

## **Analyse des conditions de production d'écrits institutionnalisant des savoirs scientifiques problématisés.**

---

**BRIAUD Philippe MC, IUFM des Pays de la Loire, Nantes, France, philippe.briaud@unvi-nantes.fr**

**MANCEAU-BRETECHER, Armelle, PRCE, IUFM des Pays de la Loire, Nantes, France, armelle.manceau@unvi-nantes.fr**

Mots clés : problématisation, savoirs scientifiques, écrits scientifiques, apprentissage scientifique, institutionnalisation des savoirs.

### **Résumé**

*Le paradigme socioconstructiviste de l'apprentissage scientifique s'appuie sur une épistémologie de la science qui considère les savoirs scientifiques comme des réponses à des questions. Dans cette pédagogie les problèmes et leurs solutions font partie de l'apprentissage. L'institutionnalisation de savoirs scientifiques problématisés porte sur les savoirs scientifiques, les problèmes dont ils sont solutions, les raisons pour lesquelles ils le sont et leur domaine de validité.*

*Dans cette communication nous analysons des écrits scientifiques produits par des professeurs de physique – chimie stagiaires dans un module de formation à l'IUFM, pour institutionnaliser des savoirs scientifiques problématisés. Leurs premiers écrits présentent les savoirs scientifiques comme des réponses « évidentes » au problème posé sans y faire référence. Au cours de la séance de formation la confrontation entre le contenu de leurs différents textes et le travail de réflexion dans les groupes conduisent les stagiaires à écrire collectivement un nouveau texte qui prend en compte certaines des raisons sur lesquelles sont fondées leurs solutions. Toutefois le texte final qu'ils proposent n'utilise pas les concepts scientifiques pertinents pour problématiser le problème posé.*

Le déroulement des séances d'enseignement - apprentissage scientifique est une succession de moments d'activités des élèves et de temps d'institutionnalisation des savoirs à acquérir avec l'enseignant. Cette chronologie des pratiques pédagogiques conduit les apprenants à penser que la solution s'établit en suivant une démarche linéaire de résolution comme si elle était « cachée » et qu'il suffisait de la « révéler ». Alors que les savoirs scientifiques sont construits (Bachelard, 1999) et que ce sont principalement des concepts formels qui mettent en relation des grandeurs et qui ont un domaine de validité (Lemeignan & Weil-Barais, 1993).

L'acquisition par les apprenants de savoirs scientifiques qu'ils considèrent comme des « vérités » et non comme des réponses à des problèmes est une des causes de leurs difficultés en sciences physiques (Besson & Viennot, 2008 ; Briaud, 2002 ; Briaud, 2009). Car ils utilisent ces savoirs seulement comme des outils alors que ce sont aussi des objets de pensée. Pour faciliter l'apprentissage en sciences les dispositifs didactiques doivent permettre aux élèves d'acquérir des savoirs scientifiques problématisés.

Notre communication porte sur l'analyse d'écrits scientifiques produits pour institutionnaliser des savoirs scientifiques problématisés. Ces textes sont rédigés par des professeurs de physique – chimie stagiaires dans un module de formation à l'IUFM où ils doivent proposer un dispositif spécifique et problématiser son fonctionnement.

Dans un premier temps nous présentons notre cadre théorique et le corpus utilisés pour cette recherche qui est en cours. Puis nous analysons les écrits des stagiaires et nous concluons en proposant un projet pour poursuivre cette recherche.

## Cadre théorique et méthodologie

Les programmes scientifiques scolaires actuels considèrent les savoirs scientifiques comme une construction humaine et non comme un ensemble de vérités révélées. Cette épistémologie des savoirs scientifiques et de leur apprentissage s'appuie sur une conception rationnelle de la science (Bachelard, 1999 ; Popper, 1998) et sur une théorie socioconstructiviste de l'apprentissage (Astolfi, 2008).

Au collège les enseignants sont invités à concevoir des dispositifs didactiques avec des démarches d'investigation<sup>1</sup> (Morge et Boilevin, 2008) pour résoudre des situations-problèmes (Vander Borgh, 2006) en vue de faire construire aux élèves des savoirs scientifiques à partir de leurs connaissances<sup>2</sup> initiales (Dewey, 2004).

