

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'attitude 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 « énergithèque » et abordant deux thématiques (électricité et transformations d'énergie), elle 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 plusieurs 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 y est détaillée, les outils qui sont proposés ainsi que la validation dont elle a fait l'objet sont également décrits.

1 L'énergithèque, quelle démarche pédagogique ?

L'énergithèque 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 et quelques notions d'électricité¹. Cet outil pédagogique tient compte du processus d'apprentissage que l'élève développe lorsqu'il est en 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 à ses 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).

¹ Le circuit électrique simple, les bons et mauvais conducteurs, la transformation d'une énergie en une autre (pas de relevé exhaustif) et l'électricité comme résultat d'une transformation d'énergie sont les savoirs abordés par l'énergithèque.

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

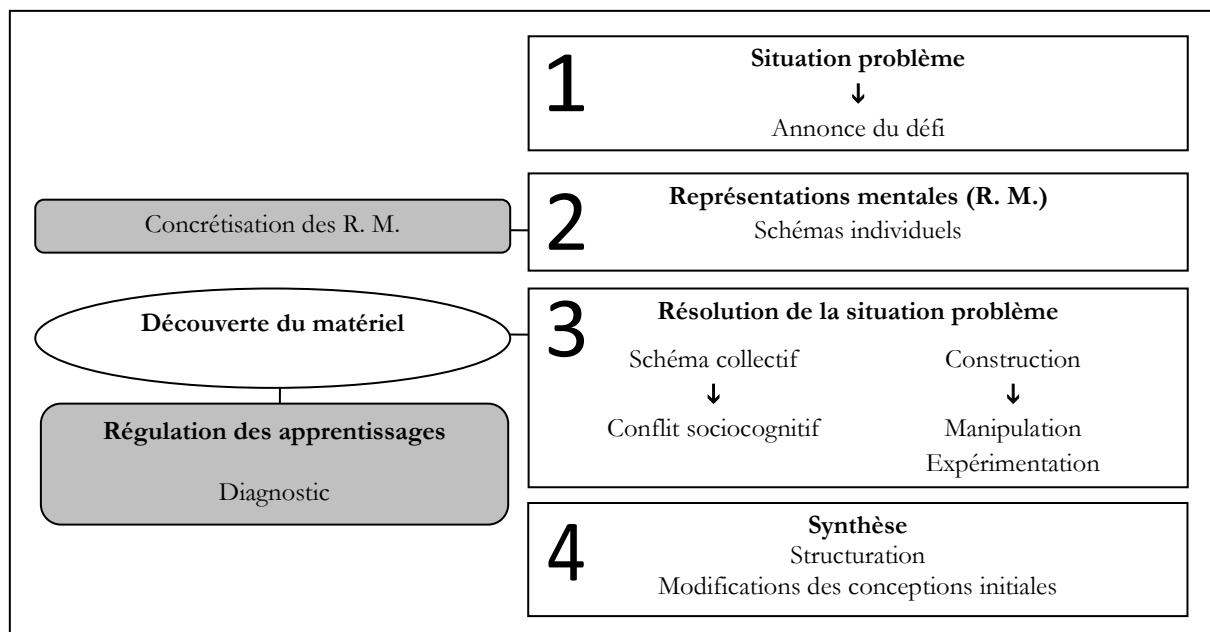


Figure 1. *Dispositif pédagogique mis en place dans l'énergétique*

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

Comme première étape, une situation problématique et concrète est proposée aux élèves afin que puisse se mettre en place le dispositif pédagogique. Celui-ci 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 a pour but de rendre concrètes les représentations mentales. 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 la conception qu'ils ont de la situation 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. Les élèves découvrent les productions de chacun afin de choisir la meilleure des marches à suivre pour la construction. Cette mise en commun est propice

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 ;
- 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.

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.

Lorsque les élèves ont décidé comment ils vont fonctionner pour construire l'objet technique, ils passent à la phase d'expérimentation et de manipulation proprement dite. 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 de détecter les difficultés qu'ils pourraient rencontrer et leur proposent une remédiation immédiate sous la forme de fiches.

Une fois les constructions terminées, ils représentent sur papier la construction qu'ils ont réalisée et doivent être capables de l'expliquer 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. 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 reconstruisent les étapes par lesquelles ils sont passés pour obtenir leur maquette. La synthèse s'apparente donc à une activité métacognitive et permet de confronter les représentations initiales que les élèves avaient des concepts abordés à celles qu'ils ont en fin d'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. Lorsqu'il apprend un élève peut commettre des erreurs et/ou rencontrer des difficultés. Celles-ci peuvent être de différents types, avoir des causes diverses et nécessitent donc des procédés de résolution adaptés. Le diagnostic permet de détecter une difficulté et de quel « type » il s'agit. Immédiatement, une remédiation permet d'envisager 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 pédagogicodidactique (nécessitant l'intervention de l'enseignant).

