

Institut d'Administration Scolaire

Carré des Sciences

Service de Méthodologie et Formation

Service de Physique expérimentale et biologique

Professeur Marc Demeuse

Professeur Pierre Gillis

DÉVELOPPEMENT D'OUTILS DE DIAGNOSTIC ET DE REMÉDIATION IMMÉDIATE AU TRAVERS D'ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES EN 5^{ème} ET 6^{ème} ANNÉES DE L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE

Recherche 131/10

Rapport final de la deuxième année de recherche

Août 2011



Institut d'Administration Scolaire

Carré des Sciences

Service de Méthodologie et Formation

Service de Physique expérimentale et biologique

Professeur Marc Demeuse

Professeur Pierre Gillis

DÉVELOPPEMENT D'OUTILS DE DIAGNOSTIC ET DE REMÉDIATION IMMÉDIATE AU TRAVERS D'ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES EN 5^{ème} ET 6^{ème} ANNÉES DE L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE

Recherche 131/10

Rapport final de la deuxième année de recherche

Août 2011

Céline Demierbe, Stéphanie Malaise et Soizic Mélin

Table des matières

Introduction	1
Chapitre 1 - Elaboration du dispositif pédagogique	2
1. Choix de la thématique	
2. Les compétences et les savoirs visés	2
2.1.1. Les savoirs	2
2.1.2. Les savoir-faire	3
2.2. Les compétences transversales	5
3. La démarche	5
3.1. Partir d'une situation complexe	
3.2. Travailler en ateliers	
3.2.1. Les paramètres accessibles aux élèves	8
3.2.2. Les tests et les grandeurs physiques correspondantes	8
3.2.3. L'organisation des ateliers	9
3.2.4. Présentation des résultats	10
Chapitre 2 - Test exploratoire et mise à l'épreuve du dispositif	11
1. Test exploratoire	11
1.1. Description du test	11
1.1.1. Questions 1 à 4 : air	11
1.1.2. Questions 5 à 7 : chaleur et température	12
1.1.3. Questions 8 et 9 : pression atmosphérique	12
1.1.4. Questions 10 à 12 : montgolfière	12
1.2. Méthode de passation	12
1.3. Echantillon	13
1.4. Résultats	13
1.4.1. L'air	13
1.4.2. Chaleur et température	14
1.4.3. Pression atmosphérique	15
1.4.4. Montgolfière	16
2. Mise à l'épreuve du dispositif	17
Chapitre 3 – Les outils	19
1. Le livret « mode d'emploi »	19
2. Le classeur de l'enseignant	20
3. La grille d'autodiagnostic destinée aux élèves	22
4. Les fiches de remédiation immédiate – appelées « fiches d'aide » par les enfants	24
5. Des supports d'illustration	25
6. Le support audiovisuel	25
7. Le carnet de bord	26
Conclusion	27
Bibliographie	28
Anneyo 1	20

La recherche intitulée « Développement d'outils de diagnostic et de remédiation immédiate au travers d'activités scientifiques en 5ème et 6ème années de l'enseignement primaire » est menée conjointement par le service de *Méthodologie et Formation* et le *Carré des Sciences* de l'Université de Mons. Elle porte sur le demier degré de l'enseignement fondamental et répond à la deuxième priorité du Contrat pour l'Ecole (2005) qui veut assurer une meilleure transition entre le primaire et le secondaire. L'objectif de cette recherche est de créer une valise pédagogique visant le développement de compétences et de savoirs relatifs aux disciplines d'Eveil scientifique et de d'Education par la technologie. Deux thématiques scientifiques sont abordées au cours des trois années de recherche. La première année écoulée étant consacrée aux machines simples, le dispositif didactique proposé dans la valise porte pour les deux années suivantes sur des savoirs et savoir-faire relatifs à l'air, à la pression atmosphérique et à la chaleur. Il favorise la manipulation et l'observation et intègre des outils d'autodiagnostic et de remédiation immédiate.

La présente recherche fait suite à une autre recherche de deux années, destinée au développement d'un outil à destination des élèves du 1er degré de l'enseignement secondaire. Ces deux recherches ont comme discipline maîtresse l'éveil scientifique et concourent toutes deux aux mêmes objectifs pédagogiques. L'accroissement de l'autonomie de l'élève par rapport à l'enseignant et le travail collaboratif sont les éléments clés du dispositif pédagogique développé. Les outils proposés se présentent sous différentes formes et offrent la possibilité à l'élève, lorsqu'il se trouve face à une difficulté ou un questionnement, de poser lui-même un diagnostic et de remédier lui-même à cette difficulté ou de répondre lui-même à ce questionnement. Scindé en différentes étapes, le dispositif permet aux élèves d'être actifs et confrontés à la réalisation d'une tâche complexe (Rey, Carette, Defrance et Kahn, 2006) et à l'enseignant d'occuper un statut d'organisateur de savoirs - il soutient et oriente l'élève dans la réalisation de la tâche proposée.

Cette année, la recherche a porté sur la manière dont les concepts théoriques (air – pression atmosphérique – chaleur) allaient être appréhendés par les élèves et sur la création d'outils concrets. Le choix des compétences ciblées par la valise, la création de situations problème accessibles pour les élèves ainsi que le choix d'un matériel adapté et fiable est un enjeu clé du développement de la valise.

La création d'une telle valise ne pouvant se réaliser sans le concours de professionnels de terrain, des tests exploratoires ont été menés au sein de plusieurs établissements scolaires afin d'identifier les préconceptions des élèves de 5ème et 6ème années primaires. L'analyse de ces préconceptions a permis de comprendre les représentations initiales des élèves et d'orienter l'ajustement du dispositif. Enfin, l'expérimentation de la valise sur le terrain a, quant à elle, constitué la deuxième partie de l'expérimentation de cette année de recherche. Les enseignants qui ont participé à l'évaluation du prototype ont utilisé la valise dans des conditions réelles. Au fur et à mesure de leur progression dans l'utilisation de la valise, ceux-ci ont fait part de leur expérience. La collecte des différentes données a permis d'apporter de nouvelles améliorations à la valise pédagogique, notamment à travers la création d'un petit fascicule faisant office de mode d'emploi, ou à travers le réagencement du dossier enseignant.

Le rapport final de cette année de recherche complète le rapport intermédiaire présenté en avril 2011. Le cadre conceptuel, délimité dans les travaux réalisés antérieurement par l'équipe de recherche et s'appuyant essentiellement sur l'intégration des notions de diagnostic et de remédiation immédiate au dispositif pédagogique n'y est donc pas repris. Néanmoins, la manière dont le dispositif a été construit ainsi que ses conditions d'utilisation sont présentées, suivi de l'analyse des résultats collectés au cours de la troisième phase de recherche et des dernières améliorations que nous avons apportés à la valise : modification des outils de diagnostic et de remédiation immédiate, approfondissements des défis et situations complexes...

Chapitre 1 - Elaboration du dispositif pédagogique

1. Choix de la thématique

L'un des objectifs de cette recherche étant de favoriser la transition entre l'enseignement primaire et secondaire, il va de soi que les savoirs à sensibiliser proposées dans les Socles de compétences sont à prendre en considération dans le choix d'une thématique au même titre que les savoirs à certifier à l'issue de l'enseignement primaire. Proposer une valise pédagogique s'articulant autour de l'air, de la pression atmosphérique et de la chaleur a semblé être une évidence pour plusieurs raisons qu'il est difficile de hiérarchiser. La plupart d'entre elles sont de même importance et liées les unes aux autres.

Une des raisons importantes est basée sur les préconceptions des élèves de fin d'enseignement fondamental. L'air est un élément essentiel. Sans sa présence des actions du quotidien comme respirer, gonfler un ballon, allumer une bougie... seraient impossibles. Il est cependant prouvé que ces élèves ne reconnaissent pas naturellement son existence. En effet, l'air reste invisible, sauf lorsque celui-ci se manifeste de manière sensible, c'est-à-dire lorsqu'il se déplace (courant d'air, vent, fuite dans un ballon, sèche-cheveux, ventilateur...). Initier les élèves à une meilleure compréhension de ce qu'est l'air et de ses nombreuses manifestations permet une meilleure approche de l'environnement dans lequel nous vivons.

Une autre raison très importante fait référence au quotidien et à l'actualité de tout un chacun. Chaque jour, les chaînes de télévision, la radio ou les journaux présentent des bulletins météorologiques. Très régulièrement il y est question du réchauffement climatique de la planète, de conditions météorologiques particulières, de pollution atmosphérique.... Un des objectifs de cette valise n'est pas que les élèves comprennent de manière approfondie et complète toutes ces informations mais qu'ils y deviennent sensibles et qu'ils découvrent une démarche de recherche qui puisse leur donner, en tant que futurs citoyens, des prémices de réponses.

Enfin, d'un point de vue didactique, les concepts de température et chaleur s'avèrent être des concepts difficiles à appréhender tout au long du cursus scolaire. A nouveau, il est illusoire de penser que ces concepts puissent être maîtrisés à la fin de l'enseignement fondamental. Par contre, que les élèves les découvrent et y soient sensibiliser une première fois en fin d'enseignement fondamental peut s'avérer être un bon pari pour leur avenir scolaire.

2. Les compétences et les savoirs visés

2.1.1. <u>Les savoirs</u>

A travers la réalisation du défi que représente la construction d'une montgolfière, la valise pédagogique a pour objectif de faire acquérir des savoirs classés dans la partie *Eveil scientifique* et relatifs à la chaleur et à l'air. Le Tableau 1 liste les guatre concepts visés.

La chaleur

Distinction chaleur/température. (p. 45)
Dilatation et contraction. (p. 45)

L'air, la substance gazeuse qui nous entoure et dont nous percevons le mouvement. (p. 46)

Composition de l'air. (p. 46)

La pression atmosphérique (aspect qualitatif). (p. 46)

X

X

Tableau 1 - Savoirs visés

En plus des savoirs listés dans le Tableau 1, la réalisation du défi permet d'approcher les notions de qualité d'un bon isolant thermique (p. 45), des états de la matière (p. 45), des caractéristiques physiques de substances

(masse, volume, masse volumique) (p. 45) ainsi que notions de forces (p. 44). Ces concepts ne sont pas directement développés dans la valise mais les enseignants le désirant pourront aisément faire le lien entre la construction de la montgolfière et ces savoirs.

