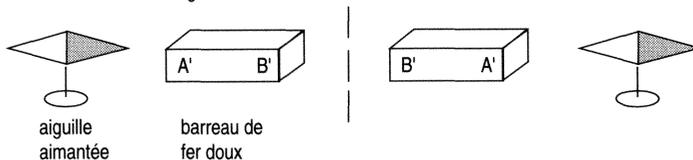
Expérience 1 : Nous rapprochons l'extrémité de l'aimant droit d'une extrémité de l'aiguille aimantée.



Expérience 2 : Après, nous approchons la même extrémité de l'aimant droit de l'autre extrémité de l'aiguille aimantée :



Expérience 3 : Nous approchons la même extrémité d'un barreau de fer doux des deux extrémités de l'aiguille aimantée :

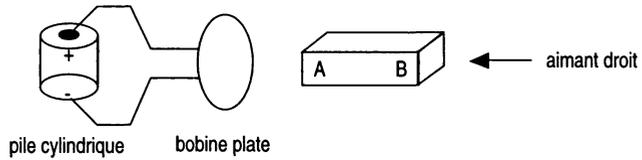


Les questions posées aux élèves :

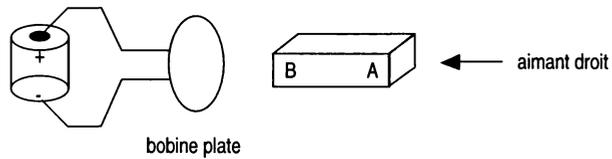
- Décrire ce que vous avez observé dans chaque expérience.
- Expliquer le phénomène mis en évidence par chaque expérience.

Situation 4 : Qui correspond à la quatrième épreuve écrite

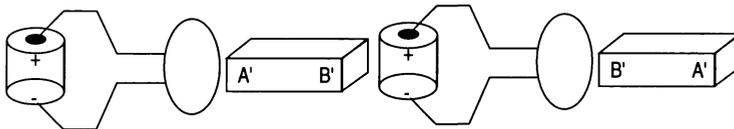
Expérience 1 : Nous approchons une extrémité de l'aimant droit de la bobine parcourue par un courant électrique :



Expérience 2 : Après, nous approchons l'autre extrémité de l'aimant de la bobine en gardant le même branchement sur la pile :



Expérience 3 : Nous approchons les deux extrémités du barreau de fer doux de la bobine parcourue par un courant électrique :

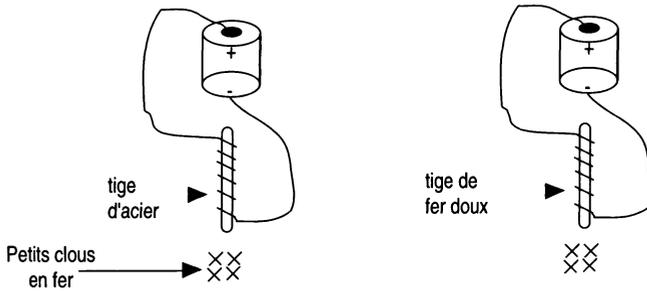


Les questions posées aux élèves :

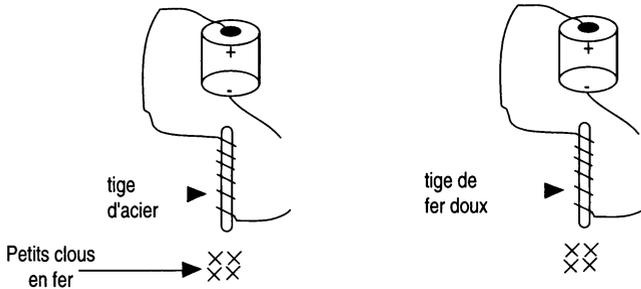
- Décrire ce que vous avez observé dans chaque expérience.
- Expliquer le phénomène mis en évidence par chaque expérience.

Situation 5 : **Qui correspond à la cinquième épreuve écrite**

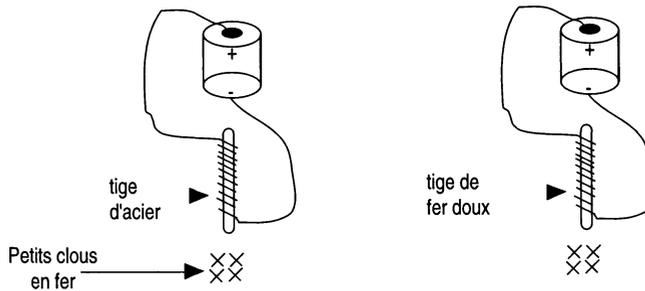
Expérience 1 : Nous enroulons le fil isolé parcouru par un courant électrique sur chacune des deux tiges puis nous approchons l'une des extrémités des deux tiges des petits clous en fer.



Expérience 2 : Nous ouvrons le circuit dans chaque cas.



Expérience 3 : Nous augmentons le nombre de spires pour les deux tiges.

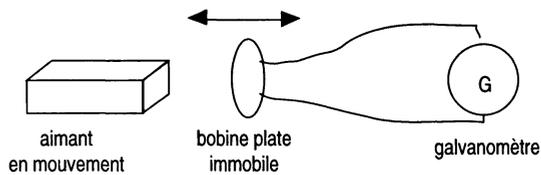


Les questions posées aux élèves :

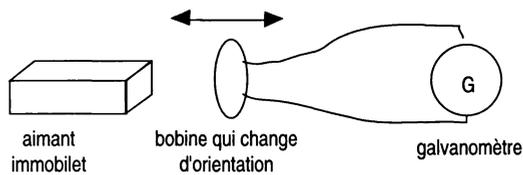
- Décrire ce que vous avez observé dans chaque expérience.
- Expliquer le phénomène mis en évidence par chaque expérience.

Situation 6 : Qui correspond à la sixième épreuve écrite

Expérience 1 : Nous mettons l'aimant en mouvement devant la bobine branchée au galvanomètre.



Expérience 2 : Nous changeons l'orientation de la bobine devant l'aimant qui est immobile.



Les questions posées aux élèves :

- Décrire ce que vous avez observé dans chaque expérience.
- Expliquer le phénomène mis en évidence par chaque expérience.

Situation 7 : Qui correspond à la septième épreuve écrite