Cette pédagogie utilise les ressorts de l'enquête elle relie l'apprentissage et le problème (Fabre 2009). Le cadre théorique de la problématisation s'articule autour de trois étapes (Fabre, 2006) :

- Poser le problème c'est l'étape où les élèves prennent conscience et formalisent la question qu'ils se posent ;
- Construire le problème c'est l'étape où les élèves sont amenés à faire des hypothèses et à mettre en tension des données et des conditions pour construire des nécessités ;
- Résoudre le problème c'est proposer une solution qui atteste de la pertinence des nécessités construites comme réponse au problème posé.

Problématiser en sciences c'est mettre en tension un registre empirique avec un registre des modèles dans une tâche d'explication pour construire des nécessités (Orange, 2007).

Pour pratiquer en classe une pédagogie du problème nous préconisons le dispositif didactique suivant (Briaud, 2007) :

- travail des élèves en individuel puis en groupe restreint (3-4) pour répondre à une question qu'ils se posent ;
- Mise en commun par une présentation collective des différents travaux de groupe ;
- Débat sur les réponses proposées ;
- Institutionnalisation du savoir scientifique à connaître.

---

<sup>1</sup> BO spécial n°6 du 28/08/08

<sup>2</sup> Dans cet article nous distinguons les savoirs scientifiques des connaissances car les premiers ont une dimension universelle tandis que les seconds ont une dimension personnelle.

Comme nous venons de le voir, la problématisation relie les savoirs scientifiques et les problèmes. Par conséquent l'institutionnalisation de savoirs scientifiques problématisés porte sur ces savoirs et les problèmes dont ils sont solutions ainsi que les raisons pour lesquelles ils le sont et leur domaine de validité. Elle ne doit pas être seulement le résumé « type » proposé en fin de chapitre dans de nombreux livres scolaires. Car ceux-ci ne précisent pas les conditions avec lesquelles les savoirs scientifiques sont établis ni les problèmes qu'ils permettent de résoudre<sup>3</sup>.

Notre recherche actuelle porte sur les textes scientifiques produits en classe pour permettre aux élèves de garder la trace de leur problématisation. Dans cette communication nous présentons seulement l'analyse du travail réalisé en module de formation initiale avec douze professeurs stagiaires de physique chimie. Nous cherchons à caractériser les écrits que ces stagiaires utilisent en classe pour institutionnaliser le savoir scientifique. Pour cela nous analysons des textes scientifiques qu'ils écrivent dans un module de formation à l'IUFM. L'organisation et le déroulement de ce module sont les mêmes que ceux des séances qu'ils doivent réaliser dans leurs classes.

Les apports de l'écriture dans la construction de savoirs scientifiques et les conditions de production d'écrits scientifiques par des élèves ont été étudiés par plusieurs auteurs (ASTER, 2001) et ne sont pas l'objet de notre recherche.

## **Une situation problème en formation initiale**

L'organisation de la séance de formation et les consignes données aux stagiaires étaient les suivantes :

### *Première partie*

- Travailler en groupes pour : Proposer un dispositif électrique pour faire fonctionner une lampe flash de 150 V ; 300 W avec deux piles de 1,5 Volts et expliquer son fonctionnement<sup>4</sup>.
- Rédiger sur un transparent : la solution retenue, le suivi de la réflexion du groupe pour obtenir cette solution et la trace écrite des savoirs à connaître.
- Mise en commun et débat sur les solutions proposées.

### *Deuxième partie*

- Travail en groupe pour rédiger un texte des savoirs scientifiques à acquérir qui rend compte des problèmes, de l'heuristique de leur résolution et des solutions.
- Mise en commun et débat sur les textes proposés,
- Construction collective d'un écrit sur le travail effectué, qui fait apparaître les problèmes rencontrés et leurs solutions, les savoirs institutionnels et leur domaine de validité.

