

DEVELOPPEMENT D'OUTILS DE DIAGNOSTIC ET DE REMIEDIATION IMMEDIATE AU TRAVERS D'ACTIVITES SCIENTIFIQUES AU PREMIER DEGRE DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Présentation de la valise pédagogique ENERGITHEQUE

Carré des Sciences – Université de Mons

Pierre Gillis, Francesco Lo Bue & Soizic Mélin

Institut d'Administration scolaire – Université de Mons

Marc Demeuse, Céline Demierbe & Alexandra Franquet

Introduction

Depuis de nombreuses années, en Communauté française de Belgique (Décret Missions, 1997), les autorités compétentes prônent la mise en place de dispositifs pédagogiques facilitant le développement de compétences. La compétence est définie comme « *l'aptitude à mettre en œuvre un ensemble organisé de savoirs, de savoir-faire et d'attitudes permettant d'accomplir un certain nombre de tâches* » (Communauté française de Belgique, 1997, art 5, 1^o), comme la « *capacité d'agir efficacement dans un type défini de situations, capacité qui s'appuie sur des connaissances, mais ne s'y réduit pas* » (Perrenoud, 1997, p.7) ou encore comme le « *fait de savoir accomplir efficacement une tâche, c'est-à-dire une action ayant un but* » (Rey *et al.* 2006, p. 33). Ces définitions ont un point commun, elles envisagent une action physique et/ou intellectuelle de l'élève, il est question d'une construction de l'expérience personnelle et des apprentissages.

Dans le cadre d'une recherche commanditée par la Communauté française de Belgique, *l'Institut d'Administration Scolaire* et le *Carré des Sciences* de l'Université de Mons se sont associés en vue de construire un outil d'éveil - initiation scientifique, en collaboration avec différentes classes et enseignants de l'enseignement secondaire, capable de répondre aux besoins des enseignants en termes de matériel pédagogique et didactique ainsi qu'aux besoins des élèves au cours de leur apprentissage.

L'atteinte de cet objectif se concrétise par la création d'une valise pédagogique intégrant des outils de diagnostic et de remédiation immédiate par le biais de la manipulation et l'observation. Intitulée « Energithèque » et abordant deux thématiques (électricité et transformations d'énergie), cette valise prévoit d'amener chaque élève à développer des compétences en éveil-initiation scientifique. Cette démarche implique la mise en place d'un dispositif pédagogique au sein duquel :

- les élèves sont actifs et confrontés à la réalisation d'une tâche complexe (Rey, Carette, Defrance & Kahn, 2006) ;

- les enseignants ont un statut d'organisateur des savoirs, ils soutiennent et orientent les élèves dans la réalisation des tâches proposées ;
- le matériel mis à disposition de l'enseignant et de ses élèves est conçu de manière à permettre le diagnostic et la remédiation immédiate des difficultés (Demeuse *et al.*, 2007) pouvant survenir durant la réalisation de la tâche complexe proposée aux élèves.

Répartie sur deux années, la recherche est passée par deux phases de travail : une phase de régulation du dispositif (étude de la faisabilité) et une phase d'expérimentation (étude de l'efficacité). La première phase de travail a permis de construire un outil de diagnostic et de remédiation immédiate. La seconde phase de recherche a un double objectif : finaliser la phase une et tester le dispositif à plus large échelle. Le but est de déterminer dans quelle mesure le dispositif élaboré est un levier de développement de compétences (efficacité en termes d'apprentissage).

Le présent article présente la valise pédagogique dans sa globalité : sa logique pédagogique, les outils proposés ainsi que la validation dont elle a fait l'objet.

1 L'Energithèque, quelle démarche pédagogique ?

L'Energithèque est une batterie d'outils construite sous la forme d'une structure didactique complexe qui propose l'exploitation de deux thématiques scientifiques, les transformations d'énergie ainsi que quelques notions d'électricité¹. Cet outil pédagogique tient compte du processus d'apprentissage que l'élève développe lors de l'expérimentation : « *une situation–problème qui induit une action, une démarche de résolution au cours de laquelle des compétences sont exercées et de nouvelles connaissances sont rencontrées. Cette action est suivie d'activités de consolidation des acquis et le tout est accompagné d'une évaluation formative.* » (Sol, 2005, p 1).

La recherche s'est basée sur le modèle d'intervention éducative du CRIE², très proche de l'apprentissage constructiviste dans la perspective piagétienne d'équilibration majorante intégrant l'assimilation et l'accommodation (Bertrand, 1998) et dont l'apprentissage est construit à partir « *d'investigation spontanée, d'investigation structurée et de structuration régulée* » (Larose et Lenoir, 1998, p. 200). L'assimilation est l'action du sujet sur la réalité ou sur des données abstraites en vue de les intégrer aux structures mentales existantes (Montangero & Maurice-Naville, 1994). L'accommodation, par contre, est l'action du milieu qui conduit à une modification partielle ou totale des schèmes du sujet (Montangero & Maurice-Naville, 1994).

Le dispositif pédagogique proposé à l'enseignant se décline donc en plusieurs étapes au terme desquelles chaque apprenant développe les compétences ciblées³.

¹ Le circuit électrique simple, les bons et mauvais conducteurs, les différentes transformations d'énergie (pas de relevé exhaustif) et l'électricité comme résultat de transformations d'énergie sont les savoirs abordés par l'Energithèque.

