

Les habitudes des enseignants et les intentions didactiques des nouveaux programmes d'électricité en classe de quatrième

Monique COUCHOURON

Université Paris 13
Groupe de Recherches pour l'Enseignement des Sciences Physiques
93430 Villetanneuse, France.

Laurence VIENNOT, Jean-Marie COURDILLE

Université Paris 7
Laboratoire de Didactique de la Physique dans l'Enseignement Supérieur
Tour 24 - 2 Place Jussieu
75251 Paris cedex 05, Case 7021, France.

Résumé

La mise en place de nouveaux programmes nécessite, de la part des enseignants, une prise en compte des intentions des rédacteurs puis une traduction de celles-ci en actes pédagogiques. Nous nous intéressons ici à la perception que les enseignants ont des intentions didactiques contenues dans le nouveau programme d'électricité de la classe de quatrième en France. Des entretiens semi-directifs, conduits avec neuf enseignants, semblent montrer que leur expérience professionnelle, leurs habitudes, limitent leur perception des nouveautés malgré une bonne connaissance des difficultés que les modifications de programme visent à résoudre. Les formes particulières de cet effet de filtrage sont analysées. On observe à ce propos qu'il peut être utile d'associer des intentions didactiques nouvelles à un objet matériel lui-même nouveau qui leur serve de support.

Mots clés : *enseignants en sciences, développement curriculaire, didactique, circuits électriques, raisonnement commun.*

Abstract

The development of new academic programs must assure that the goals of the authors are taken into account by the teachers and moreover that they are followed up by pedagogical actions. This paper deals with the analysis of the teachers' perception of the didactic contents in the basic electricity program developed at the middle school level. Semi-directive interviews performed with nine teachers seem to indicate that the teachers' professional experience and their usual habits limit their perception of program modifications, despite their knowledge of the existing difficulties that the modifications are supposed to remedy. A discussion about how to help teachers better understand and implement the intentions of the curriculum's authors concludes the paper.

Key words : *science teachers, curricular development, didactics, electric circuits, common reasoning.*

Resumen

El desarrollo de nuevos programas académicos necesita que las intenciones de los redactores sean tomadas en cuenta por los enseñantes y además que ellas sean traducidas en actos pedagógicos. Nosotros nos interesamos aquí en la percepción que los enseñantes tienen de las intenciones pedagógicas contenidas en el nuevo programa de electricidad de la clase de cuarto en Francia. Entrevistas semi-directivas conducidas con nueve enseñantes, indican que sus experiencias profesionales, sus hábitos, limitan sus percepciones de las novedades a pesar de un buen conocimiento de las dificultades que las modificaciones del programa intentan resolver. Las formas particulares de este efecto de filtro son analizadas. Se observa a este propósito que puede ser útil asociar intenciones didácticas nuevas a un objeto material nuevo que les sirva de soporte.

Palabras claves : *enseñantes en ciencias, desarrollo curricular, didáctica, circuitos eléctricos, razonamiento común.*

INTRODUCTION

La classe de quatrième est, en France, depuis 1993, la première année d'enseignement de la physique en temps que discipline constituée. Le nouveau programme concerne l'optique et l'électricité (BOEN, 1992). Il porte la marque de points de vue consensuels et de résultats de la recherche en didactique développée depuis vingt ans. Il manifeste, en effet, une approche constructiviste au sens large (Driver, 1993), en ce sens que l'enchaînement des concepts et les stratégies pédagogiques suggérées

sont de nature à permettre une élaboration de ses propres connaissances par l'élève, appuyée à chaque étape par ce qui vient, en principe, d'être acquis, et par des activités expérimentales à la fois très guidées et très mobilisantes pour l'activité de raisonnement. Prédiction-vérification-débat, tel est le schéma d'épisodes pédagogiques auxquels les textes officiels incitent les professeurs, pour une démarche qui fait une large place aux difficultés déjà mises en lumière par la recherche. Ces convergences entre prise de position constructiviste et résultats de la recherche en didactique d'une part, orientation du programme de quatrième d'autre part, ont déjà été analysées pour la partie du programme concernant l'optique (Viennot, 1994). Elles constituent un fait remarquable car intervenant à l'échelle d'un pays. L'intérêt d'en étudier l'effet dans le système éducatif n'en est que plus manifeste.

Une première question se pose : comment les enseignants perçoivent-ils les intentions et les éclairages présents dans les textes ? De même que les élèves construisent leurs connaissances sur et avec leurs acquis antérieurs, on peut attendre que les enseignants interprètent les textes suggérant de nouvelles pratiques à partir de leurs expériences et de leurs convictions antérieures. Dans une étude, menée en parallèle avec la nôtre, C. Hirn (1995) tente de répondre à cette question à propos du programme d'optique de quatrième. S'appuyant sur les travaux de F.-V. Tochon (1989), elle rappelle le rôle déterminant des habitudes professionnelles des maîtres et en étudie dans le détail les effets de filtre.