---

<sup>3</sup> On trouve avec le modèle de l'atome dans les livres de physique et chimie de la classe de seconde, un exemple du savoir scientifique considéré comme des faits (Nathan, 2007).

<sup>4</sup> Ces conditions nominales de fonctionnement de la lampe flash sont extraites d'énoncés d'exercices de livres de physique de TS (Hatier collection Microméga, 2002, p150 ; Hachette collection Hélios, 2002, p124).

C'est seulement après la première partie de l'activité que les stagiaires ont pris connaissance de la deuxième partie de la séance.

La solution attendue doit préciser comment le dispositif proposé permet d'augmenter la tension délivrée par les piles et le rôle du condensateur. En effet pour produire un flash lumineux il faut fournir de l'énergie électrique à la lampe pendant un temps très court. D'où la nécessité d'avoir une lampe fonctionnant avec une puissance électrique nominale élevée et donc avec des valeurs importantes du courant et de la tension électriques. Les caractéristiques électriques de la pile ne permettent pas de délivrer une puissance électrique élevée. Par conséquent il faut réaliser un transfert d'énergie en deux étapes : Augmenter la tension délivrée par les piles et charger un condensateur avec une assez faible puissance. Puis décharger le condensateur dans la lampe avec une puissance élevée pour obtenir un flash lumineux.

La solution apprise à l'université par les stagiaires comprend des piles, un condensateur et une lampe. Elle est différente de celle attendue ici puisqu'elle correspond au fonctionnement d'une lampe flash dont la tension nominale est égale à celle délivrée par les piles. Pour répondre au problème qui leur est posé les stagiaires doivent savoir analyser et critiquer leurs connaissances pour élaborer un autre dispositif et expliquer son fonctionnement.

## Analyse de la première partie de la séance

Dans le tableau ci-dessous nous donnons le contenu des transparents présentés par les quatre groupes.

Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
<b>Réponse proposée<sup>5</sup></b>			
Circuit électrique appris à l'université avec en plus un transformateur placé entre les piles et le condensateur. Modèle mathématique du fonctionnement du circuit.	Circuit électrique appris à l'université. Calculs pour déterminer la capacité du condensateur : <i>0,67 mF<sup>6</sup></i>	Circuit électrique appris à l'université avec en plus un oscillateur, un transformateur et un pont de diode placés entre les piles et le condensateur.	Circuit électrique appris à l'université et modifié avec plusieurs interrupteurs pour mettre des condensateurs en dérivation pour les charger puis les mettre en série pour les décharger dans la lampe. <i>50 condensateurs</i>
<b>« Suivi de la réflexion »</b>			

<sup>5</sup> Les indications en italiques portées dans ce tableau sont les réponses que les stagiaires ont données à certaines des questions qu'ils se sont posés.

<sup>6</sup> Sur leur transparent, à la suite du résultat obtenu pour la valeur (0,67 mF) de la capacité du condensateur ils ont noté : *beaucoup de condensateurs en parallèle*. Alors que cette valeur a un ordre de grandeur usuel pour une capacité de condensateur.

