

REPRESENTATIONS ET CONCEPTIONS DES LIGNES DE CHAMPS ELECTRIQUES

T. Bekhechi, Unité de Recherche des Matériaux et Energies Renouvelables,
Université de Tlemcen, BP119, 13000Tlemcen

Résumé : La conception est un ensemble d'idées coordonnées et d'images cohérentes, explicatives, utilisées par les apprenants pour raisonner face à des situations problèmes. Faisant suite à un sondage d'étudiants, cette première étude a permis de recenser ces représentations montrant ainsi les déficits cognitifs concernant les conceptions chez les apprenants des lignes de champ électrique. Une seconde étude postérieure propose des solutions à cet état de fait à travers l'intégration de l'outil informatique.

Abstract : The construct is a whole of coordinated ideas and images coherent, explanatory, used by learning reasoning with situations problems. In accordance with a survey of students, this first study made it possible to count these representations thus showing the cognitive deficits relating to the constructs at learning of the lines from electric field. The following study proposes solutions in this established fact through the integration of the data-processing tool.

Mots-clés : représentations, conceptions, restructuration, lignes de champ

1. Restructuration et reconnaissance de situations en physique

Une restructuration peut être la clé d'une solution de problèmes lorsque surgissent des difficultés entravant la recherche d'une spécification du problème donné; celui-ci devra être restructuré afin de permettre l'utilisation des moyens disponibles.

Très souvent on est confronté à un problème dont la solution est cachée. Des exemples classiques de problèmes cognitifs dans le processus de restructuration sont les "images cachées" à l'exemple de figures à contenus différents. L'observateur décèle une forme en priorité et la reconnaissance d'une seconde forme est plus difficile et nécessite une recoupe différente des structures. [1], [2], [3], [4]

Une parallèle à des problèmes de reconnaissance en physique n'est pas évidente. Une réorganisation de l'information est tout de même nécessaire et implique un travail mental caractéristique de la physique. L'exemple suivant montre non seulement qu'une restructuration et identification des structures physiques fondamentales sont un facteur de réussite décisif mais aussi qu'elles servent à mettre en valeur les conditions d'application et leur contribution à la formation du savoir.

Exercice: Déterminer la capacité totale du condensateur de la fig.1 en négligeant les effets

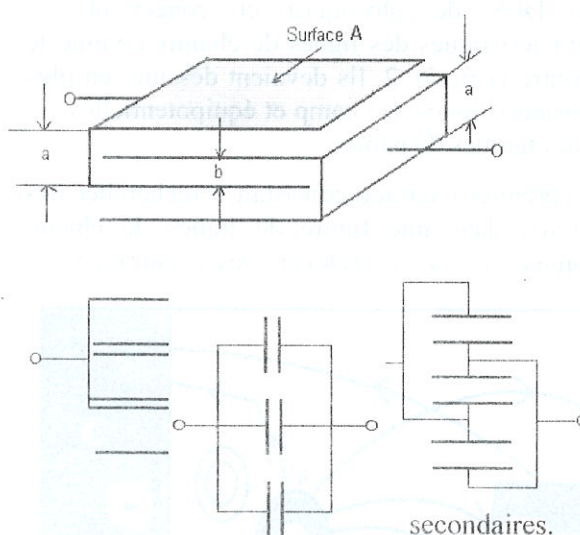


Fig.1 Résolution par restructuration

Une possibilité de résolution rapide est, en effet, de restructurer la figure donnée en un circuit plus simple de trois condensateurs parallèles représentés symboliquement dans la fig.1.

2. Facteurs de réussite

Les facteurs de réussite en tant qu'objectifs supérieurs contribuant à une restructuration et

reconnaissance des notions fondamentales en physique sont les suivants:

