

# **Orientations pédagogiques des enseignements généraux et professionnels adaptés dans le second degré**

## **Documents d'accompagnement**

### **Introduction générale**

Les enseignements généraux et professionnels adaptés dans le second degré constituent l'une des réponses qu'offre le collège à la diversité des élèves, à leurs besoins et leurs intérêts. Ainsi, les élèves accueillis dans les sections d'enseignement général et professionnel adapté (SEGPA) sont des collégiens qui reçoivent un enseignement adapté aux très grandes difficultés scolaires qu'ils rencontrent.

La circulaire n° 96-167 du 20 juin 1996, complétée par la note de service 98-128 du 19 juin 1998, précise les modalités d'organisation de ces enseignements et de leur rénovation, et la circulaire n° 98-129 du 19 juin 1998 définit les orientations pédagogiques qui constituent leur cadre de référence. Elle indique notamment que l'ensemble des disciplines enseignées au collège concerne les enseignements adaptés. Les finalités qui y sont poursuivies sont celles des enseignements du collège même si les programmes n'y sont pas applicables à l'identique.

Afin de permettre aux enseignants en SEGPA, pour certains, de s'approprier des contenus d'enseignement renouvelés, et pour d'autres, de mieux identifier les difficultés spécifiques des élèves de SEGPA, il est apparu nécessaire de compléter ces orientations pédagogiques par des documents d'accompagnement illustrant la mise en œuvre de chaque discipline dans les enseignements généraux et professionnels adaptés. Ils s'inscrivent dans la continuité des programmes de collège et de leurs documents d'accompagnement.

C'est dans cette perspective que des groupes de travail ont été constitués. Composés d'enseignants de SEGPA, d'inspecteurs de l'Éducation nationale chargés de l'adaptation et de l'intégration scolaire et d'inspecteurs de l'Éducation nationale chargés de l'enseignement technique, ces groupes ont travaillé sur toutes les disciplines enseignées au collège. Un groupe de pilotage constitué d'universitaires, d'inspecteurs généraux de l'Éducation nationale et de chercheurs en didactique a animé ces travaux, avec la participation des centres nationaux de l'adaptation et de l'intégration scolaires, et s'est assuré de la conformité des réalisations proposées aux programmes en vigueur, aux avancées de la didactique et aux orientations pédagogiques des enseignements généraux et professionnels adaptés du second degré.

Les documents réunis dans la présente brochure visent, dans une perspective d'aide à la réflexion, à illustrer dans quel esprit peut se réaliser l'adaptation des programmes du collège à des élèves en très grande difficulté scolaire. Les séquences proposées ont été construites dans une perspective d'aide à la réflexion.

Cette nécessaire adaptation ne peut se réduire à alléger de façon aléatoire ces programmes d'une partie de leurs contenus. Renoncer *a priori* à certaines connaissances ou compétences risque de priver l'élève de l'accès au sens d'une discipline et procéderait d'une anticipation négative de la part de l'enseignant quant au développement des potentialités de l'élève. En revanche, on peut être amené à privilégier certains contenus au regard des objectifs spécifiques des enseignements adaptés.

## Introduction

Dans ce contexte, toute latitude a été laissée aux concepteurs de cette brochure, dans le choix des thèmes à aborder et des supports à utiliser, dès lors qu'ils s'inscrivent dans les textes de cadrage des enseignements généraux et professionnels adaptés et dans les programmes du collège. Aussi la diversité est-elle grande, suivant les disciplines, tant dans la présentation (séquences déroulées du début à la fin de l'activité ou sous forme de fiches succinctes), que dans la nature des documents proposés ; il peut, en effet, s'agir :

- *de propositions de mise en œuvre de points d'un programme qui apparaissent comme autant de passages obligés ;*
- *de séquences qui proposent des mises en relation possibles avec d'autres disciplines ;*
- *de réflexions didactiques mettant en évidence étapes et difficultés ;*
- *de séquences d'activités qui peuvent déclencher le plaisir d'apprendre, relancer la motivation, valoriser l'élève, etc.*

Toutes les séquences proposées ont été mises en œuvre et expérimentées dans des classes de SEGPA ou d'établissements régionaux d'enseignement adapté (EREA). Inscrites dans un contexte donné, elles sont autant d'illustrations de situations d'apprentissage pour aider l'enseignant à choisir sa démarche et à élaborer ses propres outils didactiques. Ces séquences, ancrées dans les programmes, s'inscrivent dans le projet de classe. Elles sont situées dans la progression pédagogique annuelle des SEGPA et dans la fonction qu'elles tiennent au sein de l'apprentissage : activités de découverte d'une notion, activités d'entraînement, de remédiation, etc.

Les situations et les séquences proposées dans cette brochure tiennent compte de l'hétérogénéité du niveau et des performances scolaires des élèves accueillis dans les enseignements généraux et professionnels adaptés du second degré. Elles répondent à des objectifs précis et accessibles. Elles peuvent indiquer plusieurs entrées possibles pour le même thème d'étude, comment, pour une tâche donnée, la nature ou le niveau d'exigence attendu peut varier d'un élève à l'autre. Selon les cas, elles mettent en évidence diverses situations d'apprentissage possibles dans lesquelles l'élève est placé, soit par rapport à ses camarades, soit par rapport à la tâche qu'il a à accomplir. Élément fondamental du processus d'ensemble, l'évaluation a fait l'objet d'une attention particulière ; des exemples d'exercices possibles et l'analyse de travaux d'élèves en apportent le témoignage.

Ces documents sont conçus comme une aide aux enseignants de SEGPA et d'EREA pour la mise en œuvre des actions pédagogiques et l'élaboration des progressions. Leur appropriation par les équipes pédagogiques et les réflexions qu'ils susciteront seront utilement appuyées par les actions de formation engagées dans le cadre du plan pluriannuel de rénovation des enseignements généraux et professionnels adaptés du second degré.

Pour le ministre et par délégation,  
le directeur de l'Enseignement scolaire,



Bernard Toulemonde

# I. Orientations générales

## 1. Pourquoi ce document ?

### 1-1. La rénovation des enseignements en SEGPA

Afin de réaliser l'intégration de l'élève de SEGPA au collège rénové décrite dans l'introduction générale, il a semblé important d'apporter aux enseignants des informations sur les nouveaux programmes de mathématiques : ceux de 6<sup>e</sup> sont parus dans l'arrêté du 22 novembre 1995, ceux du cycle central (classes de 5<sup>e</sup> et de 4<sup>e</sup>) dans l'arrêté du 10 janvier 1997 ; quant à ceux de la classe de 3<sup>e</sup>, ils sont parus dans l'arrêté du 15 septembre 1998. Cette étape, utile pour en comprendre la cohérence, est un préalable indispensable en vue d'une adaptation aux difficultés spécifiques des élèves de SEGPA.

Compte tenu de l'ampleur d'une telle tâche, le choix a été fait de ne la conduire que sur deux des thèmes importants de ces programmes : la proportionnalité et les transformations géométriques.

### 1-2. Les raisons du choix des thèmes abordés

La présence de ces thèmes à tous les niveaux d'enseignement du collège témoigne de leur importance, et montre la volonté de programmer d'une manière assez fine leur enseignement sur une longue période.

#### **La proportionnalité**

Il est inutile d'insister sur le rôle important de ce thème dans la vie socio-professionnelle et dans celle du citoyen : pourcentages, statistiques, etc., le mettent en jeu quotidiennement pour comprendre le monde dans lequel nous vivons. Là réside la raison principale de ce choix ; les difficultés d'enseignement qu'il suscite en constituent une deuxième.

Yves Chevallard, précise<sup>1</sup> l'origine de ce mot : «*Pendant des siècles, il a existé dans nos sociétés toute une activité, diffusée par l'école, que nous pourrions décrire par l'expression "pratiques autour de la proportionnalité". Elle consistait, essentiellement, à résoudre une certaine catégorie de problèmes (scolaires mais aussi commerciaux et professionnels) que nous caractériserons rapidement par le type d'énoncé suivant : "Si 3 donne 18, combien donne 5 ?". On pourrait décrire ce genre d'activité comme la réalisation d'une activité standard constituée par un petit discours ("3 est à 18 comme 5 est à x") et par une équation écrite ( $3 : 18 :: 15 : x$ ), équation qui se résolvait de façon extrêmement simple moyennant la règle suivante : "l'inconnue étant l'un des extrêmes, on fait le produit des moyens et on le divise par l'autre extrême". Et on aboutissait ainsi à la solution du problème ( $x = 18 \times 5/3$ ). Ainsi existait-il un dispositif stable, comprenant des objets discursifs et scripturaux très stéréotypés, sur lesquels on accomplissait certains gestes également stéréotypés. De ce système [...], qui a longtemps vécu dans nos sociétés et qui a cessé pratiquement de vivre aujourd'hui, il a émergé un objet qu'on a fini par appeler "la proportionnalité", emblème qui renvoyait pendant le XVIII<sup>e</sup> et le XIX<sup>e</sup> siècle à un ensemble de pratiques sociales qui, d'une certaine façon, pouvaient s'identifier à celles décrites ci-dessus. Or, la disparition progressive de ces pratiques – ou leur évolution vers de nouvelles formes d'activité – n'a pas entraîné avec elle la disparition de l'emblème "proportionnalité" qui, par le biais de la langue courante, imprégnait la culture de tous les jours. Il explique ensuite qu'on a alors fait de ce mot "une réalité première, essentielle et éthérée" : le "concept" de proportionnalité. Une certaine idéalité s'est ainsi mise à vivre culturellement. [...] Ainsi entendra-t-on dire aujourd'hui qu'on peut posséder ou ne pas posséder le "concept de proportionnalité", qu'on*

1. Dans l'article intitulé «*Dimension instrumentale, dimension sémiotique de l'activité mathématique*», DidaTech, «*didactique et technologies cognitives en mathématiques*», Laboratoire de structures discrètes et de didactique, séminaires 1991-1992, université Joseph Fourier, Grenoble.

*pourra exprimer ou utiliser moyennant certains symboles, discours ou actions. On oublie en cela que c'est bien à travers ces discours, ces écritures et ces gestes, et aussi à travers les activités où ceux-ci apparaissent, que se constitue l'objet "proportionnalité".*

En fait, le mot «proportionnalité» ne renvoie pas à une notion, un concept mathématique, mais à des pratiques de résolution de problèmes, mettant en œuvre de tels concepts. Pour illustrer ces propos, qui peuvent paraître déconcertants, Yves Chevallard décrit une pratique de résolution, très rarement utilisée, qu'il illustre avec le traitement du petit problème suivant : «Si 3 cahiers coûtent 18 F, combien coûtent 5 cahiers». Il procède ainsi :

Soit  $f(x)$  le prix de  $x$  cahiers. On sait que  $f(3) = 18$ , et on cherche  $f(5)$ .

Or,  $f$  est linéaire donc, puisque  $5 = 5/3 \times 3$ ,  $f(5) = 5/3 f(3) = 5/3 \times 18 = 30$ .

Donc, 5 cahiers coûtent 30 francs.

Dans cette façon de faire, il utilise un objet mathématique, la fonction linéaire  $f$  (ainsi que des écritures qui y sont attachées), que les élèves apprennent à l'heure actuelle au début du lycée. C'est d'ailleurs avec ce type d'écritures (ou, pour mieux traduire le fait que ces écritures servent à «faire» en même temps qu'à «exprimer», d'outils sémiotiques), que l'on interprétera et justifiera mathématiquement les principales procédures utilisables pour traiter les problèmes de proportionnalité<sup>2</sup>, avant de préciser les attentes à cet égard des nouveaux programmes.

2. Voir la partie II relative à la proportionnalité dans les propositions de trames et de situations, paragraphe 1-3, page 28.

Après avoir évoqué le savoir à enseigner, intéressons-nous à l'élève et à ses productions. Toujours dans le même article, Yves Chevallard évoque un exemple très parlant : «Soit, par exemple, un élève qui proposerait la solution suivante au problème précédent :

$$3 = 18$$

$$1 = 18 : 3$$

$$5 = 5 \times 3 = 15$$

donc, 5 cahiers coûtent 30 francs.

*Dira-t-on de lui qu'il ne comprend pas ce qu'il fait ? Et que ce qu'il écrit est d'ailleurs aberrant ? Ne doutons pas que, pour lui comme pour nous, 3 n'est pas égal à 18, ni 1 à 6, ni 5 à 30 ! Voyons ici une activité qui, simplement, ne peut se réaliser convenablement (du point de vue mathématique au moins) faute d'un outil essentiel dont ne dispose pas encore l'élève (qui se sert alors d'un objet qu'il connaît déjà : le signe =). [...] L'objet manquant est ici [...] la lettre  $x$  qui, en association avec d'autres objets, permettra qu'émerge et se stabilise l'objet "équation".*

*Il ne sera pas étonnant, en outre, qu'un élève ne sachant pas résoudre le problème précédent résolve convenablement celui-ci :*

*Si 4 bonbons coûtent 2 francs, combien coûtent 6 bonbons ?*

*Cet élève, en effet, disposera dans ce cas d'un outil de travail extrêmement simple, mais suffisant, [...] qui permet de dire, et donc de faire, ce qui suit :*

*2 est la moitié de 4, donc 6 bonbons coûtent la moitié de 6, c'est-à-dire 3 francs.*

*Cet outil de travail ne permet pourtant de s'attaquer qu'à un nombre très réduit de problèmes de proportionnalité. Le travail des mathématiciens consiste à créer d'autres [...] outils de plus en plus adéquats à l'activité mathématique. Des outils de travail qu'il faudra apprendre à manipuler et dont il faut savoir et pouvoir se servir.»*

### **Les transformations géométriques**

Le thème de la proportionnalité est commun à deux des trois rubriques du programme de mathématiques à chacun des niveaux : celles ayant pour titres respectifs «Travaux numériques» et «Organisation et gestion de données – Fonctions». Pour aborder la troisième, intitulée

«Travaux géométriques», un thème s'impose facilement, celui des transformations géométriques (en géométrie plane).

Ces transformations constituent un moyen de comparer entre elles des figures géométriques (figures que l'on peut superposer par glissement seulement, ou par glissement et retournement, c'est-à-dire les figures congruentes, plus communément appelées «égales» – qui n'a jamais entendu parler des fameux cas d'**égalité** des triangles ?).

La dynamique d'enseignement/apprentissage envisagée par les programmes semble particulièrement adaptée aux élèves de SEGPA. À chaque niveau, une transformation est étudiée : la symétrie axiale en 6<sup>e</sup>, la symétrie centrale en 5<sup>e</sup>, la translation en 4<sup>e</sup> et la rotation en 3<sup>e</sup>. À chaque fois, l'étude comporte essentiellement les étapes suivantes :

- action de la transformation sur des figures, cette action étant rendue visible par l'emploi d'un dispositif expérimental (pliage, papier calque, objet technologique, etc.) ;
- dégagement des propriétés géométriques conservées par la transformation au cours de ces «actions» (conservation des distances, de l'alignement de points, des angles, etc.) ;
- étude des figures que la transformation conserve globalement (figures ayant des côtés de longueurs égales, des angles ayant même mesure, c'est-à-dire figures présentant «des régularités») ;
- caractérisation de ces figures à l'aide de leurs «éléments de symétrie», et nouveaux modes de construction de telles figures (triangle isocèle, rectangle, losange, carré, parallélogramme, polygones réguliers).

### 1-3. À propos de la résolution de problèmes

Les programmes de mathématiques, dans leur rubrique «Finalités et objectifs», évoquent à plusieurs reprises la «Résolution de problèmes». Afin d'éviter des quiproquos, il convient de bien clarifier les différentes places que l'on peut accorder à la résolution de problèmes suivant la «stratégie d'enseignement» adoptée par le professeur pour provoquer l'apprentissage chez ses élèves.

- Dans les méthodes dites «**traditionnelles**», le problème intervient essentiellement comme critère d'apprentissage, comme moyen d'évaluer : après la leçon, viennent les exercices pour s'entraîner, puis les problèmes pour appliquer.
- Dans les méthodes dites «**actives**», le problème est utilisé comme mobile de l'apprentissage, comme motivation. Pour engager un nouvel apprentissage, il faut motiver l'activité de l'élève, faire en sorte que celui-ci soit demandeur de connaissances nouvelles.
- Dans les méthodes dites «**par adaptation**» ou encore «**constructivistes**», c'est l'activité de résolution de problème qui est centrale. Si le problème est également source et critère de l'apprentissage, l'activité de résolution est utilisée comme lieu, comme moyen de l'élaboration du savoir.

C'est à cette dernière méthode, et au problème parfois évoqué par la locution «situation-problème», qu'est consacré le paragraphe suivant.

Les parties 2, 3 et 4 du I ont pour but, d'une part, de fournir des éléments du cadre théorique dans lequel les situations d'enseignement proposées dans la partie II ont été construites, et d'autre part, de mettre en évidence dans ce cadre certaines spécificités des élèves de SEGPA. Selon ses préférences, le lecteur peut choisir entre les deux scénarios de lecture suivants :

- lire d’abord le cadre théorique, puis les réalisations de situations d’enseignement qui s’y réfèrent ;
- lire d’abord les exemples, et s’intéresser ensuite au cadre : dans ce dernier cas, le lecteur peut aborder directement le II.

## 2. Hypothèses relatives à l’enseignement/apprentissage

### 2-1. L’apprentissage par adaptation

Depuis une vingtaine d’années, la plupart des recherches relatives à l’enseignement des mathématiques se placent dans le cadre de ce qu’il est convenu d’appeler le «modèle constructiviste» de l’enseignement/apprentissage.

Ce modèle s’oppose à la fois à la conception «de la tête vide» – selon laquelle il s’agit de remplir la tête de l’élève en respectant le principe suivant : ce que le professeur énonce clairement sera bien conçu par l’élève – et à la conception «des petites marches» qui repose sur l’idée que, pour faire passer l’élève d’un niveau de connaissances à un autre, il suffit de lui aménager un certain nombre d’étapes intermédiaires, chacune d’elles comportant une petite difficulté, dont la taille est présumée suffisamment petite pour que l’élève puisse aisément la franchir.

L’élaboration de ce modèle a subi l’influence du psychologue Jean Piaget et de l’épistémologue Gaston Bachelard. Il repose sur **plusieurs hypothèses**.

