

**INFLUENCE DES VARIABLES DIDACTIQUES SUR LES PROBLEMATISATIONS DES  
APPRENANTS : ETUDE DE CAS EN PHYSIQUE EN ELECTRICITE EN 1<sup>ère</sup> S ET EN  
FORMATION DES PROFESSEURS DES ECOLES.**

**Philippe Briaud**

Université de Nantes  
IUFM des Pays de la Loire  
4 Chemin de Launay Violette  
44322 Nantes cedex 3  
philippe.briaud@univ-nantes.fr

---

**Mots-clés :** *Problématisation, variables didactiques, situation didactique, physique, apprentissage scientifique*

**Résumé.** *Notre communication porte sur l'analyse d'une séance que nous avons vu réaliser plusieurs fois en classe de première S et en formation avec des étudiants préparant le concours du professorat des écoles. Les élèves et les étudiants (que nous désignerons par apprenants) avaient à résoudre une situation-problème sur des circuits électriques avec un générateur et deux lampes en série ou en dérivation. Cette situation-problème est proposée dans le document d'accompagnement du programme de la classe de 1<sup>ère</sup> S. L'analyse des problématisations écrites, individuellement ou en groupes, par les apprenants montre que la différence entre les caractéristiques électriques des deux lampes et les différents circuits électriques à réaliser sont des variables didactiques contreproductives pour leur apprentissage. Le manque de conceptualisation des dipôles et des circuits électriques par les apprenants ne permet pas à la dynamique de la séance de fonctionner. L'étude du montage en série nous semble suffisante pour faire travailler les apprenants sur le fonctionnement électrique des lampes et le concept de puissance électrique avec une situation-problème. Une telle séance devrait permettre d'analyser l'influence du milieu et le contenu des interactions langagières entre les différents locuteurs sur les problématisations des apprenants.*

---

## **1. Introduction**

Les recherches en didactique des sciences ont montré l'intérêt des dispositifs didactiques où les apprenants sont confrontés à des situations-problèmes pour leur faire acquérir des savoirs scientifiques problématisés, (Fabre, 2009 ; Orange, 2005 ; Briaud, 2005). Cette pédagogie du problème s'inscrit dans le cadre socioconstructiviste de l'apprentissage (Astolfi, 2008) avec une épistémologie de la science qui considère les savoirs scientifiques comme des réponses à des problèmes et non comme de simples faits (Bachelard, 1999). Les dispositifs didactiques à mettre en place dans des classes dans ce cadre théorique, doivent donc mettre en tensions les conditions d'apprentissage et les savoirs à acquérir.

Depuis plusieurs années les programmes de sciences physiques au collège et au lycée préconisent la démarche d'investigation avec des situations problèmes (Courtilot et Ruffenach, 2006 ; Morge et Boilevin, 2008) et les documents d'accompagnement proposent des séquences à réaliser en classe<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> <http://eduscol.education.fr/cid46457/programmes-lycee.html> consulté le 29 août 2010

Les travaux de recherche que nous menons au CREN porte sur l'étude de l'apprentissage scientifique par problématisation. Pour cette recherche nous nous intéressons au protocole de ces séquences, à leur déroulement et aux problématisations des apprenants. Notre communication porte sur l'analyse d'une de ces séquences que nous avons vu réaliser plusieurs fois dans une séance en classe de première S et en formation avec des étudiants préparant le concours du professorat des écoles. Les élèves et les étudiants (que nous désignerons par apprenants) avaient à résoudre une situation-problème sur des circuits électriques avec un générateur et deux lampes en série ou en dérivation. Cette situation-problème est proposée dans le document d'accompagnement<sup>2</sup> du programme de la classe de 1<sup>ère</sup> S. Les fondements théoriques et le protocole de cette séquence ont été publiés par le chercheur qui l'a conçue (Robardet, 2001).

Dans une première partie nous présentons les cadres théoriques qui fondent la séquence étudiée et le dispositif didactique proposé pour cette situation-problème. Ensuite nous analysons les problématisations écrites des apprenants et nous discutons de l'influence de certaines variables didactiques sur celles-ci. En conclusion nous proposons des pistes de travail pour continuer cette étude.