2.1.2. Les savoir-faire

Le dispositif pédagogique proposé dans la valise s'articule autour d'une situation complexe qui est proposée à l'élève et qui nécessite la mobilisation de différentes ressources (savoirs, savoir-faire, attitudes). Par la situation problème proposée, les élèves sont conduits à investiguer de façon libre les pistes de résolution, à confronter leurs schèmes à la réalité en vue de les adapter, de les modifier ou de les conforter.

La situation problème est proposée en tant que défi à relever. Tout au long du dispositif, les élèves ont pour objectif de solutionner la situation qui leur est décrite. La démarche de résolution de problèmes nécessite de passer par différentes étapes et permet ainsi à l'élève de développer les compétences et les connaissances visées.

Dans les Socles de compétences, l'éveil-initiation scientifique est décrit comme permettant aux élèves « d'être les premiers acteurs de leurs apprentissage en partant de situations qui les incitent à s'impliquer dans la recherche » (Socles de compétences, p. 34). L'éducation par la technologie, quant à elle, doit viser « l'acquisition de démarches mentales et comportementales grâce à la résolution de problèmes technologiques dans le cadre de la construction des savoirs » (Socles de compétences, p. 62). Ces deux disciplines s'inscrivent dans les objectifs poursuivis par la recherche et la démarche proposée à l'élève dans le dispositif didactique.

Les savoir-faire visés par la mallette pédagogique dans le domaine de l'éveil-initiation scientifique sont reprises dans le Tableau 2. Les savoir-faire relatifs à l'éducation par la technologie sont listés dans le Tableau 3.

Tableau 2 - Savoir-faire visés en éveil-initiation scientifique

		Ε	С	7
C2	L'énigme étant posée, rechercher et identifier des indices (facteurs, paramètres,) susceptibles d'influencer la situation envisagée. (p. 35)		Χ	
C5	Concevoir ou adapter une procédure expérimentale pour analyser la situation en regard de l'énigme. Imaginer des dispositifs expérimentaux simples et prendre des initiatives. (p. 37)			Χ
C12	Comparer, trier des éléments en vue de les classer de manière scientifique. (p. 39)		Χ	
C13	Schématiser une situation expérimentale et rédiger le compte rendu d'une manipulation. (p. 39)		Χ	
C14	Confirmer ou infirmer un raisonnement par des arguments vérifiés. (p. 40)			Χ
C15	Valider les résultats d'une recherche. (p. 40)		Χ	
C16	Elaborer un concept, un principe, une loi (p. 40)		Χ	

Tableau 3 - Savoir-faire visés en éducation par la technologie

			Ε	С	7
Observer	Identifier	Définir le problème à résoudre : décomposer le problème principal en sous- problèmes et les organiser les uns par rapport aux autres. (p. 64)		Х	
Cusattus das	Analyser	Repérer les notions non comprises et décider de rechercher une explication. (p. 64)		Х	
Emettre des		Recenser les différentes hypothèses de résolution. (p. 64)			Χ
hypothèses Planifier	Planifier	Choisir l'hypothèse de travail la plus favorable à partir de critères définis. (p. 64)		Х	
	Modéliser la situation	Effectuer un dessin à main levée pour formaliser la réalisation. (p. 65)			Χ
Réaliser	Manipuler	Réaliser les opérations nécessaires dans un ordre adéquat pour aboutir à l'objectif fixé. (p. 65)			Х
		Utiliser des outils, des matériaux et des équipements. (p. 65)		Χ	
Réguler	Identifier les erreurs et apporter des corrections ou des améliorations éventuelles. (p. 65)				Χ
Structurer	Formaliser la démarche dans un langage graphique. (p. 65)				Χ

Les savoir-faire repris dans le Tableau 2 et le Tableau 3 sont ceux qui sont visés par la valise pédagogique. Autrement dit, l'utilisation de l'outil vise le développement, par les élèves, de ces savoir-faire. Toute fois, lors de l'utilisation de l'outil, d'autres savoir-faire pourront facilement être sollicités. Encore une fois, c'est l'enseignant qui, en fonction des élèves, pourra décider d'intégrer le développement de savoir-faire supplémentaires. Ceux-ci sont répertoriés dans le Tableau 4, en ce qui concerne l'éveil scientifique et dans le Tableau 5, en ce qui concerne l'éducation par la technologie.

Tableau 4 - Savoir-faire pouvant être sollicités en éveil-initiation scientifique

		Ε	С	7
C3	Proposer au moins une piste de résolution possible. (p. 35)			Χ
C4	Reformuler les pistes retenues en fonction des regroupements opérés et planifier le travail de recherche (contraintes, ressources, répartition du temps et des tâches). (p. 36)			Χ
C6	Recueillir des informations par des observations qualitatives en utilisant ses cinq sens et par des observations quantitatives. (p. 37)		Х	
C7	Identifier et estimer la grandeur à mesurer et l'associer à un instrument de mesure adéquat. (p. 37)		Χ	
C7	Utiliser correctement un instrument de mesure et lire la valeur de la mesure. (p. 37)			Χ
C8	Exprimer le résultat des mesures en précisant l'unité choisie, familière et/ou conventionnelle et l'encadrement. Distinguer la grandeur repérée ou mesurée, de sa valeur et de l'unité dans laquelle elle s'exprime par son symbole. (p. 38)		Х	

Tableau 5 - Savoir-faire pouvant être sollicités en éducation par la technologie

			Е	C	7
Emettre des hypothèses	Planifier	Formaliser des essais. (p. 64)			Х
Réguler Vérifier le résultat obtenu, son adéquation, aux critères de départ, sa conformité avec la solution recherchée. (p. 65)				Х	

2.2. Les compétences transversales

Il est évident que la réalisation d'un défi tel qu'il est proposé dans l'outil pédagogique favorise le développement de compétences transversales. En langue française, trois compétences ont été retenues (pp. 8-9) :

- démarches mentales : saisir, traiter, mémoriser, utiliser et communiquer l'information ;
- manières d'apprendre : réflexion sur la méthode de travail, planifier une activité, utiliser des outils de travail, des documents de référence;
- attitudes relationnelles : se connaître, prendre confiance, connaître les autres et accepter les différences.

En formation mathématique, les cinq compétences suivantes sont pointées (pp. 24-25) :

- Exposer et comparer ses arguments, ses méthodes ; confronter ses résultats avec ceux des autres et avec une estimation préalable ;
- Présenter des stratégies qui conduisent à une solution ;
- Créer des liens entre des faits ou des situations ;
- Combiner plusieurs démarches en vue de résoudre une situation nouvelle ;
- Procéder à des variations pour en analyser les effets sur la résolution ou le résultat et dégager la permanence des liens logiques.

3. La démarche

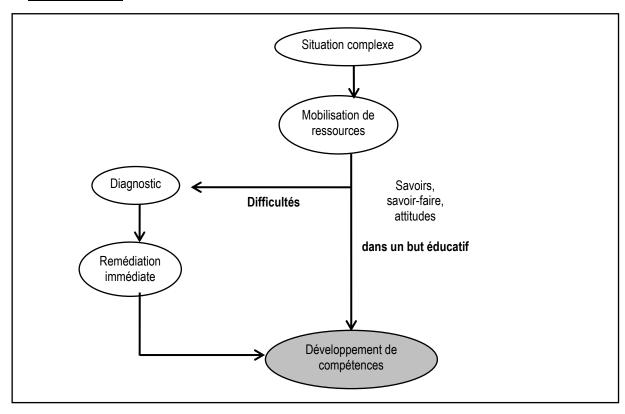


Figure 1 - Démarche mise en place au cours du dispositif

La figure 1 illustre la volonté poursuivie par cette recherche, à savoir l'élaboration d'un dispositif pédagogique confrontant les élèves à la réalisation d'une tâche complexe (Rey et al., 2006), en l'occurrence, la réalisation d'un défi. Cette tâche complexe demande à l'élève de mettre en œuvre des savoirs, savoir-faire et attitudes en vue de développer une série de compétences visées. Cette démarche est régulée par le recours à deux outils développés au cours de cette recherche : une grille d'autodiagnostic et des fiches de remédiation immédiate.

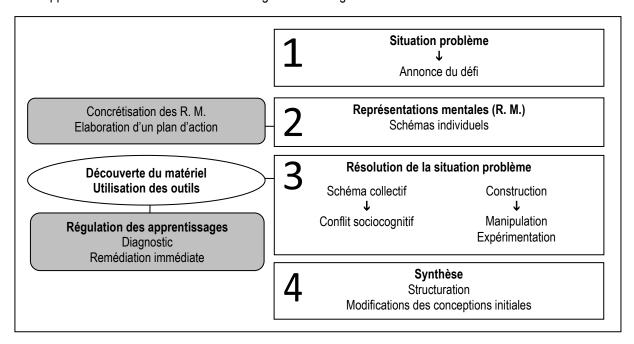


Figure 2 - Etapes du dispositif de recherche

Le dispositif pédagogique se déroule en plusieurs phases, illustrées dans la figure 3.

Etape 1 : A partir d'une situation problème, un dispositif est initié par un défi.

Etape 2 : De manière individuelle, l'élève est amené à concrétiser ses représentations mentales sur la thématique abordée par l'intermédiaire d'une schématisation fonctionnelle de la construction. L'apprenant est libre dans sa démarche de résolution (investigation spontanée), il a la possibilité d'utiliser des stratégies qu'il choisit en suivant une démarche personnelle et/ou collective.

Etape 3 : Les élèves se réunissent en groupe, découvrent les représentations de chacun. Ils discutent et argumentent quant au choix de la meilleure alternative de construction. Au cours de cette étape, les compétences transversales relationnelles se développent car chacun doit « défendre » sa proposition. Il ne s'agit pas d'opter pour la schématisation de l'un des élèves mais plutôt de parvenir à un compromis qui permettra une construction fonctionnelle et qui soit approuvée par chaque membre du groupe. Lorsque les élèves découvrent le matériel fournit dans la valise pédagogique et au cours des phases de manipulation, les outils de diagnostic et de remédiation immédiate permettent au groupe de progresser de manière autonome dans leur expérimentation, accompagnant les élèves dans leur réflexion et la gestion de leurs difficultés.