<p>Comment à partir de 3V obtenir 150 V ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- utilisation d'un condensateur</li> <li>- utilisation d'un transformateur</li> </ul> <p>Comment avoir I = 2A aux bornes de la lampe ?</p> <p>A quoi peut-on assimiler la lampe flash ? <i>Une résistance</i></p> <p>Débat dans le groupe. Opposition des deux idées sans chercher à exploiter les idées de chacun.</p>	<p>Le montage : les composants et leurs caractéristiques ?</p> <p>Est-ce qu'il y a une résistance de protection ? <i>Il n'y en a pas sur le schéma proposé.</i></p> <p>Est-ce que la résistance interne du condensateur est en série ?</p> <p>Quel est le temps de décharge du condensateur (flash) ? <i>1 ms</i></p> <p>Combien d'interrupteurs ?</p> <p>Pour le calcul de la capacité, utilise-t-on 3V ou 150 V ? <i>3V</i></p>	<p>Problème :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Augmenter la tension.</li> <li>2) libérer rapidement l'énergie</li> </ol> <p>1) Passer par un transformateur : transformer la tension continue en tension alternative (utiliser un système oscillant)</p> <p>Revenir avec une tension continue avec un pont de diode</p> <p>2) Utiliser la décharge d'un condensateur</p>	<p>Comment produire une tension de 150 V avec 2 piles de 1,5 V ?</p> <p>Utilisation d'un condensateur ?</p> <p>Utiliser plusieurs condensateurs en série pour « stocker » 150 V ?</p> <p>Doit-on forcément atteindre 150 V ?</p> <p>Quelle est la chose la plus importante ? La tension ou l'intensité ?</p> <p>Comment produire 2A (300 W / 150 V) ? Pendant combien de temps ?</p> <p>Utilisation d'une bobine ?</p> <p>Rappel des relations mathématiques...</p> <p>Quelle énergie doit recevoir la lampe ? Une partie est dissipée par effet joule ?</p> <p>On travaille en tension continue ou alternative ?</p> <p>Abandon de la bobine, retour aux condensateurs.</p>
<p>« <b>Résumé ou essentiel à savoir</b> »</p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Condensateur : libère de l'énergie rapidement</li> <li>- le transformateur augmente la tension.</li> </ul>	<p>Avec le dispositif adapté on peut alimenter une lampe de tension nominale 150 V avec deux piles de 1,5 V.</p>	<p>Système oscillant sans surtension.</p> <p>Transformateur de rapport 50. Perte (triangle de Kapp).</p> <p>Autre possibilité :</p>	<p>La détermination d'une solution passe par une expérimentation.</p> <p>« Je retiens »</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- on branche des condensateurs en parallèle pour</li> </ul>

		système oscillant avec surtension (cf. CAPES 2007)	emmagasiner plus d'énergie électrique - on les branche en série pour additionner leur tension.
--	--	--	---

Seul le groupe 3 a présenté une solution correcte. Les autres réponses sont celles que des stagiaires et des étudiants proposent depuis plusieurs années (Briaud, 2007 ; Briaud, 2008). Le groupe 2 n'a pas pris en compte la différence de tension électrique entre les piles et la lampe. La réponse du groupe 1 n'est pas correcte puisque le transformateur ne fonctionne pas avec la tension continue délivrée par des piles. Celle proposée par le groupe 4 est techniquement difficile, voire impossible, à réaliser.

Ces réponses montrent que les stagiaires ont des connaissances scientifiques et que beaucoup d'entre eux savent les utiliser dans des contextes différents de ceux dans lesquels ils les ont apprises. Les groupes 1, 3 et 4 ont su poser le problème et le construire : la tension délivrée par les piles ne peut pas correspondre à celle de la lampe malgré la présence d'un condensateur. La réponse des stagiaires du groupe 1 montre qu'ils n'ont pas su problématiser le fonctionnement du transformateur. Et celle du groupe 4 le fonctionnement du flash d'un appareil photographique.

Le contenu de chaque résumé porte bien sur le dispositif qu'a présenté le groupe. Le résumé du groupe 1 rend compte, en partie seulement, du suivi de la réflexion de ses membres puisqu'il ne porte que sur le transformateur et le condensateur. Alors que ces stagiaires ont aussi présenté le modèle mathématique du fonctionnement de leur circuit, qu'ils ont utilisé pour répondre à deux des questions qu'ils se sont posées : Comment obtenir 2A à la lampe ? Et quel modèle utiliser pour celle-ci ?

Ce résumé n'est pas un texte scientifique car il n'est pas fondé sur une argumentation (Fillon et al, 2004). Il est constitué de deux assertions dont chacune s'appuie sur un raisonnement qui utilise une causalité efficiente (Robardet et Guillaud, 1997). En effet, si « *Le condensateur libère de l'énergie rapidement* » et « *le transformateur augmente la tension* » ce n'est pas en raison de leur nature. Mais parce que les conditions avec lesquelles ils sont utilisés permettent d'obtenir un tel fonctionnement. Ainsi la durée du transfert d'énergie entre le condensateur et la lampe est bref parce que les caractéristiques électriques de ces deux composants permettent d'obtenir une puissance électrique élevée lorsqu'ils sont reliés entre eux.