## 2. Le cadre théorique

La séquence proposée par Robardet est une situation-problème (Meirieu, 1990) avec pour objectif obstacle (Martinand, 1994), le modèle circulatoire à épuisement du courant électrique qu'ont les apprenants pour expliquer le transfert d'énergie. Ce modèle les conduit à postuler une diminution du courant électrique à la traversée d'un récepteur et donc à considérer, contrairement aux résultats des expériences, que l'ordre dans lequel sont placés les dipôles dans un circuit en série influence leur fonctionnement (Joshua et Dupin, 1986). Cette situation problème qui s'inscrit dans une pédagogie socioconstructiviste a été élaborée avec les cadres théoriques des situations (Brousseau, 1988) et de la problématisation (Fabre, 1999).

La problématisation est un processus multidimensionnel impliquant position, construction et résolution de problèmes dans une série de va et vient entre les solutions possibles et le problème posé, (Fabre, 1999 ; Fabre 2005). Un problème est une question qui a du sens et dont on ne connaît pas la réponse. La problématisation est donc une recherche de l'inconnu à partir du connu. C'est un questionnement visant à identifier les données et les conditions du problème et à les mettre en tensions, (Fabre et Musquer, 2009-a). Pour C. Orange problématiser en sciences c'est mettre en tensions un registre empirique avec le registre des modèles dans un registre explicatif pour construire des nécessités, (Orange, 2006). Pour notre part, nous inscrivons la problématisation dans des tâches d'explication.

Dans la théorie des situations le savoir prend du sens pour l'élève au sein du milieu. Celui-ci comprend les activités proposées et les apprenants. Ainsi il existerait au moins une situation dans laquelle l'obstacle va se manifester et dans laquelle le savoir à enseigner va prendre tout son sens. Pour l'auteur de la situation-problème étudiée, c'est l'utilisation des lampes (« *qui brillent* ») avec une pile (« [un générateur] *qui s'use* ») qui fait apparaître la notion de puissance dès le début. Et pour que les élèves distinguent bien les notions de puissance, d'intensité et de tension, il leur fait étudier le fonctionnement des deux lampes dans des montages en série et en dérivation.

La dynamique de cette situation-problème pour conduire à l'apprentissage visé, repose sur la prise de conscience par les apprenants d'une contradiction entre leurs prévisions et les résultats des expériences avec deux types de circuits électriques. Celle-ci doit les interpeller sur leur mode de raisonnement pour expliquer le fonctionnement des deux lampes et les conduire à utiliser deux grandeurs (tension et courant) pour caractériser ce fonctionnement et comprendre que le transfert d'énergie du générateurs vers les récepteurs ne se fait pas par épuisement du courant. Cette

---

<sup>2</sup> <http://www.cndp.fr/produits/> consulté le 29 août 2010

contradiction est provoquée par un « piège » puisque aucune précision sur les caractéristiques électriques des lampes n'est donnée aux apprenants et que leur interprétation de départ repose implicitement sur l'utilisation de lampes identiques. Et pour relier le fonctionnement des lampes aux deux grandeurs électriques (tension et courant) et construire le concept de puissance il est nécessaire d'avoir une certaine maîtrise de plusieurs concepts du domaine de l'électricité (intensité, tension, générateur de tension, fonctionnement systémique des circuits) et une certaine rigueur dans leur utilisation quelle que soit la situation étudiée. Or ce n'est pas le cas pour de nombreux apprenants comme l'ont montré S. Joshua et J.J. Dupin dans une étude détaillée et fournie (Joshua et Dupin, 1989).

Il nous a donc paru intéressant d'étudier l'influence des deux variables didactiques (Brousseau, 1986) : différence entre les caractéristiques électriques des deux lampes et utilisation des deux lampes dans différents circuits électriques, sur les problématisations des apprenants. Pour cette communication nous avons étudiés les problématisations des apprenants en analysant dans le cadre de la problématisation, leurs écrits réalisés individuellement ou en groupes.

### **3. Une situation-problème en électricité**

Le dispositif de la situation-problème proposée dans le document d'accompagnement de 1<sup>ère</sup> S est le suivant : Au début de la séance les élèves observent le fonctionnement d'un circuit électrique avec deux lampes L1 et L2 en série. Puis individuellement ils expliquent par écrit pourquoi la lampe L1 brille le plus et ils réfléchissent pour répondre aux questions : Quel va être l'éclairement de ces lampes lorsqu'on échange leur position dans le circuit en série ? Pourquoi ?