Etape 4 : La synthèse se déroule en plusieurs phases. Lorsque les élèves ont terminé leur expérimentation, ils schématisent la construction réalisée dans le but de la décrire au reste de la classe. Cette étape de structuration permet aux élèves de découvrir le travail de tous les groupes, de comparer les constructions et de faire le point sur les difficultés rencontrées au cours des manipulations. Le rôle de l'enseignant est primordial, il doit en effet gérer les réactions de tous les élèves afin qu'elles soient réinvesties lors de la synthèse finale. Il est important que les élèves prennent conscience de la modification de leurs conceptions initiales. Ensuite, l'enseignant reprend les principales étapes de construction ainsi que les notions qui ont été rencontrées au cours de la construction en interaction avec les élèves.

3.1. Partir d'une situation complexe

Le choix de la situation mobilisatrice de départ, en l'occurrence le défi, proposé aux élèves doit répondre à un certain nombre de critères. Il est important que l'accroche présente une situation complexe qui permettre à l'élève d'ancrer pleinement toute sa démarche dans la réalité. Il est également important qu'il puisse, de manière à devenir peu à peu autonome, se familiariser avec les démarches d'autodiagnostic et de remédiation immédiate. De plus nous souhaitons que cette situation soit ludique et originale et qu'elle favorise la démarche expérimentale ; qu'elle nécessite un matériel peu coûteux et, bien entendu, soit sans danger pour les enfants.

En tenant compte de ces différents critères, plusieurs pistes ont été étudiées, chacune présentant ses avantages mais aussi ses inconvénients.

La thématique liée aux notions de l'air, de la pression atmosphérique et de la chaleur ayant été délimité, il s'est alors agi de trouver la situation mobilisatrice de départ qui mette les élèves en action. Pour rappel, cinq situations, que nous appellerons : « La physique du climat », « Brise de mer, brise de terre », « Parachute », « Sous-marin » et « Montgolfière », sont assez rapidement apparues intéressantes, chacune d'entre elles présentant ses propres avantages et inconvénients.

Après réflexion, les deux premières approches ont été mises de côté. « La physique du climat » est une thématique qui, bien que proposant d'appréhender de nombreuses notions et faisant en permanence référence à des phénomènes d'actualité largement médiatisés, est difficile à délimiter et donc à présenter de manière attractive et mobilisatrice. Il aurait été trop ardu pour les élèves de sérier les questionnements envisageables : succession des jours et des nuits, des saisons, l'effet de serre... Le domaine est tellement vaste que, même recadré régulièrement, les élèves risquent de poser des questions qui vont « fuser dans toutes les directions » et qu'il ne sera pas aisé de gérer.

Le thème « Brise de mer, brise de terre » a été écarté des possibilités pour plusieurs raisons. Tout d'abord, la problématique est basée sur des phénomènes essentiellement connus des navigateurs sur leurs bateaux de plaisance et présente le risque de ne rien évoquer à des élèves n'ayant pas été confrontés à de tels phénomènes. Ensuite, il sera difficile pour les élèves d'imaginer un modèle qui permette de montrer ce phénomène : il faut qu'ils imaginent une boîte fermée (un aquarium ferait par exemple l'affaire car, étant transparent, il permet de voir ce qui se passe à l'intérieur). Finalement, les paramètres à tester sont, quant à eux, intéressants et permettent beaucoup de combinaisons différentes (forme de la voile et coque du bateau, volume d'air emprisonné, système de chauffage) mais l'étude reste essentiellement qualitative.

Les trois dernières situations, proposant la construction d'un objet ont ensuite été ensuite étudiées dans le détail. La construction de ces trois objets ainsi que la physique s'y rapportant sont très différentes.

La conception ainsi que la construction d'un parachute qui descend le plus lentement possible d'un étage d'une école ne devrait pas poser trop de problème : qui n'a jamais vu de parachute descendre dans le ciel ou sur un écran de télévision ou de cinéma ? Par contre, si on souhaite comprendre, même dans les grandes lignes, la physique qui se rapporte à la chute, l'exercice devient très vite complexe. Le niveau de connaissance nécessaire pour la maîtrise des phénomènes observés se situe au-delà des exigences requises pour l'enseignement primaire. Une raison supplémentaire qui a fait que cette mise en situation n'a pas été retenue est qu'elle ne permet pas d'amener de manière naturelle la notion de chaleur.

La situation suivante envisagée était celle dans laquelle les élèves étaient invités à construire un sous-marin miniature. La première raison qui a d'éliminer cette éventualité est le fait que la notion de chaleur est totalement exclue dans la construction et le fonctionnement du sous-marin. De plus, cette situation problématique ne permet pas de faire de lien avec la météorologie.

Finalement, c'est la construction d'une montgolfière qui a été privilégié. La situation mobilisatrice se présente donc de la manière suivante :

« Une exposition de photographies aériennes va avoir lieu à la fin de l'année scolaire. En participant à ce projet vous pourrez prendre des photographies aériennes de la cour de l'école, choisir une photographie et l'exposer le

jour venu. Pour cela il vous est demandé d'imaginer un système qui vous permettra, un jour sans vent, de prendre cette photo sans utiliser d'échelle, de grue, d'hélicoptère miniature, votre système ne peut pas être motorisé et vous ne pouvez pas monter sur une tour, ... donc vous devez rester au sol! Attention, chaque mot a son importance!».

3.2. Travailler en ateliers

3.2.1. Les paramètres accessibles aux élèves

Après avoir réfléchi individuellement et en groupe, les élèves auront pu identifier les paramètres à tester lors de la construction de la montgolfière. Ces paramètres retenus seront très certainement au nombre de quatre et apparaîtront probablement par ordre décroissant de priorité de la manière suivante : la forme de l'enveloppe (en réalité c'est le volume d'air chauffé qui est important), la nature de la matière dont sera constituée cette enveloppe (qui déterminera en grande partie la masse de la montgolfière), le choix de la nacelle et enfin le système de chauffage de l'air (qui permettra de mettre à profit la poussée d'Archimède).

Dans un premier temps deux de ces paramètres pourront être discutés avec l'enseignant : le système de chauffage de l'air contenu dans l'enveloppe d'une part et la nacelle d'autre part. Le système de chauffe va être, pour des raisons évidentes de sécurité, imposé par l'enseignant : la possibilité d'utiliser des bougies sera écartée au profit du sèche-cheveux, plus sécurisé. D'autre part les caractéristiques de la nacelle influent évidemment sur la facilité avec laquelle la montgolfière va s'élever dans les airs mais afin de ne pas compliquer la construction de l'ensemble il peut s'avérer intéressant d'en minimiser volontairement la structure. Cette éventualité présente un double avantage : ne pas passer trop de temps dans la construction d'un élément qui est de l'ordre du décoratif (il s'agit uniquement d'attacher la mini caméra pour les photos) et aussi d'alléger l'ensemble.

La température de l'air situé à l'intérieur de l'enveloppe a aussi son importance. Pour avoir essayé de la mesurer lors de nos tests, nous avons pu constater que cette mesure s'avère difficile voir même dangereuse. Par contre les élèves peuvent chronométrer le temps pendant lequel ils chauffent l'air contenu dans l'enveloppe.

Enfin un dernier paramètre, la température extérieure, est aussi à envisager. Même si les élèves envisagent l'aspect néfaste du vent, il est très peu probable qu'ils pensent que la température de l'air (extérieur à l'enveloppe) puisse modifier l'envol de leur engin. L'enseignant devra donc attirer l'attention de sa classe sur ce paramètre qui risquerait de passer inaperçu mais aussi de compromettre le succès de l'opération par temps chaud.

3.2.2. Les tests et les grandeurs physiques correspondantes

Les trois paramètres directement accessibles et modifiables par les élèves sont donc la forme et la matière constituant l'enveloppe et le temps de chauffage.

De manière pragmatique, le paramètre qui peut être laissé à l'appréciation des élèves est celui de la nature de la matière qui constituera l'enveloppe. En effet les élèves n'auront aucune difficulté à ramener différentes matières de chez eux : papier journal, papier de soie, tissus, plastiques ... La manière d'assembler les différents morceaux de tissus ou de papier est importante aussi : suivant qu'elle nécessite peu ou beaucoup de matière elle alourdira peu ou prou la montgolfière. La grandeur physique sous-jacente à ce paramètre est bien entendu la masse de la montgolfière que les enfants vont déterminer avec une balance de cuisine par exemple. Pour optimiser toutes les chances de réussite lors des tests, la valise contient du film de Mylar (couverture de survie) et du papier collant double face (résistant aux hautes températures).

La forme de l'enveloppe et donc l'élaboration du gabarit d'un de ses fuseaux ainsi que la découpe du nombre adéquat de fuseaux est plus difficile à appréhender par les élèves. Il est donc possible de laisser les élèves choisir une forme au gré de leur imagination mais aussi de leur proposer une autre option : la forme retenue par le site de *La main à la pâte France* (forme que nous avons aussi retenue pour nos derniers tests). La grandeur physique sous-jacente dans ce cas est le volume. Le calcul du volume n'est pas chose simple, si la montgolfière

peut être assimilée à une sphère ou un cylindre ce calcul ne devrait pas poser de problème aux enfants, par contre si la forme est compliquée ceux-ci peuvent essayer de l'estimer (en la comparant à un autre volume connu avec celui d'une bouteille d'eau, en la remplissant avec des balles de ping-pong...). Cette estimation qui peut paraître ardue, peut s'avérer être un deuxième challenge pour les élèves et leur imagination mise à contribution à bon escient pour proposer une nouvelle technique d'estimation de volume.

Enfin, avec un simple chronomètre les élèves pourront mesurer le temps pendant lequel ils chauffent l'air contenu dans l'enveloppe. Les résultats pourront éventuellement montrer une certaine saturation et provoquer une discussion : est-il intéressant, une fois tout le volume d'air contenu dans l'enveloppe chauffé, de prolonger ce réchauffement ?

3.2.3. L'organisation des ateliers

Il est très important que les élèves prennent conscience du fait qu'il est nécessaire de ne faire varier qu'un seul paramètre à la fois et de maintenir les autres paramètres inchangés. Seule cette démarche permet de mesurer scientifiquement l'influence d'un paramètre sur l'ensemble de la problématique. Dans ce but les élèves seront invités à travailler en ateliers : chaque atelier choisira un paramètre à faire varier.