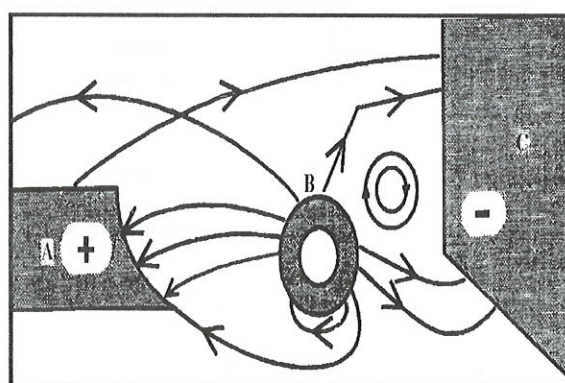
- Maîtriser les différents types de représentations : ceci doit être exercé de manière à apprendre à formuler les diverses données physiques, à les discuter en utilisant des mots, graphiques, formules, diagrammes...
- S'habituer aux situations standard ou prototypes et leurs traitements

Développer une sensibilité aux critères et conditions d'utilisation pour les lois et procédés, une capacité à classer rapidement une situation donnée tout en prévoyant et contrôlant la faisabilité d'utilisation des procédés connus tout en tenant compte des éventuels changements. Pour cela, le réseau cognitif doit présenter des liens assurés des structures. Un excellent exercice de préstructuration à employer en cours est celui des analyses de situation comme le montre l'étude suivante.

3. Déficits cognitifs

La notion de champ est un concept assez difficile à saisir pour des étudiants [5]. Un test de contrôle des connaissances a été présenté à 45 étudiants (majoritairement en 6^{ème} semestre de DES de physique) et concernait les caractéristiques des lignes de champ, comme le montre la figure 2. Ils devaient dessiner en plus plusieurs lignes de champ et équipotentielles sur leurs feuilles de papier.

Le premier exercice consistait à rechercher des erreurs dans une figure de lignes de champ donnée et à y relever les contradictions



physiques.

Fig.2 Premier Item du test

Item1:

La figure 2 montre une coupe verticale à travers de longues pièces métalliques parallèles. A et C

sont chargés, B est neutre. Aucun courant ne les traverse. Cette figure montre un état stationnaire.

Plusieurs lignes de champ sont représentées dans ce dessin. Prière d'y noter les erreurs constatées et donner pour chaque erreur une explication physique

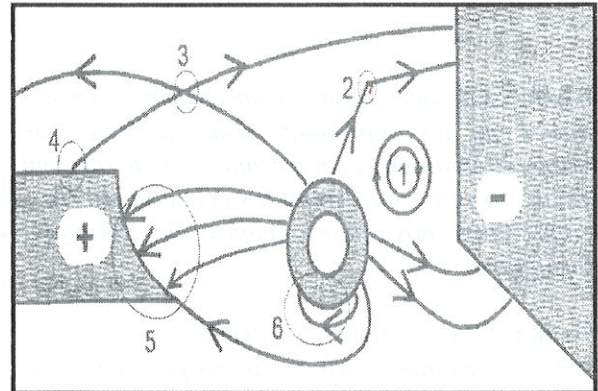


Fig.3 Les chiffres indiquent les erreurs signalées qui sont représentées statistiquement dans l'histogramme suivant.

Dans la figure 3, les erreurs commises sont représentées par des chiffres. L'histogramme suivant (fig. 4) indique en pourcentage les fréquences d'erreurs reconnues et expliquées.