Après une dizaine de minutes de réflexion individuelle les apprenants se mettent en groupe de quatre ou cinq pour confronter leur point de vue et proposer une réponse à ces différentes questions qu'ils rédigent sur un transparent. Ensuite les groupes présentent leurs réponses et discutent entre eux pour tenter de se mettre d'accord sur l'une d'entre elles. Puis les groupes vérifient expérimentalement si la réponse qu'ils ont retenue est correcte et ils effectuent des mesures du courant et de la tension dans les deux circuits. Ces résultats les conduisent à se questionner sur le fonctionnement spécifique de la lampe 1 dans les deux circuits en série. Pour répondre à cette question les groupes de quatre élèves se reconstituent pour prévoir : Quel sera l'éclairement des deux lampes lorsqu'on les place en dérivation avec le même générateur ? Ils écrivent et expliquent leur réponse sur le transparent. Ensuite les groupes confrontent leur point de vue pour éventuellement se mettre d'accord sur un résultat. Puis ils vérifient leur réponse en réalisant le circuit et ils mesurent l'intensité des courants qui circulent dans les deux lampes et les tensions à leurs bornes. A la fin l'enseignant et les apprenants institutionnalisent ensemble les savoirs à acquérir.

Les enseignants avec lesquels nous avons travaillé réalisent cette situation problème dans des classes de 1<sup>ère</sup> S depuis plusieurs années et plus récemment avec des étudiants qui préparent le concours du professorat des écoles. Bien qu'ils utilisent le protocole proposé dans le document d'accompagnement les conditions de sa réalisation dans les classes ont parfois été un peu différentes (utilisation d'alimentations stabilisées à la place des piles dans certaines séances, et parfois les concepts de puissance et d'énergie ont été abordés avant en cours) sans que cela apporte de modification notables au déroulement de la séance et dans les réponses des apprenants.

Dans les séances que nous analysons tous les élèves n'avaient pas les mêmes données de départ car certains d'entre eux ont vu sur le culot des lampes que leurs caractéristiques électriques étaient différentes (L1 : 6V ; 1,8 W et L2 : 6V ; 6 W pour certaines séances et L1 : 6 V 0,2 mA et L2 : 6V 0,3 mA pour d'autres).

### **4. Analyse des problématisations des apprenants**

Quasiment tous les apprenants dans les séances que nous avons étudiées justifient le fonctionnement du premier circuit par un raisonnement qui repose sur l'usage du « courant » :

« Du fait d'un montage en série, le courant est tout d'abord débité entièrement à la lampe 1 puis le reste de la tension est envoyé à L2 ».

C'est la connaissance ou non de la différence entre les deux lampes qui oriente la prévision qu'ils donnent ensuite sur le fonctionnement du deuxième circuit. Soit ils considèrent que les lampes sont identiques et donc ce sera la première qui brillera le plus : « Dans tous les cas, ça sera toujours la première lampe du circuit qui recevra le plus de tension ». Soit ils pensent que L1 a « moins besoin pour briller » et donc ce sera encore elle qui brillera le plus : « La lampe L1 brillera car elle demande une puissance plus faible que la lampe L2 pour fonctionner normalement ».

La réalisation du deuxième montage confirme cette dernière prévision mais contredit la précédente. Par contre les mesures des tensions et de l'intensité du courant qu'ils effectuent contredisent toutes leurs explications. En effet le produit entre la tension aux bornes de L1 et l'intensité du courant dans le circuit série est toujours plus élevé quelle que soit sa position dans le circuit. Mais beaucoup d'apprenants n'utilisent pas cette donnée dans la suite de leur travail.

Lorsqu'ils étudient le montage en dérivation tous les apprenants savent que les deux lampes ont des caractéristiques électriques nominales différentes (leur puissance ou leur intensité nominale est différente). Leurs prévisions sur l'éclairement des deux lampes sont à peu près les mêmes dans toutes les classes. Quelques groupes disent que c'est L2 qui brillera le plus car elle a la plus grande puissance : « Les lampes L1 et L2 brilleront à leur maximum car elles recevront 6V chacune donc L2 brillera plus que L1 car pour une tension de 6V la puissance de L2 est plus élevée ». D'autres plus nombreux écrivent que les intensités sont les mêmes dans les deux lampes ou qu'elles reçoivent la même puissance et vont donc briller pareil : « Le circuit est en dérivation donc les 2 lampes vont recevoir la même puissance et donc elles vont briller de la même façon ». Et quelques uns d'entre eux disent que ce sera L1 qui brille le plus car elle « demande moins ». Quelques apprenants prennent aussi en compte l'ordre des lampes par rapport au générateur dans le montage en dérivation. Pour eux, celle le plus près du générateur brillera le plus.