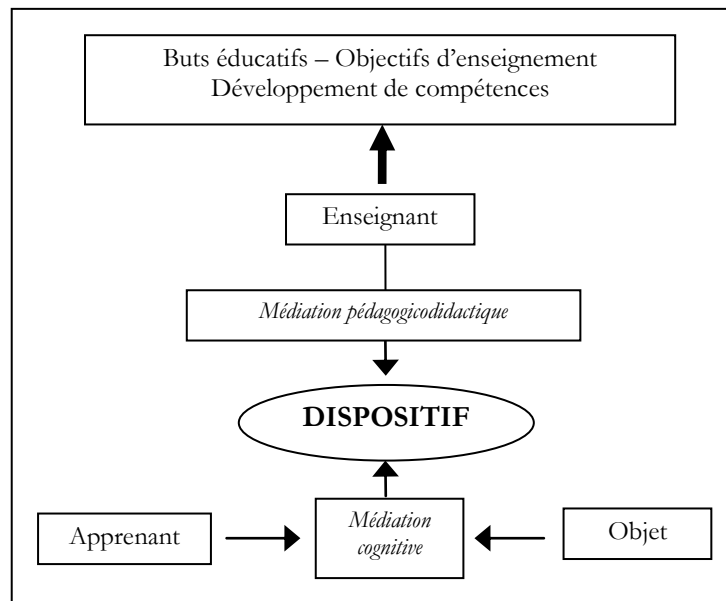


Figure 2. *Séquence d'enseignement / apprentissage*

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'énergithèque et ne se présentent pas comme des phases distinctes. Dès que l'élève rencontre une difficulté reprise dans la grille autodiagnostique (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 aux enseignants de proposer deux activités de construction d'objets techniques : une mini-éolienne ou un jeu électro (jeu de questions-réponses). L'enseignant peut choisir une des deux constructions, qui sont indépendantes l'une de l'autre, ou s'il le souhaite les deux. Pour être exploitée au maximum, chaque activité nécessitera environ 5 à 6 périodes de 50 minutes de réflexion, manipulations et échanges entre pairs.

La valise contient donc différents outils, un dossier pédagogique destiné exclusivement aux enseignants d'une part, et d'autre part des fiches de travail et le matériel nécessaire à la construction destinés aux élèves. Deux DVD proposent également des séances 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 dossier pédagogique pour l'enseignant

Les deux thématiques retenues, électricité et énergie, se déclinent de manière similaire : cinq intercalaires séparent le dossier théorique des fiches d'autodiagnostic, d'aide, de leurs corrections et enfin du lexique⁵.

2.1.1 L'introduction générale

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

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

La démarche d'autodiagnostic et de remédiation immédiate est aussi présentée : durant la construction, l'élève rencontre une difficulté, il cherche à l'identifier (fiche de diagnostic « *Je me pose des questions* ») et à y remédier (fiches d'aide) et cela de manière autonome et personnelle. L'utilisation des fiches est donc détaillée. L'introduction du dossier enseignant reprend les différents logos ainsi que leur signification. L'attention des enseignants est également attirée sur le fait que les élèves ne vont pas spontanément vers ces fiches de diagnostic ou d'aide, cela ne correspond à un réflexe naturel. Il est donc primordial que l'enseignant sollicite les élèves à accomplir cette démarche le plus souvent possible.

2.1.2 Le dossier enseignant

Une introduction présente l'activité de manière générale. La situation mobilisatrice de départ proposée aux élèves est décrite, elle fait directement référence au quotidien de ceux-ci et est présentée sous la forme d'un défi à relever. Les compétences, ciblées par la démarche tant disciplinaires que transversales, y sont aussi listées ainsi que la variation des paramètres pour les deux objets techniques. Ainsi, dans le cas de la thématique de l'énergie, il est demandé aux élèves de construire une mini-éolienne. La maquette de la mini-éolienne doit être fonctionnelle et permettre d'alimenter une petite ampoule électrique. Les différents paramètres entrant en jeu dans sa construction sont donc passés en revue. Ces paramètres, au nombre de quatre, sont : le système de production d'électricité, le système d'éclairage, le système de ventilation et l'hélice.

Les fiches de diagnostic et d'aide sont explicitées dans le cas particulier du défi annoncé et une organisation temporelle et spatiale est proposée de manière à ce que l'apprentissage puisse s'organiser de manière pragmatique.