² Les initiales CRIE signifient le Centre de Recherche sur l'Intervention Educative (Université de Sherbrooke, Canada).

³ Les compétences que l'outil propose de développer sont

- l'énigme étant posée, rechercher et identifier des indices susceptibles d'influencer la situation envisagée ;
- concevoir ou adapter une procédure expérimentale pour analyser la situation en regard de l'énigme. Imaginer et construire un dispositif expérimental simple ;

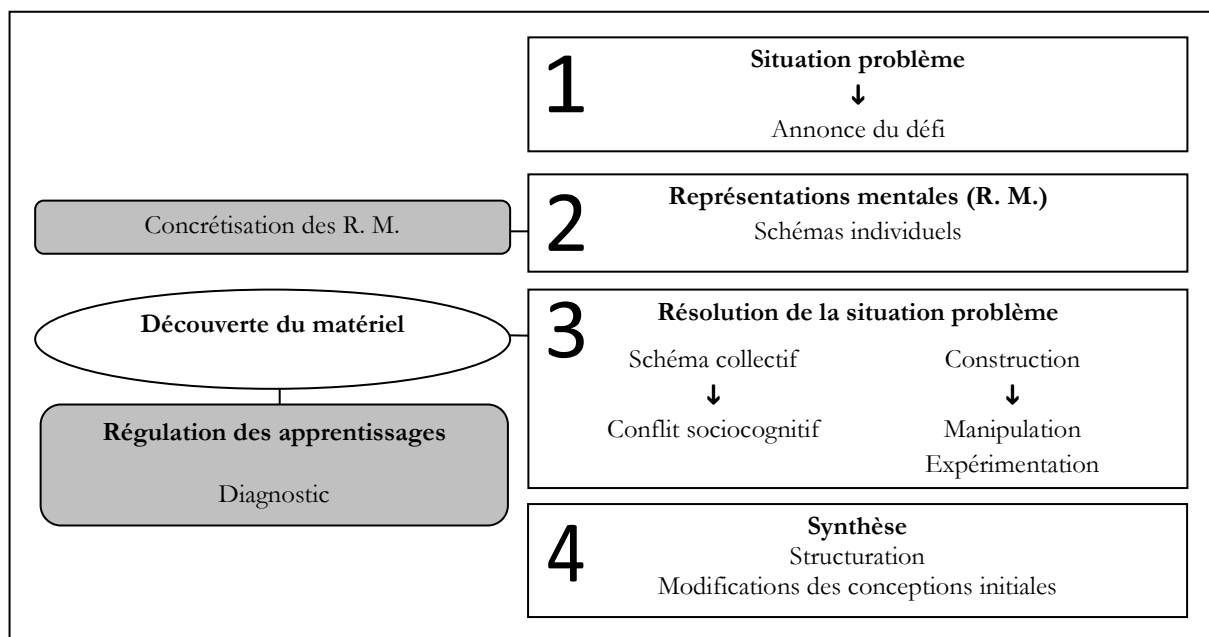


Figure 1. *Dispositif pédagogique mis en place dans l'Energithèque*

Lors de la première étape, une situation problématique et concrète est proposée aux élèves afin que le dispositif pédagogique puisse se mettre en place. Ce dispositif conduit l'élève à investiguer de façon libre les pistes de résolution. Suivant la thématique exploitée, les élèves sont invités à construire un objet technique : soit une mini-éolienne pour la thématique énergie, soit un jeu électro pour la thématique électricité.

La découverte de la situation problème se concrétise par une représentation sur papier de la maquette à réaliser. Le passage par la schématisation est une étape imposée car elle permet à l'élève de prendre conscience de ses représentations mentales personnelles. La confrontation à la situation problème permet alors à l'élève de confronter ses schèmes à la réalité en vue de les adapter, les modifier ou de les conforter. La concrétisation des représentations mentales de l'élève constitue la deuxième étape du dispositif. Les élèves réalisent cette tâche de manière individuelle, ils dessinent ou schématisent leur conception et listent le matériel nécessaire à la construction.

La troisième étape du dispositif commence par une mise en commun par groupes de quelques élèves des représentations individuelles. Chaque élève découvre les productions de ses pairs et un débat s'instaure afin de choisir la meilleure démarche à suivre pour la construction. Cette mise en commun est propice aux discussions, argumentations et évidemment aux conflits socio-cognitifs. La découverte du matériel fourni dans la valise pédagogique est un apport à la réflexion des élèves.

- comparer, trier des éléments en vue de les classer de manière scientifique ;
- schématiser une situation expérimentale ;
- confirmer ou infirmer un raisonnement par des arguments vérifiés ;
- valider des résultats de recherche ;
- élaborer un concept, un principe.

Après avoir établi une procédure commune pour construire l'objet technique, les élèves passent à la phase d'expérimentation et de manipulation proprement dites. Ils appliquent la démarche de construction décidée précédemment par le groupe. Au cours de cette phase, les élèves travaillent en toute autonomie. Chaque groupe progresse à son rythme et l'intervention de l'enseignant se limite à guider les élèves dans leur démarche. Différents outils (fiche d'autodiagnostic et fiches d'aide) sont à disposition des élèves pour les encadrer dans leur réflexion et la gestion de leurs difficultés. Ces outils leur permettent d'identifier les difficultés qui pourraient survenir et proposent une remédiation immédiate sous la forme de fiches.