Afin de mesurer l'influence de ces quatre paramètres (forme et nature de la matière de l'enveloppe, temps de chauffage et température extérieure) de manière concrète, les élèves pourront déterminer les deux grandeurs qui vont permettre de départager les montgolfières : le temps de vol et la hauteur maximale atteinte par la montgolfière. Afin de caractériser chacun de leurs engins les élèves pourront mesurer la masse et estimer le volume de la montgolfière ainsi que le temps de chauffage. Enfin, paramètre indépendant des enfants, la température extérieure sera mesurée et datée.

Ainsi dans une classe de plus d'une vingtaine d'élèves, il sera possible de former six groupes d'environ quatre élèves. Tandis que deux groupes pourront tester le paramètre matière de l'enveloppe, deux autres groupes testeront l'influence du volume de l'enveloppe et deux autres le temps de chauffe de l'air. Le paramètre température extérieure sera mesuré par toute la classe d'une manière collective.

3.2.4. Présentation des résultats

Les résultats pourront se présenter sous la forme de tableaux (qui seront reproductibles en fonction des jours de tests) :

Tableaux 6 - Exemples de tableaux de résultats

Température extérieure :							
Temps de chauffage :							
Influence de la forme de la r	nontgolfière						
Groupe n°1	Groupe n°2						
	Influence de la forme de la r Groupe n°1						

Date : Température extérieure : Temps de chauffage :		
	Influence de la forme d	le la montgolfière
	Groupe n°3	Groupe n°4
Hauteur maximale		
Temps de vol		
Masse de la montgolfière complète		

Date : Température extérieure : Masse et volume de la montgo	lfière :	
	Influence de la forme	e de la montgolfière
	Groupe n°5	Groupe n°6
Hauteur maximale		
Temps de vol		
Temps de chauffage		

Les montgolfières les plus performantes étant celles qui monteront le plus haut et resteront le plus longtemps dans les airs, les enfants pourront en déduire que le réchauffement de l'air doit être suffisant, que les paramètres à minimiser sont la masse de la montgolfière et, dans la mesure du possible, la température extérieure et que le volume de l'enveloppe sera quant à lui à maximiser.

Chapitre 2 - Test exploratoire et mise à l'épreuve du dispositif

1. Test exploratoire

Chaque enfant possède déjà des connaissances sur les sujets abordés en classe. En effet, « chacun, enfant ou adulte, éprouve le besoin de comprendre et d'expliquer le monde qui l'entoure » (Thouin, 1998, p. 48). Pour ce faire, les individus se construisent un mode de représentation de la réalité qui ne correspond pas toujours aux lois et aux théories de la science mais qui permet « d'expliquer, de façon plus ou moins adéquate, certains aspects de l'univers matériel ou de l'univers vivant » (Thouin, 1998, p. 48). Généralement, ces représentations sont basées sur le sens commun et sur les apparences immédiatement perceptibles (Thouin, 2004).

Pour construire un outil pédagogique efficace, c'est-à-dire un outil permettant aux élèves d'intégrer le savoir et les compétences scientifiques envisagées, il est indispensable de prendre en compte ces conceptions préalables. En effet l'acquisition de connaissances ou de démarches dépendent de ces représentations. « Si l'on en tient pas compte, elles se maintiennent, se renforcent même, et le savoir glisse à la surface des élèves sans même les imprégner. » (De Vecchi & Giordan, 2002, p.11) Aussi, la phase de construction de la valise pédagogique s'est accompagnée de la prise en compte des conceptions des élèves au niveau des concepts liés à l'air, à la pression atmosphérique et aux montgolfières, en vue de permettre à l'équipe de recherche d'améliorer la grille d'autodiagnostic et les fiches de remédiation.

En vue de faire de la valise un outil qui tient compte des préconceptions des élèves, 75 élèves de 5^{ème} et 6^{ème} années primaires ont été interrogés au sujet des concepts qu'elle aborde. Les résultats ainsi obtenus sont d'une part, utilisés pour optimiser la valise pédagogique et d'autre part, communiqués aux enseignants pour qu'ils puissent mieux anticiper les difficultés rencontrées par leurs élèves.

1.1. <u>Description du test</u>

Le questionnaire comporte 12 questions¹. Celles-ci sont regroupées en fonction de la thématique qu'elles abordent : les quatre premières questions concernent l'air, les questions 5 à 7 concernent les concepts de chaleur et de température. Les questions 8 et 9 concernent la pression atmosphérique et, enfin, les trois dernières questions sont relatives aux éléments constituant une montgolfière et aux phénomènes permettant de se déplacer en montgolfière.

1.1.1. Questions 1 à 4 : air

Les deux premières questions sont relatives au contenu de housses permettant de ranger les vêtements sous vide. Les housses contiennent toutes les deux le même tissu, à savoir, un essuie de bain. Dans la seconde housse, un vide d'air a été créé, ce qui n'est pas le cas de la première.

L'objectif de ces deux questions est de distinguer les élèves qui indiquent spontanément qu'il y a de l'air dans la première housse, ceux qui ne pensent pas à l'air dans un premier temps mais l'évoquent ensuite, une fois la comparaison entre les deux paquets suggérée et les autres élèves qui, en aucun cas, ne font part de la présence d'air dans la housse.

¹ Le questionnaire est consultable en annexe.

La troisième question concerne le contenu d'une bouteille d'eau gazeuse. Enfin, la quatrième question invite les élèves à définir ce qu'est l'air.

1.1.2. Questions 5 à 7 : chaleur et température

Les définitions sont un des moyens permettant d'accéder aux représentations des élèves. C'est cette technique qui est utilisée pour accéder à la conception de la température et de la chaleur. En outre, on demande aux élèves d'expliquer pourquoi la température et la chaleur sont ou non des concepts identiques.

1.1.3. Questions 8 et 9 : pression atmosphérique

Les questions 8 et 9 sont relatives à la pression atmosphérique. En vue de contextualiser cette notion, elle est associée au bulletin météo. Ce sont les termes « pression atmosphérique » et « anticyclone » qui sont étudiés.

1.1.4. Questions 10 à 12 : montgolfière

La dernière partie du questionnaire est consacrée à la montgolfière. Dans un premier temps, il est demandé aux élèves de dessiner une montgolfière le plus précisément possible. Cette question permet de déterminer quels sont les éléments connus et ceux qui le sont moins. Les questions 11 et 12 s'intéressent, quant à elles, au fonctionnement de la montgolfière. Il est demandé aux élèves d'expliquer quels sont les phénomènes qui d'une part, permettent à une montgolfière de s'élever et, d'autre part, permettent au pilote de choisir sa trajectoire. Dans ce cas, c'est donc l'explication de faits qui est privilégiée pour accéder aux représentations.

1.2. Méthode de passation

Dans chaque classe au sein de laquelle le test exploratoire est effectué, les élèves ont été amenés à répondre à des questions par écrit, sous forme de dessins et oralement.

Pour la majorité des questions, le choix était laissé à l'élève de répondre par écrit ou/et par l'intermédiaire d'un dessin, lui laissant ainsi la possibilité d'utiliser le langage de son choix. Ce choix a été opéré car le dessin « peut s'avérer plus riche et moins contraignant à réaliser » (De Vecchi & Giordan, 2002, p. 67). De plus, en offrant à l'élève la possibilité d'avoir recours à deux modes d'expressions simultanément, on augmente les chances que l'information récoltée soit précise et on limite ainsi l'interprétation des propositions des élèves par le chercheur.

Chacune des quatre thématiques reprises dans le questionnaire a fait l'objet d'un questionnement individuel, par écrit et d'une mise en commun en groupe classe. L'objectif était d'accéder aux représentations individuelles de chaque enfant tout en ayant la possibilité d'approfondir par la suite certains points. L'avantage de l'entretien est qu'il permet d'une part, de pouvoir exprimer plus d'idées et d'autre part, d'éviter que l'activité ne soit considérée comme un contrôle. (De Vecchi & Giordan, 2002).

Avant d'entamer la passation, le chercheur a indiqué l'objet de la recherche aux enfants et a précisé qu'aucune note ou côte ne serait associée au test et que celui-ci ne leur occasionnerait donc aucun préjudice. Il a également précisé que l'objectif n'était pas de déterminer qui est « fort » en sciences et qui ne l'est pas, mais plutôt de savoir ce que les élèves de cinquième et sixième années primaires connaissent. Enfin, le chercheur a indiqué aux élèves qu'ils étaient invités à répondre à toutes les questions, même s'ils n'étaient pas certains que leur réponse soit exacte.

Les trois premières questions du test, relatives au thème « air », nécessitaient l'observation d'objets amenés par le chercheur : deux housses de rangement pour vêtements sous vide et une bouteille d'eau gazeuse.

1.3. Echantillon

Le test exploratoire a été mené dans 4 classes, dans les deux semaines suivant le congé de carnaval. Le tableau suivant reprend les écoles ayant accepté de participer à la première phase de développement de l'outil.

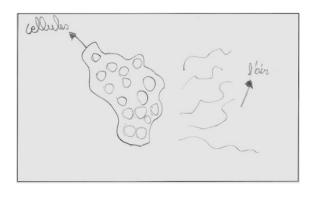
Ecole	Année	Nombre d'élèves
Ecole Fondamentale annexée à l'Athénée Royal Marguerite Bervoets - Mons	5 ^{ème}	28
Ecole communale de Marcinelle Cité Parc	6 ^{ème}	12
Ecole communale de Roux	5ème et 6ème	23
Ecole des étoiles de Marchienne-au Pont	6 ^{ème}	12

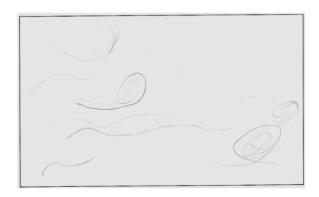
1.4. Résultats

1.4.1. L'air

Les élèves ont conscience de l'existence de l'air qui nous entoure. Toutefois, si on leur demande de décrire le plus complètement possible le contenu d'un sachet fermé, peu évoquent spontanément la présence d'air.