L'étude présentée ici se propose le même but pour la partie concernant l'électricité. Nous nous appuyerons à la fois sur une analyse du contenu de la matière enseignée et sur celle des difficultés conceptuelles prévisibles. Ces dernières sont susceptibles de concerner, pour certaines d'entre elles au moins, les maîtres aussi bien que les élèves (Viennot & Kaminski, 1991). Il est utile d'articuler entre eux ces différents éléments d'analyse pour examiner comment les enseignants comprennent les textes officiels.

Après un bref rappel des résultats de recherche en didactique sur les difficultés usuelles à propos de l'électricité, et une analyse d'aspects du programme qui retiennent particulièrement notre attention de ce point de vue, nous donnons les résultats d'une enquête par entretiens semi-directifs auprès de neuf enseignants de collège, avant parution des manuels scolaires, à propos des textes du programme et des «commentaires» officiels.

Nous terminons en amorçant une discussion sur l'une des conditions à satisfaire dans la rédaction d'un programme pour que les enseignants en perçoivent au mieux les intentions didactiques.

1. DIFFICULTÉS CONCEPTUELLES PRÉVISIBLES EN ÉLECTRICITÉ ET ASPECTS MARQUANTS DU PROGRAMME DE QUATRIÈME

Les difficultés des apprenants concernant les circuits électriques ont fait l'objet de très nombreuses recherches depuis quinze ans. L'étude de J.-L. Closset (1983) fait apparaître une forme de raisonnement très commune depuis le niveau scolaire d'introduction du circuit électrique jusque chez les étudiants en fin d'études universitaires : le raisonnement séquentiel, qui s'oppose à l'analyse quasistatique du circuit électrique. Celle-ci néglige les temps de propagation de l'information électrique d'un bout à l'autre du circuit par rapport au temps caractéristique des évolutions étudiées. Elle met en œuvre des grandeurs dont les valeurs à chaque instant concernent l'**ensemble** du circuit et obéissent à des relations valables en permanence. Le raisonnement séquentiel, au contraire, semble fondé sur l'**histoire** de quelque chose – selon la question et le niveau scolaire, cela peut être l'intensité, la tension, l'électricité, la phase... – qui voyage le long du circuit en subissant une série d'aventures locales, sans rétroaction de l'aval sur l'amont.

De nombreuses recherches (Shipstone & al., 1988 ; Tiberghien, 1983) ont confirmé l'existence de ce type de raisonnement et son caractère d'obstacle à une vision systémique du circuit. Elles montrent la tendance à centrer le raisonnement sur une unique notion, souvent un hybride de l'intensité et de la tension. Elles soulignent la difficulté qu'il y a à distinguer le flux des charges constant le long de tout le circuit série, du flux unidirectionnel d'énergie qui va du générateur aux dipôles passifs (Johsua, 1983 ; Psillos et al., 1987).

Le générateur, dispositif de maintien du flux de charges en même temps que pourvoyeur d'énergie, est un carrefour de difficultés. Benseghir (1989, 1993) a particulièrement souligné qu'il était, historiquement comme actuellement, l'objet d'incompréhensions qu'on pouvait rattacher à un réinvestissement non maîtrisé de la notion de décharge. Celle-ci, liée à l'électrostatique, va de pair avec une vision du générateur comme réservoir de charges, alors qu'il serait plus juste de l'imaginer comme une pompe dans un circuit hydraulique à plat, ou un moteur qui transmet de l'énergie *via* une chaîne ou une courroie. Cette distinction entre, d'une part le cadre de raisonnement «électrostatique» avec réservoirs et décharge, et d'autre part la vision systémique, n'est donc nullement évidente. Elle est pourtant cruciale si l'on souhaite endiguer l'idée que le générateur est une source de courant à débit constant (Closset, 1983) et provoquer des raisonnements qui prennent véritablement en compte la nécessité de fermeture du circuit pour l'existence d'un courant permanent.

En quoi le nouveau programme se fait-il l'écho de ces analyses ? Ce n'est certainement pas la liste des concepts abordés qui, à elle seule, peut attirer l'attention : charges, décharges et étincelles, circuits, intensité, tension... : rien de très neuf. Comme pour la partie «optique» du programme, les «contenus», si l'on entend par là les têtes et les items des chapitres classiques, n'ont rien pour surprendre.