Une fois les constructions terminées, les élèves représentent sur papier la construction réalisée et l'expliquent aux autres groupes de la classe. Le but de la valise étant de proposer une démarche constructiviste aux élèves, afin que ces derniers puissent progressivement modifier leur conception initiale en une conception plus proche de la théorie, il est primordial de mesurer cette évolution éventuelle. Si l'élève compare ses deux représentations, avant et après expérimentation, il peut constater si une évolution de ses représentations personnelles s'est mise en place, voir dans quel sens et peut-être même la mesurer.

Ce retour à la représentation introduit la synthèse, dernière étape du dispositif, qui est un véritable moment de structuration. En collaboration avec l'enseignant, les élèves revisitent les étapes par lesquelles ils sont passés pour obtenir leur maquette. La synthèse s'apparente donc à une activité métacognitive qui permet aux élèves de confronter les représentations initiales et finales des concepts abordés lors de l'activité.

1.1 Intégrer le diagnostic et la remédiation immédiate au dispositif pédagogique

Le diagnostic et la remédiation sont deux notions centrales de la valise pédagogique, elles sont indispensables au travail autonome de l'élève lorsqu'il expérimente. Lors de son apprentissage, l'élève peut commettre des erreurs et/ou rencontrer des difficultés. Celles-ci peuvent être de différentes natures, avoir des causes diverses et donc nécessiter des procédés de résolution adaptés. Le diagnostic permet donc d'identifier la difficulté et, immédiatement, d'y remédier en proposant des pistes de résolution. La présence d'un diagnostic et d'une remédiation immédiate démontre le souci de construire un dispositif proche du modèle d'intervention éducative.

Ces deux notions permettent de réguler l'apprentissage de différentes manières. A partir d'une grille d'autodiagnostic, en ciblant lui-même les difficultés dans la mobilisation de ressources, l'élève régule de façon interne son apprentissage. La remédiation immédiate qui suit, comme régulation externe (amenée par l'enseignant) propose une activité complémentaire et conduit l'élève dans un « micro-dispositif » complémentaire en modifiant notamment le modèle d'intervention éducative. La remédiation immédiate porte alors sur la médiation cognitive (de l'élève) et sur la médiation pédagogique (nécessitant l'intervention de l'enseignant).

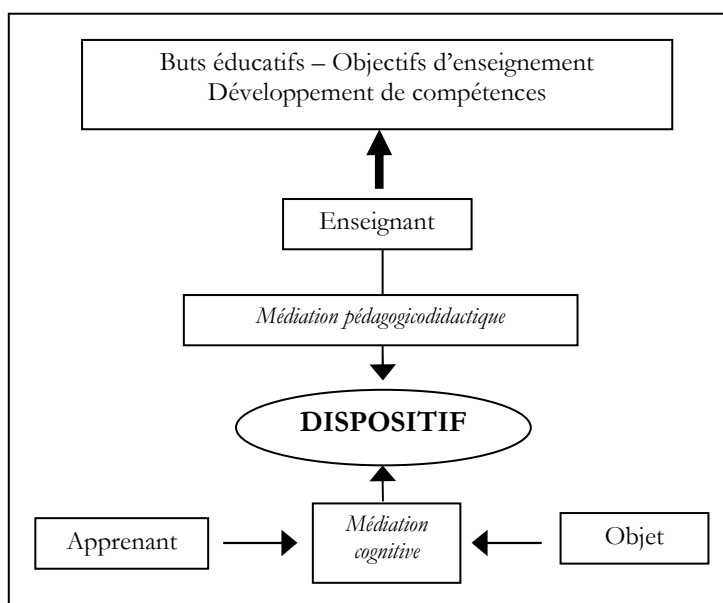


Figure 2. *Séquence d'enseignement / apprentissage*

On parle de structuration régulée en ce sens que le diagnostic et la remédiation immédiate doivent conduire l'élève à réajuster ses apprentissages en l'orientant de manière pertinente.

La remédiation immédiate n'est pas liée à un moment précis du dispositif pédagogique, elle peut intervenir au début, en cours ou en fin d'apprentissage (Allal⁴ in Deaudelin *et al.*, 2007), dès que la difficulté apparaît. Le diagnostic et la remédiation immédiate sont pleinement intégrés dans le dispositif pédagogique proposé dans l'Energithèque et ne se présentent pas comme des phases distinctes. Dès que l'élève rencontre une difficulté reprise dans la grille d'autodiagnostic (dans ses investigations spontanées ou structurées), il entre dans un second dispositif complémentaire ou annexe. Le but de la remédiation immédiate étant de modifier l'action de l'enseignant et de conduire l'élève à appréhender l'objet d'une autre façon.

2 Présentation de l'outil

La valise pédagogique permet donc aux enseignants de proposer deux activités de construction d'objets techniques : une mini-éolienne et un jeu électro (jeu de questions-réponses). L'enseignant peut choisir l'une ou l'autre construction, qui sont indépendantes, ou s'il le souhaite travailler les deux. Pour être exploitée au maximum, chaque activité nécessite environ 5 à 6 périodes de 50 minutes.