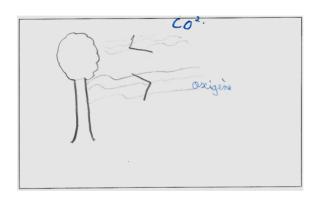
La plupart des élèves se représentent l'air comme étant du vent. Bien que certains élèves proposent une représentation d'un amas de « cellules », la majorité des élèves tracent des « traits » qui représentent l'air qui se déplace.

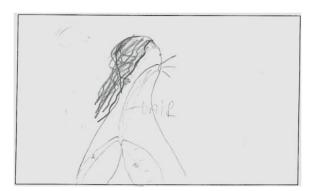




Pour un nombre important d'élèves, l'air est composé d'oxygène et/ou de CO₂ mais pas à d'autres composants. L'origine de cette représentation peut être expliquée par le fait que « *l'oxygène et le gaz carbonique sont les deux gaz dont on entend parler le plus souvent* » (Thouin, 2004, p. 350). Pour beaucoup, l'air et l'oxygène sont deux choses identiques et sont produits par les arbres qui transforment le CO₂.

Enfin, si la majorité des élèves éprouvent des difficultés à décrire ce qu'est l'air, son aspect vital est, quant à lui, intégré par de nombreux élèves qui précisent que l'air nous permet de respirer et donc de vivre.

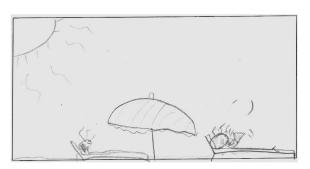


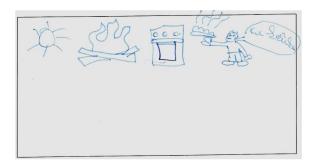


1.4.2. Chaleur et température

Pour la majorité des élèves, la chaleur est synonyme de « chaud », d'une température élevée et est donnée principalement par le soleil. Certains associent le mot chaleur à une température corporelle élevée (« avoir des chaleurs »).

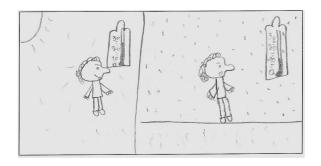
Quelques élèves indiquent que la chaleur correspond au temps qu'il fait, qu'il soit chaud ou froid. Enfin, d'autres signalent que la chaleur est une estimation du froid ou du chaud par les sens (en opposition à une mesure effectuée par un instrument). Toutefois, ces deux dernières catégories sont très peu représentées.

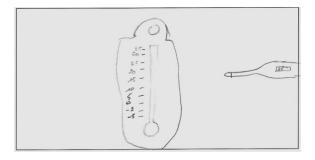




Alors que, pour la majorité des élèves, la chaleur indique ce qui est chaud, la température indique également ce qui est froid. C'est d'ailleurs la principale distinction faite entre les deux notions.

Les élèves connaissent l'instrument utilisé pour mesurer la température. Parmi ceux qui définissent le mot par l'intermédiaire d'un dessin, c'est généralement un thermomètre qui est représenté. Enfin, beaucoup d'élèves évoquent que la température se mesure en degrés Celsius. Certains précisent également que d'autres unités existent.



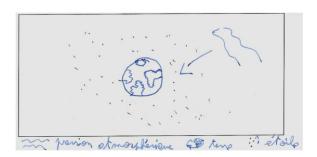


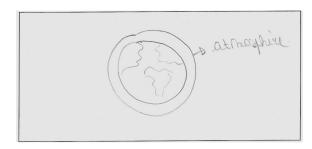
1.4.3. Pression atmosphérique

En vue de déterminer quelles sont les conceptions des élèves au niveau de la pression, deux questions ont été posées. D'une part, il a été demandé aux élèves d'expliquer ce qu'est la pression atmosphérique. D'autre part, et en vue de déterminer quelle est, selon les élèves, l'influence de la pression atmosphérique sur les conditions climatiques, il a été demandé aux élèves d'expliquer ce qu'est un anticyclone.

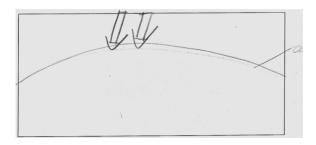
Si les notions d'air, de chaleur et de température évoquent des choses pour la majorité des élèves, il n'en est pas de même pour les notions de pression atmosphérique et d'anticyclone. En effet, les items relatifs à ces notions obtiennent de faibles taux de réponses. Notons que ces résultats ne sont pas surprenants car ces notions dépassent ce qui est attendu dans le cadre des Socles de compétences.

De nombreux élèves connaissent la présence de l'atmosphère puisqu'ils évoquent l'existence d'un lien entre la pression atmosphérique et l'atmosphère. Par contre, peu d'élèves donnent des informations permettant d'affirmer qu'ils ont une représentation claire de ce que ce mot signifie. Il semble qu'ils sachent que l'atmosphère est liée aux notions de Terre et d'air, mais ils ne développent pas davantage leurs réponses.



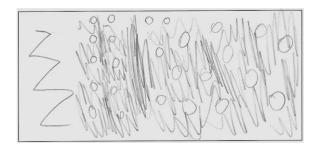


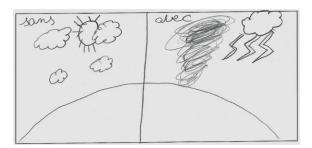
Enfin, certains élèves connaissent la signification du mot « pression » et indiquent donc que la pression atmosphérique correspond à une poussée. Par extension, certains indiquent qu'il s'agit du vent. Enfin, certains élèves confondent « pression » et « précipitation ».





L'anticyclone n'est pas un phénomène davantage connu par les élèves de 5ème et 6ème années primaires. Bien que quelques rares élèves indiquent que les anticyclones chassent les nuages et annoncent le beau temps, une proportion plus importante d'élèves associent l'anticyclone aux catastrophes naturelles (tempête, tornade, tremblement de terre, tsunami). D'autres élèves, encore, imaginent que l'anticyclone est un appareil qui détecte les cyclones.





1.4.4. Montgolfière

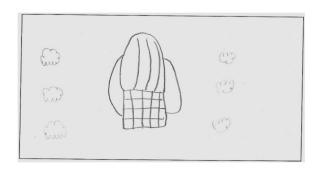
En règle générale, les élèves de 10-12 ans savent ce qu'est une montgolfière. Dans le dessin de la montgolfière, chaque élève représente les deux éléments les plus visibles, à savoir, la nacelle et l'enveloppe. La plupart des élèves dessinent également une flamme, sans pour autant dessiner le brûleur.

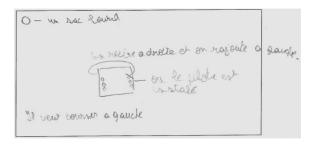
Bien que les élèves sachent ce qu'est une montgolfière, son fonctionnement, quant à lui, est moins bien compris par tous. Si la majorité des élèves ont conscience que c'est la flamme qui permet de faire décoller une montgolfière, ils sont peu nombreux à saisir la nature de ce phénomène. Ainsi, pour certains élèves, le souffle de la flamme pousse le ballon.

En ce qui concerne la façon dont le pilote choisit sa direction, 5 catégories de représentation sont observées. Celles-ci sont classées en fonction de la fréquence d'apparition :

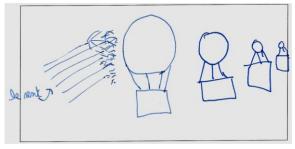
- 1. Type Cerf-volant: il y a deux cordes, le pilote tire dessus en fonction du sens voulu.
- 2. Type « skateboard » : le pilote réparti le poids (personnes et sacs de sable) du côté où il souhaite se diriger.

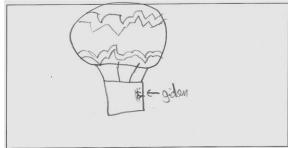
Dans ces deux catégories, l'idée est de faire pencher la montgolfière, mais le moyen mis en œuvre pour y arriver est différent.





- 3. C'est fonction du sens du vent.
- 4. Existence d'un volant, d'un gouvernail.
- 5. Changer la direction de la flamme, comme si c'est la flamme qui poussait le ballon.







2. Mise à l'épreuve du dispositif

Sur la base du cadre conceptuel et de l'analyse des tests exploratoires, la valise pédagogique et le dispositif qui la sous-tend sont construits. Cette élaboration se fait en plusieurs étapes permettant diverses régulations et améliorations.

La méthode qui guide cette recherche est reprise et adapté de Van der Maren (2005). Elle consiste en ce que l'auteur appelle « une chaîne sur prototype initial » (p. 119). Cette chaîne implique une succession d'essais de prototypes. La mise à l'essai de chaque prototype s'effectue en trois temps : utilisation, évaluation et modification (Van der Maren, 2005).

La partie « utilisation » consiste à mettre à l'épreuve les dispositifs dans les classes. Il s'agit des périodes durant lesquelles le dispositif est proposé aux élèves de l'échantillon. L'évaluation porte sur l'observation de cette mise à l'essai et comporte un recueil d'informations. Ce recueil s'axe sur le fonctionnement du dispositif et la réaction du public (élèves et enseignants) ainsi que sur des mesures permettant de mettre en évidence son efficacité

Cette phase de mise à l'épreuve du dispositif a été réalisée avec un échantillon avec un échantillon réduit de 3 des 4 écoles ayant passé le test exploratoire. Deux fonctionnements ont été proposés aux équipes enseignantes participantes. Leur point commun est d'avoir des contacts réguliers avec les enseignants pour offrir un encadrement adapté, de faire le point de manière systématique sur la manière dont s'est déroulée chaque séquence d'apprentissage et de laisser l'enseignant en charge de la gestion de l'activité. En effet, pour que l'outil ne soit pas utilisé en situation artificielle, il n'est en aucun cas question que ce soit le chercheur qui gère la mise en place du dispositif.

La première option consiste à être présent en tant qu'observateur passif lors de chaque étape du dispositif. Ce procédé est donc plus axé sur la perception du chercheur qui ne participe pas à l'action. La deuxième option ne nécessite pas nécessairement la présence du chercheur au moment de la séquence car le débriefing se fait avec l'enseignant a posteriori, juste après chaque séquence d'apprentissage. Ce feed-back peut avoir lieu en face à face ou par téléphone.