Plusieurs éléments éclairent de façon plus significative les intentions des rédacteurs. Ce sont :

- l'ordre d'introduction des notions,
- les compétences attendues à leur propos et les «activités-supports» suggérées, les unes et les autres explicitement mentionnées dans le programme.

Les «commentaires» qui accompagnent le programme indiquent les points importants, les obstacles éventuels, des propositions de stratégie et les limites des objectifs à atteindre. Ainsi, le programme est organisé en un premier bloc, centré sur l'électrostatique et les décharges, puis un second, centré sur le courant en circuit fermé, intensité et tension. Les commentaires précisent à propos du premier bloc (c'est nous qui relevons quelques expressions) :

*«...il est important de souligner le caractère **limité dans le temps** de ces décharges, qui est lié à la diminution des stocks de charge en présence»*

et à propos du second bloc :

*– «On associe la double condition de fermeture du circuit et de la présence du générateur à l'existence d'un courant **permanent**, par opposition au caractère éphémère de la décharge.»*

*– «Un circuit électrique est un ensemble d'éléments qui interagissent tous les uns sur les autres, en même temps. **Les lois** introduites concernant intensité et tension, notamment celles qui concernent un circuit série (conservation de l'intensité le long du circuit et additivité des tensions) **restent vraies à chaque instant**. Dans un circuit série, l'ordre des éléments n'a pas d'importance.»*

Dans ce domaine de l'électricité des circuits permanents, les compétences attendues sont les suivantes :

- *«montrer que le courant qui traverse la pile dépend du circuit...»*
- *«montrer expérimentalement que si l'on change l'ordre des éléments d'un circuit série, on ne change aucune des valeurs des grandeurs (tension aux bornes et intensité) qui les concernent...»*

Ces commentaires et spécifications de compétences engagent clairement la vision systémique du circuit : dire que l'ordre des éléments d'un circuit série n'intervient pas, c'est contredire le raisonnement séquentiel. De même, affirmer que le générateur ne débite pas un courant indifférent au circuit, c'est s'interdire un raisonnement local. Vient à l'appui de ce thème, l'activité-support mettant en œuvre un circuit hydraulique à plat avec pompe manuelle, transparent, où l'on voit se déplacer l'ensemble des bulles présentes dans le fluide. On peut espérer que ce dispositif favorise une compréhension du générateur comme une pompe dont l'effet dépend de l'ensemble du circuit.

L'adhérence fréquente entre intensité et tension est non moins explicitement visée à travers ce commentaire :

– « Ces deux **grandeurs** (intensité et tension) sont **différentes**, et ne constituent pas deux facettes plus ou moins équivalentes d'une même notion (« l'électricité » par exemple),

et cette compétence attendue :

– « reconnaître qu'il peut y avoir une tension importante entre deux points entre lesquels ne passe aucun courant (situations d'étincelles avant déclenchement, circuit ouvert...) et inversement qu'un dipôle peut être parcouru par un courant sans tension notable à ses bornes (fil de connexion, diode) ».

Le fil de connexion fait, de ce point de vue, l'objet d'une attention particulière puisqu'il constitue, fait nouveau, un item du programme.

Enfin, pour ne souligner que les éléments les plus marquants, de notre point de vue, l'idée même de loi physique fait l'objet d'une « compétence attendue » explicite :

– « montrer... qu'en changeant le circuit, par exemple en rajoutant une lampe en série, les valeurs des grandeurs changent, mais les lois demeurent ».

C'est essentiellement à propos des éléments relevés ici, sous la rubrique des difficultés prévisibles comme sous celles des intentions didactiques du programme, que nous souhaitons connaître la réaction des enseignants devant les textes. Dans quelle mesure la banalité du contenu, en termes de liste d'items de programme, fait-elle écran à la spécificité des objectifs ?

La lecture des compétences attendues et des activités-supports se fait-elle dans la transparence que les lignes précédentes suggèrent, ou bien fait-elle intervenir de puissants déterminants de ce qu'en retiennent les maîtres ? En particulier, comment leur connaissance des difficultés des élèves intervient-elle ? Leurs habitudes entraînent-elles un filtrage dans la

prise en compte de nouvelles situations didactiques, et dans l'affirmative, quelles en sont les modalités ?

2. L'ENQUÊTE

2.1. Conditions générales de l'enquête

Cette étude est limitée puisqu'elle ne concerne que neuf enseignants de collège. Ceux-ci ont été interrogés avant parution des manuels scolaires et intervention des stages de formation organisés pour les nouveaux programmes. Le faible effectif ne permet pas de satisfaire une quelconque prétention à «représenter» le corps enseignant. Il s'agit d'enseignants de collèges parisiens (4), de banlieues parisiennes (3) et provinciaux (2) en milieu urbain, non typés aux extrêmes de l'échelle sociale.