- D’abord, l’acquisition de connaissances passe par l’action de l’élève : «c’est en agissant que l’on apprend». Le terme «action» est utilisé dans le sens de résolution de problèmes, et pas uniquement d’action sur des objets matériels.
- D’autre part, on étend ce que dit Bachelard à propos de l’évolution des connaissances en physique – «on connaît contre une connaissance antérieure, en détruisant des connaissances mal faites» – au développement des connaissances mathématiques pour un élève au cours du processus d’enseignement/apprentissage.

3. Voir l’article «Utilité et intérêt de la didactique pour un professeur de collège», revue *Petit x*, n° 22, 1989-90, repris dans la revue *Grand N*, n° 47, 1990-91, pp. 93 à 114.

Guy Brousseau, créateur de la «théorie des situations», illustre ainsi cette hypothèse<sup>3</sup> : «Un enfant peut comprendre les premiers mesurages à l’aide du comptage, appréhender les propriétés de l’ordre des nombres à l’aide du mesurage, contrôler des opérations à l’aide de l’ordre (“ça grandit, donc il ne faut pas diviser”) ou d’une autre opération (multiplier, c’est ajouter un certain nombre de fois), comprendre le comptage grâce à des opérations (treize, c’est dix plus trois) ou à la recherche de successeurs [...] toutes les relations possibles, vraies dans les entiers sont bonnes pour donner du sens. [...] Pour l’élève, ces propriétés sont celles des nombres en général, de tous les nombres. Or, le prolongement de l’ensemble des naturels dans un sur-ensemble comme les rationnels ou les décimaux, en même temps qu’il fait apparaître des propriétés nouvelles en fait disparaître certaines autres ; elles ne sont plus vraies pour tous les nombres, ou même elles ne le sont pour aucun : multiplier peut rapetisser, un décimal n’a plus de successeur [...]. Cette situation conduit l’enseignant à provoquer des quiproquos et l’élève à commettre des erreurs. Ces conceptions fausses persistent car elles sont attachées à une certaine manière de comprendre les propriétés des nombres naturels, et on peut observer les effets de la rupture pendant de très longues années. Plus important encore est le mécanisme de cet obstacle : ce sont, non pas les connaissances enseignées qui font défaut – en général, les enseignants pourvoient à cet inconvénient en essayant de se maintenir dans un discours incompris mais correct –, ce sont les instruments personnels de la compréhension de l’élève. Il ne comprend plus, parce que ce qui devrait être changé ce sont justement les moyens de ce qu’il appelait “comprendre” jusque-là.»

Ainsi, certaines connaissances (que l’on appelle parfois représentations ou conceptions erronées) se constituent en **obstacles** face à l’apprentissage de connaissances nouvelles, et sont à l’origine d’erreurs durables. L’apprentissage ne se fait pas par empilement de connais-

sances : tant que l'élève ne prend pas conscience du caractère erroné de certaines de ses connaissances, il les gardera. Apprendre, comme le dit Hameline, c'est tout autant perdre des connaissances anciennes qu'en acquérir de nouvelles.

- Enfin, l'élève n'arrivera à donner du sens à une connaissance que si elle lui apparaît comme un outil indispensable pour résoudre un problème qu'il s'est approprié.

## 2-1. Tâches de l'enfant dans la famille, travail de l'élève et travail de l'adulte

L'école se définit par un certain type d'attentes à l'endroit de l'individu (l'élève de l'école élémentaire, l'élève de SEGPA, etc.) qui distingueront cette position d'élève de sa position d'enfant dans la famille. Lorsque, dans cette dernière, l'un des parents demande à un enfant d'exécuter une tâche (aller chercher quelque chose dans la cuisine), l'enfant apparaît comme un instrument permettant de réaliser l'action qu'on lui commande : nous qualifierons d'**instrumentale** l'injonction à laquelle il est soumis. Dans la classe, lorsque le maître pose à un élève une question relative au savoir enseigné, l'injonction n'est pas instrumentale au sens précédent. En effet, le maître ne demande pas à l'élève «combien font 2 fois 8 ?» pour connaître le résultat mais pour vérifier que l'élève, lui, le sait. L'injonction dans la classe, à propos du savoir enseigné, est une **injonction didactique**. Chez les jeunes élèves, il faut du temps pour que la nature toute particulière de ce type d'injonction soit reconnue. L'enfant ne se sent pas exposé, comme en témoignent les doigts levés, avant que la totalité de la question soit posée. Les familles ne préparent pas toujours l'enfant à cette discipline, à cette rigueur. Distinguer le jeu auquel on joue, se distinguer dans ce jeu sont des conditions nécessaires pour que l'enfant devienne un élève.

Dans leur enquête relative aux enjeux de savoir dont l'école est ou non porteuse, Bautier, Charlot et Rochex<sup>4</sup> montrent que, pour de nombreux élèves, le rapport des élèves à l'école est construit sur le modèle du rapport de leurs parents au travail. On fait son travail pour qu'il soit fait. Comme le dit Alain Mercier<sup>5</sup>, *«il est donc essentiel de montrer à ces élèves que l'enjeu de toute activité scolaire est didactique. Le travail n'est pas donné pour qu'il soit fait, mais pour qu'en cherchant à le faire l'élève rencontre une occasion d'établir un rapport à un nouvel objet, ou un rapport nouveau à un objet ancien, ou encore de nouvelles interrelations entre des objets précédemment connus.»* Sinon, *«l'élève n'apprend guère plus que le travailleur au quotidien : tout au plus peut-on dire qu'il gagnerait en expérience et c'est ce que les observateurs de l'enseignement des mathématiques aux élèves en difficulté observent unanimement : cette "expérience professionnelle" des élèves n'est pas transférable, transmissible, objectivable sous la forme de rapports à des objets de savoir.»*

Savoir se soumettre à l'injonction didactique, c'est être capable de trouver sa place dans le **contrat didactique**.

## 2-3. Contrat didactique et partage de l'intention d'enseigner

Dans toute situation didactique *«se noue une relation qui détermine – explicitement pour une petite part, mais surtout implicitement – ce que chaque partenaire, l'enseignant et l'enseigné, a la responsabilité de gérer et dont il sera, d'une manière ou d'une autre, comptable devant l'autre. Ce système d'obligations réciproques ressemble à un contrat. Ce qui nous intéresse ici est le contrat didactique, c'est-à-dire la part de ce contrat qui est spécifique du "contenu" : la connaissance mathématique visée<sup>6</sup>»*. Guy Brousseau, en étudiant ce contrat, a découvert des phénomènes comme le glissement métadidactique. Voici la description qu'il en donne : *«Lorsqu'une tentative d'enseignement échoue, l'enseignant est parfois conduit à reprendre son texte pour l'expliquer et le compléter. De moyen d'enseignement, cette première tentative devient objet d'étude, éventuellement même objet d'enseignement ; la forme se substitue au fond.»*

4. Charlot B., Bautier E. et Rochex J.-Y. Savoir et École dans les banlieues... et ailleurs, Armand Colin, collection «Formation des enseignants», 1993.

5. Voir son article dans Différents types de savoirs et leur articulation, *La pensée sauvage*, collection «Travaux et thèses de didactique», 1995.

6. Brousseau G., *«Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques»*, in Recherches en didactique des mathématiques, Volume 7.2, pp. 33 à 115, 1986.

7. Castella C., Coppola J., Graziani J., Lefeez R., Mercier A., «Enquête sur l'enseignement des mathématiques en éducation spécialisée», publication de l'IREM d'Aix-Marseille, n° 20, 1995.

Dans une enquête conduite à l'IREM de Marseille<sup>7</sup>, Claude Castella relève «un phénomène de sur-normalisation institutionnelle des élèves de SES, plus sensibles aux rites de fonctionnement de la classe, plus dépendants vis-à-vis de la norme scolaire. [...] Cependant, cette sur-normalisation cache un profond affaiblissement du rapport personnel au savoir mathématique. Le temps de la classe apparaît aussi, pour l'élève de SES, celui où s'apprend l'institution scolaire dans ses rites, ses emblèmes, où se mettent en place les gestes du métier d'élève mais où le savoir mathématique reste peu présent». Pour faire évoluer cette situation, elle plaide «pour la mise en place, dans les classes de SES, de réelles activités mathématiques».

### 2-4. L'algorithmisation : refuge et échec ?

Guy Brousseau poursuit ainsi : «Devant les difficultés et les incompréhensions de nombreux élèves dans l'utilisation de connaissances simples, force est de constater l'échec (de l'élève, de l'enseignement, de la méthode, du programme...) et de demander une focalisation (de l'élève, de l'enseignement, etc.) sur ce que l'on sait le mieux définir, évaluer et enseigner : les algorithmes, c'est-à-dire sur ce qui est peut-être le moins en défaut ; l'élève sait faire une division, mais ne sait pas quand il faut en faire une.» Le professeur négocie le contrat à la baisse, et les élèves passent à côté du savoir. La technique qui peut se montrer reste la seule enseignée. L'élève doit exécuter son travail, puis répéter, toujours à l'identique, l'exécution réussie (comme le font les adultes dans certains métiers). Comme le remarque Alain Mercier<sup>8</sup>, il acquiert ainsi une expertise, qui s'accompagne d'une réduction de l'action : bientôt, il n'écrit plus ce qui montrait «ce qu'il y a à faire», il se contente de faire, et n'écrit souvent que le résultat final. Il ne se soumet donc plus à l'injonction didactique telle qu'elle était fixée par le professeur.

8. Cf. note 6.

### 2-5. Conditions pour l'élaboration d'une bonne situation

Nous reprenons partiellement le contenu d'un article<sup>9</sup> consacré à cette question.

- L'élève doit pouvoir s'engager dans la résolution du problème. Il doit pouvoir y engager certaines de ses connaissances antérieures.
- Les connaissances de l'élève sont en principe insuffisantes pour qu'il résolve le problème.
- La situation doit permettre à l'élève de décider si une réponse trouvée est bonne ou mauvaise, et ceci, sans que le professeur intervienne.
- La connaissance visée doit être l'outil le plus adapté à la résolution du problème : cela exige de la part du professeur une analyse *a priori* dont le but est de prévoir les procédures (exactes mais aussi erronées) que l'élève peut utiliser face au problème.

Il convient de préciser d'emblée qu'il ne s'agit pas de systématiser l'emploi de telles situations, et ceci, pour plusieurs raisons :

- pour certaines notions, il est difficile d'en élaborer ;
- la gestion de la classe est plus complexe ;
- la mise en place et la conduite d'une telle situation demande un temps assez long.

On n'envisagera donc de telles situations que pour des notions nouvelles particulièrement importantes, et pour lesquelles de telles situations ont déjà été mises au point.

9. Mante M., «Autour de la notion de situation-problème», in Bulletin Inter-IREM, Suivi scientifique 1985-1986, Nouveaux programmes de 6<sup>e</sup>, pp. 232 et 233.

### 3. Comment construire des situations ?

#### 3-1. Niveau de complexité

Il convient de mettre les élèves face à une situation créant un vrai problème. Par exemple, un problème dans lequel on donne le prix unitaire d'un objet et où l'on demande de trouver le prix d'un certain nombre de ces objets ne peut être le support d'une situation relative à l'enseignement de la «proportionnalité» – le savoir qu'on y engage ne concerne que la multiplication par un nombre entier –, pas plus que le petit problème évoqué plus haut : «*Si 4 bonbons coûtent 2 francs, combien coûtent 6 bonbons ?*», problème que l'élève sait immédiatement résoudre, compte tenu des nombres qui y figurent. De même, en géométrie, une activité sur papier quadrillé dans laquelle il s'agit de dessiner la symétrique d'une figure par rapport à un axe «horizontal» ou «vertical» ne conviendra pas comme support d'une situation-problème relative à l'enseignement de la symétrie orthogonale en 6<sup>e</sup> : pour de nombreux élèves, cette situation n'est plus problématique.

#### 3-2. Variables didactiques

Une variable didactique est une donnée du problème (la taille d'un ou de plusieurs nombres, la place d'un nombre par rapport à 1, la place dans la feuille de papier de l'axe de la symétrie, etc.) ou un élément de consigne (autorisation ou non d'utiliser une calculatrice, tel ou tel instrument pour tracer : règle, équerre, compas, etc., ou pour mesurer : double décimètre, rapporteur, etc.) dont la variation va provoquer une modification dans le choix des procédures de résolution employées par les élèves.

Par exemple, dans un exercice d'agrandissement d'une figure, on voit bien que le choix du coefficient 2 permet à l'élève d'engager des procédures qui ne seront plus utilisables avec un coefficient égal à 1,75.

On saisit immédiatement le parti que le professeur peut tirer de l'emploi judicieux d'une variable didactique. Sa manipulation pourra permettre de confronter d'abord les élèves à une variante du problème dont ils pourront se saisir et qui soit facile à résoudre à l'aide de leurs connaissances antérieures, puis dans un second temps de les confronter à une variante qui soit aussi facile à saisir mais dont la résolution sera pour eux véritablement problématique.

#### 3-3. Rétroaction de la situation sur les productions des élèves

Il convient que la situation soit aménagée de telle manière que les élèves aient à leur disposition un moyen (calculatrice, contrôle par pliage pour la symétrie axiale, plus généralement, un moyen lié au dispositif matériel, etc.) qui leur permet d'évaluer les réponses qu'ils élaborent, et ceci sans que le maître ait à intervenir (ce dernier doit d'ailleurs refuser à ce sujet les sollicitations des élèves). Il ne s'agit pas d'une coquetterie de sa part : le but est de faire en sorte que la relation qui s'est établie entre l'élève et le problème, donc avec certains savoirs, ne soit pas détournée au profit d'une idée que l'élève se fait des intentions du maître. Cette volonté pour le professeur de s'effacer momentanément en tant que «personne qui juge de la qualité d'une production d'élève» est à l'origine du qualificatif «a-didactique» que l'on attribue à de telles situations.

Cette contrainte n'est pas facile à réaliser. Lorsqu'on ne peut pas l'atteindre, le professeur peut éviter d'avoir à donner lui-même la «bonne réponse» en recueillant les productions des élèves (aussi bien celles qui sont bonnes que les autres) et en les mettant en débat dans la classe.

### 4 - Comment gérer une situation ?

#### 4-1. La dévolution ; l'engagement des élèves dans la tâche

Cette étape est évidemment essentielle. Elle a pour but que le problème tel qu'il a été communiqué par le professeur devienne véritablement un problème que l'élève se pose à lui-même. Il convient donc que l'énoncé en soit suffisamment clair, et que les connaissances antérieures des élèves leur permettent d'engager des procédures, de pouvoir essayer «quelque chose», de ne pas «sécher» dès le début.

#### 4-2. Le non-engagement du professeur dans la validation des productions des élèves

Cette condition est tout aussi essentielle. Sinon, il vaut mieux en général que le professeur fasse un cours de type classique auquel les élèves sont habitués : en effet, en cas d'intervention trop hâtive du professeur, les élèves n'acceptent plus le jeu tel qu'il leur a été présenté au départ ; ils ne s'investissent plus dans la recherche, attendant du professeur d'autres indications, et cherchant en priorité à se conformer à ses attentes qu'il a imprudemment commencé à dévoiler. De plus, ce comportement compromet fortement la réussite ultérieure de la dévolution d'autres situations-problèmes : ayant été «piégés» une fois, les élèves ne veulent plus courir le risque de l'être une deuxième.

#### 4-3. La prise en compte des erreurs

L'avantage de cette façon de procéder réside dans le fait que l'élève se rend compte tout seul (la situation a été aménagée dans ce but) du caractère erroné de certaines de ses productions. Il ne perçoit donc plus l'erreur comme une faute – qui sera relevée par le professeur. Ce dernier sait que cette erreur est la manifestation d'une connaissance mal faite, qui s'est constituée en obstacle. Cela ne veut pas dire qu'il ne doit pas évoquer publiquement ces erreurs : au contraire, il convient qu'il provoque un débat à leur sujet, de manière à dégager les raisons pour lesquelles ces procédures sont fausses. Par exemple, dans l'agrandissement d'une figure où un segment qui mesure 4 cm doit devenir un segment en mesurant 7, beaucoup d'élèves vont construire la figure obtenue (avec quelques aménagements) en ajoutant 3 cm à chacune des dimensions – on a là la manifestation de ce que Gérard Vergnaud appelle un «théorème en actes» qui dirait «agrandir c'est ajouter». Ces élèves auront pu se rendre compte expérimentalement et par eux-mêmes que cette procédure est erronée. Le professeur, après avoir confronté les procédures utilisées, et dégagé une ou plusieurs procédures exactes, va-t-il en rester là ? Certainement pas : il va devoir dégager le fait que l'idée d'ajouter quelque chose à chacune des dimensions n'est pas en soi mauvaise, mais que ce qu'il faut ajouter à une dimension dépend de cette dimension, au lieu d'être toujours la même longueur de 3 cm.

#### 4-4. Action - Formulation - Validation

L'engagement des élèves dans la tâche problématique se fait d'abord dans l'action, qui ne se réduit pas à la manipulation d'objets matériels. Ils peuvent manipuler aussi des objets mathématiques par le biais des outils sémiotiques qui leur sont associés (écritures en ligne d'opérations, calcul mental, opérations posées, emploi de la calculatrice, etc.).

La deuxième dimension est celle de la formulation, qui a pour but de décrire, par écrit et à destination d'un tiers, ce que l'on vient de faire et de ce fait de prendre un peu de distance par rapport à l'action, en la dépersonnalisant. Cette étape est cruciale pour les élèves en difficulté : si on les en dispense – comme c'est souvent le cas compte tenu de leurs difficultés

d'expression, notamment la première fois qu'on les confronte à une telle exigence – on les met davantage encore en difficulté, en les privant d'un moyen de représenter leur action, afin de pouvoir isoler et mémoriser cette action pour une reconduction ultérieure.

La troisième dimension est celle dans laquelle on juge de la validité et de l'efficacité des procédures précédemment formulées.

#### 4-5. L'institutionnalisation : le savoir et les outils sémiotiques

Cette étape, que l'on peut présenter comme inséparable des trois précédentes, est tout à fait fondamentale ; elle est placée sous la responsabilité du professeur. C'est lui qui va désigner ce qui, parmi les nombreuses connaissances manipulées dans la résolution du problème, va être nommé publiquement et qui de ce fait va devenir un savoir que l'on va définir, et pour lequel on va indiquer des notations officielles, des façons de les prononcer oralement, ainsi que des façons d'utiliser ces écrits et ces paroles dans certaines pratiques de résolution.