La valise est constituée de différents outils : le classeur pédagogique qui contient les documents spécifiques à l'enseignant et ceux destinés aux élèves (à photocopier) ; le matériel nécessaire à la construction proprement dite et deux DVD présentant des séquences filmées dont l'objectif est de compléter les informations données aux enseignants et aux élèves.

⁴ Allal (Deaudelin, 2007) détermine trois types de régulation externe : rétroactive (en fin de séquence), interactive (en cours de séquence) et proactive (en début de séquence).

2.1 Le classeur pédagogique

2.1.1 L'introduction générale

De manière à ce que les enseignants puissent, en amont, préparer au mieux l'activité en classe, le classeur pédagogique a été conçu de la manière la plus complète possible.

L'introduction générale présente la démarche choisie dans sa globalité, l'accent y est mis sur la pédagogie. A partir d'un défi (construction d'un objet technique), les élèves sont invités à passer par une succession d'étapes : schéma individuel, schéma de groupe, expérimentation et construction, nouveaux schémas individuels et enfin réalisation commune d'une synthèse avec l'aval de l'enseignant.

La démarche d'autodiagnostic et de remédiation immédiate est aussi présentée dans cette introduction : durant la construction, les élèves vont rencontrer des difficultés, ils vont chercher à les identifier (grâce à la fiche de diagnostic « *Je me pose des questions* ») et à y remédier (au moyen des fiches d'aide) et cela de manière la plus autonome possible. L'introduction du dossier enseignant reprend donc et explique les différents logos présents sur les fiches. Les différentes questions que peuvent se poser les élèves sont classées en cinq catégories différentes (on les appelle « marguerites ») suivant qu'elles sont de l'ordre du manuel, de l'organisation du travail, de la compréhension d'un concept, de la résolution d'une panne, ou encore de la découverte de prolongements possibles. Le plus régulièrement possible l'attention des enseignants est attirée sur le fait que les élèves ne vont pas spontanément consulter ces fiches de diagnostic ou d'aide, cela ne correspond à un réflexe naturel. Il est donc primordial que l'enseignant sollicite régulièrement les élèves à accomplir cette démarche.

Les deux thématiques retenues, électricité et énergie, se déclinent de manière similaire : cinq intercalaires⁵ séparent le dossier théorique des fiches d'autodiagnostic, d'aide, de leurs corrections et enfin du lexique.

2.1.2 Le dossier théorique destiné à l'enseignant

2.1.2.1 L'introduction

L'introduction présente la situation mobilisatrice de départ proposée aux élèves, les compétences ciblées disciplinaires et transversales ainsi que les différents paramètres apparaissant lors de l'expérimentation. Ainsi par exemple, pour la thématique de l'énergie, le défi consiste à construire une mini-éolienne, la maquette doit être fonctionnelle et permettre d'alimenter une petite ampoule électrique et les paramètres, au nombre de quatre, sont : le système de production d'électricité, le système d'éclairage, le système de ventilation et l'hélice.

⁵ Afin de rendre la lecture plus facile, les différents documents ne sont pas explicités en détails deux fois (pour chacun des deux thèmes). Cependant, comme nous l'avons dit, les deux thématiques sont tout à fait indépendantes et mais qui en réalité permet deux exploitations indépendantes de chaque thématique. Seuls certains points précis de l'une ou l'autre thématique sont développés ci-dessous suivant l'intérêt qu'ils présentent pour une bonne compréhension de la valise.

Les fiches de diagnostic et d'aide sont explicitées pour chaque défi. Le dossier propose une découpe horaire ainsi qu'une organisation spatiale de manière à ce que l'apprentissage puisse s'organiser dans les meilleures conditions possibles.

2.1.2.2 Quelques notions théoriques

Les enseignants trouvent aussi, dans la partie qui leur est destinée, les notions théoriques incontournables à maîtriser avant d'entamer l'activité en classe. Si les notions de circuit électrique ouvert ou fermé, conducteurs et isolants sont relativement simples à appréhender, aborder le concept d'énergie est plus délicat. La situation complexe choisie comme accroche permet d'introduire le concept d'énergie comme étant un concept universel (une sorte de monnaie d'échange entre les différents éléments du système) et non comme une juxtaposition artificielle de différents concepts (énergie potentielle, énergie cinétique, énergie électrique, énergie lumineuse...).

La construction de la mini-éolienne permet aussi aux élèves de prendre conscience que pour atteindre le but visé (faire briller une LED, ampoule électrique) une série d'objets est indispensable, chacun de ces objets jouant un rôle particulier dans la chaîne de transformations d'énergie. La construction offre aussi l'occasion de clarifier certaines notions comme celles de sources ou réservoirs, de transformateurs ou récepteurs d'énergie. Autant de notions qui reviendront de manière récurrente dans le cursus des élèves.

La description de certains des composants du circuit électrique est aussi exposée dans le dossier enseignant. Ainsi, ce dernier pourra trouver une brève description de la LED, du moteur électrique ou de la dynamo de la bicyclette. La partie électricité reprend, en plus des notions de circuits électriques en parallèle ou en série, quelques conventions utiles et nécessaires pour réaliser un schéma correct d'un circuit électrique ainsi que quelques ordres de grandeurs de seuils de dangerosité d'intensité de courant électrique.