Ces enseignants sont volontaires et c'est là probablement le biais principal de l'échantillon.

2.2. Les entretiens

Il s'agit d'entretiens semi-directifs, d'une durée d'environ une heure, les enseignants ayant été priés de lire les textes auparavant.

Le guide d'entretien concernant le nouveau programme est joint en annexe. Une première partie d'ordre général, portant sur l'impression d'ensemble, est destinée à apprécier dans quelle mesure les enseignants sont sensibles à la présentation du programme et quels changements ils perçoivent positivement ou négativement.

Une seconde partie aborde quelques points particuliers ; elle est destinée à attirer sur eux l'attention des enseignants qui ne les ont pas évoqués dans la première partie, et à permettre à ceux qui les avaient remarqués d'en discuter plus à fond.

2.3. Méthode d'analyse

Après transcription des entretiens, nous les avons découpés en épisodes à partir d'une analyse de signification. La présentation des résultats qui suit donne une sélection des aspects retenus pour la caractérisation des épisodes. Pour chaque aspect, quelques exemples d'épisodes illustrant sont fournis, rapportés chacun à l'enseignant interrogé.

La fréquence d'occurrence d'épisodes de ce type est indiquée en termes de nombre d'enseignants concernés. La situation précise de l'épisode n'a pas été retenue comme critère pertinent ; on distingue simplement les deux parties de l'entretien concernant, pour la première, des repérages spontanés des différences et ressemblances entre l'ancien et le nouveau programme, pour la deuxième partie, des commentaires plus guidés. Nous n'allons pas jusqu'à dresser des « profils » d'enseignant. Dans cette analyse très limitée, il nous semble difficile de dépasser la mise en évidence de phénomènes susceptibles d'être largement représentés. Étant donné le biais de l'effectif, constitué de professeurs motivés puisque volontaires, nous serons amenés à insister surtout sur ce qui semble limiter leur perception des textes, en considérant qu'*a fortiori* des enseignants moins actifs professionnellement manifesteraient les mêmes limites.

3. RÉSULTATS

3.1. Première lecture : une centration sur les items considérés individuellement

Lorsqu'on examine les différences entre ancien et nouveau programmes remarquées spontanément par les enseignants, on observe, avant tout, qu'elles sont peu nombreuses. En effet, parmi les neuf professeurs interrogés, six disent voir peu ou pas de nouveautés, ou même ne perçoivent que des suppressions :

- « *ma première impression est d'abord une certaine similitude avec les anciens programmes d'électricité* » (E2)
- « *bon... tout ça c'est pas nouveau...* » (E5)
- « *moi, je n'ai pas trouvé de grosses différences par rapport à ce qu'on apprend actuellement* » (E9)
- « *... j'ai l'impression... que l'on revient en arrière quant au contenu... j'ai l'impression que le contenu est moins développé que précédemment* » (E3),

et trois seulement voient une certaine nouveauté :

- « *... différent par son approche...* » (E4)
- « *Ce programme qui paraît assez séduisant dans la logique de sa conception... dans sa conception, il y a de grosses différences* » (E7).

De plus, les ressemblances et différences remarquées spontanément portent plus volontiers sur les items et activités-supports que sur d'autres éléments essentiels relevés plus haut pour orienter la mise en œuvre didactique du programme : organisation d'ensemble et compétences attendues.

Ainsi l'item du programme concernant le fil de connexion est-il cité comme nouveauté par trois enseignants, alors que la compétence attendue : «*Montrer... qu'en changeant le circuit... les valeurs des grandeurs changent mais les lois demeurent*», dont la formulation est pourtant très nouvelle, n'est remarquée que par deux enseignants.

Les modifications repérées spontanément en termes d'items sont principalement, pour les nouveautés qui apparaissent, les phénomènes d'électrisation et de décharge électrique et, pour les disparitions, la structure de l'atome.

Électrisation et décharges sont remarquées pour les difficultés qu'elles risquent de susciter, qu'elles soient d'ordre expérimental (quatre enseignants) ou théorique (deux enseignants) :

– «*... je trouve que les expérimentations avec le pendule ne sont pas très probantes, c'est très aléatoire...*» (E2)

– «*C'est très difficile de faire ces expériences car j'ai souvent eu des problèmes*» (E4)

– «*L'attraction des petits bouts de papier ou d'une boule de sureau métallisée, ça pose problème... Dans le cas des papiers, peut-on parler réellement d'un déplacement d'électrons libres car ce sont des isolants ?*» (E3).

Lorsqu'elle est perçue positivement (quatre enseignants), cette partie du programme l'est essentiellement pour son caractère expérimental et ses liens avec la vie courante.