Le mot «étape» utilisé ci-dessus pour décrire l'institutionnalisation peut prêter à confusion si on lui associe l'idée d'unité temporelle : en effet, l'institutionnalisation a lieu en des moments différents, séparés dans le temps. Il faut également lui associer le moment de routinisation des connaissances, d'entraînement dans la pratique des tâches, qui deviennent ainsi des tâches routinières après avoir été des tâches problématiques. C'est seulement à ce moment-là que l'on atteint l'automatisation des procédures, bien utile pour diminuer la charge mentale dans les résolutions de problèmes.

#### 4-6. Les situations de rappel

Marie-Jeanne Perrin a particulièrement travaillé dans sa thèse<sup>10</sup> la question de l'institutionnalisation dans des classes majoritairement composées d'élèves en difficulté. Elle a identifié un type de situations qu'elle a appelées «de rappel» qui permettent à la fois une institutionnalisation locale et une dévolution après coup de l'enjeu d'une ou plusieurs situations rencontrées précédemment par les élèves. *«Les situations de rappel de type 1 se placent peu après une situation d'action, mais un autre jour, se distinguant ainsi du bilan. En essayant de dire collectivement ce qui s'est passé, quel problème a été traité, les élèves sont amenés à repenser le problème, les procédures de traitement envisagées dans la classe. Les élèves qui ne se sont pas construits de représentation mentale lors de la phase d'action trouvent là une occasion nouvelle et une raison de le faire puisqu'ils vont devoir parler de ce qui s'est passé et le décrire sans pouvoir agir à nouveau. D'une part, il se produit une dépersonnalisation des solutions dans la mesure où elles sont reprises et exposées par d'autres élèves que ceux qui les ont trouvées, d'autre part, [un début de décontextualisation] en reprenant à froid ce qui s'est passé, on élague les détails pour identifier ce qui est important. [...] Les situations de rappel de type 2 portent sur une suite de problèmes sur un thème, par exemple la symétrie orthogonale. Chacun des problèmes traités est alors intégré dans un processus, il est intériorisé avec un sens nouveau. Au cours d'une telle situation, les formulations évoluent, on peut avoir des retours sur des débats de validation qui ont déjà eu lieu ou rencontrer la nécessité de nouveaux.»*

*10. Perrin-Glorian M.-J., Aires de surfaces planes et nombres décimaux. Questions de didactique liées aux élèves en difficulté aux niveaux CM-6<sup>e</sup>, Thèse de Doctorat d'État, université Paris VII, février 1992.*

## II. Propositions de situations ou de trames

### 1. Thème 1 : la proportionnalité

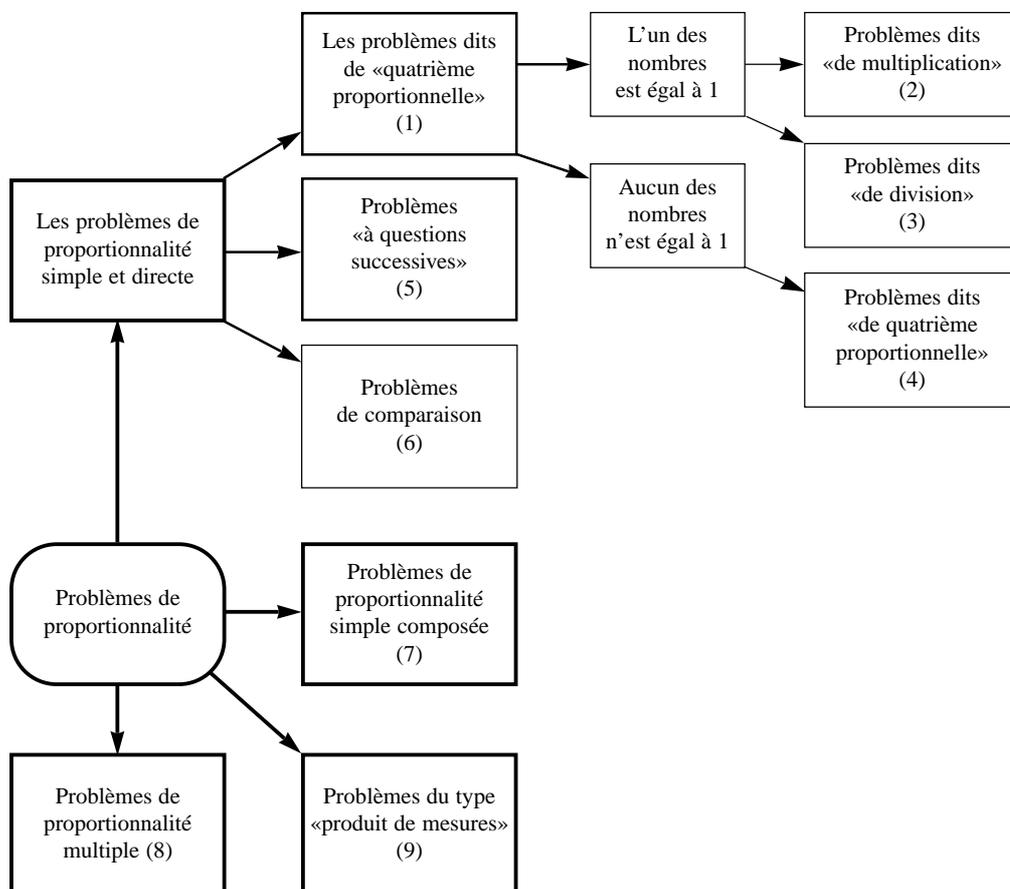
Dans le paragraphe 1-2. consacré au choix des thèmes, nous avons souligné que celui de la proportionnalité ne renvoie pas à un concept, mais plutôt à un champ de problèmes, auquel sont associés des procédures de résolution et des outils sémiotiques très variés. Du point de vue de l'enseignement, ce thème se caractérise par la longue période sur laquelle il est enseigné et par le fait que cet enseignement est entamé à l'école élémentaire et se poursuit tout au long du collège. Avant d'en venir aux situations d'enseignement, il convient, sur un sujet aussi vaste et aussi complexe, de mettre un peu d'ordre, en dressant d'abord un inventaire des types de problèmes figurant dans le champ de la proportionnalité, avant d'aborder les procédures de résolution et les outils sémiotiques utilisés pour une grande classe de problèmes, celle mettant en jeu des grandeurs mesurables.

#### 1-1. Les différents types de problèmes intervenant dans le champ conceptuel des structures multiplicatives

Nous allons les présenter à l'aide d'un graphique, puis nous illustrerons et commenterons ensuite rapidement certains d'entre eux<sup>11</sup>. Cette classification doit beaucoup à Gérard Vergnaud<sup>12</sup>.

11. Les exemples sont pris dans Ermel, CM1, Hatier, 1997.

12. Et notamment à son ouvrage : L'Enfant, la mathématique et la réalité, Éditions Peter Lang, Berne, 1983.



**(1) Les problèmes dits «de quatrième proportionnelle»**

Ces problèmes tirent leur nom du fait qu'ils consistent à déterminer le quatrième terme d'une proportion dont les trois premiers sont donnés.

- Exemple : 4 dictionnaires identiques pèsent 10 kg. Combien pèsent 14 dictionnaires ?

**Premier cas : l'un des trois nombres connus est égal à 1**

On a affaire alors aux problèmes dits «de multiplication» ou «de division».

**(2) Problèmes dits «de multiplication»**

- Exemple 1 : En rangeant ses photos de vacances dans son album, Jean a rempli 12 pages de 8 photos. Combien Jean a-t-il rangé de photos dans son album ?
- Exemple 2 : Jean possède 15 F. Marc a trois fois plus d'argent que Jean. Combien Marc possède-t-il d'argent ?

Signalons simplement ici que, dans ces deux cas, le nombre 1 n'apparaît pas explicitement dans l'énoncé, et que ces deux exemples ne privilégient pas la même relation. Nous y reviendrons dans le paragraphe suivant, relatif aux procédures de résolution et outils sémiotiques.

**(3) Problèmes dits «de division»**

Ces problèmes se répartissent en deux catégories : ceux dans lesquels il s'agit de calculer «la valeur d'une part», et ceux dans lesquels il s'agit de calculer «le nombre de parts».

- Exemple 1 (recherche de «la valeur d'une part») : Pendant les vacances, Jean a fait 96 photos. Pour les ranger, il les met dans son album. En mettant toujours le même nombre de photos par page, il a rempli 12 pages de son album. Combien de photos a-t-il mis sur chacune des pages de son album ?
- Exemple 2 (recherche «du nombre de parts») : Pendant ses vacances, Jean a fait 96 photos. Pour les ranger, il les met dans son album en mettant toujours 8 photos par page. Combien de pages d'album remplira-t-il avec toutes ces photos ?

**(4) Deuxième cas : aucun des nombres donnés n'est égal à 1**

On a alors affaire aux problèmes auxquels on réserve usuellement le nom de «problèmes de quatrième proportionnelle».

- Exemple : 4 dictionnaires identiques pèsent 10 kg. Combien pèseraient 6 dictionnaires ?

**(5) Les problèmes «à questions successives»**

Il s'agit du même type de problème que le précédent, mais ici on demande de déterminer plusieurs «quatrième proportionnelles».

- Exemple : Sachant que 100 g de fromage coûtent 8 F, quels sont les prix des quantités suivantes de fromage : 200 g, 450 g, 75 g, 375 g ?

**(6) Les problèmes de comparaison**

Il s'agit de problèmes dans lesquels interviennent deux parties composant un tout.

- Exemple 1 (comparaison partie – partie) : Dans la bouteille A, je mets 4 verres d'eau et 2 morceaux de sucre et dans la bouteille B, je mets 12 verres d'eau et 8 morceaux de sucre. Quel est le sirop le plus sucré, celui de la bouteille A ou celui de la bouteille B ?
- Exemple 2 (comparaison partie – tout) : Dans une classe de 20 élèves, 12 élèves déclarent aimer le foot. Dans une autre classe de 30 élèves, il y a 15 élèves qui

déclarent aimer le foot. Y a-t-il une classe dans laquelle on aime plus le foot que dans l'autre ?

### **(7) Problèmes de proportionnalité simple composée**

Il s'agit de problèmes faisant intervenir la composition de deux ou plusieurs relations de proportionnalité simple.

- Exemple : Avec 100 kg de blé, on fait 75 kg de farine et avec 25 kg de farine, on fait 30 kg de pain. Quelle est la masse de blé nécessaire pour faire 450 kg de pain ?

### **(8) Problèmes de proportionnalité multiple**

Il s'agit de problèmes mettant en œuvre une grandeur  $G$  qui dépend de plusieurs grandeurs  $G_1, G_2, \dots$ , et qui est proportionnelle à chacune d'elles lorsque toutes les autres sont fixées.

- Exemple : Supposons que les élèves d'une classe soient en train de préparer une classe de neige pour 50 enfants, pendant 28 jours. Comment calculer la consommation de sucre nécessaire, sachant qu'il faut compter 3,5 kg de sucre par semaine pour 10 enfants ?

### **(9) Problèmes du type «produit de mesures»**

C'est un cas particulier du type de problème précédent.

- Exemple 1 (produit cartésien) : Julie a 3 tee-shirts et 4 pantalons différents. De combien de manières différentes peut-elle s'habiller ?
- Exemple 2 (aire du rectangle) : L'aire du rectangle est proportionnelle à la largeur quand la longueur est fixée, et à la longueur quand la largeur est fixée. En choisissant convenablement les unités, c'est ce dont rend compte la formule  $A = L \times l$ .

## **1-2. Description des procédures de résolution et des outils sémiotiques utilisés dans leur enseignement**

Conformément à ce qui a été annoncé plus haut (paragraphe 1-2. du I), nous allons dans un premier temps décrire, rendre intelligible à l'aide d'un exemple chacune des procédures les plus usuelles dans le traitement des problèmes de proportionnalité. Puis, dans un deuxième temps, dans un paragraphe séparé et intitulé «À propos de l'enseignement de la procédure...», nous préciserons, selon les niveaux du système d'enseignement, les prescriptions des programmes – lorsqu'elles existent – ou habitudes en matière d'enseignement de ces procédures et des outils sémiotiques associés. Enfin, dans un troisième temps, nous évoquerons la justification de la procédure du point de vue mathématique, en utilisant des outils actuellement enseignés au niveau de la classe de 3<sup>e</sup> ou de la classe de 2<sup>de</sup>.

La question étant très vaste, comme le paragraphe précédent l'a montré, nous traiterons essentiellement des problèmes où interviennent des grandeurs mesurables. Ceci nous permettra cependant d'aborder les modes de traitement des types de problèmes suivants :

- les problèmes de «quatrième proportionnelle» (n° 1 et n° 4 sur le schéma), et notamment ceux relevant du premier cas, dans lequel **l'un des trois nombres connus est égal à 1**, les problèmes dits «de multiplication» (n° 2 sur le schéma) et les problèmes dits «de division» (n° 3 sur le schéma). La résolution de ces derniers est encore en cours d'acquisition pour de nombreux élèves de SEGPA ;
- les problèmes «à questions successives» (n° 5 sur le schéma) dont nous verrons l'intérêt aussi bien pour le professeur que pour les élèves.

## Procédure 1

Cette procédure prend en compte les relations entre les nombres **relatifs à une même grandeur. Elle privilégie les relations de type additif.**

### Mise en œuvre sur un exemple

9 croissants coûtent 35,55 F ; 6 croissants coûtent 23,70 F.

Combien coûtent 15 croissants ?

15 croissants, c'est la même chose que «9 croissants + 6 croissants». Donc, le prix de 15 croissants s'obtient en additionnant ceux de 9 croissants et de 6 croissants.

Dans la mise en œuvre de cette procédure, les **outils sémiotiques** utilisés relèvent de deux types principaux :

– l'utilisation d'un **mélange de langue naturelle et d'opérations en ligne**, comme dans :

$$15 = 9 + 6.$$

$$35,55 + 23,70 = 59,25 \text{ (l'opération étant posée par ailleurs)}$$

Donc 15 croissants coûtent 59,25 F.

– l'utilisation d'un **tableau avec opérateurs** tels que celui-ci :

nombre de croissants	9	6	15
prix en F des croissants	35,55	23,70	59,25

### À propos de l'enseignement de la procédure 1

À l'école primaire, la procédure 1 est beaucoup travaillée. On l'utilise dans des problèmes «à questions successives» dont l'énoncé est aménagé de façon à disposer de données plus riches : il faut, en effet, disposer d'au moins deux couples de mesures correspondantes pour pouvoir l'engager. Elle permet de réinvestir les «décompositions additives» de nombres entiers (un nombre  $c$  étant donné, il s'agit de trouver des couples  $(a, b)$  de nombres tels que  $c = a + b$ ) qui ont été beaucoup travaillées antérieurement.

#### Remarque :

La portée de cette procédure est en apparence très limitée. Nous allons voir dans le paragraphe suivant comment elle peut être agrandie, en considérant, pour enrichir les décompositions additives de nombres, des multiples ou diviseurs de nombres donnés.

### Justification du point de vue mathématique

Du point de vue mathématique, on traduit l'idée de correspondance à l'aide du concept de fonction, souvent désigné par la lettre  $f$ , le correspondant par  $f$  d'un nombre  $x$  étant désigné par  $f(x)$ . Par exemple, si  $a$  (kg de viande) coûtent  $f(a)$  (francs), et  $b$  (kg de viande) coûtent  $f(b)$  (francs),  $a + b$  (kg de viande) coûtent  $f(a + b)$  (francs). Autrement dit :  $f(a + b) = f(a) + f(b)$ .

Une fonction  $f$  vérifiant la propriété :

$$\text{pour tous nombres } a \text{ et } b, f(a + b) = f(a) + f(b)$$

est dite **additive**.

L'intérêt de cette propriété dans la résolution de problèmes est le suivant :

Si j'ai à calculer le prix de  $c$  (kg de viande), et si je dispose de deux nombres  $a$  et  $b$  tels que  $c = a + b$  pour lesquels je connais  $f(a)$  et  $f(b)$ , il me suffira de calculer la somme  $f(a) + f(b)$ .

## Procédure 2

Comme la précédente, cette procédure prend en compte les relations entre les nombres relatifs à une même grandeur. En revanche, elle **privilégie les relations de type multiplicatif**.

### Mise en œuvre sur deux exemples

- Exemple 1 : 3 croissants coûtent 11,85 F. Combien coûtent 15 croissants ?

Du point de vue des outils sémiotiques, comme pour la procédure 1, on peut distinguer des catégories.

– L'utilisation d'**expressions orales de la forme «... fois plus ...»** : ainsi, on dira : «15 croissants cela fait 5 fois 3 croissants». Donc le prix à payer est 5 fois celui de 3 croissants.

À l'écrit, on trouvera fréquemment un mélange de langue naturelle et d'opérations en ligne :

$$15 = 5 \times 3$$

$$11,85 \times 3 = 35,55 \text{ (l'opération étant posée par ailleurs)}$$

Donc 15 croissants coûtent 35,55 F.

– La construction d'un tableau avec opérateurs tels que celui-ci :

nombre de croissants	3		15
prix en F des croissants	11,85		35,55

### Remarque :

Les problèmes dits «de multiplication» correspondent au cas particulier où l'un des nombres est égal à 1. Nous avons remarqué précédemment que ce nombre 1 n'apparaît pas dans l'énoncé. L'un des mérites de l'outil «tableau» est de le faire apparaître clairement :

Nombre de croissants	1	15
Prix en F des croissants	3,95	?

- Exemple 2 : 12 croissants coûtent 47,40 F. Combien coûtent 3 croissants ?

Là encore, on retrouvera :

– L'utilisation d'**expressions orales de la forme «... fois moins ...»** : ainsi, on dira : «3 croissants cela fait 4 fois 12 croissants». Donc le prix à payer est 4 fois moins grand que celui de 3 croissants.

À l'écrit, on trouvera fréquemment un mélange de langue naturelle et d'opérations en ligne :

$$3 = 12 : 4$$

$$47,70 : 4 = 11,85 \text{ (l'opération étant posée par ailleurs)}$$

Donc 3 croissants coûtent 11,85 F.