2.1.2.3 Quelques préconceptions

Il est important que l'enseignant ait conscience des éventuelles représentations mentales récurrentes et parfois erronées présentes dans l'esprit des élèves avant d'entamer l'activité en classe. Il pourra ainsi, prendre appui sur celles qui sont correctes, ou corriger celles qui ne le sont pas. Trois préconceptions reviennent régulièrement : le générateur perçu comme une source d'électricité, le courant électrique se déplaçant de manière instantanée et l'intensité du courant diminuant après passage dans un élément du circuit électrique.

2.1.2.4 La grille d'autodiagnostic

L'une des préoccupations était de présenter une « grille⁶ » qui rende le diagnostic très accessible. Le recours à des formulations ou des textes trop longs a donc été évité. Cette grille doit être facile

⁶ Bien que n'ayant pas la forme habituelle d'une grille (un tableau avec des colonnes et des lignes), cette décomposition des difficultés en a gardé le nom pour ne pas être confondue avec les fiches de remédiation.

d'utilisation pour l'élève et rompre avec les présentations traditionnelles (en lignes ou en colonnes) d'autres outils. La présentation en « marguerites » est donc apparue comme optimale.

Comme déjà signalé plus haut, chaque marguerite regroupe les difficultés d'un même ordre et chaque pétale correspond à une difficulté précise. Ainsi, chaque type de difficulté est reconnaissable par une couleur et un logo approprié. Quatre types de difficultés ont été répertoriés : les problèmes de construction, d'organisation du travail, de compréhension et les pannes. Ainsi par exemple, la marguerite qui est identifiable par le logo d'une main qui tient une clé anglaise reprend les questions qui sont de l'ordre de la construction proprement dite :

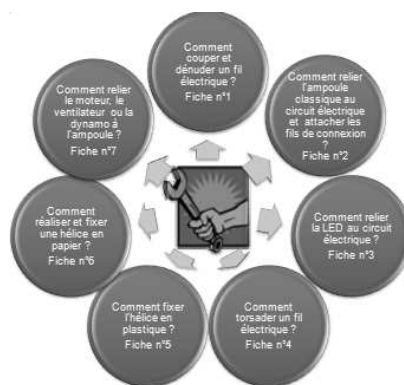


Figure 3. Marguerite « Construction » de la grille d'autodiagnostic Energie

La marguerite repérée par une personne qui se trouve à la croisée des chemins permet de mieux organiser le travail, celle qui est identifiée par une personne observant à la loupe permet de répondre à certaines questions que pourraient se poser les élèves sur les différents concepts abordés lors de la construction et enfin la marguerite dont le cœur est un petit diable propose d'identifier les pannes susceptibles d'arriver lors de la construction.

Une cinquième marguerite a été ajoutée à la grille, elle s'adresse aux élèves qui ont terminé leur construction et qui désirent en savoir plus sur la thématique exploitée. Il s'agit des dépassements.

2.1.2.5 Les fiches de remédiation (intitulées « fiches d'aide » pour les élèves)

Les fiches de remédiation suivent une classification identique à celle des difficultés de la grille d'autodiagnostic. Chaque catégorie est repérée par le même logo que celui figurant sur la grille : la clé anglaise (conseils et astuces pratiques), le croisement des chemins (choix d'un paramètre ou organisation du travail), la loupe (concepts ou notions théoriques) le diable (pannes), et la ligne d'arrivée (aller plus loin dans la découverte). Chaque fiche de remédiation immédiate reprend le numéro de la fiche et la question proposée dans la grille d'autodiagnostic.

La démarche privilégiée dans les fiches d'aide consiste à accompagner l'élève dans sa réflexion pour résoudre la difficulté à laquelle il est confronté. Par un système de questionnement méthodique, l'élève est amené à isoler les différentes caractéristiques de la situation afin d'identifier ce qui lui pose réellement problème. L'objectif est de faire prendre conscience qu'un problème ne s'aborde pas dans sa globalité mais qu'il faut méticuleusement analyser ses caractéristiques pour envisager une solution et ainsi y remédier.

2.1.2.6 La synthèse

Pour chacune des deux thématiques, une synthèse à réaliser en fin d'activité est proposée à l'enseignant. Une mention particulière est accordée à la synthèse de la thématique énergie qui met en évidence la notion de chaîne d'éléments et de transformations d'énergie, et permet donc aux élèves de structurer de manière claire et complète toutes les notions ci-rapportant. Cependant, ces deux synthèses sont présentées uniquement à titre d'exemple car il est réellement important que les élèves les construisent eux-mêmes en fonction des notions découvertes ou approfondies au cours de l'activité. L'enseignant n'est pas transmetteur de savoirs, il accompagne ou guide et finalement valide le document produit.

2.1.3 Les documents à photocopier pour les élèves

Pragmatiquement, l'enseignant a aussi à sa disposition, pour les deux thématiques, la grille d'autodiagnostic, les fiches d'aide et les fiches de corrections nécessaires, qu'il lui suffira de photocopier en un nombre suffisant d'exemplaires. Enfin, un lexique a été conçu pour aider les élèves pour lesquels un problème de vocabulaire se poserait, l'enseignant pourra en faire quelques copies avant la première séance.