La suppression de la présentation de la structure de l'atome est, elle, massivement remarquée puisqu'elle retient l'attention de sept enseignants. Elle apparaît comme un obstacle à la compréhension des notions de charges positives et négatives :

– «*... mais ça va tout compliquer, alors on va dire que dans la matière il y a des charges, mais y a-t-il des charges positives ?*» (E5)

– «*on ne parle plus du tout de l'atome... par contre, on parle souvent des électrons, alors comment on va parler des électrons sans parler de l'atome ?*» (E1).

C'est donc, dans la rubrique «électrisation» comme dans celle de «l'atome», les notions de charges positives et négatives qui sont au centre des préoccupations des maîtres. Les difficultés pratiques ou théoriques de leur mise en évidence, l'intérêt d'illustrer pratiquement ces notions orientent le repérage des nouveautés du programme. Mais qu'en est-il de l'organisation globale du programme fondé sur une opposition entre décharges et courants permanents ?

Dans ce repérage spontané des nouveautés du programme, aucun enseignant n'a insisté sur l'opposition entre le caractère éphémère des

étincelles et décharges se produisant dans un circuit ouvert et la permanence du courant qui s'établit dans un circuit fermé comportant un générateur. Il est possible que cette centration sur la notion de charge traduise l'idée que de la charge au courant il n'y a qu'un pas, ainsi que le laissent entendre ces remarques :

– «*Oui, on leur dit que le courant électrique est un déplacement de charges... donc... bien, oui, ça permet d'introduire le mot charge, électron. Oui, c'est bien*» (E4).

Seuls deux enseignants soulèvent la difficulté :

– «*... étincelle... transfert brusque..., je sais pas trop... qu'est-ce qu'on en attend de ce point là ?... je vous dirai que le lien n'est pas évident pour les élèves de passer de cette notion de porteurs de charges différentes à un circuit, le passage est difficile*» (E2).

En bref, ce premier repérage des nouveautés du programme fait apparaître une centration des enseignants sur les charges à travers l'électrisation, les phénomènes de décharges et l'atome, alors que l'architecture d'ensemble du programme, l'analyse du courant permanent et la difficulté de distinguer ce phénomène de celui de décharge retiennent peu l'attention. Ces concepts-pivots de l'ancien programme sont l'objet de comparaisons portant sur les intitulés d'items individuels, un peu comme s'il n'était pas possible d'envisager une architecture d'ensemble du programme, ni des objectifs de compétences différents de ceux dont les maîtres ont l'habitude.

Pourtant certaines des difficultés liées au courant permanent semblent bien connues des maîtres.

3.2. Conscience des difficultés

Les difficultés des élèves liées à la notion de circuit électrique et à la distinction intensité-tension sont évoquées par six enseignants. Ainsi, à propos de la conservation du courant le long du circuit série :

– «*des difficultés très classiques : le courant s'use, s'essouffle lorsqu'il passe dans un récepteur*»... «*le courant peut s'accumuler dans certains points du circuit, notamment dans les endroits où il a des difficultés pour passer*»... «*chez les petits (sixième), il n'était pas rare d'entendre que le courant partait des deux bornes pour se rejoindre dans la lampe ce qui provoquait la lumière*» (E7)

– «*... ils pensent qu'une lampe va manger les électrons. À la question : l'est-il le même partout ? il y en a qui disent oui, d'autres non. Quand on met une deuxième lampe en série avec la première, les élèves ont du mal à voir*

que I change. Le circuit dérivation pose aussi des problèmes : si on a une lampe et un courant de 0,5 Ampère, si on met une deuxième lampe en dérivation, ils disent que I est le même» (E4)

– «... ils pensent que lorsqu'on va changer les lampes c'est celle qui va être devant qui brille le plus, celle qui va être derrière qui brille le moins»... «on intervertit les lampes et à ce moment-là ils voient que c'est faux» (E9)

et pour ce qui concerne la confusion intensité-tension :

– «oui, pour les élèves il y a confusion entre courant et tension» (E4)

– «c'est quelque chose de difficile à saisir pour les enfants, il est vrai que pour certains la nullité d'une de ces deux grandeurs doit entraîner la nullité de l'autre» (E7)

– «ils ont beaucoup de difficultés pour comprendre par exemple lorsqu'on mesure entre deux points la tension, dans un circuit fermé et de constater que la tension est nulle... ils ont énormément de mal à comprendre» (E9).

Mais cette connaissance des problèmes ne contribue pas toujours à une bonne prise en compte des intentions des textes.