– La construction d'un **tableau avec opérateurs** tels que celui-ci :

nombre de croissants	12	3
prix en F des croissants	47,70	11,85

La même remarque peut être faite au sujet de l'emploi de l'outil «tableau» dans les problèmes dits «de division» où ce dernier permet de rendre visible le nombre 1, comme l'illustrent les exemples suivants déjà évoqués plus haut :

Nombre de pages	1	?
Nombre de photos	12	96

Nombre de pages	1	8
Nombre de photos	?	96

### À propos de l'enseignement de la procédure 2

À l'école élémentaire, elle est enseignée dans le cas où les nombres par lesquels on est amené à multiplier (ou diviser) sont des nombres entiers, et même parfois mettant en œuvre des «demis» comme dans l'exemple suivant :

*4 dictionnaires pèsent 10 kg. 14 dictionnaires, cela fait 3 et demi fois plus que 4 dictionnaires. Donc 14 dictionnaires pèsent 3 et demi fois plus, c'est-à-dire 35 kg.*

Mais, très souvent, l'emploi de cette procédure est couplé avec celui de la procédure 1, ce qui permet de combiner des relations additives et multiplicatives, comme dans l'exemple suivant :

*4 dictionnaires pèsent 10 kg.*

*12 dictionnaires, cela fait trois fois plus, donc 30 kg.*

*2 dictionnaires, c'est la moitié, donc 5 kg.*

*14 dictionnaires, c'est la même chose que «12 dictionnaires + 2 dictionnaires» donc cela fait 35 kg.*

On peut également utiliser l'outil tableau pour traduire une telle procédure mixte. On y fait apparaître des multiples et diviseurs (ici, 12 et 2) dont on a besoin sur la première ligne pour «décomposer additivement» le nombre (ici, 14) dont on recherche le correspondant sur la deuxième. On trouve les correspondants de ces nombres à l'aide de la procédure 2, puis on termine avec la procédure 1.

### Remarque :

Les nouveaux programmes de l'école primaire, qui feront sentir pleinement leur effet sur les élèves de collège à partir de la rentrée scolaire 99/2000, modifient le savoir enseigné en ce qui concerne la multiplication et la division. Nous rappelons ci-dessous les compétences exigibles au cycle 3 les concernant :

«– utiliser à bon escient le calcul réfléchi (mental ou écrit) ; en particulier, [...] l'élève aura été entraîné à une pratique régulière du calcul mental dont il maîtrisera les méthodes usuelles (savoir multiplier ou diviser un nombre entier ou décimal par 10, 100, 1000, multiplier un nombre entier par 0,1, par 0,01 et connaître les critères de divisibilité par 2 ou par 5) ;

– maîtriser la multiplication des entiers ou d'un décimal par un entier ; l'utilisation de la calculatrice ;

– maîtriser la division euclidienne (avec quotient et reste) de deux entiers, la division d'un décimal par un entier.

*En revanche, le calcul du produit ou du quotient de deux décimaux n'est pas un objectif du cycle»<sup>13</sup>.*

13. On pourra utilement se référer à la note de service sur l'articulation école/collège, parue dans le BO du 5/12/96.

### **En classe de 6<sup>e</sup>**

La portée de cette procédure va être agrandie au cas où le nombre par lequel on est amené à multiplier est un quotient d'entiers. L'écriture fractionnaire de ce quotient est introduite, et les commentaires y font une large place ; en voici quelques extraits :

«À l'école élémentaire, l'écriture fractionnaire a été introduite à partir de situations de partage. Les activités poursuivies en 6<sup>e</sup> s'appuient sur deux idées :

– le quotient  $\frac{a}{b}$  est un nombre,

– le produit de  $\frac{a}{b}$  par  $b$  est égal à  $a$ .

Ceci permet de considérer un nombre tel que  $\frac{4}{3}$  comme quatre fois un tiers, le tiers de quatre ou encore le nombre dont le produit par 3 est égal à 4.

Dans les situations de proportionnalité, le quotient de deux nombres est utilisé comme un opérateur. On visera aussi à lui faire acquérir le statut de nombre au travers de multiples activités : repérage (placement sur une droite graduée), mesure, calcul (possibilité d'utiliser un quotient  $\frac{a}{b}$  dans un calcul, sans effectuer nécessairement la division de  $a$  par  $b$ ).

On dégagera et on utilisera le fait qu'un quotient ne change pas quand on multiplie son numérateur et son dénominateur par un même nombre. À l'occasion de simplifications, on pourra faire intervenir des critères de divisibilité, sans nécessairement les justifier.»

La notion de quotient est ensuite étendue aux nombres décimaux.

«On étendra le travail fait sur des entiers à des égalités telles que  $\frac{5,24}{2,1} \approx \frac{524}{210}$ , par exemple

en utilisant la calculatrice ou en ayant recours à des changements d'unités. Cette extension permettra d'élargir la division à des cas où le diviseur est décimal. Aucune compétence n'est exigible à ce sujet.»

### **Justification mathématique de la procédure**

Nous reprendrons les mêmes notations que précédemment.

Si  $a$  (kg de viande) coûtent  $f(a)$  (francs),

et si  $k$  est un nombre entier,

ou un nombre décimal (nombre qui est le quotient d'un entier par une puissance de 10),

ou un nombre rationnel (nombre qui est le quotient d'un entier par un entier non nul),

$ka$  (kg de viande) coûtent  $kf(a)$  (francs).

Autrement dit :  $f(ka) = kf(a)$ .

Une fonction  $f$  vérifiant la propriété :

pour tous nombres  $a$  et  $k$ ,  $f(ka) = kf(a)$

est dite **homogène**.

L'intérêt de cette propriété dans la résolution de problèmes est le suivant :

- si j'ai à calculer le prix de  $c$  (kg de viande), et si je dispose de deux nombres  $a$  et  $k$  tels que  $c = ka$  pour lesquels je connais  $f(a)$ , il me suffira de calculer le produit de  $k$  par  $f(a)$  :  $kf(a)$  ;
- elle présente, par ailleurs, un intérêt pour reconnaître une situation de proportionnalité, en se posant la question : «Si l'une des grandeurs est multipliée (ou divisée) par un nombre, l'autre grandeur est-elle multipliée (ou divisée) par le même nombre ?»

### Vocabulaire

Le nombre  $k$  qui est celui par lequel il convient de multiplier la masse  $a$  kg pour trouver  $c$  kg, c'est-à-dire le nombre tel que  $k(a \text{ kg}) = c \text{ kg}$ , lorsqu'on examine la situation du point de vue des dimensions, est un nombre sans dimension, un **scalaire**.

## Procédure 3

Cette procédure, souvent appelée «**le passage par l'unité**» ou «**le retour à l'unité**», rappelle des pratiques bien connues sous le nom de «**règle de trois**», la seule différence résidant dans les moyens sémiotiques employés.

Son caractère «naturel» vient du fait que, dans le contexte commercial où nous prenons notre exemple, le «prix au kilo» est très utilisé, la loi en imposant même l'affichage sur les lieux de vente.

### Mise en œuvre sur un exemple

*3 croissants coûtent 11,85 F. Combien coûtent 7 croissants ?*

La mise en œuvre se fait souvent oralement, à l'aide de la «comptine» suivante :

3 croissants coûtent 11,85 F. Donc, 1 croissant coûte 3 fois moins, c'est-à-dire  $11,85 : 3$  F. Cela fait 3,95 F. Et donc, 7 croissants coûtent 7 fois plus, c'est-à-dire 27,65 F.

Du point de vue des écrits demandés aux élèves, ils peuvent reprendre la «comptine» précédente, ou s'appuyer sur un tableau où apparaissent deux opérateurs ( $: 3$  puis  $\times 7$ ).

### À propos de l'enseignement de la procédure 3

Elle est enseignée aussi bien à l'école élémentaire qu'au collège.

#### Remarque :

En 6<sup>e</sup> et après, l'agrandissement de la portée de la procédure 2 limite l'emploi de la procédure 3 : on peut en effet directement utiliser l'opérateur « $\times \frac{7}{3}$ » et multiplier 11,85 par ce dernier, calcul que l'on peut conduire de trois manières, le calcul préalable du quotient n'étant d'ailleurs pas ici la meilleure.

### Justification mathématique de cette procédure

Cette procédure consiste à appliquer deux fois de suite la procédure 2 :

Si  $a$  (kg de viande) coûtent  $f(a)$  (francs), puisque 1 est le quotient de  $a$  par  $a$  ( $1 = a / a$ ),  
 1 (kg de viande) coûte  $f(a) / a$  (francs) ;  
 donc  $c$  (kg de viande) coûtent  $c f(a) / a$  (francs).

## Procédure 4

Elle est souvent évoquée sous le nom de «**méthode du coefficient de proportionnalité**».

Par rapport aux procédures précédentes, elle présente une différence essentielle. Alors que ces dernières utilisaient seulement des relations entre les mesures d'une même grandeur (relations internes), la procédure 4 prend en compte des **relations entre les mesures des deux grandeurs** (relations externes).

### Mise en œuvre sur deux exemples

*4 dictionnaires identiques pèsent 10 kg. Combien pèseraient 14 dictionnaires ?*

*Dans une recette, il faut 100 g de farine pour 25 g de beurre. Quelle quantité de farine faudra-t-il pour 40 g de beurre ?*

La procédure consiste à se demander, dans le premier exemple, par quel nombre il convient de multiplier 4 pour trouver 10, puis à multiplier 14 par ce nombre (2,5). Dans le deuxième, il est facile de trouver qu'il faut quatre fois plus de farine que de beurre.

Du point de vue de la mise en œuvre, on rencontre là encore deux types d'écrits :

- la langue naturelle accompagnée d'opérations en ligne,
- le tableau avec opérateurs, par exemple, ici :

Nombre de dictionnaires	4	14			} x 2,5 ←
Poids correspondant	10				

Ou pour le deuxième exemple :

Quantité de beurre (en g)	25	40			} x 2,5 ←
Quantité de farine (en g)	100				

### À propos de l'enseignement de la procédure 4

Elle est utilisée **dès l'école primaire**, dans le cas où le coefficient A de proportionnalité est un nombre entier. Lorsque A est de la forme  $1/n$ ,  $n$  désignant un entier, la multiplication par  $1/n$ , qui est hors programme, est remplacée par la division par  $n$ .

Les supports écrits avec lesquels les élèves sont mis en relation sont encore des deux types précédemment évoqués : le texte en langue naturelle accompagné d'opérations et le tableau avec opérateurs fléchés ayant la forme suivante :

Mesures de la grandeur 1					} x ou : n ←
Mesures correspondantes de la grandeur 2					

Comme pour la procédure 2, le **passage en 6<sup>e</sup>** s'accompagne d'un élargissement de la portée de cette procédure : l'opérateur multiplicatif A peut désormais être un quotient d'entiers écrit sous forme fractionnaire  $\frac{a}{b}$ .

### Justification mathématique de cette procédure 4

Une fonction  $f$  qui est à la fois **additive** et **homogène** est dite **linéaire**.

Il n'est pas très difficile de démontrer qu'une fonction est linéaire si et seulement si il existe un nombre A tel que : **pour tout nombre  $x$ ,  $f(x) = Ax$** .

L'intérêt de cette propriété dans la résolution de problèmes est le suivant :

Si j'ai à calculer le prix de  $c$  (kg de viande), et si je dispose d'un nombre  $a$  pour lequel je connais  $f(a)$ , il me sera facile de déterminer le nombre  $A$  : c'est le quotient de  $f(a)$  par  $a$ . Pour trouver  $f(c)$ , il me suffira ensuite de multiplier le nombre  $A$  obtenu par  $c$ , **et ceci quel que soit  $c$** . En d'autres termes, avec une calculatrice, ( $\times A$ ) pourra jouer le rôle d'opérateur constant.

On remarquera qu'en pratique, puisque  $A$  n'est autre que  $f(1)$ , ceci ressemble beaucoup à la procédure 3 : mais on s'appuie sur le fait que l'on passe de  $x$  à  $f(x)$  en multipliant  $x$  toujours par le même nombre  $A$ , sans valoriser le fait que ce nombre  $A$  est l'image de 1 par  $f$ , et surtout sans même évoquer 1 et son image.

**Vocabulaire :**

Le nombre  $A$  est appelé **coefficient de proportionnalité** entre les deux grandeurs.

**Remarque :**

Du point de vue de l'analyse dimensionnelle,  $A$  n'est un nombre sans dimension que si les deux grandeurs proportionnelles sont de même nature. Dans les autres cas, il représente la mesure d'une grandeur - quotient (prix par unité de masse, vitesse, etc.), l'unité choisie étant le quotient des unités avec lesquelles on mesure les deux grandeurs (F/kg, km/h, etc.).

## Procédure 5

Elle est très connue sous le nom de «**technique des produits en croix**».

Elle ne s'appuie sur aucun raisonnement mettant en œuvre les grandeurs.

**Mise en œuvre sur un exemple**

La procédure porte un nom (produit en croix) qui est inséparable du dispositif sémiotique que constitue le tableau à quatre cases dit «de proportionnalité». Considérons, par exemple, le tableau suivant, relatif à un achat de viande :

Masse de viande (en kg)	2,5	1,75
Prix correspondant	230	?

La procédure consiste à multiplier 230 par 1,75 (on obtient ainsi l'un des produits en croix), puis à multiplier 2,5 par ? On écrit que les «produits en croix» sont égaux, et on en déduit que le prix recherché s'obtient en divisant le produit  $230 \times 1,75$  par 2,5. Parfois même, on court-circuite l'étape consistant à écrire l'égalité des «produits en croix» (car elle nécessite de désigner l'inconnue par un symbole) et l'on obtient alors la procédure suivante : on multiplie 230 par 1,75, puis on divise par 2,5.

**À propos de l'enseignement de la procédure 5**

Le lecteur aura d'emblée compris que cette procédure – dans laquelle on commence par multiplier un nombre qui mesure une masse de viande, par un nombre qui mesure un prix – est plus abstraite que toutes celles qui précèdent, car elle nécessite une perte de sens : l'unité «kg  $\times$  F» n'a aucune existence dans les pratiques commerciales dans nos sociétés.

Cette procédure n'est pas explicitement évoquée dans les programmes actuels. L'algorithmisation de cette procédure, notamment dans les problèmes de recherche de quatrième proportionnelle, se voit facilitée par l'emploi du «tableau à quatre cases», et par

des outils à forte sémiotité tels que les expressions «on fait le produit en croix». Professeurs et élèves ont alors à leur disposition des moyens langagiers – gestuels, oraux et écrits – pour dire ce qu’il convient de faire, et comment le faire. C’est l’une des raisons de son succès, en dépit de la difficulté de la justification de son bien-fondé, et de l’abstraction plus forte qu’elle suppose (perte de sens évoquée ci-dessus).

Elle trouve légitimement sa place dans l’enseignement à un niveau plus élevé, et notamment à partir du moment où l’on dispose de lettres pour désigner les inconnues (classes de 5<sup>e</sup>, et surtout, de 4<sup>e</sup>).

### **Justification mathématique de cette procédure**

Considérons la fonction linéaire  $f$  qui à tout nombre  $x$  associe le nombre  $Ax$ .

Comparons  $af(c)$  et  $cf(a)$  ;  $af(c) = a(Ac)$  ;  $cf(a) = c(Aa)$ . L’égalité de  $af(c)$  et de  $cf(a)$  résulte de la commutativité et de l’associativité de la multiplication.

À une époque déjà lointaine<sup>14</sup>, si on avait disposé de la notion de fonction et des écritures qui lui sont associées, ce qui n’était évidemment pas le cas, cette propriété se serait écrite par exemple :  $a : f(a) :: c : f(c)$ . En divisant le produit des «moyens» ( $c f(a)$ ) par l’autre extrême  $a$ , on obtient  $f(c) : f(a) = \frac{cf(a)}{a}$ .

L’intérêt de cette propriété dans la résolution de problèmes est le suivant :

Si j’ai à calculer le prix de  $c$  (kg de viande), et si je dispose d’un nombre  $a$  pour lequel je connais  $f(a)$ , il me suffira de multiplier  $c$  par  $f(a)$ , puis de diviser ce produit par  $a$ .

14. Voir le paragraphe 1-2. du I, dans la partie consacrée à la proportionnalité, l’évocation d’un article de Yves Chevallard.

## Utilisation d’un graphique

### **À propos de l’enseignement de la méthode graphique**

Elle est évoquée **dès l’école primaire**, dans la compétence exigible suivante : «Reconnaître une situation de proportionnalité, et la traiter par les moyens de son choix (utilisation de graphiques, de tableaux de nombres)», sans qu’aucune justification théorique ne soit donnée à ce niveau, où la méthode graphique met surtout en jeu des coordonnées entières. On la retrouve **en 6<sup>e</sup>**, dans ce même rôle, mais surtout en classe de **5<sup>e</sup>**. **En 4<sup>e</sup>, cette compétence devient exigible. En 3<sup>e</sup>**, on étudie pour elle-même la notion de fonction linéaire (en s’appuyant sur les situations de proportionnalité rencontrées dans les classes précédentes), et on justifie que sa représentation graphique est une droite.

La maîtrise de telles représentations graphiques suppose des compétences complexes : graduation des axes, repérage vertical/horizontal, interprétation de points comme couples de nombres, interprétation de la pente d’une droite, signification à attribuer ou non à tous les points d’une droite (ou seulement à certains d’entre eux, régulièrement espacés dans certains cas et pas dans d’autres), etc. Ces compétences ne sont globalement guère en place avant la fin du collège. Il convient donc d’en faire un usage modéré et prudent, à l’école primaire et au début du collège.

### **Mises en œuvre possibles**

À l’école primaire et au début du collège

- On donne aux élèves un graphique cartésien déjà fait : leur tâche va consister à lire et interpréter les coordonnées de certains points de la demi-droite d’origine  $O$  qui y figure.

Par exemple, on donne une mesure de la première grandeur qui, compte tenu des conventions usuelles, correspond sur le graphique à l’abscisse d’un point  $A$  de cette demi-droite.

On demande aux élèves de trouver la mesure correspondante pour la deuxième grandeur. Il convient alors qu'ils lisent l'ordonnée du point A (ou une de ses valeurs approchées).

- On peut demander aux élèves de constater l'alignement de points dans le cas d'une situation de proportionnalité. Mais ce travail est coûteux, et d'un usage limité.

On ne peut pas justifier à ce niveau qu'une situation de proportionnalité se traduit toujours graphiquement de cette manière : il convient donc de dire clairement qu'on l'admet.

**Remarque :**

L'alignement de quelques points avec l'origine ne garantit pas que l'on se trouve dans une situation de proportionnalité (comme l'illustre la situation bien connue de l'allongement du ressort : pour de faibles allongements, la situation est linéaire, et elle cesse de l'être).