Dans cet écrit la référence à l'utilisation d'un condensateur pour « libérer rapidement l'énergie » rend implicite le fait que ce sont les piles qui fournissent l'énergie nécessaire au fonctionnement de la lampe mais qu'elles ne permettent pas de faire son transfert avec une puissance électrique élevée. Pour les auteurs de ce texte le transfert de l'énergie est une grandeur physique pertinente pour expliquer le fonctionnement du dispositif qu'ils ont proposé. Mais ils n'utilisent pas explicitement le concept de puissance électrique pour problématiser son fonctionnement.

Le résumé du groupe 2 ne donne aucune indication sur la nature du dispositif à utiliser. Il ne précise pas non plus si la valeur de la tension nominale de la lampe doit être atteinte pour la faire fonctionner. Ce texte est superficiel donc non scientifique.

Le résumé du groupe 3 propose deux éléments de solutions techniques au problème posé sans préciser les raisons pour lesquelles ce sont des solutions. En effet il n'y est pas mentionné :

Qu'il y a un condensateur dans le circuit ? Pourquoi les éléments sont placés dans cet ordre ? Et quel est leur rôle ? Ce texte n'est pas scientifique et il ne reflète pas le travail du groupe. Puisque dans leur exposé ses auteurs ont montré qu'ils savaient problématiser le fonctionnement de leur dispositif.

Le résumé du groupe 4 précise qu'il est nécessaire d'expérimenter pour déterminer une solution. Cependant ce texte présente une solution avec deux modes de branchement de cinquante condensateurs et donne les raisons pour lesquelles il faut ces deux modes. Celles-ci sont fondées sur des lois scientifiques, non énoncées, reliant d'un côté l'énergie et les condensateurs en parallèle et de l'autre les condensateurs en série et la tension. Le lien entre ces deux raisons n'est pas explicité et là encore il est implicite que le transfert de l'énergie entre les piles et la lampe ne peut se faire directement et que ce sont des condensateurs qui permettent de le réaliser. Cet écrit n'est pas scientifique il ne reflète pas une problématisation du fonctionnement électrique du circuit qui est proposé.

## Analyse de la deuxième partie de la séance

Après la mise en commun du travail effectué en groupes, les auteurs de cette communication ont proposé une solution avec les piles, une bobine, une diode, un condensateur et la lampe.

Ensuite les stagiaires se sont remis en groupe pour produire un deuxième texte qui doit résumer le travail intellectuel du groupe (fonctionnement, dysfonctionnement, achoppements, débats,...). Nous donnons dans le tableau ci-dessous les résumés qu'ils ont proposés :

Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
<p>Résumé :</p> <p>a) Un transfo fonctionne en alternatif.</p> <p>Il faut donc passer du continu à l'alternatif.</p> <p>Il faut ensuite repasser en continu pour alimenter le condensateur.</p> <p>b) utiliser une bobine (surtension) pour alimenter le condensateur.</p>	<p>Connaissances utilisées lors de la phase de recherche :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le condensateur stocke de l'énergie électrique. Il se charge et se décharge.</li> <li>- Calculs d'intensité, de charge et de capacité C.</li> </ul> <p>Problème soulevé par le groupe :</p> <p>Comment passer de 3 V à 150 V</p> <p>La solution :</p> <p>Penser à une bobine pour créer une surtension</p>	<p>Conclusion :</p> <p>Pour une bonne ambiance de travail :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- savoir s'écouter dans le groupe</li> <li>- prendre du recul par rapport à son 1<sup>er</sup> choix</li> <li>- être intéressé par le sujet</li> <li>- savoir utiliser ses connaissances (déductif)</li> </ul>	<p>Il faut une tension de 150 V pour faire fonctionner la lampe. Le groupe avait anticipé cet aspect.</p> <p>Comment obtenir ces 150 V ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- circuit série et parallèle</li> <li>- utilisation d'une bobine (doit être validé par l'expérience)</li> </ul> <p>La taille du circuit final pose problème mais le montage théorique fonctionne.</p>

	Utiliser une diode pour protéger l'autre partie du circuit.		
--	---	--	--

Cette deuxième partie du travail n'a pas été comprise de la même façon par les stagiaires. Ceux du groupe trois ont répondu en pointant des règles générales pour que le travail de groupe fonctionne bien. Comme ils ont proposé une solution correcte il ne leur est peut-être pas paru pertinent de détailler leur travail en groupe.