3.3. L'objet matériel, fixateur des habitudes

Nous avons déjà signalé, à propos des difficultés spontanément remarquées, combien les maîtres ont du mal à prendre en compte un enchaînement des concepts et des compétences attendues différents de ceux inscrits dans leurs habitudes. Nous reprenons ici la même question, à travers la manière dont est envisagé le thème du générateur. Ce dispositif est en effet, comme nous le rappelions plus haut, un carrefour de difficultés. La manière dont il est appréhendé signe en quelque sorte une vision du circuit électrique : lieu de décharge ou système d'éléments en interaction mutuelle.

Une «compétence attendue» explicite de façon radicale le second de ces points de vue : «montrer que le courant qui **traverse** la pile dépend du circuit», alors qu'il est plus habituel de parler du courant **débité** par la pile. Seuls deux enseignants remarquent cette différence, ce qui rejoint notre remarque antérieure sur la faible prise en compte des énoncés de compétences attendues. Parmi ces deux maîtres, un seul est sensible à l'ambition conceptuelle du programme :

– «Là, le programme est plus ambitieux puisqu'il insiste sur l'importance du circuit vis-à-vis du générateur» (E7).

L'autre en est, pour sa part, choqué :

– «... *courant qui traverse la pile, cette phrase me choque. Je dis : courant débité par la pile*» (E4).

Cette résistance à prendre en compte la nouveauté s'ancre, dans le cas particulier du générateur, dans une façon de concevoir l'analogie hydraulique. Celle-ci est, en effet, classiquement utilisée pour donner une représentation concrète de la notion de potentiel électrique à partir de différences d'altitude de l'eau. À la lecture du programme, un seul enseignant a remarqué que ce qui est proposé ici est une activité-support utilisant un dispositif expérimental «à plat» sans réservoir. Certains enseignants ont alors dit utiliser déjà cette analogie, tout en parlant de chute d'eau, de barrage... Après que leur attention ait été attirée sur ce point et une fois décrit l'appareil qu'ils ne connaissaient pas, la moitié d'entre eux en reconnaît finalement l'utilité, l'autre moitié trouve l'analogie un peu compliquée et insiste sur ses limites.

Cette première interprétation de l'analogie hydraulique dans les termes habituels de barrages et chutes d'eau et cette réticence à l'exploiter sous sa forme proposée, sans réservoir, peut s'expliquer par la pratique scolaire courante.

De nouveau, nous constatons que nos résultats sont cohérents avec l'hypothèse selon laquelle les enseignants lisent les textes du nouveau programme en se référant à ce qu'ils faisaient auparavant, plutôt qu'en se laissant guider par la logique interne de celui-ci. Cette référence semble leur masquer les objectifs de la nouvelle présentation et ses capacités à résoudre certaines difficultés pourtant bien connues d'eux.

Sur ce thème particulier du générateur, nous observons qu'un objet matériel donné entraîne avec lui, ici à propos d'une analogie avec un autre dispositif matériel (réservoirs et chutes d'eau), une certaine organisation conceptuelle. L'un comme l'autre de ces dispositifs semblent cristalliser les habitudes des enseignants.

3.4. Un appui à la perception d'une intention didactique : l'introduction d'un nouvel objet

On observe que l'exigence du programme de «*reconnaître qu'il peut y avoir une tension importante entre deux points entre lesquels ne passe aucun courant... et inversement qu'un dipôle peut être parcouru par un courant sans tension notable à ses bornes (fil de connexion, diode)*» est appréciée par quatre professeurs. À ce propos, on note l'attention suscitée par le fil de connexion : trois enseignants, comme on l'a vu plus haut, en ont

repéré spontanément la promotion comme item de programme. Plus remarquable encore est le fait que les intentions didactiques correspondantes aient été exprimées par l'ensemble des enseignants au cours de l'une ou l'autre phase de l'entretien :

– «oui, il existe des différences, introduction de dipôles, influence des fils de connexion...» (E3)

– «la façon dont on doit traiter les fils de connexion est elle aussi nouvelle» (E7)

– [après avoir mentionné le risque de confusion entre courant et tension] «... fera réfléchir davantage les élèves... très expérimental» (E4)

– «ça me paraît bien pour la distinction courant-tension, je crois que même les élèves de terminale...» (E5).

L'introduction d'un nouvel objet, en tant qu'intitulé d'item, pour traiter une difficulté connue par ailleurs provoque donc l'adhésion des enseignants. Ceux-ci redécouvrent le fil de connexion comme un support très utile pour mettre en lumière les comportements différents de l'intensité et de la tension. Inexistant dans les pratiques enseignantes antérieures, sinon pour la nécessité opératoire de fermeture du circuit, le fil de connexion comme nouvel objet d'enseignement est adopté à l'unanimité, assorti d'un objectif pédagogique bien spécifié. Dans ce cas l'habitude n'a pas fait écran à la nouveauté.