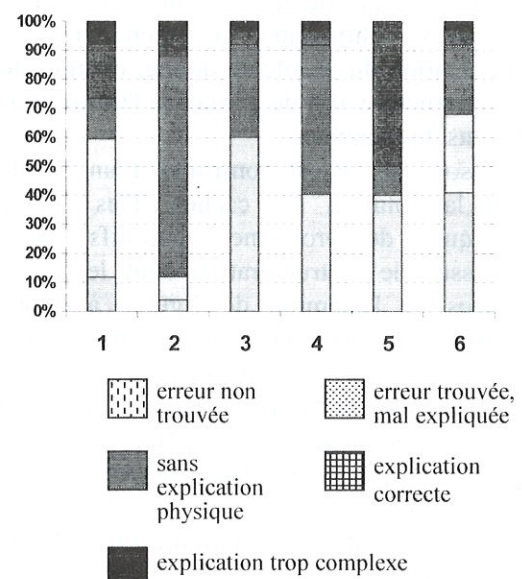
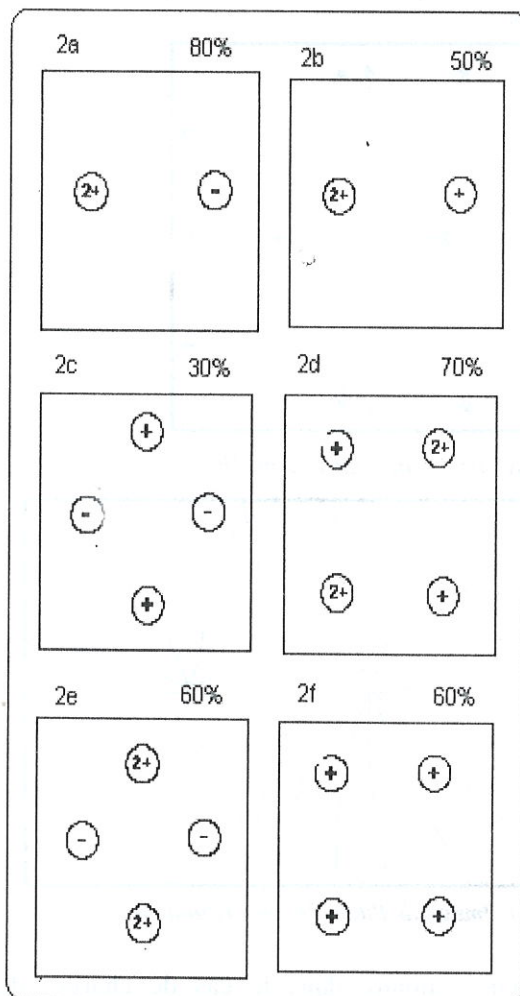


Fig.4 Evaluation des résultats de l'item 1 à travers l'histogramme et les différentes textures représentant les erreurs commises.

Les informations obtenues de ce test donnent un résultat médiocre : ainsi 50% des erreurs glissées dans le diagramme n'ont pas été remarquées ou bien ont été très mal commentées. Les items suivants ont été également mal résolus et démontrent une mauvaise maîtrise de l'étude des lignes de champ, même dans des configurations de charges simples

Item 2:

Soient plusieurs configurations de points de charges (les cadres délimitant le dessin ne sont pas métalliques). Dessinez sur chaque image au



moins 5 lignes de champ par charge.

Fig. 5. Deuxième item du test

Dessinez dans [2e] et [2f] au moins 10 lignes équipotentiell

Les pourcentages expriment les solutions données complètement fausses et n'excluent pas quelques erreurs dans le reste des réponses. Une bonne moitié d'entre eux ne comportent pas de fautes importantes, mais présentent aussi peu de détails.

A titre d'exemple, la figure 7 montre une réponse à l'item 2d. De manière analogue, 20% des schémas proposés n'ont présenté aucune solution aux seuils critiques des résultantes de champ.

L'information principale tirée de ce test est l'existence certaine de lacunes dans le potentiel expérimental des étudiants. Les interrelations pouvant exister entre les lignes de champs et leur potentiel ont été totalement négligées. Ainsi la solution de l'item 2c pouvait contribuer à trouver celle de 2e et celle de 2d pour trouver celle de 2f. Moins de 10% des individus testés ont répondu correctement aux exercices 2c et 2e voire 2d et 2f ensemble.

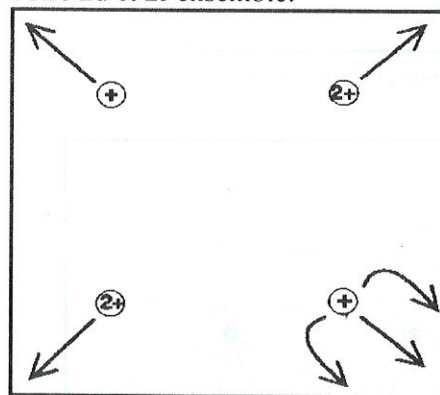


Fig. 6. Exemple de réponse à l'item 2d

Les arguments explicatifs des étudiants dans la discussion finale sont les suivants:

- ❑ Le temps imparti de 15mn est trop court
- ❑ Le thème "lignes de champ" n'est pas convenablement traité en cours
- ❑ La littérature actuelle ne traite que de configurations de charges simples. Les diagrammes de lignes de champ plus complexes demeurent relativement inconnus et devraient faire l'objet d'un traitement plus approprié.