La plupart des apprenants n'utilisent pas les résultats des mesures qu'ils ont effectuées avec les montages en série pour étayer leur hypothèse sur le fonctionnement des deux lampes.

La réalisation du montage en dérivation montre que c'est la lampe 2 qui brille le plus. Cependant certains apprenants sont sceptiques et trouvent quand même que les lampes brillent pareil. Ce constat pourrait se justifier par une usure de la pile mais ce n'est pas le cas dans les séances étudiées comme le montre les mesures électriques qu'ils effectuent.

Dans les groupes les apprenants discutent le résultat obtenu et certains prennent conscience de la différence qu'il y a entre considérer que c'est la puissance que « reçoit » une lampe et que c'est la puissance qu'elle « demande » pour fonctionner. Seuls quelques groupes comparent les intensités des courants qui traversent les lampes lorsqu'elles sont en série ou en dérivation. Mais n'en tirent pas de conclusion quant à leur fonctionnement.

Ensuite les enseignants terminent la séance en dialoguant avec les apprenants pour institutionnaliser, en s'appuyant sur le texte proposé dans le document d'accompagnement, le savoir visé dans cette séquence. Ils identifient ensemble les nouveaux savoirs (la puissance électrique reçue par les lampes est égale au produit de la tension aux bornes de la lampe et au courant qui l'a traversée) et savoir-faire (mesures du courant et de la tension en différents endroits des circuits) et précisent le langage (distinction entre puissance reçue et puissance fournie, produit de deux grandeurs).

## 5. Discussion et conclusion

Nous avons vu qu'au début de la séance, l'analyse des écrits des apprenants montre que leurs problématisations du fonctionnement des deux circuits en série sont influencées par la prise en compte ou non d'une différence entre les caractéristiques électriques des deux lampes. Alors que

cette variable didactique est une donnée importante du problème posé. Quelle que soit leur hypothèse de départ. Et quelle soit confirmée ou non par l'expérience ils concluent tous que les deux lampes brillent différemment car elles sont différentes. Ce que confortent aussi les mesures de tension et de courant qu'ils effectuent.

A ce moment de la séance beaucoup d'entre eux pensent qu'une des lampes a « moins besoin pour briller plus ». Ce raisonnement concilie leur modèle explicatif à épuisement du courant pour expliquer le transfert d'énergie dans un circuit électrique et le fonctionnement des lampes dans les deux circuits. Mais il ne prend pas en compte les mesures électriques qu'ils ont réalisées et qui indiquent que c'est la lampe L1 qui a la tension la plus élevée entre ses bornes. Le courant étant le même dans les deux lampes.

C'est avec ce modèle de fonctionnement des lampes qu'ils abordent du circuit en dérivation. La situation n'étant plus la même, la plupart des apprenants utilisent d'autres modèles électriques et ne prennent pas en compte les résultats obtenus avec les circuits en série. Et lorsque leur hypothèse n'est pas validée par l'expérience ils acceptent ce résultat en considérant que le générateur fournit assez d'énergie pour que les deux lampes fonctionnent normalement.

Le manque de conceptualisation des dipôles et des circuits électriques par de nombreux apprenants ne permet pas à la dynamique de la séance de fonctionner. Ceux-ci n'ont pas changé de point de vue mais ils ont adaptés leurs explications pour prendre en compte leurs observations. Il y a eu accommodation du sujet aux informations qui lui sont fournies par le milieu, (Piaget, 1998), mais sans retenir les données (ici les mesures électriques) qui contredisent sa réflexion (Closset, 1989).

Pour faire évoluer les représentations de ces apprenants il faudrait travailler avec eux les conceptions qu'ils ont du fonctionnement des lampes et de la « consommation » d'énergie (Fabre et Orange, 1997). Celles-ci correspondent à un fonctionnement en tout ou rien à partir d'un seuil, hypothétique, de consommation « de quelque chose ». Comme une voiture consomme une certaine quantité d'essence pour rouler ou une cheminée consomme une certaine quantité de bois pour faire du feu. Alors que dans le cas des lampes, la lumière est produite par l'échauffement du filament du fait du « passage » du courant électrique.