- On peut leur montrer des situations où l'emploi d'un graphique conduit à des points non alignés avec l'origine. Dans un tel cas, on peut en déduire que l'on est en présence d'une situation de non-proportionnalité, compte tenu du fait (admis) qu'une situation de proportionnalité se traduit graphiquement par des points alignés avec l'origine.

**Justification mathématique de la méthode graphique**

Une fonction linéaire  $f$ , dans le plan muni d'un repère cartésien, a pour représentation graphique une droite  $D$  passant par l'origine  $O$  du repère.

L'intérêt de cette propriété dans la résolution de problèmes est le suivant :

Si je dispose du tracé de la droite  $D$ , connaissant l'abscisse  $c$  de l'un de ses points, on peut déterminer par lecture graphique son ordonnée  $f(c)$  (en général, on n'en détermine qu'une valeur approchée) ; connaissant l'ordonnée d'un tel point, on peut déterminer son abscisse ou une de ses valeurs approchées.

Mais son principal intérêt réside dans la reconnaissance d'une situation de non-proportionnalité : des points non alignés avec l'origine du repère garantissent que l'on ne se trouve pas dans une situation de proportionnalité.

*Des procédures de résolution qui ne sont plus enseignées*

Le lecteur aura constaté que des moyens de traiter des problèmes de proportionnalité ne sont pas apparus dans ce qui précède. Le plus célèbre est constitué par les proportions, égalités de «rapports», et leur «algèbre».

**La technique des proportions**

Nous n'en donnerons qu'un bref aperçu.

Le problème des dictionnaires peut se traiter sous la forme d'une proportion à compléter :

$$\frac{14}{4} = \frac{?}{10}$$

On peut alors traiter ainsi la question :  $\frac{14}{4} = \frac{7}{2} = \frac{28}{8} = \frac{7+28}{2+8} = \frac{35}{10}$

Ainsi ? est égal à 35.

Ce raisonnement s'appuie sur les résultats suivants :

Si  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$  alors, quels que soient les nombres  $k$  et  $k'$ ,  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d} = \frac{a+c}{b+d} = \frac{ka+k'c}{kb+k'd}$

De tels moyens ne sont plus enseignés aujourd'hui.

### **La méthode dite «des écarts constants»**

Nous n'avons pas cité non plus la procédure parfois appelée «des écarts constants», traduisant la propriété : «si  $a, b, c$  sont tels que  $b - a = c - b$ , leurs images par une fonction linéaire  $f$  vérifient :  $f(b) - f(a) = f(c) - f(b)$ .»

En effet, si cette propriété peut être utilisée pour traiter quelques problèmes de proportionnalité (les contraintes sur  $a, b, c$  sont fortes), elle ne peut pas l'être pour reconnaître une situation de proportionnalité : elle est en effet vraie pour toutes les fonctions affines, définies par  $f(x) = Ax + B$ , et donc pas uniquement par les fonctions linéaires ! Cette différence dans la portée de cette propriété risque d'être difficile à enseigner et à apprendre.

### **1-3. Comment articuler l'enseignement de ces procédures et des outils sémiotiques associés ?**

L'évolution des différentes façons d'enseigner les questions relatives à la proportionnalité décrite montre bien l'importance des dénominations des pratiques de résolution de problèmes et des outils sémiotiques qu'elles incorporent : l'évocation de la «règle de trois», de «l'algèbre des proportions», des «tableaux de proportionnalité» suffit presque à identifier une période et un niveau de l'enseignement. À la règle de trois, et surtout à son algorithmisation, on a reproché d'être pour certains élèves une mécanique trop sensible au contexte et aux personnes. Le manque d'outil sémiotique adapté à la notion de fonction (les notations  $f$  et  $f(x)$  n'étant pas véritablement utilisées et parfois même pas introduites du tout) a fait que l'on s'est rabattu sur l'outil «tableaux avec opérateurs», et qu'un véritable glissement métadidactique s'est produit : au lieu d'enseigner des techniques de résolution de problèmes de proportionnalité, on a d'abord enseigné des techniques pour remplir de tels tableaux, au détriment de la «mise en tableau» de la situation sous-jacente à un problème de proportionnalité.

Après ce changement de couples (procédures, outils sémiotiques) conduisant chacun à des difficultés d'enseignement, mais surtout d'apprentissage, la tentation pour les responsables de l'enseignement des mathématiques est grande de ne pas choisir, et de proposer aux élèves un panel le plus complet possible. On est alors conduit à établir un rapport entre les élèves et chacune des procédures et écritures explicitées précédemment, et parfois à allonger la liste : en effet, la réciproque de la fonction linéaire qui à  $x$  associe  $Ax$ , c'est-à-dire celle qui à  $x$  associe  $x/A$ , peut être employée dans la résolution de certaines questions, ce qui augmente d'autant la rubrique des méthodes possibles. Le risque est alors grand, surtout avec des élèves en difficulté, que la coupe «déborde», et qu'au lieu de leur donner une liberté plus grande, on contribue à les cantonner sur celle(s) des façons de faire qu'ils préfèrent.

Les documents d'accompagnement du programme de 6<sup>e</sup> rappellent à ce sujet au professeur que «dans la rédaction du programme, la proportionnalité n'a pas une grande place et il n'y a pas de chapitre explicite relevant de ce thème pourtant fondamental. Il veillera cependant, au cours de l'année, à proposer de nombreuses situations en dégageant celles qui relèvent ou non du modèle proportionnel. Même si les algorithmes de recherche systématique d'une quatrième proportionnelle ne sont pas au programme, on proposera des situations multiplicatives dont le traitement permet d'utiliser et de mettre en évidence les propriétés de linéarité ou la présence d'un coefficient de proportionnalité. Le professeur ne doit pas perdre de vue que l'étude de la proportionnalité s'étend sur tout le collège».

C'est pour fournir une aide à ce sujet aux enseignants de SEGPA que nous avons commencé par décrire les situations standard d'enseignement auxquelles les élèves ont été confrontés antérieurement : c'est l'un des buts poursuivis aux paragraphes 1-2. et 1-3. qui précèdent. Les numéros attribués aux procédures correspondent *grosso modo* à l'ordre dans lequel les élèves sont mis en rapport avec elles : les procédures reposant sur l'additivité et l'homogénéité (parfois appelées procédures «scalaires») sont d'ailleurs celles que les élèves mobilisent le plus, même lorsque la procédure «du coefficient» (parfois appelée procédure de type «fonction») semble la plus commode d'emploi, du point de vue du professeur. Cette domination des procédures de type «scalaire» sur les procédures de type «fonction» comporte évidemment des exceptions, notamment celles qui sont liées aux relations que l'élève peut établir facilement entre les nombres présents dans la situation<sup>15</sup>.

*15. Voir l'exemple cité par Yves Chevallard, évoqué à la fin du paragraphe 1-2. du I, consacré à la proportionnalité.*

Or, d'une part, dans leur reprise de l'enseignement sur ce thème, les professeurs de collège ont tendance à sous-estimer l'importance des procédures de type «scalaire» (allant parfois jusqu'à passer sous silence l'additivité), ce qui prive les élèves de repères sur lesquels sont assis des moyens qui leur permettent de réussir. Il convient donc d'aménager des situations pour faire (re)vivre ces procédures «scalaires».

- La viabilité de la procédure 1 mettant en œuvre l'additivité nécessite des situations ne se réduisant pas à la recherche d'une ou plusieurs «quatrième proportionnelles» : par exemple, une situation où l'on donne le prix de 9 croissants et le prix de 6 croissants, et où l'on demande le prix de 15 croissants, de 21 croissants. Ce type d'exercice, pourtant présent dans certains items de l'évaluation nationale à l'entrée en 6<sup>e</sup>, est encore sous-exploité dans l'enseignement à ce niveau.
- Celle de la procédure 2 mettant en œuvre l'homogénéité est limitée lorsque l'on considère comme première grandeur une grandeur discrète (dont les mesures s'expriment à l'aide de nombres entiers) : en effet, on privilégie ainsi l'emploi de la procédure 3 de retour à l'unité. On retiendra donc qu'il faudra lui préférer une grandeur «continue», dont les mesures peuvent être n'importe quel nombre (longueurs, aires, angles, volumes, etc.).

D'autre part, du point de vue des dimensions des grandeurs en présence, nous avons vu plus haut que, si les deux grandeurs ne sont pas de même espèce, les procédures de type «fonction», notamment au moment du calcul du coefficient de proportionnalité, mettent en jeu des «grandeurs-quotients», au moins en ce qui concerne l'unité dans laquelle ce coefficient est exprimé. Or ces questions, compte tenu de leur complexité conceptuelle, ne sont vraiment abordées qu'au niveau 4<sup>e</sup>-3<sup>e</sup>. Ainsi, en 4<sup>e</sup>, l'utilisation de l'égalité « $d = v \cdot t$ » pour des calculs de distances parcourues, des durées de parcours, mais aussi de vitesses est une compétence exigible ; les changements d'unités de vitesse (mètre par seconde et kilomètre par heure) constituent également des compétences exigibles. Pour installer les procédures «fonction», il conviendra donc de ne pas abuser de ces situations au début du collège, et de faire porter davantage l'accent sur des grandeurs proportionnelles de même espèce : c'est d'ailleurs ce que prévoient les programmes (application d'un pourcentage à des tarifs, à des effectifs de population, changements d'unités, échelles, etc., en 6<sup>e</sup>).

En revanche, on pourra utiliser des grandeurs proportionnelles d'espèces différentes pour étudier les procédures de type «scalaire». Là encore, c'est ce que prévoit le programme : en classe de 5<sup>e</sup>, une compétence exigible consiste à «reconnaître un mouvement uniforme à la proportionnalité entre la durée de parcours et la distance parcourue, et à utiliser cette proportionnalité». Pour cela, on pourra évoquer le mouvement d'un véhicule «se déplaçant de manière régulière» – pour ne pas employer le mot «vitesse» –, parcourant tant de kilomètres en tant de minutes, et demander de calculer des durées de parcours et des distances parcourues, en veillant à ce que les procédures «scalaires» permettent de trouver les résultats, la procédure «fonction» étant difficile à mettre en œuvre (la mesure de la vitesse avec les unités en jeu étant par un exemple un rationnel).

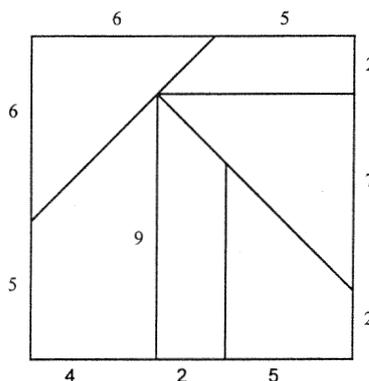
**1-4. Proposition d'une situation**

Conformément aux principes évoqués dans l'introduction (paragraphe I), il nous reste à évoquer une situation d'enseignement relative aux questions de proportionnalité, c'est-à-dire une situation-problème dont les élèves vont personnellement pouvoir et vouloir se saisir, qui laisse une large place à leurs conceptions, leur donnant une rétroaction possible sur leurs productions, et au cours de laquelle le professeur va pouvoir institutionnaliser des éléments de savoir figurant au programme.

Cette situation, due à Guy Brousseau, et connue sous le nom du «**puzzle de Brousseau**», est à la fois célèbre (on la retrouve telle quelle ou modifiée dans de nombreux livres et dans des contextes d'utilisation très divers) et mal connue en ce qui concerne son utilisation en classe : une condition essentielle pour sa réussite en classe est que le professeur n'intervienne pas pendant les premières phases, ce qui n'est pas habituel car, dans les situations d'enseignement les plus courantes, il intervient très rapidement et souvent très fortement pour faire disparaître les productions non conformes à son attente. Par ailleurs, il faut reconnaître qu'elle est difficile pour des élèves de 6<sup>e</sup>, et même encore pour certains élèves de 5<sup>e</sup>.

Voici le fameux puzzle tel qu'il apparaît dans la publication originale de Guy Brousseau<sup>16</sup>.

16. Voir le numéro 2.1 de la revue Recherches en didactique des mathématiques, *La pensée sauvage*, pages 69 et suivantes, 1981.



- **La consigne est simple** : les élèves étant en groupes de 4 ou 5, il s'agit d'agrandir ce puzzle de manière que le segment qui mesure 4 cm sur le puzzle original mesure 7 cm sur le puzzle agrandi. Chaque membre du groupe agrandit une pièce différente d'un ensemble de 4 ou 5 pièces voisines.

**Remarque :**

Certains élèves déclarent alors d'emblée que ce n'est pas possible. On peut alors utiliser un rétroprojecteur et, en déplaçant ce dernier par rapport à l'écran, montrer que l'on peut agrandir le puzzle «comme l'on veut».

• **Que font alors les élèves ?**

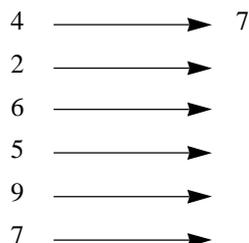
Majoritairement, ils ajoutent 3 cm à chacune des dimensions, mettant ainsi en œuvre un «théorème en acte» généré par une conception très couramment présente qui va ici se constituer en obstacle : pour agrandir «en conservant les formes», il faut ajouter la même longueur à chacune des dimensions.

La force principale de la situation réside dans le fait qu'elle rend inutile toute intervention du professeur pour que les élèves comprennent que cette stratégie échoue : ils le constatent eux-mêmes, en voyant que les différentes pièces construites ne se «recoltent» pas bien, empiétant l'une sur l'autre ou laissant des vides. Au-delà de cette situation, il est essentiel que le professeur donne l'habitude à ses élèves de chercher leurs solutions, plutôt que de les inviter à interpréter les indices qu'il pourrait leur donner. Il doit rester neutre sur le plan des connaissances, se contentant de soutenir les élèves sur le plan affectif.

**D'autres stratégies d'élèves** peuvent cependant apparaître. Il peut arriver que certains rectifient leurs pièces pour obtenir un bon raccordement, ou dessinent un grand carré et le découpent ensuite : les raccordements sont alors impeccables. Lorsque ceci se produit, le professeur peut utiliser les particularités de certaines des dimensions sur le puzzle original : par exemple, il y a deux pièces ayant pour mesure 2, une autre ayant pour mesure 4, une troisième ayant pour mesure 6. En assemblant convenablement ces pièces, le professeur peut mettre en évidence les relations entre ces mesures ( $2 + 2 = 4$  ;  $4 + 2 = 6$ ), et inviter les élèves à faire le même assemblage avec les pièces de leur puzzle agrandi : leur subterfuge est alors mis à jour. La complexité du puzzle permet ainsi de fabriquer, lors de cette phase manipulative, plusieurs groupements de pièces suggérant de mettre en œuvre les propriétés d'additivité et d'homogénéité qui, rappelons-le, sont plus disponibles chez les élèves que celles liées au coefficient de proportionnalité.

Le professeur peut également employer ce procédé pour aider les élèves qui n'arrivent pas à produire d'autres stratégies que celle du «modèle additif».

Lorsque les élèves admettent qu'il doit y avoir une autre loi et se mettent à la chercher, les choses vont beaucoup plus vite, surtout si l'un d'eux dispose les mesures dans un tableau :



Le professeur peut lui-même demander aux élèves de préparer leurs calculs, en leur proposant de construire un tel tableau, éventuellement accompagné d'opérateurs :

Ancienne longueur (mesure en cm)	Nouvelle longueur (mesure en cm)
4	7
2	3,5
6	
5	
10	

*Note: The original image includes arrows and a ': 2' operator indicating a doubling operation from the original to the new measurements.*

À un moment donné, le professeur leur suggère de considérer 10 comme nombre dans la première colonne. Malgré le fait que cette mesure n'apparaisse pas dans le puzzle original, cette idée n'est pas contestée, comme si, dès que le «modèle additif» est rejeté, ces nouvelles techniques s'imposaient. Cela fournit l'occasion de travailler avec les élèves les propriétés d'additivité et d'homogénéité.

Avant d'arriver au coefficient de proportionnalité, il va se passer beaucoup de choses<sup>17</sup>.

- Par exemple, dans l'optique des nouveaux programmes de collège, on va travailler la résolution de petites équations simples telles que :  $8 \times \dots = 7$ .
- Puis le professeur va faire travailler d'autres tableaux, sans aucun travail réel sur des **puzzles**, comme celui figurant page suivante :

*17. La suite de l'exploitation en classe de la situation doit beaucoup à Claude Landré, professeur de collège à Olivet, qui a une grande expérience à ce sujet.*

Ancienne longueur (mesure en cm)	Nouvelle longueur (mesure en cm)
12	15
6	
18	
1,8	
19,8	
25,8	

Le but est de favoriser l'algorithmisation des procédures en rendant impossible le recours expérimental et concret à un véritable puzzle : ce volontaire abandon d'une «partie du sens» de la situation d'origine est nécessaire à l'activité mathématique.

- Puis le professeur ordonne les nombres de la première colonne du tableau de la situation initiale. Les élèves voient alors apparaître l'opérateur « $\times 1,75$ », permettant de passer de la première colonne à la deuxième.
- Pendant quelque temps, le professeur passe à d'autres activités, laissant un temps de maturation sur ce qui vient d'être fait.
- Lors de la reprise de ce thème, le professeur pourra reprendre le tableau passant de 12 à 15 évoqué ci-dessus, et utiliser les nombres de la première colonne comme variable didactique pour faire émerger l'intérêt de la procédure «fonction» ; par exemple, il demande aux élèves de trouver la longueur correspondant à une ancienne longueur de 27,7 cm. Le choix de 27,7 rend peu pertinentes les procédures «scalaires», et montre tout l'intérêt de la nouvelle procédure, utilisant le coefficient de proportionnalité.
- À la fin, on écrit dans le cahier les différentes procédures évoquées précédemment, en utilisant les outils sémiotiques utilisés précédemment, et notamment les tableaux avec opérateurs fléchés.
- Il conviendra ensuite d'aborder d'autres situations relevant de la **proportionnalité faisant intervenir d'autres contextes**, qui permettront de montrer que ces mêmes outils sémiotiques et les mêmes procédures peuvent être mobilisés pour traiter les problèmes.

## 2. Thème 2 : vers la symétrie centrale

### 2-1. Le dispositif expérimental choisi

En classe de 6<sup>e</sup>, une première transformation, la symétrie axiale, a été enseignée.