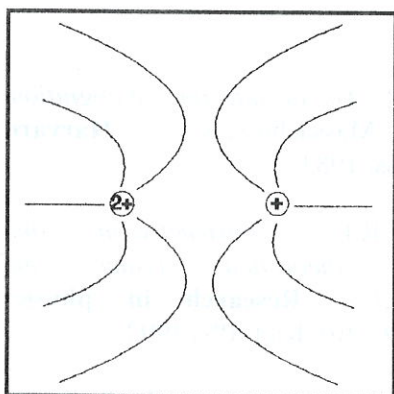


Fig.12. Fautes commises dans l'item 2b

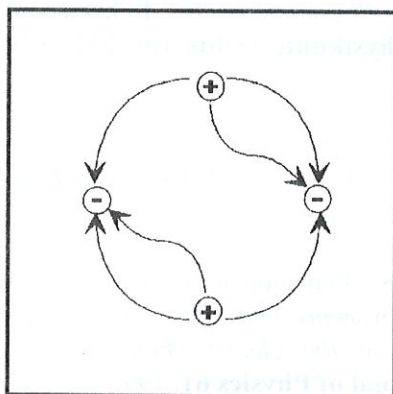


Fig.13. Fautes commises dans l'item 2c

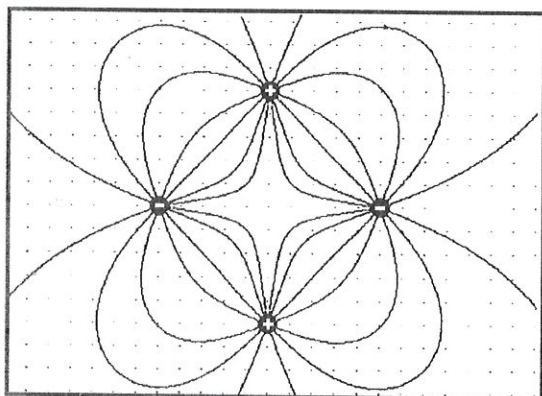
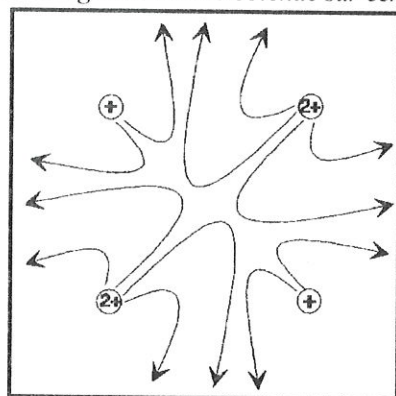


Fig.14. Image de l'item2c obtenue sur écran



La fig.13. montre un dessin erroné (observé chez 15% des testés) de l'item 2c: les lignes intérieures possèdent un point d'inflexion .