Les groupes un et deux ont modifié leur point de vue de départ. Ils ont pris en compte le travail collectif et les différentes solutions proposées y compris celle des formateurs. Leur nouveau résumé mentionne que le dispositif doit élever la tension délivrée par les piles et qu'il y a un condensateur. Le groupe 2 précise que ce dernier stocke l'énergie et il attribue un rôle de protection à la diode qui ne correspond pas au fonctionnement du circuit proposé par nous mais à celui d'un autre dispositif appris à l'université.

Le groupe 4 a complété son résumé précédent en précisant la solution qui doit être validée par l'expérience et que celle qu'ils ont retenue est difficilement réalisable.

## Analyse du résumé rédigé collectivement

A ce moment de la séance, le rôle du condensateur n'est toujours pas problématisé dans les résumés écrits par les stagiaires. Après avoir débattu sur leurs différents écrits les stagiaires ont élaboré collectivement le texte suivant :

*« La lampe a besoin de 150 V. On utilise la décharge d'un condensateur pour alimenter la lampe flash. Pour charger le condensateur à 150 V il y a plusieurs possibilités :*

- soit une bobine qui crée une surtension*
- soit un transformateur. Mais il faut une tension alternative (circuit oscillant en amont et redressement de la tension en aval).*
- Soit une association de 50 condensateurs chargés en parallèle et utilisés en série.*

*La solution la plus simple est la première. »*

Cet écrit prend pour acquis que le condensateur permet de faire fonctionner une lampe flash et qu'il ne peut pas augmenter la valeur de la tension délivrée par les piles. Cela se justifie par le fait que les stagiaires ont appris à l'université une solution pour un problème similaire mais lorsque la tension délivrée par les piles est égale à la tension nominale de fonctionnement de la lampe. Et c'est aussi la solution proposée par les auteurs de cette communication. La problématique des stagiaires est donc d'élever la valeur de la tension. Les solutions qu'ils présentent sont celles abordées au cours de la séance et seules les conditions d'utilisation d'un transformateur sont précisées.

Les expressions « *la lampe a besoin de* » et « *pour alimenter la lampe* » montrent que les stagiaires utilisent l'anthropomorphisme pour expliquer le fonctionnement du circuit. Et bien que des professionnels emploient souvent de telles expressions, nous pensons que cela confirme le fait que ces futurs professeurs utilisent un raisonnement séquentiel pour expliquer le fonctionnement des circuits électriques. En effet nous avons vu précédemment qu'ils



justifient l'utilisation d'un condensateur par sa nature et non pas en raison du fonctionnement systémique du circuit (Viennot, 1996).

Ce texte ne reflète pas une problématisation du circuit électrique du flash car il s'appuie sur un raisonnement séquentiel qui n'utilise pas les concepts scientifiques d'énergie, de puissance et de transfert d'énergie, pour expliquer le fonctionnement de ce dispositif. Rien ne nous dit qu'ils savent les raisons pour lesquelles on utilise le condensateur et pourquoi il faut une valeur élevée pour la tension (Briaud, 2008).

Le travail en formation a ensuite porté sur l'épistémologie des savoirs scientifiques et les liens entre des pratiques langagières et l'apprentissage scientifique en faisant apparaître la nécessité pour l'enseignant d'être vigilant quant au contenu scientifique des traces écrites dans le cahier des élèves.