CONCLUSION

L'enseignant joue un rôle prépondérant entre les intentions des rédacteurs d'un programme et les acquis des élèves. Cela justifie que l'on essaie de comprendre les mécanismes qui risquent d'engendrer des distorsions entre attentes des rédacteurs et pratiques effectives des maîtres. Les premières réactions des enseignants avant toute lecture de manuels scolaires se font beaucoup en référence à leurs pratiques antérieures. En particulier, elles font apparaître une centration de leur attention sur les items considérés individuellement au détriment de l'organisation générale du programme et des compétences attendues. Ceci contribue à limiter leur perception des intentions didactiques relevées ici.

De plus, nous retrouvons en électricité un effet mis à jour par C. Hirn (1995). Celle-ci relève que les enseignants ont tendance à associer à un objet matériel des stratégies pédagogiques immuables. À propos du programme d'optique, elle observe qu'il est très difficile d'utiliser un dispositif classique (par exemple, les alignements d'épingles ou les expériences d'ombres sur écran) dans un but pédagogique qui ne l'est pas. C'est le cas ici pour le générateur dont les images classiques, associées à l'idée de réservoir, ont la vie dure.

Cependant, on observe que lorsqu'un nouvel objectif pédagogique est associé à la mise en scène d'un objet matériel qui n'était pas auparavant un thème d'enseignement, ici le fil de connexion, les enseignants s'en saisissent volontiers et fixent d'autant plus leur attention sur les difficultés visées. Alors pourquoi ne pas tenter, chaque fois que c'est possible, d'associer une intention didactique à un objet nouveau en tant qu'objet d'enseignement ? Il nous semble que cette direction mérite d'être explorée plus avant et en tout cas prise en considération par les rédacteurs de programme.

Nos résultats, certes limités par les effectifs concernés, illustrent donc au moins ceci : savoir que les habitudes déterminent la mise en œuvre de nouvelles stratégies chez les enseignants n'épuise pas le sujet du rôle que ceux-ci jouent comme transformateurs d'intentions didactiques. Ces transformations ne sont pas prévisibles dans le détail, car on ne peut pas connaître précisément, avant toute recherche, les éléments des habitudes qui vont se révéler déterminants, ni les formes et les effets du filtrage. Les acquis de cette première étude se compléteront d'une analyse, en cours, des manuels scolaires parus à l'occasion des nouveaux programmes (Dupuy, 1995).

Dans le domaine étudié ici comme dans tout autre où l'on se soucie de mettre en œuvre des stratégies didactiques bien spécifiées, une investigation détaillée des réactions des maîtres nous semble nécessaire, qui s'articule à la fois sur une analyse de contenu et sur celle des difficultés et raisonnements communs. L'effort d'explicitation et de formation, particulièrement indispensable au moment de la parution des nouveaux textes, pourrait alors s'appuyer sur des informations précises et gagner en efficacité.

BIBLIOGRAPHIE

- BENSEGHIR A. (1989). *Transition électrostatique-électrocinétique : point de vue historique et analyse des difficultés des élèves*. Thèse, Université Paris 7.
- BENSEGHIR A. & CLOSSET J.-L. (1993). Prénance de l'explication électrostatique dans la construction du concept de circuit électrique : points de vue historique et didactique. *Didaskalia*, n° 2, pp. 31-47.
- BULLETIN OFFICIEL DE L'ÉDUCATION NATIONALE (1992). Classes de quatrième et quatrième technologique. *Bulletin Officiel*, n° 31 du 30 juillet 1992, pp. 2086-2099 & pp. 2110-2112. Paris, Ministère de l'Éducation nationale.
- CLOSSET J.-L. (1983). *Le raisonnement séquentiel en électrocinétique*. Thèse, Université Paris 7.
- CLOSSET J.-L. (1983). Sequential reasoning in electricity. In G. Delacote & A. Tiberghien (Eds), *Recherche en didactique de la physique : les actes du premier atelier international, La Londe les Maures*. Paris, CNRS, pp. 567-569.