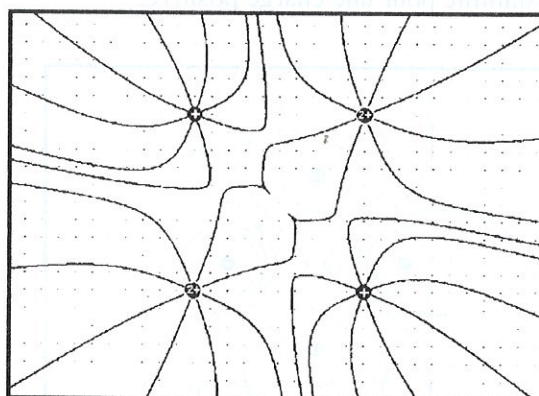


Fig.16 Image de l'item2d obtenue sur écran

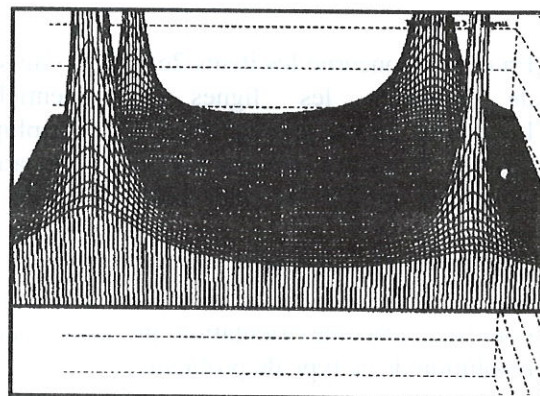


Fig.17. Pics de potentiel pour configuration 2d

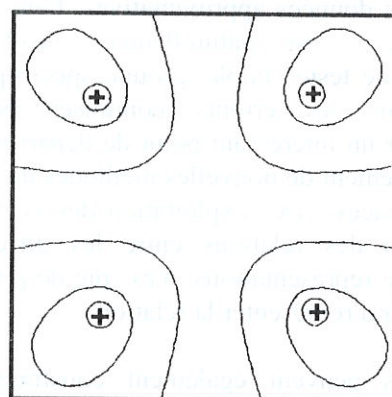


Fig.18. Fautes commises dans l'item 2e

Il a été apparemment supposé dans l'item 2d que toutes les lignes doivent diverger vers les bords de l'image (fig. 15.). Mais ces lignes devraient concourir vers le minimum de potentiel au milieu de l'image. En ce lieu le champ disparaît (à comparer avec la fig. 16). Les représentations

obtenues dans la figure 17 précisent encore plus cet état de faits. Celle-ci montre en outre le degré d'écrasement de ces minima. Ce "creux" de potentiel provoquerait évidemment un lieu d'instabilité pour une charge positive.

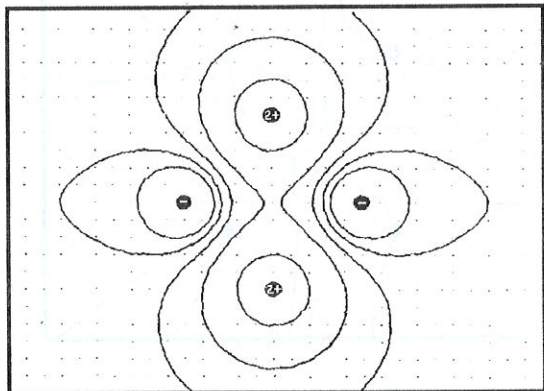


Fig.19. Image de l'item2e obtenue sur écran

En ce qui concerne les items 2e et 2f, il s'agissait de dessiner les lignes équipotentielles. L'exercice 2e n'a pas été traité dans la plupart des cas. Sinon des schémas tels présentés dans la figure 18 ont été les plus fréquents (15% des cas).

Ces schémas erronés prouvent que les représentations spatiales des pics de potentiel pourraient être une orientation précieuse dans la résolution de ce type de problèmes.

5. Conclusion

Les indications de fréquences de réponses sont justes des données approximatives. Leur valeur statistique est naturellement insuffisante (nombre de testés faible, groupe spécifique...). Néanmoins les erreurs commises peuvent constituer un intéressant point de départ pour le développement de nouvelles méthodes de travail plus efficaces - ex.: exploitation des symétries, utilisation des relations entre les différentes formes de représentations, p.ex. pic de potentiel pour aider à représenter la relation

Ces tests peuvent également constituer une excellente base pour détecter et relever les déficits cognitifs et accroître ainsi la reconnaissance de la problématique et développer une sensibilité à son contenu.

Bibliographie

- [1] Anderson J.R., *The architecture of cognition*, Cambridge Massachussets : **Harvard University Press**, 1983
- [2] Gubstone R.F., *Constructivism and metacognition : theoretical issues and classroom studies*, **Research in physics learning** (p. 129-140), Kiel IPN, 1992
- [3] Weltner K., *Elementarisierung physikalischer und technischer Sachverhalte als eine Aufgabe der Didaktik des Physikunterrichts*, **Lehren und Lernen des Physikunterrichts** (p. 192-219), 1992
- [4] Kircher E., *Analogmodelle für den elektrischen Stromkreis*, **Der Physikunterricht** **18** 2, 1994
- [5] Toernkvist S., Petterson K.A., Transroemer G., *Confusion by representation : on student's comprehension of the electric field concept*, **American Journal of Physics** **61**, 1993