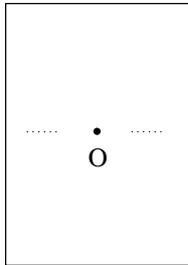
De la même façon que l'on a pu faire découvrir à l'élève la symétrie d'une figure par rapport à un axe, grâce au dispositif expérimental du pliage ou du calque, il convient, en classe de 5<sup>e</sup>, de mettre au point un nouveau dispositif expérimental qui va permettre de mettre les élèves en rapport avec la symétrie centrale.

En effet, conformément à ce qui a été rappelé au paragraphe 1-2. du I, l'approche des transformations géométriques souhaitée par les programmes repose sur un travail expérimental : «*Dans un premier temps, l'effort portera sur un travail expérimental (pliage pour la symétrie axiale, calque pour le demi-tour), permettant d'obtenir un inventaire abondant de figures simples. [...]*». Il appartient donc au professeur d'élaborer un procédé expérimental qui permette d'obtenir «d'un seul coup» le symétrique d'une figure par rapport à un point.

Plusieurs dispositifs expérimentaux sont possibles pour réaliser un demi-tour ; l'un d'eux, utilisant un transparent sur lequel on reproduit la figure, a été utilisé dans un travail de recherche par Régis Rivoire<sup>18</sup>.

Dans les séances qui ont été expérimentées<sup>19</sup>, le dispositif utilisé repose sur l'emploi du papier calque. Il nécessite le **matériel** suivant :

- une feuille de papier calque ;
- des feuilles de papier (ou de carton souple) sur lesquelles sont déjà dessinées des figures (les figures «mères»), ainsi qu'un point O, centre de la symétrie, et des repères transversaux (voir la figure ci-dessous), que nous appellerons dans la suite des «fiches de travail» ;
- un support de travail en bois, permettant d'enfoncer une punaise ;
- une punaise ;
- un crayon à papier, type HB.



Le **processus expérimental** est le suivant :

- l'élève pose sa fiche de travail sur le support en bois et la recouvre de la feuille calque ;
- il positionne les deux parfaitement ;
- il reporte sur le calque les repères transversaux et le point O ;
- il reproduit sur le calque la figure de la fiche de travail ;
- il retourne le calque et repasse l'envers de la figure avec le crayon gras ;
- il repositionne le calque et fixe la punaise ;
- il fait pivoter le calque de 180° en superposant correctement les repères ;
- il repasse la figure sur le calque ;
- il enlève le calque : il reste sur la fiche l'empreinte du symétrique de la figure que nous appellerons la «figure fille».

18. Voir l'article intitulé «Symétrie centrale : évolution des procédures d'élèves dans un contexte demi-tour» dans le numéro 21 de la revue *Petit x*, pp. 5 à 28, 1989.

19. Travail conduit par David Dehame, instituteur spécialisé à l'EREA de Calais.

## 2-2. De l'emploi du dispositif expérimental à l'identification et la formulation des propriétés de la transformation

La citation des programmes de 5<sup>e</sup> évoquée au paragraphe précédent se poursuit ainsi : «*Les propriétés conservées par symétrie centrale seront ainsi progressivement dégagées, en comparant avec la symétrie axiale.*» Nous allons examiner maintenant les problèmes d'enseignement qui surviennent à cette étape. Deux questions se posent à l'enseignant :

- Quelles sont les propriétés dont l'institutionnalisation est visée ?
- Quels types de tâches (à destination des élèves) choisir pour les amener à identifier les propriétés en question ?

La logique des contenus voudrait que l'on réponde d'abord à la première question, ce que les programmes font partiellement et d'une manière suffisante pour que nous puissions concentrer notre attention sur la deuxième.

### 2-2.1 Quels types de tâches pour les élèves ?

On aura compris que, dans un premier temps, les élèves sont mis en rapport avec le dispositif expérimental choisi. Pour qu'ils se familiarisent aussi bien avec le matériel qu'avec le procédé, on leur donne quelques «figures simples» sur lesquelles ils sont invités à faire agir le dispositif expérimental de demi-tour. Ces figures peuvent ne pas être des figures habituelles de la géométrie et être empruntées à des domaines tels que le dessin (logos divers), la bande dessinée, etc. L'essentiel est que les élèves puissent aisément voir l'effet global du demi-tour expérimental sur une telle figure. Ce premier temps ne pose guère de problème.

Une fois que la maîtrise du dispositif expérimental par les élèves est assurée, on va leur proposer des figures plus «géométriques», dans le but d'identifier des propriétés de la

transformation simulée par ce dispositif expérimental, transformation qui est elle aussi «géométrique», et dont les propriétés vont mettre en jeu des objets de la géométrie (points, droites, demi-droites, segments, angles, cercles). Deux possibilités s'offrent alors au professeur.

### **Choix n°1 : proposer aux élèves de constater les propriétés**

L'idée est la suivante : le professeur sélectionne une figure géométrique suffisamment dépouillée pour que l'élève, une fois qu'il a fait agir sur cette dernière le dispositif expérimental de demi-tour, puisse **constater** qu'une propriété bien précise a été conservée dans le passage de la figure «mère» à la figure «filie». Il y a donc une dialectique forte entre la figure mère choisie et la propriété à constater, et l'hypothèse sous-jacente à cette mise en œuvre didactique est la suivante : si le professeur choisit bien sa figure, les élèves doivent voir la propriété et leur seule difficulté concernera la formulation, la mise en mots, de cette dernière.

### **Choix n° 2 : problématiser les propriétés**

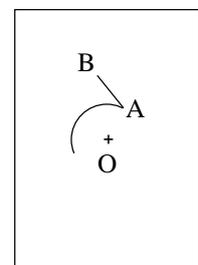
Contrairement au choix n° 1, il s'agit cette fois-ci de mettre les élèves dans une situation où ils n'auront plus à leur disposition le dispositif expérimental : le professeur va leur demander, sans y avoir recours, de dessiner la figure que l'on aurait obtenue si on l'avait utilisé. Pour cela, l'élève va devoir décider de faire certains gestes, d'utiliser certains instruments (de tracé, de mesure), décisions qui sont prises en s'appuyant sur des propriétés que l'on cherche à lui faire utiliser et formuler. L'hypothèse, on l'aura reconnue, est une de celles évoquées dans la description du modèle «constructiviste» : c'est en agissant que l'élève construit ses connaissances. Le dispositif expérimental n'est pas pour autant rejeté : il va servir à l'élève pour valider (ou invalider) ses productions ; il va constituer un moyen de rétroaction sur les procédures utilisées, qui va lui permettre de constater que certaines sont fausses et reposent donc sur des connaissances qui se sont constituées en obstacle (par exemple, l'élève généralise à la symétrie centrale des propriétés de la symétrie axiale, etc.)<sup>20</sup>.

Enfin, c'est après avoir engagé des connaissances (dont certaines se sont révélées fausses) que l'on peut demander aux élèves, avec quelques chances de succès, de décrire le procédé qu'ils ont utilisé. Cette description risque d'être très contextualisée : il est probable qu'elle ne prendra en compte que la figure précise que l'élève avait à tracer. En d'autres termes, elle va sans doute davantage concerner le «dessin» que la «figure», le trait que le segment ou la droite, et peut-être faire allusion, au bord de la feuille, à la situation de la figure dans la feuille, considérations dont le géomètre qu'est le professeur sait bien qu'elles sont «hors sujet». C'est la raison pour laquelle nous avons insisté, dans l'introduction (paragraphe I), sur les différentes étapes (action, formulation, validation) dans lesquelles le professeur peut demander à ses élèves d'engager des connaissances. Les deux dernières, qui sont trop souvent sous la responsabilité exclusive du professeur, nous paraissent essentielles, en particulier pour des élèves en difficulté.

On mesure alors mieux la difficulté de la tâche proposée à l'élève dans la perspective du choix n° 1, et on comprend que le professeur doive dans ce cas intervenir beaucoup lui-même pour obtenir des formulations qui lui conviennent. Ce choix n'est efficace qu'avec des élèves qui sont capables d'anticiper, de se poser seuls des questions. Voici, par exemple, une situation proposée dans une classe de 1<sup>re</sup> année de cycle central, bâtie dans le cadre de ce choix n° 1 :

*On s'arrange pour que l'arc de cercle ait pour centre O. Ainsi, à l'aide du dispositif expérimental, les élèves vont observer deux arcs «opposés» du même cercle et, compte tenu de l'importance de ceux-ci, l'idée de les faire se rejoindre poindra assez rapidement. Le seul point étant O, ils s'en serviront comme centre du cercle.*

*Maintenant, nommons le segment de droite [AB], et [A'B'] son image. Les élèves vont dégager que le point A et son image sont*



20. Plusieurs recherches ont été conduites en se plaçant dans ce cadre du choix n° 2 : les travaux de Régis Rivoire, évoqués plus haut, ainsi que ceux conduits à l'INRP (Apprentissages mathématiques en classe de 6<sup>e</sup>, Hatier, 1991, pour la symétrie axiale et Apprentissages mathématiques en 5<sup>e</sup>, INRP, 1993, pour la symétrie centrale).

*sur un même cercle et qu'ils forment un diamètre de ce cercle. Il restera à utiliser le même procédé pour l'autre extrémité B.*

Si maintenant, on propose aux élèves de trouver l'image d'un segment de droite, sans passer par le dispositif expérimental, on peut espérer que les élèves vont tracer les cercles, les diamètres et ainsi déterminer les images respectives des deux points.

S'ils réussissent, ils auront donc, après la phase expérimentale, **dégagé une procédure de construction du symétrique d'un point par une symétrie centrale**. Par la suite, on peut penser que les élèves vont plus ou moins rapidement prendre le raccourci qui consiste à ne plus tracer les cercles, à tracer les droites passant par le centre de symétrie et à reporter les longueurs. Ils auront alors affiné la 1<sup>re</sup> procédure de construction du symétrique d'un point par une symétrie centrale, pour s'en construire une seconde (qui est la procédure standard).

On remarquera la présence – à un moment plus tardif que dans le choix n° 2 – d'une étape où les élèves doivent construire une image sans avoir recours au dispositif expérimental.

Terminons ce paragraphe en donnant quelques précisions sur les tâches que l'on peut proposer aux élèves dans le cadre du choix n° 2<sup>1</sup>.

Après la phase de familiarisation des élèves avec le dispositif expérimental, on peut leur proposer les tâches suivantes :

- Sans utiliser le dispositif expérimental, **dessiner à main levée** la figure que l'on aurait obtenue avec son aide pour un choix de figures «mères», qui sont du même type que dans la phase précédente. Le dispositif expérimental est utilisé après que le dessin à main levée a été fait, pour valider ou invalider les productions. S'il n'a pas réussi, l'élève peut recommencer. Dans le même ordre d'idée, on peut lui demander de détecter des erreurs dans des tracés déjà effectués et de les corriger. Le but est de lui faire percevoir des propriétés «qualitatives» de la transformation (questions d'orientation, de position par rapport au centre, etc.) qui sont très utiles pour la description globale de la figure «fille», même si ces propriétés ne sont pas toutes formalisables au niveau du collège.
- Toujours sans le dispositif expérimental, **dessiner de la manière la plus exacte possible** la figure que l'on aurait obtenue avec son aide. Cette fois-ci, les élèves sont invités à utiliser certains instruments de tracé et de dessin, dont la liste leur est clairement précisée. Quant à la **figure «mère»** choisie, elle est **suffisamment complexe** pour que les propriétés visées soient utiles pour obtenir le tracé de la figure «fille». On peut demander aux élèves de numérotter les étapes de leur construction, de laisser apparents leurs traits de construction, et éventuellement de décrire par écrit certaines de ces étapes.
- La dernière phase concerne la formulation des propriétés utilisées. Nous l'aborderons à la fin du paragraphe suivant.

*21. Pour plus de détails, nous renvoyons aux articles et ouvrages évoqués à la note précédente.*

### **2-2.2 L'identification précise des propriétés**

À ce sujet, le programme précise, dans sa colonne réservée aux commentaires :

- «Ces travaux conduiront à :*
- la construction de l'image d'un point, d'une figure simple ;*
  - la mise en évidence de la conservation des distances, de l'alignement, des angles et des aires, et l'étude d'exemples d'utilisation de ces propriétés ;*
  - l'énoncé et l'utilisation de propriétés caractéristiques du parallélogramme (on veillera à toujours formuler ces propriétés à l'aide de deux énoncés séparés) ;*
  - la caractérisation angulaire du parallélisme.»*

En ce qui concerne les compétences exigibles, elles sont les suivantes :

*«Construire le symétrique d'un point, d'un segment, d'une droite, d'une demi-droite, d'un cercle.*

*Connaître une définition du parallélogramme et des propriétés relatives aux côtés, aux*

*diagonales et aux angles. Relier les propriétés du parallélogramme à celles de la symétrie centrale.*

*Connaître et utiliser les propriétés relatives aux angles formés par deux parallèles et une sécante (en commentaires, on précise à ce sujet que l'on pourra utiliser également le vocabulaire suivant : angles opposés par le sommet, alternes - internes, correspondants).»*

Comme d'habitude, le texte du programme ne fixe pas dans le détail la liste des propriétés à institutionnaliser. Il appartient donc à ceux qui élaboreront des réalisations de ces programmes (auteurs de manuels, professeurs) de l'arrêter et, pour chacune des propriétés, de préciser l'énoncé qui en rend compte (parmi de nombreuses formulations possibles). En voici un exemple<sup>22</sup>, pour lequel nous ne citons que les propriétés figurant dans le premier chapitre consacré à ce thème (qui en comporte trois) :

22. Énoncés pris dans le manuel de 5<sup>e</sup> des éditions Hatier (1997), collection «Triangle».

*«Une symétrie centrale est un «demi-tour» autour d'un point appelé centre de symétrie. Le centre de symétrie est le milieu de tout segment reliant un point et son symétrique. Le symétrique du point A par rapport au point O est le point A' tel que O soit le milieu de [AA'].*

*Le symétrique du polygone ABCD par rapport au point O est le polygone A'B'C'D' (une figure illustre ce dernier énoncé, puis on passe aux propriétés).*

- a) Si deux droites sont symétriques par rapport à un point, alors elles sont parallèles.*
- b) Si deux segments sont symétriques par rapport à un point, alors ils ont même longueur.*
- c) Si deux angles sont symétriques par rapport à un point, alors ils ont même mesure.*
- d) Si deux figures sont symétriques par rapport à un point, alors elles ont la même aire (chacune des propriétés est illustrée par une figure).»*

Précisons que, dans la suite de ce paragraphe, nous n'examinerons que les problèmes d'enseignement posés par le dégagement des premières propriétés évoquées dans le manuel que nous venons de citer (définition et propriétés «de base» de la transformation). Nous aborderons plus brièvement les propriétés en relation avec le parallélogramme et les questions angulaires dans le paragraphe 2-3.

Si on adopte le choix n° 2 évoqué au paragraphe précédent, les élèves ont utilisé «en actes» les propriétés en question. Pourvu que le professeur ait introduit le vocabulaire minimum (symétrie centrale, centre de cette symétrie, figure symétrique d'une autre par rapport à un point), ils sont prêts à énoncer sous forme de règles d'action les propriétés en question : «Pour tracer le symétrique d'un point, on trace le segment joignant ce point au centre de la symétrie, on le prolonge du côté de ce centre d'une longueur égale : son extrémité est le symétrique du point» ; «Pour tracer le symétrique d'un segment, on trace les symétriques de ses extrémités et on les joint» ; «Pour tracer le symétrique d'une droite, on fait pareil, en prolongeant des deux côtés», etc.

On est encore fort loin des formulations que l'on trouve classiquement dans les livres, et ce n'est guère étonnant. Les figures géométriques sur lesquelles on fait agir le dispositif expérimental ne comportent aucun objet «illimité» tel que les droites et demi-droites : ces dernières sont dessinées sous forme de «traits droits sur la feuille». Seuls les élèves qui savent faire la différence entre dessin et figure (cette dernière représentant des objets de la théorie géométrique, objets qui sont définis par des propriétés et des relations avec d'autres objets, et non pas par leur «aspect») vont faire d'emblée la différence entre un trait et l'objet géométrique qu'il représente (et qui peut être aussi bien un segment, qu'une droite ou une demi-droite). C'est pourtant l'un des enjeux de la formulation des propriétés. Les «bons» objets de la géométrie sont les droites et non pas les segments : comment peut-on définir des «segments parallèles» sans faire allusion aux droites qui en sont les supports ? Si aucune formulation n'évoque les droites ou demi-droites, le professeur devra y pourvoir.

Pour que ces propriétés puissent être utilisées, il convient, comme pour les questions de proportionnalité, de doter les élèves d'instruments sémiotiques adaptés. La désignation des objets et notamment des points par des lettres apporte, à ce sujet, un confort appréciable. La prise en compte de la symétrie peut se faire à l'aide d'un petit dispositif qui joue un rôle analogue à celui du tableau avec opérateurs pour la proportionnalité. Il est (peu) connu sous le nom de «table de la symétrie». Ainsi, si E, F et G sont les symétriques respectifs de A, B et C, par la symétrie de centre O, on peut dresser la table suivante :

a pour symétrique	A	B	C	segment [AC]	droite (BC)	angle BAC	cercle (A, AB)	demi-droite d'origine A, passant par B
	E	F	G	segment [EG]	droite (FG)	angle FEG	cercle (E,EF)	demi-droite d'origine E, passant par F

Les propriétés de la symétrie centrale permettent de compléter toutes les colonnes à l'aide des trois premières.

### 2-3. Le réinvestissement

Il serait regrettable que le fait d'avoir insisté, dans ce qui précède, sur l'introduction de l'objet «symétrie centrale» soit interprété comme une incitation à n'aborder, avec des élèves de SEGPA, que cette étape de l'étude de cette transformation. En effet, c'est en mettant au travail ces propriétés si chèrement dégagées qu'ils pourront comprendre la portée et l'efficacité de ces dernières. Deux exemples importants sont prévus par les programmes :

- le lien entre la symétrie centrale et les propriétés du parallélogramme ;
- les questions angulaires et la symétrie centrale.

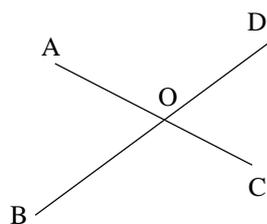
Nous allons illustrer brièvement chacun d'eux, en utilisant un langage et des formulations à l'intention du professeur.