A l'issue de l'essai de la valise, chaque enseignant est rencontré en vue de le questionner sur tous les aspects de l'outil : utilisation des outils, réaction des élèves... Enfin, les modifications découlant des deux premiers temps conduisent à réajuster le prototype et à en créer un suivant.

Suite au précédent comité d'accompagnement et aux tests réalisés dans les écoles, deux objectifs majeurs nous ont guidés lors de cette deuxième partie de la recherche pour améliorer les documents destinés aux enseignants et aux élèves. Le premier de ces objectifs consistait à améliorer la présentation générale de la valise pédagogique : proposer aux enseignants, à partir d'un document écrit, une découverte rapide et aisée de cette valise et mettre en évidence la richesse de la démarche proposée. Le deuxième objectif, quant à lui, consistait à adapter le niveau de difficulté des savoirs passés en revue dans le dossier théorique et à simplifier ces contenus au maximum, tout en restant scientifiquement correct. Pour répondre à ces deux objectifs, les documents papier ont donc été remaniés dans leur globalité.

Afin d'offrir une plus une grande facilité d'utilisation de la valise pédagogique le dossier initialement unique s'est vu scindé en deux documents tout à fait distincts : un petit fascicule (mode d'emploi) format A5, et un classeur format A4. L'originalité de cette nouvelle version réside probablement dans la conception de ce nouveau fascicule qui se veut être un mode d'emploi clair et pragmatique de la valise. Le classeur, lui, centralise d'une part les documents à photocopier pour les élèves et, d'autre part les documents reprenant les notions théoriques qu'il serait bon que l'enseignant maîtrise avant de commencer le projet en classe. Ce classeur se veut être le plus complet possible de manière à ce que chaque acteur, enseignant et élèves, puisse travailler en toute sérénité une fois le projet entamé.

1. Le livret « mode d'emploi »

Le fascicule qui se présente sous le format A5 est le premier document que les enseignants vont trouver en ouvrant la valise, il sera placé au-dessus du matériel dans la valise. Ce livret reprend plus d'une quinzaine de questions que peuvent se poser les enseignants avant de commencer le travail en classe. La présentation se veut simple : une question, et donc une réponse, par page. Ces questions balaient les différents aspects du projet. En voici quelques un concernant la présentation proprement dite « Que contient la valise ? », « Quels sont les documents contenus dans le dossier destiné aux enseignants ? »…, ou la méthodologie choisie « Quelle est la méthodologie proposée aux élèves ? », « Comment proposer le défi aux élèves ? » :

4. Comment proposer le défi aux élèves ?

Il est possible de proposer le défi à relever de la manière suivante :

« Une exposition de hotographies aériennes va avoir lieu à la fin de l'année scolaire. En participant à ce projet vous pourrez prendre des photographies aériennes de la cour de l'école, choisir une photographie et l'exposer le jour venu.

Pour cela il vous est demandé d'imaginer un système qui vous permettra, un jour sans vent, de prendre cette photo sans utiliser d'échelle, de grue, d'hélicoptère miniature. Votre système ne peut pas être motorisé et vous ne pouvez pas monter sur une tour... donc vous devez rester au sol ! Attention. chaque mot a son importance !»

« Par quelles étapes les élèves vont-ils passer ? » :

3. Par quelles étapes les élèves passent-ils ?

3.1. Les traces écrites

Il estimportant que les élèves puissent garder des traces écrites de leurs destins successifs, de certaines réflexions, de choix ou de questions. Il est donc inséressant qu'ils prévoient soit un petit cahier d'expériences (carnet de bord, soit des feuilles qu'ils classeront dans leur farde, soit encore le carnet de bord proposé dans les ouils mis à disposition.

3.2. Travail individuel

Avant de commencer cette construction, il est demandé que chaque élève réalise un premier dessin individuel de l'objet et lisse le matériel nécessaire à ma construction (teprésentations mentales). Il est important que les élères gardent ce dessin précieusement, ils pourront ainsi le comparer à celui qu'ils réaliseront en fin d'activité.

3.3. Travail en groune

Plusieurs étapes ponctuent le travail en groupe.

Chaque groupe propose, après un temps de concertation interne, un dessin commun et une nouvelle liste de matériel qui soient spécifiques au groupe. Il s'agit de construire un nouveau dessin commun. Les élèves doivent donc, dans un souci de respect munte, interagri, incurer et défendre chacun leur propre production. Ce dessin sert de base au plan d'actions pour la construction.

Ensuite l'enseignant présente les différents outils destinés aux élèves : la fiche d'autodiagnostic, les fiches d'aide et le carnet de bord.

Enfin, les élèves manipulent et construisent leur maquette. Le défi permet aux élèves de se mettre en situation de «chercheurs» et d'explorer les grands principes de la démarche scientifique en identifiant les paramètres entrant en jeu et en les modifiant afin d'atteindre l'objectif fixé.

3.4. Retour au travail individuel

La construction terminée, les élèves se séparent et chacun réalise, un nouveau dessin. La companison des dessins individuels « avant- et- après » permet à l'élève de mesurer si une évolution s'est amorcée dans ses propres représentations membles. Si une progression est observée, il pourra examiner dans quel sens tandis que si aucume évolution n'est contattée, il s'agira pour lui de comprendre pourquoi.

D'autres questions abordent l'utilisation du matériel ou des documents « Comment les élèves vont-ils se servir de la grille d'autodiagnostic ? ». Le contenu scientifique est aussi présenté dans le livret : « Quelle est la thématique abordée ? », ainsi que la manière concrète d'organiser le travail en classe « Comment proposer le défi aux élèves ? », « Comment former les ateliers ? », « Comment sérier les paramètres ? », « Comment organiser le local, le matériel ? », « Quel timing prévoir ? », « Comment organiser la synthèse ? ». Enfin, une question concerne les préconceptions des élèves : « Quelles représentations les élèves ont-ils des différents concepts abordés dans la valise ? ».

Dans ce fascicule et dans le classeur de l'enseignant, un nouveau logo « *imprimante* » fait son entrée. Il permet à l'enseignant d'identifier rapidement les documents à photocopier ainsi que le nombre d'exemplaires qu'il sera judicieux d'imprimer :



Ce document est à photocopier par vos soins en autant d'exemplaires qu'il n'y a de groupes formés en classe.

2. Le classeur de l'enseignant

Toujours dans un souci de clarté, d'importants remaniements ont été opérés sur le classeur destiné exclusivement aux enseignants.

Comme nous l'avons déjà signalé, ce classeur est maintenant partagé en deux parties elles aussi distinctes : la première partie regroupe tous les documents destinés aux enfants et que les enseignants pourront photocopier pour faciliter le travail en classe alors que la deuxième partie propose aux enseignants un dossier théorique

reprenant, de la manière la plus simple possible. Il s'agit de la matière sur laquelle se base la compréhension des phénomènes physiques directement liés au projet.

La **première partie du classeur** reprend donc les documents qu'il est possible de photocopier pour préparer le travail des élèves en classe, c'est-à-dire :

- la grille d'autodiagnostic ;
- o les fiches d'aide :
- le carnet de bord ;
- o la correction des fiches d'aide ;
- o un document présentant les montgolfières ;
- o un document présentant les ballons solaires ;
- o le lexique.

La **deuxième partie du classeur** reprend les informations théoriques liées au thème choisi, à savoir celui de l'air et de la pression atmosphérique.

Comme annoncé dans l'introduction de cette partie, l'objectif majeur a été d'une part d'alléger autant que possible le contenu scientifique et d'autre part de le rendre plus accessible aux enseignants de l'enseignement primaire.

Dans ce but une réorganisation globale s'est avérée nécessaire. Un tri a été opéré parmi les notions exposées et le dossier théorique est passé de 49 à 37 pages (hors annexes) : toutes les informations qui ne s'avéraient pas primordiales ou qui pouvaient compliquer la compréhension globale ont été supprimées ou déplacées dans les annexes.

Voici la répartition actuelle des chapitres :

- Chapitre 1 Les aéronefs
- Chapitre 2 La construction des mini-montgolfières en classe
- Chapitre 3 L'air, le gaz dans lequel nous baignons quotidiennement
- Chapitre 4 La poussée d'Archimède
- Chapitre 5 Corrections des fiches d'aide proposées aux élèves
- Bibliographie
- Annexes

Actuellement le dossier propose donc d'explorer l'aspect historique, d'envisager ensuite la construction proprement dite des montgolfières en classe et pour terminer, de réfléchir sur les notions scientifiques nécessaires à une bonne compréhension de la problématique. Parmi celles-ci, l'accent a été mis sur les notions incontournables liées aux propriétés de l'air et de la pression atmosphérique. Le troisième chapitre leur est d'ailleurs spécialement consacré.

Comme nous l'avons déjà annoncé à deux reprises, le choix d'étudier la poussée d'Archimède et de lui consacrer un chapitre entier peut sembler surprenant dans le cadre de l'enseignement primaire. Le choix assumé ici se base sur la volonté de pouvoir expliquer le plus scientifiquement possible l'envol des montgolfières et celle de proposer une valise qui soit utilisable lors de la transition fin du primaire / début du secondaire. Nous le confirmons, il est bien évidemment que toute la liberté d'action est laissée à l'appréciation de chaque enseignant : ce sera à chacun d'entre eux d'accorder à cette notion l'importance qu'elle mérite en fonction des objectifs fixés initialement lors de la préparation du projet.

A ces quatre chapitres s'ajoute le cinquième chapitre qui reprend toutes les corrections, informations ou mesures demandées aux élèves dans les fiches d'aide. Contrairement aux corrections des fiches d'aide construites pour les élèves, ces « corrections » sont prévues pour les enseignants, elles développent donc plus en détails certaines informations et imaginent aussi des prolongements complémentaires possibles.

Des annexes apparaissent aussi pour la première fois. Elles permettent de faire le point sur des notions plus particulières qui alourdissaient le dossier principal de la version précédente. Ces différentes notions (comme celles de force, masse ou encore masse volumique), qui font partie des savoirs à certifier fin de primaire, sont des notions généralement très bien maîtrisées par les enseignants, il n'est donc pas étonnant de les regrouper dans les annexes. Pour terminer un gabarit d'une plus grande montgolfière (de 2 m³) est aussi proposé dans ces annexes.