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 (circuit électrique ouvert ou fermé, conducteurs, isolants,...) sont relativement simples à appréhender, aborder le

⁵ Tous les documents ne sont pas explicités en détails ici, cela ferait apparaître ce qui pourrait être pris comme des redondances 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.

concept d'énergie est plus délicat. Néanmoins, la situation complexe de départ a le mérite 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 pas comme une série de concepts différents suivant la situation étudiée (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 ampoule électrique) une série d'objets sont indispensables, chacun jouant un rôle particulier dans une chaîne des 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 circuits électriques en parallèle ou en série, quelques conventions utiles et nécessaires pour réaliser un schéma correct d'un circuit électrique et quelques ordres de grandeurs de seuils de dangerosité d'intensité de courant électrique.

Certaines préconceptions récurrentes et parfois erronées sont présentes dans l'esprit des élèves. Il est important que l'enseignant ait conscience de ces représentations mentales avant d'entamer l'activité en classe. Il pourra ainsi, soit prendre appui sur celles qui sont correctes, soit, le moment venu, prendre le temps nécessaire pour corriger celles qui ne le sont pas. Parmi les préconceptions repérées, celles qui sont les plus récurrentes sont celles dans lesquelles le générateur est perçu comme une source d'électricité, le courant électrique se déplace de manière instantanée et l'intensité du courant diminue après passage dans un élément du circuit électrique.

Toujours dans le but d'anticiper au mieux la construction des deux objets techniques, l'enseignant trouvera des informations complémentaires ou la correction de certaines fiches d'aide proposées aux élèves ainsi que les difficultés récurrentes rencontrées par les élèves lors de la mise à l'épreuve du dispositif avant sa présentation actuelle.

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 Autres intercalaires

Pragmatiquement, l'enseignant a à sa disposition, pour les deux thématiques, les fiches d'autodiagnostic, 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 signification 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 La grille d'autodiagnostic

L'une des préoccupations était de présenter la grille de manière à rendre le diagnostic très accessible. Le recours à des formulations et des textes trop longs a donc été évité. Cette grille doit être facile d'utilisation pour l'élève, rompant avec les présentations traditionnelles (en lignes ou en colonnes) d'autres outils. La présentation des « marguerites » est donc apparue comme optimale.

Chaque marguerite représente 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. Cinq types de difficultés ont été répertoriés : les problèmes de construction, d'organisation du travail, de compréhension, les pannes. Une sixième thématique a été ajoutée à la grille, elle concerne les élèves qui ont terminé leur construction et qui désirent en savoir plus sur la thématique exploitée. Il s'agit des dépassements.



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

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, alors que la marguerite qui est représentée par un petit diable propose d'identifier les pannes susceptibles de se présenter lors de la construction.

2.3 Les fiches de remédiation immédiate

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 autodiagnostique.

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.

2.4 Le matériel mis à la disposition des élèves pour construire l'objet technique

Les défis proposés ne sont qu'un prétexte à l'activité, l'objectif réel est que les élèves puissent manipuler, découvrir la démarche scientifique et s'appropriier un certain nombre de notions scientifiques ciblées. Les défis à relever sont, comme annoncés plus haut et suivant le choix de l'enseignant, la construction d'une mini-éolienne et celle d'un jeu électro.

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 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 LED 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 constituent 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 uniques 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...).

2.5 Deux DVD complètent la valise

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 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.

2.6 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'énergétique, 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.

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 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, 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. Les élèves perçoivent l'éolienne comme un générateur de courant électrique. Bien que ceci soit déjà une conception avancée, ils l'assimilent également 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 proposent, une conception plus correcte et plus complète de l'éolienne mais éprouvent 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 (le générateur est considéré comme une source de courant électrique et que celui-ci circule comme un fluide dans le circuit électrique) et il est important de vérifier si cette représentation est présente et de la corriger si nécessaire. 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 vers 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 différente : certaines classes ont utilisé, comme outil, un magazine audiovisuel éducatif (« C'est pas sorcier ») portant sur les mêmes thématiques, les autres ont uniquement manipulé l'énergithèque. Tous les sujets des classes ont été évalués avant et après l'expérimentation sur leurs performances, les compétences mesurées étant celles visées par l'énergithèque.

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 donc 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, les 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'énergithèque 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 1^e 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>

4 Table des matières

Introduction	1
1 L'énergithèque, quelle démarche pédagogique ?	2
1.1 Intégrer le diagnostic et la remédiation immédiate au dispositif pédagogique	4
2 Présentation de l'outil	5
2.1 Le dossier pédagogique pour l'enseignant	6
2.1.1 L'introduction générale	6
2.1.2 Le dossier enseignant	6
2.1.3 Autres intercalaires	7
2.2 La grille d'autodiagnostic	8
2.3 Les fiches de remédiation immédiate	8
2.4 Le matériel mis à la disposition des élèves pour construire l'objet technique	9
2.5 Deux DVD complètent la valise	10
2.6 Le site internet	10
3 Validation empirique de l'outil	10
3.1 Analyse des représentations mentales des élèves	11
3.2 Efficacité de l'outil	12