## Conclusion

La pédagogie du problème considère les savoirs scientifiques comme des réponses à des questions et non comme des vérités. Les dispositifs didactiques mis en place par les enseignants dans un cadre socioconstructiviste de l'apprentissage doivent institutionnaliser des savoirs scientifiques problématisés. L'analyse de textes scientifiques rédigés par des professeurs stagiaires de physique chimie stagiaires pour clore une situation-problème montre une évolution du contenu scientifique de ces textes au cours de la séance de formation. Leurs premiers écrits présentent des savoirs scientifiques comme des réponses « évidentes » au problème posé sans le mentionner. Le travail en groupe puis en collectif leur a permis de reformuler leurs textes et d'en proposer d'autres qui prennent en compte certaines des raisons sur lesquelles sont fondées les solutions qu'ils ont présentées. Le texte final qu'ils ont rédigé collectivement pose et construit le problème mais ne donne pas les raisons pour lesquelles les solutions proposées répondent à la question posée. Cet écrit n'utilise pas les concepts scientifiques pertinents pour problématiser le fonctionnement du circuit électrique du flash.

La formation professionnelle à l'IUFM doit porter sur l'épistémologie des savoirs scientifiques et la mise en textes de savoirs problématisés dans des séances d'apprentissage.

## Bibliographie

ASTER (2001). *Ecrire pour comprendre les sciences*. N° 33. Lyon : INRP.

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.

Besson, U. & Viennot, L. (2008). « Modèles à l'échelle mésoscopique dans l'enseignement de la physique : exemples du frottement solide et de la pression dans les fluides ». In L. Viennot (dir.) *Didactique, épistémologie et histoire des sciences* (pp 29-59). Paris : PUF, Science histoire & société.

Briaud, P. (2009). « Résoudre des situations problèmes en physique pour se former à l'enseignement des sciences physiques avec des démarches d'investigation ». In C. Couture et L. Dionne (dir.), universités du Canada. Ouvrage à paraître.

Briaud, P. (2008). Résoudre des situations problèmes en physique pour se former à l'enseignement des sciences physiques avec des démarches d'investigation. Colloque ACFAS. Québec 7-8 Mai 2008.

Briaud, P. (2007). Analyse des compétences en physique de stagiaires professeurs en sciences physiques. Congrès international AREF. Actualités de la recherche en éducation et en formation, 28 – 30 Août 2007, Strasbourg.

Briaud, P. (2002). Débats scientifiques en classe. Les futurs professeurs de sciences ont-ils des connaissances scientifiques adaptées pour conduire ces débats ? Mémoire de DEA. Université de Nantes.

Dewey, J. (2004). *Comment nous pensons*. Paris : Le seuil, les empêcheurs de penser en rond. 1<sup>ère</sup> édition 1910.

Fabre, M. (2009). *Philosophie et pédagogie du problème*. Paris : Vrin.

Fabre, M. (2006). « Qu'est-ce que problématiser ? L'apport de John Dewey ». In M. Fabre & E. Vellas (dir.). *Situations de formation et problématisation* (pp 18-30). Bruxelles : De Boeck.

Fillon, P., Orange, C., Peterfalvi, B., Rebière, M. & Schneeberger, P. (2004). « Argumentation et construction de connaissances en sciences ». In J. Douaire (dir.). *Argumentation et disciplines scolaires* (pp 203-247). Lyon : INRP.

Lemeignan, G. & Weil-Barais, A. (1993). *Construire des concepts scientifiques en physique*. Paris : Hachette Education.

Morge, L. & Boilevin, J.-M., (dir.) (2008). *Séquences d'investigation en physique-chimie collège, lycée*. Clermont-Ferrand : Scérén CRDP d'Auvergne.

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.

Popper, K.R. (1998). *La connaissance objective*. Paris : Champs Flammarion.

Robardet, G. & Guillaud, J.-C. (1997). *Éléments de didactique des sciences physiques*. Paris : PUF.

Vander Borgh, C. (2006). « Du côté de la formation des enseignants en sciences : concevoir des problèmes ». In M. Fabre & E. Vellas (dir.). *Situations de formation et problématisation* (pp 125-141). Bruxelles : De Boeck.

Viennot, L. (1996). *Raisonnement en physique La part du sens commun*. Bruxelles : De Boeck.