#### Lien entre la symétrie centrale et le parallélogramme

On dispose de la définition suivante d'un **parallélogramme** : **quadrilatère dont les côtés opposés sont parallèles deux à deux.**

Considérons un quadrilatère ABCD, dont les diagonales (AC) et (BD) ont le même milieu O. La table de la symétrie par rapport à O est facile à établir pour ses quatre premières colonnes, d'où l'on déduit immédiatement les deux suivantes :

a pour symétrique	A	B	C	D	droite (AB)	droite (AD)
	C	D	A	B	droite (CD)	droite (CB)



Or, une droite, par symétrie centrale, est transformée en une droite parallèle. Il en résulte que les droites (AB) et (CD) sont parallèles, ainsi que les droites (AC) et (BD), et donc, le quadrilatère est un parallélogramme. Nous venons d'établir le théorème :

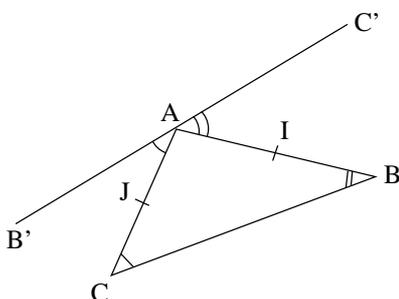
**Si un quadrilatère a des diagonales qui se coupent en leur milieu, ce quadrilatère est un parallélogramme.**

On peut continuer la table de la symétrie ainsi :

a pour symétrique	A	B	C	D	segment [AB]	segment [AD]	angle BAD	angle ABC	triangle ABC
	C	D	A	B	segment [CD]	segment [CB]	angle DCB	angle CDA	triangle CDA

Des propriétés de la symétrie centrale, on peut en déduire que, dans un tel quadrilatère, les côtés opposés (qui sont symétriques) sont de même longueur et que les angles opposés (qui sont symétriques) ont même mesure. Enfin, les triangles ABC et ACD étant symétriques, ils ont même aire : ceci permet de légitimer la formule donnant l'aire d'un triangle à partir de celle donnant l'aire d'un parallélogramme, en expliquant la présence du coefficient  $\frac{1}{2}$  (ou de la division par 2).

### *Lien entre la symétrie centrale et les questions angulaires*



*Par la symétrie de centre I, milieu de (AB), C a pour image C', point de la parallèle à (BC) passant par A. Par cette symétrie, l'angle ABC a pour image l'angle BAC' : ils ont donc la même mesure.*

*Par la symétrie de centre J, milieu de (AC), B a pour image B', point de la parallèle à (BC) passant par A. Par cette symétrie, l'angle ACB a pour image l'angle CAB' : ils ont donc la même mesure.*

*La somme des mesures des trois angles du triangle ABC est donc égale à la somme des mesures des angles CAB', CAB et BAC, qui est égale à  $180^\circ$ .*

*Ainsi, la somme des mesures des angles de n'importe quel triangle est égale à  $180^\circ$ .*

Il serait dommage de priver les élèves de la preuve d'une connaissance de base de la géométrie élémentaire, connaissance qui, d'une part, est une source intéressante d'exercices, et qui, d'autre part, doit faire partie du bagage culturel de tout citoyen.

---

### **Bibliographie relative au thème «proportionnalité»**

Texte de la COPREM (Commission permanente de réflexion sur l'enseignement des mathématiques) : *La Proportionnalité - Le calcul numérique*, CRDP de Strasbourg, 1987.

- Équipe Ermel, Colomb J., dir., Pressiat A., *Apprentissages mathématiques en 6<sup>e</sup>*, Paris, Hatier, 1991.

- Boisnard D., Houdebine J., Julo J., Kerboeuf M.-P., Merry M., *La Proportionnalité et ses problèmes*, Paris, Hachette, 1994.

- Équipe Ermel, *Ermel CMI*, Paris, Hatier, 1997.

# **I. Orientations générales**

L'objet du présent document est d'aider les enseignants intervenant en SEGPA, en tenant compte tant des finalités de ces sections que du public scolaire qu'elles accueillent. Ce document n'aborde pas la totalité des activités prévues par les programmes ; le choix des activités illustrées par les différentes fiches a été fait dans le but d'éclairer les professeurs sur une approche adaptée à des élèves dont le parcours antérieur a souvent été chaotique.

Les idées directrices du programme du cycle central (*BO n° 1* du 12 février 1997) restent pertinentes. Toutefois, dans les SEGPA, l'enseignement de physique-chimie s'inscrit dans le projet global de formation de la SEGPA et vise essentiellement à mettre à la disposition d'autres disciplines des notions (technologie, SVT) et des attitudes (mathématiques) qui leur sont nécessaires. Cet enseignement contribue aussi à l'éducation à la citoyenneté et à l'acquisition de la langue comme moyen de communication.

## **1. Organisation matérielle**

L'élève qui reçoit un enseignement adapté est un collégien, les séances de physique-chimie ont donc lieu dans les salles spécialisées de sciences physiques du collège ; à l'instar des autres élèves du cycle central, les élèves de SEGPA utilisent la totalité de l'équipement disponible dans le cadre d'un enseignement expérimental destiné à tous.

## **2. Organisation pédagogique**

### **Les enseignants**

Les professeurs de physique-chimie peuvent être sollicités pour assurer cet enseignement en SEGPA. L'investissement pédagogique, la nécessaire continuité de l'action pédagogique dans le temps, l'intégration des professeurs dans l'équipe des enseignants spécialisés amènent à énoncer quelques recommandations à l'attention des chefs d'établissements :

- éviter de confier cet enseignement uniquement à des débutants, et si possible le confier à des professeurs expérimentés ;
- éviter absolument les services complets en SEGPA pour un enseignant de physique-chimie ;
- faire participer le professeur de physique-chimie à quelques-unes des réunions-bilans de l'équipe d'enseignants spécialisés.

### **Les horaires**

Dans le cadre de la grille horaire proposée par la circulaire n° 96-167 du 20 juin 1996, l'enseignement de la physique et de la chimie s'inscrit dans les minimum et les maximum de l'horaire maths-sciences.

### **Les effectifs**

Si le travail en groupe peut être envisagé pour imaginer ou tirer collectivement le bilan d'une expérience, en revanche la manipulation proprement dite gagnera à être, soit individuelle (en chimie, par exemple), soit en binôme (en physique) ; des effectifs restreints sont donc indispensables pour des raisons évidentes de sécurité.

### **Le programme**

Les programmes de physique-chimie sont ceux du cycle central du collège. Cependant, pour tenir compte de la diversité des acquis antérieurs ainsi que de la finalité professionnelle de ces sections, ce document propose un niveau d'exigence (compétences attendues) adapté (cf. §3) en attribuant à chaque compétence du programme un nombre d'étoiles, fonction de son importance dans la formation :

- \*\*\* Compétences fondamentales, associées à des savoirs ou savoir-faire fondamentaux.
- \*\* Compétences de savoir-faire pour la plupart ; elles nécessitent la mobilisation d'un ensemble d'acquis pour être mises en œuvre. Elles permettent à l'élève de SEGPA de se faire une première représentation cohérente de son environnement.
- \* Même si elles sont importantes pour le physicien, ces compétences mettent en jeu des mécanismes qui présentent souvent pour les élèves de SEGPA des difficultés ; on ne renoncera pas à présenter les notions et contenus liés mais leur évaluation devra être très mesurée.

Certaines notions ou activités du programme ne comportent pas de compétences en regard ; les activités correspondantes seront conduites en classe, mais les notions seront exclues du champ de l'évaluation (ce qui n'exclut pas l'évaluation de l'activité en tant que telle).

Les commentaires du programme de physique-chimie du cycle central des collèges peuvent tout à fait être repris pour l'enseignement en SEGPA.

### **Approches pédagogiques**

Les approches pédagogiques doivent être variées ; si les activités expérimentales sont privilégiées, toutes les formes habituelles (cours, exercices, activités documentaires, etc.) peuvent être utilisées dans la mesure où elles sont centrées sur la mise en activité des élèves.

Dans chacune des activités envisagées, le passage par la formulation orale est obligatoire, notamment pour l'exploitation des consignes de sécurité et des résultats. Les traces écrites seront réduites et ne donneront lieu à production individuelle qu'après avoir été conçues collectivement.

L'outil informatique utilisé en acquisition de données ou en outil de bureau peut fournir des approches.

## **3. L'éducation à la citoyenneté**

Les programmes du cycle central du collège repèrent un certain nombre de notions liées à l'éducation à la citoyenneté ; mais plus généralement le respect du matériel, le respect de la consigne, le respect de l'environnement, la sauvegarde de la santé, l'écoute des autres, la gestion de la prise de parole sont des éléments de cette éducation qui seront un souci constant du professeur de physique-chimie de SEGPA.

## **4. La contribution à la maîtrise de la langue**

La lecture et l'écriture sont encore pour beaucoup des tâches laborieuses. Leur apprentissage doit se poursuivre systématiquement et à tous les instants. Il est fort utile de travailler en liaison étroite avec l'instituteur, en particulier sur les écrits scientifiques.

### Leur forme et contenu

Avant de produire des écrits spécifiques, comme des comptes rendus d'expériences par exemple, il convient que les élèves s'en imprègnent par des lectures suivies, pour en dégager les caractères distinctifs.

On ne peut demander aux élèves de rédiger un compte rendu d'expérience complet. En revanche, il est souhaitable de travailler les différentes étapes du compte rendu à tour de rôle (manipulations, constatations, conclusions) à l'aide d'exercices divers et variés.

#### Il convient :

- d'être vigilant sur les critères de lisibilité des documents présentés aux élèves (clarté, longueur, syntaxe, vocabulaire adaptés, etc.) ;
- d'établir des aides méthodologiques et/ou des fiches d'autocorrection ;
- de travailler sur les comptes rendus d'expériences :
  - *oralement,*
  - *à travers des exercices à trous,*
  - *en complétant des légendes,*
  - *en remettant le texte en ordre,*
  - *en associant les textes aux dessins.*

### Le registre de langue

Ces élèves ont souvent un niveau de langage assez faible et limité. En partant de cette réalité, on visera la compréhension du vocabulaire scientifique ; en apprenant à l'utiliser, les élèves progresseront de façon générale dans la maîtrise de la langue française.

#### Suggestions :

- Lister et écrire les mots nouveaux sur un répertoire peut être une aide efficace.
- Créer des jeux d'associations (photo/mot), de devinettes, charades ou rébus.
- Faire verbaliser sans cesse les actions des manipulations, le problème du jour ; l'hypothèse de travail permet d'intégrer et d'utiliser peu à peu ce vocabulaire particulier.

## 5. L'évaluation

Dans toutes les formes d'apprentissage, on évaluera les compétences retenues dans le programme. On évitera la dichotomie habituelle entre phase d'apprentissage et phase d'évaluation ; une permanence dans le temps étant nécessaire, l'évaluation a lieu pendant et à la fin de l'apprentissage.

Dans le domaine propre à la physique-chimie, l'évaluation portera, plus principalement, sur la compréhension, l'utilisation de la schématisation, l'habileté expérimentale (dans laquelle seront pris en compte le comportement et la capacité de travailler en groupe).

Dans un domaine plus transversal, les expressions écrites et orales contribuent à l'évaluation. Le test oral est à rechercher ; l'oral est un des supports de la communication en société, et apprendre à ne pas se couper la parole fait partie de l'éducation à la citoyenneté.

De façon générale, plus que le bilan sommatif, on s'attachera à évaluer les progrès des élèves.

## II. Recommandations et conseils

Les élèves ne commencent jamais une manipulation seuls (nécessité de vérifier).

Les consignes de sécurité feront l'objet d'un rappel constant et d'une approche active des élèves.

Le respect du matériel, aspect important de l'éducation à la citoyenneté, fera l'objet d'un traitement identique aux consignes de sécurité.

La qualité relationnelle des échanges dans les diverses situations de classe et d'apprentissage favorise l'implication des élèves dans les activités qui leur sont proposées.

- *Ne pas hésiter à réserver des plages de discussion/débat sur le cours/TP de sciences physiques afin de recueillir les avis des élèves.*
- *Prendre en compte l'évolution des évaluations plutôt que le positionnement à un instant T.*

Les élèves ont besoin de s'inscrire dans une dynamique de projets, successifs et modestement ambitieux, de faire face à des questions/problèmes simples et concrets pour se faire graduellement une idée des buts à atteindre.

- *Se positionner constamment dans leur zone de compréhension et dans des domaines assez pratiques.*

Les difficultés d'orientation et d'organisation spatio-temporelle sont souvent importantes et rendent nécessaire un travail par rapport à l'objectif de physique-chimie en général et par rapport aux enjeux de cet apprentissage du point de vue personnel et du point de vue de leur projet de formation.

- *Faire trouver dans des listes les types de travaux qui peuvent leur être demandés (parler des exigences à atteindre).*

**Le laboratoire et le matériel :** le nom et la fonction des objets d'un laboratoire doivent être explicités.

- *Visite guidée du laboratoire le jour de la rentrée avec l'instituteur référent, rappel des règles, etc., pour montrer l'insertion des sciences physiques dans l'équipe pédagogique.*
- *Faire verbaliser l'itinéraire, les jours et heures de cours (avant/après quoi ?), le nom des personnes du laboratoire, etc.*
- *Créer des jeux :*
  - *d'association : photo/nom/fonction.*
  - *de devinettes : Si j'ai besoin de... je cherche où ? Je m'adresse à qui ?*
- *Faire un plan du laboratoire (avec les noms).*

**Le classeur/cahier :** très vite, l'inorganisation peut s'installer. Trier, classer peut être une opération difficile pour certains. Un accompagnement rigoureux peut être nécessaire dès le départ.

- *Préparer l'organisation des cahiers sur le temps de classe.*
- *Classer, vérifier les documents à chaque séance.*

**La documentation :** le recensement et l'appropriation des différents lieux et objets documentaires sont nécessaires car les jeunes ont très peu d'autonomie en ce domaine.

- *Pour montrer la nécessité de mettre en ordre, réutiliser le cahier comme base documentaire.*

**La sécurité :** un rappel constant des consignes de sécurité et le respect de quelques règles de conduite à tenir est nécessaire.

- *Faire réaliser des affiches (un danger/ une affiche).*
- *Faire déterminer par les élèves où se situe le danger dans telle ou telle situation.*

**La réflexion et le traitement des problèmes :** afin d'optimiser leur réussite, il peut être judicieux de :

- *faire appel à l'ensemble de leur potentiel perceptif et à tous les canaux sensoriels (auditifs, visuels, kinesthésiques) ;*
- *faire verbaliser plusieurs fois l'objet de la recherche, du problème, de la tâche, pour intérioriser au mieux la situation :*
  - *faire systématiquement traduire les consignes en passant d'un mode d'expression à un autre (écrit/oral/mime) pour vérifier la compréhension ;*
  - *faire le point sur :*
    - ce qui est connu dans la tâche (recherche de constantes) ;*
    - ce qui est inconnu (matériel, savoir-faire, connaissances, etc.) ;*
- *faire établir les liens avec ce qui a déjà été travaillé (tout n'est pas nouveau).*

**Les concepts mathématiques :** certains élèves ont encore des lacunes importantes dans les domaines suivants : **sens des opérations, graphiques, conversions d'unités, proportionnalité et transformations de formules.** Des aides différenciées peuvent être nécessaires.

Pour éviter de bloquer sur ces obstacles, il peut être intéressant de discuter d'abord du qualitatif avant d'aborder le **quantitatif**, de transposer le problème dans un registre plus familier en utilisant des analogies (francs et/ou bonbons). On peut aussi lister les outils mathématiques nécessaires par niveau pour les remettre en mémoire au bon moment.

- *Graphiques : axes entièrement gradués pour les plus faibles, échelles données pour les moyens, liberté pour les meilleurs.*
- *Conversion d'unités : des affichettes sur les murs peuvent aider les plus faibles à retrouver des repères.*
- *Proportionnalité : se servir des sciences physiques pour continuer à construire ce concept très difficile pour les élèves.*
- *Transformation de formules : le principe du triangle peut s'avérer efficace.*

**Le travail personnel :** les élèves de SEGPA éprouvent des difficultés à apprendre leurs leçons et à travailler à la maison. Un travail méthodologique lors des études dirigées peut s'avérer fructueux. Cependant, il peut être judicieux de prendre à son compte quelques travaux de méthodologie et de réserver quelques minutes en début de séance à la révision des travaux précédents.