Trois dossiers complémentaires reprennent des informations concrètes sur les différents types d'ampoules, piles et centrales électrique. Un quatrième document retrace, dans les très grandes lignes, la vie de certains savants qui ont apporté leur importante contribution à l'évolution de la compréhension des phénomènes électriques.

2.2 Le matériel pour construire l'objet technique

Les deux défis proposés ne sont qu'un point de départ à l'activité, parmi les objectifs réels, nous avons déjà cité la démarche d'autodiagnostic et de remédiation immédiate, il en est un autre qui est que les élèves découvrent la démarche scientifique, puissent manipuler, et s'approprient un certain nombre de notions scientifiques ciblées.

La valise contient d'une part le matériel qui permet à six groupes (de quatre élèves chacun) de travailler de manière autonome et d'autre part le matériel commun à la classe (sèche-cheveux, modèle de jeu, pinces à dénuder, tournevis,...). Quelques éléments supplémentaires, très faciles à trouver dans la vie courante, sont nécessaires comme des attaches parisiennes, du papier aluminium, colle, ciseaux, d'autres tournevis ou pinces à dénuder puisés dans les armoires des papas....

Il est important que les élèves commencent par lister les différents paramètres présents dans l'élaboration de l'objet technique. Le matériel contenu dans la valise permet aux les élèves de faire varier ces différents paramètres. Il faut cependant que les élèves ne modifient qu'un seul paramètre à la fois de manière à mesurer son influence sur le dispositif complet.

Ainsi pour la construction de la mini-éolienne, les élèves peuvent utiliser un ventilateur d'ordinateur, un petit moteur ou une dynamo de bicyclette comme générateur de courant électrique. L'hélice de l'éolienne peut être matérialisée, suivant le choix de l'élève, par l'hélice du

ventilateur, une petite hélice d'aéromodélisme, ou une hélice que les élèves découperont dans un carton léger. Une petite ampoule électrique et une LED⁷ sont les deux systèmes d'éclairage mis à disposition des élèves. Enfin, un sèche-cheveux peut simuler le vent, différentes vitesses, l'air chaud ou froid, ou encore l'association de plusieurs sèche-cheveux constitue les différentes options pour le système de soufflerie.

Pour construire le jeu électro, les élèves pourront faire varier le paramètre connexion en optant pour la version papier aluminium ou celle qui consiste à employer des fils électriques. Le paramètre « signal lumineux » est modulable grâce à deux ampoules fonctionnant sous des tensions électriques différentes ou à une LED.

Les deux constructions techniques sont de niveaux de difficultés différents. Celle de la mini-éolienne est plus difficile conceptuellement car l'élève doit percevoir la suite des éléments constituant l'objet technique et le rôle de chacun d'entre eux mais ne présente pas de difficultés manuelles particulières mis à part de manipuler délicatement le matériel. Celle du jeu électro est plus facile conceptuellement, il s'agit de construire avec une ampoule et une pile plusieurs circuits électriques, mais exige du soin dans la construction (les connexions en papier aluminium doivent être parfaitement isolées les unes des autres, les questions et les réponses sont inversées lorsque l'élève retourne le support...).

2.3 Deux DVD

Le premier DVD propose un certain nombre de séquences destinées exclusivement aux enseignants et d'autres destinées également à leurs élèves. Les séquences destinées aux enseignants montrent le matériel, expliquent les différentes étapes possibles des montages, les « pannes » les plus probables, les obstacles susceptibles. L'objectif est de rassurer l'enseignant, de lui permettre d'anticiper le plus possible les éventuels problèmes de construction ou de compréhension que pourraient rencontrer les élèves.

Des reportages informatifs sont aussi proposés sur ce DVD, ils apportent par le biais de témoignages, différentes informations complémentaires. Ces témoignages proviennent de personnes très différentes : un particulier et un professionnel évoluant dans le secteur de la production d'électricité, deux autres personnes témoignent de leur métier qui consiste à produire des circuits imprimés. Ces séquences illustrent des applications concrètes et bien réelles des objets techniques construits par les élèves et qui pourraient leur sembler artificielles et sans connexion avec la réalité.

Le deuxième DVD est exclusivement réservé à l'enseignant car il présente une séquence filmée dans une classe de l'Athénée de Binche. Les élèves de cette classe de deuxième ont exploité la thématique de l'énergie. Les conditions étaient idéales car ces élèves étaient motivés, peu nombreux, habitués à travailler en groupe et accompagnés d'un enseignant impliqué et compétent. Quatre périodes de 50 minutes ont donc été suffisantes pour que les élèves puissent prendre connaissance du défi à relever, produire les différents schémas, construire l'objet et

⁷ Seule cette ampoule brille, l'ampoule à incandescence est trop gourmande en énergie.

élaborer la synthèse. Visionner ces séquences filmées dans cette classe permet aux enseignants qui préparent l'activité de se familiariser avec la structure de la démarche.

2.4 Le site internet

De manière à favoriser les échanges entre les différentes équipes (enseignants, chercheurs, professionnels de l'énergie,...), à rendre accessibles téléchargeables et aussi à améliorer les différents documents pédagogiques, un site internet est en voie de construction. Ce site sera bientôt accessible à l'adresse www.umons-didactique.be.

3 Validation empirique de l'outil

La mise au point de la valise s'est effectuée au cours de deux années de recherche et de collaboration avec des enseignants sur le terrain.