Pour faciliter l'apprentissage des élèves il nous semble qu'il faut diminuer le nombre des variables didactiques. Ainsi l'étude du montage en série avec deux lampes identiques puis avec deux différentes, permet de faire travailler les apprenants sur le fonctionnement électrique des lampes et le concept de puissance électrique. En portant sur le fonctionnement d'un seul type de circuit électrique à étudier, la nouvelle situation-problème proposée devrait permettre d'analyser l'influence du milieu (Orange, 2007), y compris les interventions des différents locuteurs sur les problématisations des apprenants, (Fabre et Musquer, 2009-b).

## **6. Bibliographie**

- Astolfi, J.P. (2008). *La saveur des savoirs Disciplines et plaisir d'apprendre*. Issy-les-Moulineaux : ESF éditeur.
- Bachelard, G. (1999). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin. 1<sup>ère</sup> édition 1938.
- Briaud, Ph. (2005). *Apprentissage scientifique par problématisation en physique en terminale S*. Actes des quatrièmes rencontres scientifiques de l'ARDIST, Lyon.
- Brousseau G. (1988). *Le contrat didactique : le milieu*. Recherches en didactique des mathématiques, vol. 9,3, p. 309-336. Grenoble, la pensée sauvage.
- Brousseau G. (1986). *Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques*. Recherches en didactique des mathématiques, vol. 7,2, p. 33-115. Grenoble, la pensée sauvage.
- Closset, J.L. (1989). Les obstacles à l'apprentissage de l'électrocinétique. BUP, n° 716, pp 931 – 949.

- Courtilot, D. et Ruffenach, M. (2006). *Enseigner les sciences physiques de la 3e à la Terminale*. Paris, Bordas.
- Fabre, M. (2009). *Philosophie et pédagogie du problème*. Paris, Vrin.
- Fabre, M. (2005). Deux sources de l'épistémologie des problèmes : Dewey et Bachelard. *Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle* vol. 38, n° 3, pp 53 – 67
- Fabre, M. (1999). *Situations problèmes et savoir scolaire*. Paris : PUF.
- Fabre, M. et Musquer, A. (2009-a). Vers un répertoire d'inducteurs de problématisation. Analyse d'une banque de situations-problèmes. *Spiral-E-Revue de Recherches en Educations*. Supplément électronique au n° 43, pp 45-68.
- Fabre, M. et Musquer, A. (2009-b). Comment aider les élèves à problématiser ? Les inducteurs de problématisation. *Les sciences de l'éducation – Pour l'Ere nouvelle*, vol. 42, n°3, pp 111-1128.
- Fabre, M. et Orange, C. (1997). Construction de problèmes et franchissement d'obstacles. *ASTER*, 24, pp 28-38.
- Joshua, S. & Dupin, J.J. (1989). *Représentations et modélisations : le « débat scientifique » dans la classe et l'apprentissage de la physique*. Berne : Peter Lang.
- Joshua, S. & Dupin, J.J. (1986). L'électrocinétique du collège à l'université. *BUP* vol. 80, n° 683, pp 779-800.
- Martinand, J.L. (1994). La didactique des sciences et de la technologie et la formation des enseignants. *ASTER*, 19, pp 61-75.
- Meirieu, Ph. (1990). *Apprendre ... Oui, mais comment*. Paris ESF. 1<sup>ère</sup> édition 1987.
- Morge, L. & Boilevin, J.-M., (dir.) (2008). *Séquences d'investigation en physique-chimie collège, lycée*. Clermont-Ferrand : Scérén CRDP d'Auvergne.
- Orange, C. (2007). Quel milieu pour l'apprentissage par problématisation en sciences de la vie et de la terre. *Education & Didactique*, Vol 1, n° 2, pp 35-54.
- Orange, C. (2006). « Problématisation, savoirs et apprentissage en sciences ». In M. Fabre & E. Vellas (dir.). *Situations de formation et problématisation* (pp 75-90). Bruxelles : De Boeck.
- Orange, C. (2005). Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle* vol. 38, n° 3, pp 69-94.
- Piaget, J. (1998). *Psychologie de l'intelligence*. Paris Armand Colin. 1<sup>ère</sup> édition 1967.
- Robardet, G. (2001). Quelle démarche expérimentale en classe de physique ? Notion de situation-problème. *BUP* vol.95, n° 836, pp1173-1190.