3. La grille d'autodiagnostic destinée aux élèves

Le principe du dispositif pédagogique exploité dans la valise est d'encourager l'autonomie des élèves. Lorsque l'élève se pose des questions et/ou rencontre des difficultés, il doit parvenir à les identifier. La fiche d'autodiagnostic lui permet de les identifier au moment où elles apparaissent. Chaque difficulté repérée renvoie l'élève vers la fiche de remédiation correspondante. Les élèves travaillent en groupe mais leur évaluation peut être individuelle.

La présentation de la grille d'autodiagnostic demeure identique. En effet, 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 devait être facile d'utilisation pour l'élève, rompant avec les présentations traditionnelles (en lignes ou en colonnes) d'autres outils. La solution des « marguerites » est privilégiée. Cet outil a été créé de telle sorte que l'élève en difficulté ne soit pas contraint de passer en revue toutes les aides proposées avant de trouver celle qui lui permettra de progresser dans son travail. Les marguerites permettent de travailler selon une approche thématique et évitent ainsi un travail linéaire, basé sur la chronologie des différentes étapes par lesquelles il faut passer pour aboutir à la réalisation de sa construction. En plus de faciliter l'accès à la fiche d'aide adéquate, la fiche d'autodiagnostic composée de marguerites offre ainsi la possibilité d'éviter d'induire implicitement une démarche à adopter.

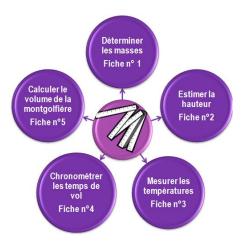


Figure 3 - Marguerite Mesures

Chaque « marguerite » correspond à un type particulier de difficultés susceptibles de poser problème à l'élève. Chaque « fleur » est repérée par un logo et une couleur spécifiques et évocateurs de la difficulté. Chaque pétale présente une question unique appartenant au type de difficulté ciblée. Des fiches d'aide répondant à la difficulté du même ordre présentent le même logo.

Tableau 7 - Familles de difficultés de la grille d'autodiagnostic

Famille de difficulté Icône	Couleur	Nombre de fiches	Description
-----------------------------	---------	------------------	-------------

Organisation	Orange	5	Si la difficulté est de l'ordre du choix du matériel (Quelle matière utiliser pour confectionner l'enveloppe?) ou de la manière de procéder (Comment assembler les différents fuseaux de l'enveloppe?)
Mesures	Mauve	5	L'élève peut rencontrer des difficultés lorsqu'il mesure certaines grandeurs physiques (mesurer des longueurs, chronométrer des temps, déterminer des masse).
Compréhension	Vert	5	Si l'élève rencontre des difficultés au niveau de la compréhension d'un concept comme « qu'est ce que la température ?, la chaleur ?, la pression atmosphérique ? »,
Faiblesse de la construction	Rouge	2	Si la montgolfière ne s'élève pas dans la classe ou dehors, l'élève cherchera à en trouver les causes dans cette « marguerite »
Expérience	Jaune (nouvelle couleur)	6	Afin que les élèves ne se contentent pas du simple aspect de la construction mais appréhendent aussi certaines notions qui se cachent derrière le principe physique qui permet à la montgolfière de s'envoler, une petite dizaine d'expériences sont proposées.
Dépassement	Blanc	5	Enfin, l'élève qui aurait relevé son défi avant les autres pourra découvrir des activités de prolongement.

La grille d'autodiagnostic a connu des améliorations suite à la collaboration avec les enseignants de cette année de recherche, en voici le détail.

a) De nouvelles fiches ont été imaginées.

Dans leur première version, les fiches d'aide et la grille d'autodiagnostic correspondante ne comportaient pas de volet « construction ». Lors des essais en classe, il s'est avéré que les élèves avaient des difficultés à imaginer et donc dessiner les fuseaux de leur montgolfière. Trois fiches proposent donc maintenant trois formes différentes de fuseaux, allant de la plus simple à la plus complexe.

De nouvelles fiches ont aussi été imaginées pour illustrer la poussée d'Archimède. Il est certain que ce principe incontournable en physique ne fait pas partie des compétences visées dans l'enseignement primaire mais étant donné que, d'une part ces valises visent la transition entre la fin de l'enseignement primaire et le début de l'enseignement secondaire et que, d'autre part c'est grâce à cette poussée que les montgolfières peuvent s'élever dans les airs, cette valise pédagogique aurait été, à notre sens, incomplète si ce principe avait été passé sous silence. Il est évident que, comme pour chaque expérience proposée dans ce recueil, seul le contexte

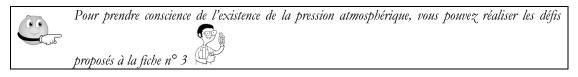
global établi par l'enseignant (ses priorités, ses objectifs, ses disponibilités) permettra de décider de l'opportunité d'exploiter, ou pas, ces expériences en classe.

b) De nouveaux logos

Dans les fiches d'aide et sur la grille d'autodiagnostic l'ancien logo identifiant les « mesures », le logo , a été remplacé par un nouveau logo que voici : En effet si l'ancien logo correspondait aux mesures proposées dans le thème des machines simples, ce logo peut, dans le cadre de ce projet, provoquer de la perplexité chez les élèves. En effet cet ancien logo, assez réducteur, ne convient plus à la richesse des mesures possibles dans le cadre de la valise actuelle : les élèves peuvent mesurer des longueurs (altitude de la montgolfière) mais aussi déterminer des masses, chronométrer des temps, estimer des volumes, repérer des températures ... Le nouveau logo répond mieux à cette large panoplie de possibilités.

L'ancien logo faisant référence aux expériences : , a été remplacé par un nouveau logo : et cela pour deux raisons. La première raison était qu'il subsistait une incertitude concernant les droits d'auteur de ce logo et la deuxième raison était, qu'une fois réduit, ce logo devenait peu compréhensible. Le nouveau logo ne présente aucun de ces inconvénients. La couleur a également été modifiée, la marguerite est passée du noir au jaune.

Un nouvel émoticone montrant la direction aide les élèves à naviguer de fiche en fiche. En effet, dans leur très grande majorité, les fiches d'aide ne donnent pas de solution toute faite aux questions que peuvent se poser les élèves. Leur objectif est donc d'orienter les enfants de manière à que ceux-ci progressent dans leur réflexion en passant d'une activité à une autre. Ces nombreux renvois entre fiches sont maintenant annoncés clairement.



c) Des fiches déplacées

Pour une meilleure cohérence de niveau, certaines fiches ont été déplacées. Ainsi, au sein des fiches « concept », les deux fiches décrivant les montgolfières ont été déplacées et sont maintenant présentées sous la forme de petits dossiers séparés. Ne restent donc maintenant, dans cette catégorie « concept », que des fiches faisant référence aux concepts liés au cours de sciences (l'air, la pression atmosphérique, la chaleur ou encore la température). Pour les mêmes raisons que celles citées plus haut le concept de poussée d'Archimède apparait ici aussi. Nous le répétons une nouvelle fois, la liberté de consultation de cette fiche est là encore totale et ne dépend que des priorités et des objectifs de chaque enseignant.

4. Les fiches de remédiation immédiate – appelées « fiches d'aide » par les enfants

Les fiches de remédiation ont évolué en parallèle avec la grille d'autodiagnostic. 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. Chaque fiche de remédiation immédiate reprend le numéro de la fiche et la question proposée dans la grille d'autodiagnostic.

Dès que cela est possible, une fiche renvoie l'élève vers une autre fiche, soit pour compléter l'information soit pour répondre à une difficulté qui peut se présenter en cours de route.

*Vous ne savez pas ce qu'est l'<u>enveloppe</u> de la montgolfière ? Consultez la fiche 1 ou le lexique.

Figure 4 - Extrait d'une fiche de remédiation immédiate

Ces fiches proposent des activités ou réflexions qui permettent à l'élève de remédier à la difficulté rencontrée au moment précis où elle apparaît. Comme pour l'emploi de la grille d'autodiagnostic, nous insistons auprès des enseignants sur l'importance de la nécessité de solliciter régulièrement les élèves à consulter ces fiches. Cette démarche n'est pas forcément naturelle pour les enfants et il est nécessaire que l'enseignant la rappelle régulièrement.

Pour ne pas donner de réponses « toutes faites » aux élèves, Les fiches d'aide invitent ceux-ci à répondre à un certain nombre de questions, à se renseigner sur certaines informations, à réaliser des mesures ou encore à dessiner les expériences réalisées en classe. Une fois ce travail terminé, les élèves doivent pouvoir, de la manière la plus autonome possible, vérifier si ce qu'ils ont fait est correct. C'est ce que proposent de faire les corrections : elles se veulent être les plus simples et les plus claires mais aussi les plus complètes possibles. Elles ont donc été adaptées au niveau des élèves de fin de primaire, début de secondaire.

5. Des supports d'illustration

Deux nouveaux documents illustrent, de manière indépendante, les montgolfières et les ballons solaires. Ces documents peuvent par exemple faire partie des documents qui restent au centre de la classe et que les élèves peuvent consulter à tout moment.

6. Le support audiovisuel

Un DVD comprenant des informations complémentaires à l'enseignant est fourni dans la valise La construction proposée dans le dispositif est reproduite, le matériel disponible est détaillé et la réalisation des expériences est présentée étape par étape, incluant les difficultés potentielles et les différentes possibilités de manipulation.





Figure 5 - Illustrations du support audiovisuel

L'objectif de ce support est de préparer efficacement l'enseignant à encadrer les élèves, d'aider ces derniers à dépasser leurs difficultés en les guidant vers une fiche d'aide... Il s'agit également d'éviter que l'enseignant ne se sente lui-même dépassé ou démuni face aux obstacles rencontrés. Il est recommandé de ne pas diffuser les

séquences de montage dans les classes au risque de compromettre toute démarche d'essais-erreurs et de réflexion de la part des élèves.

7. Le carnet de bord

Le carnet de bord est un outil individuel qui reprend toutes les traces de l'élève et lui sert de fil conducteur lorsqu'il travaille. Cet outil permet également de faire le lien avec les fiches d'aide qui demande à l'élève une production : calculs de valeurs, résultats...