- DRIVER R. (1993). Constructivist Perspectives on learning Science. European Research in Science Education. In P.L. Lijnse (Ed.), *Proceedings of the first Ph. D Summerschool*. Utrecht, CdB Press, pp. 65-74.
- DUPUY M. (1995). *Analyse des manuels de quatrième en électricité. Prise en compte des changements de programme*. Mémoire de DEA de Didactique des disciplines, Université Paris 7.
- HIRN C. (1995). Comment les enseignants de sciences physiques lisent-ils les intentions didactiques des nouveaux programmes d'optique en classe de quatrième ? *Didaskalia*, n° 6, pp. 39-54.
- JOHSUA S. (1983). «La métaphore du fluide» et le «raisonnement en courant». In G. Delacote & A. Tiberghien (Eds), *Recherche en didactique de la physique : les actes du premier atelier international, La Londe les Maures*. Paris, CNRS, pp. 321-330.
- PSILLOS D., KOUMARAS P. & VALLASTADES O. (1987). Pupils' representation of electric current before, during and after instruction on DC circuits. *Research in Science and Technological Education*, vol. 5, n° 2, pp. 185-199.
- SHIPSTONE D.M., RHÖNECK C.V., JUNG W., KÄRRQVIST 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.
- TIBERGHIE A. (1983). Critical review of research concerning the meaning of of electric circuits for students aged 8 to 20 years. In *Summer Workshop «La Londe les Maures»*, pp. 1-18.
- TOCHON F.-V. (1989). À quoi pensent les enseignants quand ils planifient leurs cours ? *Revue Française de Pédagogie*, n° 6, pp. 23-33.
- VIENNOT L. (1994). Recherche en didactique et nouveaux programmes d'enseignement : convergences. Exemple du programme de physique de quatrième (grade 8) 1993, en France. *Didaskalia*, n° 3, pp. 119-128.
- VIENNOT L. & KAMINSKI W. (1991). Participation des maîtres aux modes de raisonnement des élèves. *Ensenanza de las Ciencias*, n° 9, pp. 3-9.

ANNEXE : GUIDE D'ENTRETIEN

L'entretien est composé de deux parties :

- une partie générale sur le programme d'électricité,
- une partie portant sur quelques points particuliers.

1. Généralités

11. Quelle est votre impression d'ensemble sur ce nouveau programme d'électricité ?
12. À propos des contenus de ce programme :
 121. Quelles différences voyez-vous par rapport au programme précédent ?
Dans le mode de travail avez-vous remarqué quelque chose de nouveau ?
 122. Y a-t-il dans ces contenus :
 - des notions difficiles à enseigner ?
 - des notions difficiles à comprendre ?
 123. Y a-t-il dans ces contenus :

- des choses intéressantes à enseigner ?
 - des choses intéressantes pour les élèves ?
13. À propos de la présentation du programme, il apparaît deux rubriques spécifiques :
- 131. La rubrique «compétences exigibles ou en cours d'apprentissage» va-t-elle modifier la façon dont vous allez organiser votre enseignement ? votre évaluation ? comment ?
 - 132. La rubrique «activités-supports» va-t-elle modifier la façon dont vous allez organiser votre enseignement ? Si oui, comment ?
Pratiquez-vous déjà l'exercice consistant à faire faire des prévisions par vos élèves ?

2. Quelques particularités du nouveau programme

21. Électrisation, décharges, étincelles
- 211. Quel est l'intérêt d'une telle introduction ? Vous aidera-t-elle à faire comprendre la notion de courant électrique ?
 - 212. Que pensez-vous des activités-supports correspondantes ? Vous paraissent-elles faciles ou difficiles à comprendre par les élèves ? à exploiter pour la suite du cours ?
 - 213. Quels types d'exercices pourrez-vous proposer sur ce sujet ? Quels types de contrôles ?
22. Analogie avec un circuit hydraulique à plat
- 221. Quel intérêt, quels inconvénients éventuels voyez-vous à cette analogie ?
 - 222. Comment les connaissances des élèves leur permettent-elles de comprendre le fonctionnement du circuit hydraulique ? Parmi les divers éléments de ce montage, lesquels vous paraissent faciles ou difficiles à expliquer ?
23. Notion de circuit électrique
- 231. À propos du circuit série, avez-vous remarqué des différences entre l'ancien et le nouveau programme ?
 - 232. Quelles sont, selon vous, les difficultés rencontrées par les élèves à ce sujet ?
 - 233. Pour combattre ces difficultés, voyez-vous quelles activités théoriques ou pratiques proposer ? Le nouveau programme vous propose-t-il quelque chose de spécifique de ce point de vue ?
24. $I = 0 \stackrel{?}{\Rightarrow} V = 0, V = 0 \stackrel{?}{\Rightarrow} I = 0$
La nullité de l'une des grandeurs électriques, courant ou tension, pose-t-elle des problèmes particuliers aux élèves ? Lesquels ? La bonne compréhension des conséquences de cette nullité vous paraît-elle importante ? Aidera-t-elle les élèves à comprendre le rôle d'un court-circuit ? d'un fil de connexion ?
25. Points divers
Y a-t-il d'autres aspects du programme dont vous aimeriez parler ?