La première année (Dehon *et al.*, 2008) a été consacrée à la construction proprement dite. Un échantillon de 194 sujets (grades 7 et 8) issus de trois écoles de trois réseaux d'enseignement secondaire (enseignement officiel, provincial et libre confessionnel) a expérimenté la valise en classe : trois prototypes ont été nécessaires pour aboutir à la version finale. L'observation sur le terrain ; les remarques et conseils des enseignants qui ont manipulé la valise en développement ont permis d'apporter des ajustements de plusieurs ordres : perfectionnement des fiches d'aide (ajout de fiches correspondant à des difficultés n'ayant pas été envisagées *a priori*, adaptation du vocabulaire, du contenu, précision des explications et ajout de schémas...), changement de matériel (solidité, quantité, prix...)...

L'analyse de la faisabilité de l'outil dans les classes s'est déroulée durant la seconde année (Demierbe, Franquet, Mélin, Demeuse & Gillis, 2009). L'objectif était de mesurer l'efficacité de l'outil pédagogique en comparaison à d'autres outils disponibles dans le commerce.

3.1 Analyse des représentations mentales des élèves

Les représentations mentales occupent une place importante dans le dispositif pédagogique de l'Energithèque, leur analyse a d'ailleurs fortement aidé à construire les outils de la valise pédagogique. Environ deux cent cinquante élèves de trois écoles appartenant à trois réseaux d'enseignement différents et situées dans la province du Hainaut ont donc été invités à coucher sur le papier leurs représentations des deux objets techniques précités.

Sans entrer dans les détails, il est possible de classer ces représentations en deux grandes catégories : les schémas - ou dessins - figuratifs (aucune tentative d'explication du fonctionnement n'est proposée, seul le dessin est présent) et les schémas - ou dessins - explicatifs (l'élève complète son dessin au moyen d'une explication du fonctionnement de l'objet). Parmi ces dernières, certaines sont viables (vérifiables, cohérentes et permettent à l'élève de construire et comprendre le fonctionnement de l'objet) et d'autres non viables.

Avant la construction de la mini-éolienne, pour plus de la moitié des élèves, l'hélice est perçue comme l'élément essentiel et l'éolienne comme un générateur de courant électrique. Bien que ceci corresponde déjà une conception avancée, l'éolienne est assimilée à une boîte noire : les élèves ne soupçonnent pas les différentes transformations d'énergie qui s'y déroulent.

Après avoir manipulé le matériel, une majorité des élèves propose, une conception plus correcte et plus complète de l'éolienne mais éprouve des difficultés à transposer cette représentation dans la réalité : la conception reste ancrée dans l'expérimentation scolaire. Il est donc important de demander aux élèves, à chaque fois que possible, de faire le lien entre le vécu scolaire, en l'occurrence la maquette, et la réalité du terrain.

Après la construction du jeu électro, la moitié des élèves sont passés d'un stade exclusivement figuratif à un stade proche de celui du modèle attendu. Cependant, ce modèle n'est pas encore viable. Il est probable que cette faiblesse provienne d'une préconception partiellement erronée (le générateur est considéré comme une source de courant électrique qui circule comme un fluide dans le circuit électrique) dont il est important de vérifier la présence et de la corriger si nécessaire. Dans ce but, les fiches d'aide « compréhension » jouent ce rôle, elles contribuent à « casser » ce genre de préconceptions.

Pour plus d'informations au sujet de cette analyse et de ses conclusions, nous vous renvoyons à l'article issu de la première année de recherche intitulé *Conceptions des élèves et analogie en sciences - Illustrations sur les thèmes de l'énergie et de l'électricité* (Dehon et al., 2008).

3.2 Efficacité de l'outil

Un pré-test et un postest ont été administrés à 249 élèves du 1^{er} degré de l'enseignement secondaire ordinaire et différencié, tous réseaux confondus. La sensibilisation des élèves à la thématique de l'énergie a été réalisée via deux canaux différents : certaines classes ont utilisé, comme outil, un magazine audiovisuel éducatif (« C'est pas sorcier ») portant sur la même thématique, les autres ont uniquement manipulé la valise Energithèque. Tous les sujets des classes ont été évalués avant et après l'expérimentation sur leurs performances, les compétences mesurées étant celles visées par l'Energithèque.

Comme nous l'avons expliqué dans la revue *Education & Formation* (revue en ligne) n°e-292 sur les manuels scolaires et le matériel didactique, les résultats montrent que, malgré des différences significatives ($p < 0,05$) entre les moyennes des deux groupes au prétest (moyenne du groupe expérimental = 57,52% ; moyenne du groupe contrôle = 66,70%), les moyennes au postest (moyenne du groupe expérimental = 60,60% ; moyenne du groupe contrôle = 65,75%) ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$). Le recours à l'outil pédagogique a permis à des élèves initialement plus faibles d'améliorer leur progression. Ce résultat est renforcé par l'analyse des écart-types pour chacun des groupes au prétest et au postest. Bien qu'il reste supérieur au prétest et au postest dans le groupe utilisant l'outil ($S_{\text{prétest}} = 18,98\%$ et $S_{\text{postest}} = 16,1\%$), il diminue alors qu'il augmente dans le groupe contrôle ($S_{\text{prétest}} = 11,75\%$ et $S_{\text{postest}} = 14,82\%$). Ceci signifie que l'utilisation de l'outil pédagogique permet de réduire les écarts entre élèves « faibles » et élèves « forts ».