Fiche n°4 : Chronométrer les temps de vol



Quels sont les instruments qui permettent de mesurer les temps ?

Vous pouvez faire ces mesures à plusieurs pour déterminer une valeur moyenne. Réfléchissez à ce qu'est une moyenne, discutez-en avec votre enseignant.



Notez les résultats dans votre cahier de bord.

Figure 6 - Exemple de renvoi au carnet de bord dans les fiches d'aide

Cette recherche se déroulant sur trois années, il est prévu que deux valises thématiques en éveil scientifique soient développées et exploitées par des enseignants sur le terrain. La première année, la recherche a porté sur la thématique des machines simples. Concrètement, une valise a été développée et exploitée par un échantillon de plusieurs établissements scolaires inter-réseaux. La méthodologie privilégiée consistait à laisser pleine liberté à l'enseignant quant à l'utilisation de la valise. Un questionnaire a ensuite été remis à chaque enseignant leur permettant de critiquer l'outil utilisé.

Cette année, la thématique choisie est celle de l'air, la pression atmosphérique et la chaleur. Le développement de cette nouvelle valise suit les phases empruntées lors de la conception de la valise pour les machines simples. Jusqu'à présent, le travail a porté sur une recherche d'amélioration du dispositif sur base des critiques formulées par les enseignants lors de la précédente année de recherche. Ces améliorations se sont portées à la fois sur les outils pédagogiques existants notamment en enrichissant les supports proposés aux enseignants. De nouveaux outils ont également été insérés comme par exemple un carnet de bord pour les élèves, leur objectif est de compléter la valise pédagogique.

La deuxième phase de recherche, qui nous occupe actuellement, va permettre, après l'analyse des tests exploratoires, d'améliorer la grille d'autodiagnostic et des fiches de remédiation et ensuite, de soumettre le dispositif complet à une série de mises à l'épreuve. Ces essais seront réalisés en trois temps : l'utilisation du dispositif par les élèves, l'évaluation de son efficacité par la passation de pré-tests et post-tests, et pour terminer, après l'analyse des informations obtenues lors de ces tests, l'apport des modifications qui amènera à la présentation d'un prototype final. Cette méthode conserve celle empruntée lors du développement de la valise précédente.

Cependant, afin de répondre à l'une des principales demandes de la dernière réunion du comité d'accompagnement, la valise sera testée « plus en profondeur » afin d'identifier les freins éventuels ainsi que les prérequis nécessaires à l'enseignant pour une utilisation régulière du dispositif pédagogique de la valise en classe. Plusieurs outils seront ainsi utilisés. Tout d'abord, un suivi personnalisé de plusieurs classes sera organisé. Lors de chaque utilisation de la valise en classe, un chercheur sera présent afin d'observer passivement la mise en place du dispositif pédagogique. Pour les autres classes, un carnet de bord sera remis à l'enseignant lui permettant de collecter ses remarques sur l'utilisation de la valise. Ils pourront ainsi critiquer l'adaptabilité des outils utilisés journalièrement en classe ainsi que les conseils méthodologiques proposés dans le dossier enseignant. De plus, un contact sera établi à l'issue de chaque période d'utilisation de la valise. Suite à ce contact, le chercheur collectera les informations collectées dans un carnet de bord du chercheur. Cet outil permettra une analyse plus précise du questionnaire remplis par l'enseignant à l'issue du dispositif.

- Dehon, A., Delbecq, J., Demeuse, M., Deprit, A., Derobertmasure, 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-Hainaut, Institut d'Administration scolaire, rapport final de recherche Année 1 (non publié).
- De Vecchi, G & Giordan, A. (2002). L'enseignement scientifique : Comment faire pour que « ça marche ? ».
 Paris : Delagrave Edition.
- Rey, B., Carette, V., Defrance, A. & Kahn, S. (2006). Les compétences à l'école : apprentissage et évaluation.
 Bruxelles : De Boeck.
- Thouin, M. (1998). Que peuvent nous apprendre les conceptions en sciences de la nature ? Québec français, 110. 48-50.
- Thouin, M. (2004). Enseigner les sciences et la technologie au préscolaire et au primaire. Sainte-Foy : Editions MultiMondes.

Annexe 1

_

Test exploratoire

Bonjour!

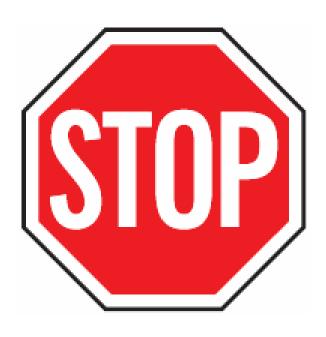
Aujourd'hui nous allons te poser différentes questions dans le domaine des sciences. L'objectif n'est pas de savoir si tu es « fort » ou non, mais plutôt de déterminer ce que les élèves, comme toi, de cinquième et sixième années connaissent.

Ce petit test ne compte pas pour des points, toutefois, nous te demandons de répondre le plus sérieusement et le plus complètement possible aux questions que l'on te pose. Lorsque tu n'es pas certain que ta réponse est correcte, ce n'est pas grave, indique-la quand même.

Bon travail!

No	m:
Pr	énom :
Da	te de naissance :
Je	suis en 5 ^{ème} année – je suis en 6 ^{ème} année (entoure la mention correcte)
Je	suis une fille – un garçon (entoure la mention correcte)
1.	Qu'y a-t-il dans le paquet que l'on te montre ? (sois le plus complet / la plus complète possible)
2.	Quelle est la différence entre les deux paquets que l'on te montre ? Contiennent-ils la même chose ?

a-t-il dan	ns la bouteille que l'o	on te montre ? (sois le plus com	plet / la plus cor	nplète possible)
ais-tu ce	qu'est « l'air » ? Ex	plique avec des	mots ou/et avec	un dessin.	



Comment dé	finirais-tu le	mot « chale	eur » ? Exp	lique avec de	es mots ou/e	t avec un d	essin.
Comment dé	finirais-tu le	mot « chale	eur » ? Exp	lique avec de	es mots ou/e	t avec un d	essin.
Comment dé	finirais-tu le	mot « chale	eur » ? Exp	lique avec de	es mots ou/e	t avec un d	essin.
Comment dé	finirais-tu le	mot « chale	eur » ? Exp	lique avec de	es mots ou/e	t avec un d	essin.
Comment dé	finirais-tu le	mot « chale	eur » ? Exp	lique avec de	es mots ou/e	t avec un d	essin.
Comment dé	finirais-tu le	mot « chale	eur » ? Exp	lique avec de	es mots ou/e	t avec un d	essin.
Comment dé	finirais-tu le	mot « chale	eur » ? Exp	lique avec de	es mots ou/e	t avec un d	essin.
Comment dé	finirais-tu le	mot « chale	eur » ? Exp	lique avec de	es mots ou/e	t avec un d	essin.
Comment dé	finirais-tu le	mot « chale	eur » ? Exp	lique avec de	es mots ou/e	t avec un d	essin.
Comment dé	finirais-tu le	mot « chale	eur » ? Exp	lique avec de	es mots ou/e	t avec un d	essin.
Comment dé	finirais-tu le	mot « chale	eur » ? Exp	lique avec de	es mots ou/e	t avec un d	essin.
Comment dé	finirais-tu le	mot « chale	eur » ? Exp	lique avec de	es mots ou/e	t avec un d	essin.
Comment dé	finirais-tu le	mot « chale	eur » ? Exp	lique avec de	es mots ou/e	t avec un d	essin.

Est-ce que « température » et « chaleur » sont des mots qui signifient la même chose ? Explique pourquoi.



		d' « anticyclo	ne ». Sais-tu	de quoi il s'ag
etins météo, le c des mots ou/		d' « anticyclo	ne ». Sais-tu	de quoi il s'ag
		d' « anticyclo	ne ». Sais-tu	de quoi il s'ag
		d' « anticyclo	ne ». Sais-tu	de quoi il s'ag
		d' « anticyclo	ne ». Sais-tu	de quoi il s'ag
		d' « anticyclo	ne ». Sais-tu	de quoi il s'ag
		d' « anticyclo	ne ». Sais-tu	de quoi il s'ag
		d' « anticyclo	ne ». Sais-tu	de quoi il s'ag
		d' « anticyclo	ne ». Sais-tu	de quoi il s'ag
		d' « anticyclo	ne ». Sais-tu	de quoi il s'ag
		d' « anticyclo	ne ». Sais-tu	de quoi il s'ag
		d' « anticyclo	ne ». Sais-tu	de quoi il s'ag
		d' « anticyclo	ne ». Sais-tu	de quoi il s'ag
		d' « anticyclo	ne ». Sais-tu	de quoi il s'ag
		d' « anticyclo	ne ». Sais-tu	de quoi il s'ag
		d' « anticyclo	ne ». Sais-tu	de quoi il s'ag
		d' « anticyclo	ne ». Sais-tu	de quoi il s'ag



ossible :						
	fait-il qu'une m		r dans le cie	l, puis redes	scendre sur f	erre '
			r dans le cie	I, puis redes	scendre sur t	terre '
			r dans le cie	I, puis redes	scendre sur t	terre '
			r dans le cie	l, puis redes	scendre sur t	erre '
			r dans le cie	l, puis redes	scendre sur t	terre '
			r dans le cie	l, puis redes	scendre sur t	terre '
			r dans le cie	l, puis redes	scendre sur f	terre '
			r dans le cie	l, puis redes	scendre sur f	terre '
			r dans le cie	l, puis redes	scendre sur t	terre
			r dans le cie	l, puis redes	scendre sur t	terre
			r dans le cie	I, puis redes	scendre sur t	erre
			r dans le cie	I, puis redes	scendre sur 1	terre
			r dans le cie	l, puis redes	scendre sur f	terre
			r dans le cie	l, puis redes	scendre sur t	erre
			r dans le cie	I, puis redes	scendre sur 1	erre
			r dans le cie	I, puis redes	scendre sur f	terre

1. Comment se fa avec des mots	it-il qu'une mon ou/et avec un de	e se déplacer l	norizontalemer	t dans le ciel	? Explique

Merci beaucoup d'avoir répondu à ce questionnaire !