Conclusion

La première année de recherche a permis de démontrer la faisabilité du dispositif pédagogique sur le terrain auprès d'un échantillon relativement restreint. La deuxième année de recherche a débuté avec une volonté d'amélioration du dispositif. Ces améliorations se sont portées à la fois sur les outils pédagogiques existants en enrichissant notamment les fiches d'aide fournies aux élèves et sur les supports proposés aux enseignants. De nouveaux outils ont également été insérés au matériel, leur objectif étant de compléter la valise pédagogique et d'offrir une approche complémentaire des thématiques abordées. L'amélioration du dispositif a ensuite pu être testée dans une classe de 2^{ème} secondaire afin qu'il puisse être à nouveau réajusté.

A l'issue des deux années de recherche, des tests en situation réelle ont été réalisés ainsi que l'encodage des données et l'interprétation des résultats. Il ressort que l'utilisation des outils de diagnostic et de remédiation immédiate de la valise pédagogique conduirait à une meilleure homogénéisation des résultats (les élèves ayant de moins bons résultats rattrapent, en partie, ceux qui présentent de meilleurs résultats). Dans une optique de différenciation, ces outils de remédiation immédiate sont efficaces en ce sens qu'ils permettent une individualisation des apprentissages et conduisent à une élévation de ceux-ci pour un plus grand nombre d'élèves.

Les enseignants ayant collaboré à la recherche sont nombreux à reconnaître un investissement de l'élève dans les tâches proposées dans l'Energithèque c'est-à-dire que les élèves apprécient d'être mis en action et la possibilité de développer un travail autonome. Ils vivent et gèrent la démarche de résolution de problème du début à la fin sans que l'enseignant ne doive reprendre au moins l'une des étapes. Bien qu'elle ne soit pas toujours perçue par l'élève, l'action de guide de l'enseignant a toute son importance car il veille au bon déroulement des activités et encadre les élèves dans la résolution du problème et dans la construction de leur apprentissage (intégration de savoirs et développement de compétences visées).

Bibliographie

- Bertrand, Y. (1998). *Théories contemporaines de l'éducation*. Montréal : Editions Nouvelles.
- Deaudelin, C., Desjardins, J., Dezutter, O., Thomas, L., Morin, M.-P., Lebrun, J., Hasni, A. & Lenoir, Y. (2007). *Pratiques évaluatives et aide à l'apprentissage des élèves : l'importance des processus de régulation (Rapport de la recherche 2004-AC-95276)*. Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation, Centre de recherche sur l'intervention éducative et le Centre de recherche interuniversitaire sur la formation et la profession enseignante.
- Dehon, A., Delbecq, J., Demeuse, M., Deprit, A., Derobertmeasure, A., Fauconnier, A., Nkizamacumu, D. (2007). *Mise à l'épreuve d'outils de remédiation immédiate dans l'enseignement primaire du Réseau de la Communauté française*, Mons : Université de Mons, Institut d'Administration scolaire, rapport final de recherche Année 1 (non publié).
- Dehon, A., Demeuse, M., Demierbe, C., Derobertmeasure, A., Gillis, P., Lo Bue, F. & Melin, S. (2008). *Conceptions des élèves et analogie en sciences. Illustrations sur les thèmes de l'énergie et de l'électricité*. Article issu de la recherche « Développement d'outils de diagnostic et de

remédiation immédiate au travers d'activités scientifiques au premier degré de l'enseignement secondaire ». A paraître.

- Dehon, A., Demeuse, M., Demierbe, C., Derobertmeasure, A., Malaise, S., Vallée, A. (2010). L'utilisation des manuels scolaires au service de l'enseignement par compétences. *Education et Formation*, e-292, 13-24.
- Demeuse, M., Dehon, A., Delbecq, J., Deprit, A., Derobertmeasure, A., Fauconnier, A. & Nkizamacumu, D. (2007). *Mise à l'épreuve d'outils de remédiation immédiate dans l'enseignement primaire du Réseau de la Communauté française* (Rapport 1e année). Université de Mons, Institut d'Administration scolaire, service de Méthodologie et Formation, non publié
- Demierbe, C., Franquet, A., Mélin, S., Demeuse, M., Gillis, P. (2009). *Développement d'outils de diagnostic et de remédiation immédiate au travers d'activités scientifiques au premier degré de l'enseignement secondaire*. Bruxelles : rapport final de recherche (non publié).
- Larose, F. & Lenoir, Y. (1998). La formation continue d'enseignants du primaire à des pratiques interdisciplinaires : résultats de recherches. *Revue des sciences de l'éducation*, 24 (1), 189-228.
- Montangero, J. & Maurice-Naville, J. (1994). *Piaget ou l'intelligence en marche*. Liège : Mardaga.
- Rey, B., Carette, V., Defrance, A. et Kahn, S. (2006). *Les compétences à l'école : apprentissage et évaluation*. Bruxelles : De Boeck.
- Sol, C. (2005). Du manuel scolaire. Bulletin d'information de l'Administration Générale de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique, *Tables rondes* 2, 5-7. Revue en ligne : <http://www.enseignement.be/index.php?page=24674&navi%3D135>