## III. Le programme

### 1. L'eau dans notre environnement (durée conseillée : 20 heures)

EXEMPLES D'ACTIVITÉS	CONTENUS-NOTIONS	COMPÉTENCES
<p><b>Où trouve-t-on de l'eau ? Quel rôle joue-t-elle dans notre environnement et dans notre alimentation ?</b></p> <p>Recherche documentaire :            - le «cycle de l'eau» sur la planète            - l'eau en dehors de la Terre (à partir de différents documents, introduire les prémisses de changement d'état et de conservation de la matière)</p> <p>Observations de solides et de liquides familiers</p> <p>Test de reconnaissance de l'eau par le sulfate de cuivre anhydre</p>	<p><b>Omniprésence de l'eau sous ses différents états dans la biosphère</b></p> <p>- L'eau sur la Terre  <i>[Géographie : les eaux]</i>            - Première approche des états de la matière  <i>[Technologie : matériaux]</i>            - Utilisation des notions de température et de pression</p> <p>- Propriétés spécifiques de chaque état</p> <p>- L'eau est un constituant des boissons et des organismes vivants  <i>[SVT : rôle biologique de l'eau]</i></p>	<p>* Extraire des informations à partir d'un document scientifique            ** Connaître les trois états de l'eau (solide, liquide, vapeur) ; savoir les illustrer par des exemples</p> <p>Mettre en évidence :            ** la forme propre de l'eau solide (glace)            ** l'absence de forme propre de l'eau liquide comme de tous les autres liquides            ** l'horizontalité de la surface libre d'un liquide au repos</p> <p>Décrire et réaliser un test de reconnaissance de l'eau :            * reconnaître des milieux qui contiennent de l'eau de ceux qui n'en contiennent pas            Donner des éléments de la «carte d'identité» de l'eau</p>
<p><b>Comment obtenir de l'eau «limpide» ? Une eau limpide est-elle une eau pure ?</b></p> <p>- Filtration d'une suspension d'eau boueuse            - Décantation ou centrifugation, filtration et distillation d'une boisson (jus d'orange, thé, café, etc.)</p>	<p><b>Milieux homogènes, hétérogènes - Mélange - Corps pur</b></p> <p>- Essais de séparation de quelques constituants d'une «eau brute» ou de plusieurs boissons  <i>[SVT : sédimentation]</i>            - Existence des gaz, leur matérialité</p>	<p>** Réaliser et décrire une décantation, ou une filtration, ou une distillation            * Faire la distinction entre un mélange homogène et un mélange hétérogène</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dégazage d'une «eau gazeuse»</li> <li>- Recueillir le dioxyde de carbone présent dans une boisson et l'identifier par le test de l'eau de chaux (préparée éventuellement par les élèves à l'aide de la chaux éteinte)</li> <li>- Obtention d'un résidu solide par évaporation d'une eau minérale</li> <li>- Mesure du pH de quelques boissons</li> </ul>	<p><i>[SVT : rôle biologique des gaz dissous]</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le test à l'eau de chaux, élément de la «carte d'identité» du dioxyde de carbone</li> <li>- Les eaux, mélanges homogènes</li> <li>- Les boissons contiennent d'autres composés que l'eau</li> </ul> <p><i>[SVT : test du dioxyde de carbone]</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence dans une eau minérale de substances autres que l'eau</li> </ul> <p><i>[SVT : sels minéraux]</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le caractère acide d'une eau peut se caractériser par une grandeur, le pH, associée à la présence dans l'eau d'autres substances</li> </ul>	<p>Donner des éléments d'une carte d'identité du dioxyde de carbone</p> <p>** Illustrer par des exemples le fait que l'apparence homogène d'une substance ne suffit pas pour savoir si un corps est pur ou non</p> <p>* Classer des solutions ou des boissons suivant leur «acidité»</p>
<p><b>Que se passe-t-il quand on chauffe ou refroidit de l'eau (sous la pression atmosphérique) ?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliser un baromètre et un thermomètre <sup>1</sup></li> <li>- Chauffer de l'eau liquide obtenue par distillation, suivre l'évolution de la température de l'eau, réaliser l'ébullition</li> <li>- Congeler de l'eau, suivre l'évolution de la température</li> <li>- Chauffer de la glace, effectuer une pesée avant et après la fusion</li> <li>- Réaliser l'ébullition sous pression réduite (fiolle à vide et trompe à eau)</li> <li>- Réaliser un changement d'état d'un corps pur autre que l'eau (la solidification du cyclohexane, par exemple)</li> </ul>	<p><b>Les changements d'états de l'eau, approche phénoménologique</b></p> <p>Sous une pression donnée, la température de changement d'état est fixe. Le changement d'état est inversible :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- par chauffage, l'eau passe de l'état solide à l'état liquide, de l'état liquide à l'état gazeux</li> <li>- par refroidissement, l'eau passe de l'état gazeux à l'état liquide, de l'état liquide à l'état solide</li> </ul>	<p>* Utiliser un thermomètre Tracer et exploiter un graphique</p> <p>** Le changement d'état d'un corps pur se fait à température constante (sans variation de la masse), mais avec variation de volume</p> <p>** Distinguer brouillard (gouttelettes liquides), vapeur (gaz invisible), fumées (petites particules solides)</p> <p>*** Connaître les températures de changement d'état de l'eau</p> <p>* Utiliser le vocabulaire : solidification, fusion, liquéfaction, vaporisation</p>

*1. Si l'équipement nécessaire est disponible, on pourra utiliser une sonde thermométrique reliée à un ordinateur, ce qui ne dispensera pas de faire manipuler par les élèves des thermomètres courants et de leur faire également relever une courbe «à la main». On signalera les représentations préalables liées à l'usage du thermomètre médical à mercure.*

<p><b>Peut-on dissoudre dans l'eau n'importe quoi et en n'importe quelle quantité (sucre, sel, sable, etc.) ?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Préparer une solution de sucre en dissolvant x grammes de sucre dans y cm<sup>3</sup> d'eau ; effectuer une nouvelle pesée après dissolution</li> <li>- Évaporer une eau salée ou sucrée pour récupérer le sel ou le sucre</li> <li>- Consulter des documents sur les marais salants</li> </ul>	<p><b>L'eau est un solvant</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Distinction mélange homogène / corps pur</li> <li>- Concentration en g/L</li> <li>- Mesures de volumes - Utilisation de la verrerie</li> <li>- Mesure de masses</li> <li>- Unités de longueur, de volume, de masse</li> <li>- La masse totale reste inchangée au cours d'une dissolution</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*** Réaliser une dissolution, une évaporation</li> <li>*** Mesurer des volumes avec une éprouvette graduée, mesurer une masse avec une balance électronique</li> <li>* Retenir que 1 litre équivaut à 1 dm<sup>3</sup>, 1 ml à 1 cm<sup>3</sup>, que la masse de 1 litre d'eau est voisine de 1 kg dans les conditions usuelles de notre environnement</li> <li>Employer le vocabulaire : solution, solution saturée, soluté, solvant</li> <li>* Distinguer dissolution et fusion</li> </ul>
<p><b>Peut-on mélanger de l'eau avec d'autres liquides (alcool, huile, pétrole) ?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agiter, laisser reposer, observer</li> <li>- Étude de documents sur le traitement des eaux potables et l'épuration des eaux usées</li> </ul>	<p><b>Miscibilité ou non-miscibilité de l'eau avec d'autres liquides</b></p> <p><i>[Environnement : mécanisme de pollution des eaux ; distribution d'eau potable ; les marées noires]</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>** Proposer et mettre en œuvre un protocole permettant de tester la miscibilité ou la non-miscibilité de deux liquides</li> </ul>

**2. L'air qui nous entoure ; le dioxygène** (durée conseillée : 10 heures)

EXEMPLES D'ACTIVITÉS	CONTENUS-NOTIONS	COMPÉTENCES
<p><b>De quoi est composé l'air que nous respirons ? Est-il un corps pur ?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Étude de documents sur l'atmosphère et la composition de l'air, sur la respiration</li> <li>- Enquête sur la pollution atmosphérique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le dioxygène, constituant de l'air avec le diazote <i>[Géographie : l'atmosphère]</i></li> <li>- Le dioxygène est nécessaire à la vie <i>[SVT : respiration]</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*** Savoir que l'air est un mélange</li> <li>* Connaître la proportion dioxygène/diazote dans l'air</li> </ul>

<p>- Le dioxygène et le diazote en dehors de la Terre - Observer une animation moléculaire d'un volume d'air</p>	<p><i>[Environnement : la pollution atmosphérique]</i></p>	
<p><b>L'air a-t-il un volume propre ? A-t-il une masse ?</b></p> <p>- Comprimer de l'air contenu dans un piston ou une seringue, tout en mesurant sa pression - Gonfler un ballon à volume constant tout en mesurant sa masse</p>	<p>Caractère compressible d'un gaz, son interprétation moléculaire</p>	<p>* Mettre en évidence le caractère compressible d'un gaz</p>
<p><b>Qu'est-ce que brûler ?</b></p> <p>Réaliser quelques réactions avec du dioxygène et caractériser les produits formés :</p> <p>- combustion du carbone (morceau de fusain), test du dioxyde de carbone : précipité de carbonate de calcium - combustion du méthane (ou du butane), test du dioxyde de carbone et de l'eau formés</p> <p>- combustion vive du fer dans le dioxygène</p>	<p>- La combustion nécessite la présence de réactifs (combustible et comburant) qui sont consommés au cours de la combustion ; de nouveaux produits se forment. <i>[Citoyenneté : règles de sécurité, possibilité de production du monoxyde de carbone toxique]</i> - Le dioxyde de carbone réagit avec l'eau de chaux pour donner un précipité de carbonate de calcium</p> <p>Le fer, comme le méthane (ou le butane) et le carbone, réagit avec le dioxygène</p>	<p>** Réaliser et décrire une expérience de combustion Identifier lors d'une réaction les réactifs (avant réaction) et les produits (après réaction) *** Connaître le danger des combustions incomplètes Reconnaître un précipité</p>
<p><b>• Les atomes, un modèle pour comprendre la réaction chimique</b> <b>• La molécule</b></p> <p>- Illustrer, à l'aide de modèles moléculaires compacts ou de simulations, les réactifs et les produits des 2 réactions suivantes : - <i>carbone + dioxygène → dioxyde de carbone</i></p>	<p>- Interprétation atomique de deux réactions simples de combustions - Les molécules sont constituées d'atomes - La disparition de tout ou partie des réactifs et la</p>	<p>** Connaître et interpréter simplement les formules : <math>O_2</math>, <math>H_2O</math>, <math>CO_2</math>, <math>CH_4</math>  ** Savoir écrire les équations-bilans des combustions du carbone et</p>

<p>- méthane + dioxygène → dioxyde de carbone + eau</p> <p>- Utiliser un logiciel de présentation de molécules</p> <p>- Illustrer la conservation de la masse en prenant comme exemple la réaction en flacon étanche du carbonate de calcium avec de l'eau acidifiée</p>	<p>formation de produits correspondent à un réarrangement d'atomes au sein de nouvelles molécules</p> <p>- Les atomes sont représentés par des symboles, les molécules par des formules</p> <p>- L'équation-bilan précise le sens de la réaction (la flèche va des réactifs vers les produits)</p> <p>La masse totale est conservée au cours d'une réaction chimique [SVT : roches sédimentaires ; test du calcaire]</p>	<p>du méthane (éventuellement sous la forme proposée dans la colonne «activités») et expliquer leur signification (les atomes présents dans les molécules des produits formés sont de même nature et en même nombre que dans les réactifs)</p>
<p><b>Comment peut-on obtenir du dioxygène ?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• À partir d'une bouteille de gaz comprimé</li> <li>• Par action du permanganate de potassium sur l'eau oxygénée</li> <li>- Mesurer le volume recueilli sur la cuve à eau</li> <li>- Effectuer un test du dioxygène (bûchette incandescente)</li> </ul> <p>Recherche documentaire : origine biologique du dioxygène - fonction chlorophyllienne</p>	<p>On peut obtenir le dioxygène :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- à partir de l'air dans l'industrie ; il est alors livré comprimé en bouteilles</li> <li>- par voie chimique, au laboratoire</li> </ul> <p>[SVT : fonction chlorophyllienne]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Schématiser et réaliser une expérience consistant à recueillir un gaz sur la cuve à eau</li>   <li>* Identifier le dioxygène</li> </ul>
<p><b>Substances naturelles et substances de synthèse</b></p> <p>- Le dioxygène, le dioxyde de carbone et l'eau peuvent être obtenus par des réactions chimiques</p> <p>- Réalisation d'un arôme (par exemple, celui de la banane)</p>	<p>Le dioxygène, le dioxyde de carbone et l'eau obtenus par des réactions chimiques sont identiques à leurs équivalents «naturels»</p>	

### 3. Notre environnement (synthèse) (durée conseillée : 2 heures)

EXEMPLES D'ACTIVITÉS	CONTENUS-NOTIONS	COMPÉTENCES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Étude documentaire (journal, etc.)</li> <li>- Étude du milieu local</li> <li>- Élaboration d'un projet</li> </ul>	Mise en œuvre de connaissances issues des rubriques précédentes sur un problème concret tiré de l'environnement de l'établissement	Savoir mobiliser dans une activité libre tout ou partie des compétences précédentes

### 4. La lumière (durée conseillée : 16 heures)

#### A. Sources de lumière

EXEMPLES D'ACTIVITÉS	CONTENUS-NOTIONS	COMPÉTENCES
<p><b>Comment éclairer et voir un objet ? D'où vient la lumière ?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliser des sources primaires</li> <li>- Mettre en évidence une condition nécessaire pour la vision : l'entrée de la lumière dans l'œil</li> <li>- Mettre en évidence l'influence de la lumière incidente et de l'objet diffusant sur la couleur de celui-ci</li> <li>- Éclairer un écran blanc avec la lumière diffusée par un écran coloré</li> <li>- Obtenir un spectre continu. Rôle d'un filtre. Synthèses additive et soustractive des couleurs</li> <li>- Matérialiser un faisceau de lumière</li> </ul>	<p>Sources primaires</p> <p><i>[SVT : la vision]</i></p> <p>- Diffusion de la lumière : sources secondaires</p> <p>- Exemples de distinction : étoiles et planètes (satellites artificiels)</p> <p>- Premières notions sur la couleur <i>[Arts graphiques : la couleur]</i></p> <p>- Le faisceau de lumière</p>	<p>* Citer quelques types de sources primaires</p> <p>*** Savoir que «pour voir, il faut recevoir de la lumière»</p> <p>* Expliquer pourquoi on peut «voir» des rayons de lumière «matérialisés» en milieu diffusant (dans l'espace à trois dimensions)</p>

### B. Propagation rectiligne de la lumière

EXEMPLES D'ACTIVITÉS	CONTENUS-NOTIONS	COMPÉTENCES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitation d'un faisceau lumineux avec des écrans ou avec des «peignes»</li> <li>- Visées à travers des écrans troués : vérification de l'alignement des trous</li> <li>- Chambre noire (sans modélisation)</li> <li>- Observer des ombres avec des sources ponctuelles ou étendues</li> <li>- Retour sur la pénombre : observer la source en vision directe en mettant l'œil dans la zone de pénombre</li> <li>- Réaliser un modèle du système solaire</li> <li>- Construire et utiliser un cadran solaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modèle du rayon lumineux</li> <li>- Sens de propagation de la lumière</li> <li>- Ombres propres, ombres portées : interprétation en termes de rayons de lumière</li> <li>- Pénombres</li> <li>- Structure du système solaire. Phases de la Lune. Éclipses</li> <li><i>[Géographie : le calendrier, les saisons]</i></li> <li>- Vitesse de la lumière dans l'espace</li> </ul>	<p>** Représenter un rayon de lumière par un trait repéré par une flèche indiquant le sens de la propagation</p> <p>** Connaître la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide (300 000 km/s)</p>

### C. L'œil, un détecteur de lumière

EXEMPLES D'ACTIVITÉS	CONTENUS-NOTIONS	COMPÉTENCES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliser un montage électrique permettant une mesure de l'éclairement (photo-composants)</li> <li>- Expériences illustrant la persistance des impressions lumineuses. Dessin animé. Dessins de formes prêtant à illusion d'optique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Détecteurs de lumière</li> <li>- L'œil, un détecteur de lumière particulier</li> <li>- Persistance des impressions lumineuses</li> <li>Effets perceptifs</li> </ul>	<p>Connaître des détecteurs de lumière utilisés dans la vie courante</p> <p>Savoir que certains phénomènes, souvent qualifiés d'illusions d'optique, ne sont pas dus au trajet de la lumière mais au fonctionnement de la rétine et du cerveau</p>

## 5. Le courant électrique (durée conseillée : 12 heures)

### A. Le courant électrique en circuit fermé

EXEMPLES D'ACTIVITÉS	CONTENUS-NOTIONS	COMPÉTENCES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réaliser des circuits en boucle simple avec des piles, des lampes et des interrupteurs, des moteurs</li> <li>- Utiliser une diode pour déterminer le sens d'un courant ou imposer une absence de courant</li> <li>- Utiliser une analogie (hydraulique ou mécanique)</li> <li>- Intercaler des échantillons métalliques dans un circuit électrique simple ; comparer avec des échantillons d'autres substances</li> <li>- Analyser les composants d'une lampe en termes d'isolants et de conducteurs</li> <li>- Réaliser et schématiser des circuits simples comportant notamment des lampes et des diodes électroluminescentes en série et en dérivation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Circulation d'un courant permanent. Rôle du générateur. Fermeture du circuit. Sens conventionnel du courant <i>[Citoyenneté : règles de sécurité électrique]</i></li> <li>- Conducteurs et isolants</li> <li>- Dipôle : définition, dipôles en série, en dérivation, illustration dans des cas très simples</li> <li>- Fil conducteur de connexion : son rôle en série et en dérivation avec d'autres dipôles (court-circuit)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*** Réaliser à partir de leur schéma des circuits comportant des piles, des lampes, des moteurs, des diodes et interrupteurs</li> <li>*** Dessiner le schéma d'un circuit</li> <li>*** Savoir que les expériences ne doivent pas être réalisées avec le courant du secteur pour des raisons de sécurité Citer des conducteurs et des isolants usuels</li> <li>*** Identifier et être capable de réaliser des montages en série et en dérivation ; savoir vérifier les effets des fils conducteurs de connexion</li> </ul>

### B. L'intensité et la tension en courant continu

EXEMPLES D'ACTIVITÉS	CONTENUS-NOTIONS	COMPÉTENCES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Effectuer des prévisions qualitatives sur des circuits avec dipôles en série et en parallèle, ouverts ou fermés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Introduction qualitative des concepts d'intensité et de tension</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*** Identifier les bornes d'une pile, mettre en évidence la tension entre ses bornes en circuit ouvert. Reconnaître qu'il peut y avoir une tension entre deux points entre lesquels ne</li> </ul>

<p>- Mesurer une intensité avec un multimètre numérique</p>	<p>Intensité : mesure, unité</p>	<p>*** Mesurer une intensité Connaître l'unité d'intensité, le mode de branchement d'un multimètre utilisé en ampèremètre</p>
<p>- Mesurer une tension avec un multimètre numérique</p>	<p>Tension : mesure, unité</p>	<p>Mesurer une tension Connaître l'unité de tension, le mode de branchement d'un multimètre utilisé en voltmètre</p>
<p>- Vérifier les lois concernant l'intensité : • unicité dans un circuit en boucle simple • additivité pour un circuit comportant des dérivation</p>	<p>Loi de conservation vérifiée par l'intensité en courant continu</p>	<p>*** Connaître et vérifier la conservation de l'intensité en courant continu</p>
<p>- Vérifier les lois concernant la tension : • égalité des tensions aux bornes de deux dipôles en dérivation • additivité des tensions le long d'un circuit en boucle simple</p>	<p>Loi d'additivité vérifiée par la tension</p>	<p>*** Connaître et savoir vérifier l'additivité de la tension</p>
<p>- Montrer expérimentalement que si l'on change l'ordre des éléments d'un circuit en boucle simple, on ne change aucune des valeurs des grandeurs (tension aux bornes et intensité) qui les concernent</p>	<p>Le comportement d'un circuit en boucle simple est indépendant de l'ordre des dipôles associés en série qui le constituent</p>	<p>*** Montrer que le courant qui traverse une pile dépend du circuit sur lequel elle est branchée Choisir dans un assortiment de lampes celle que l'on peut alimenter avec une pile donnée</p>
<p>- Montrer de même, qu'en changeant le circuit, par exemple en rajoutant une lampe en série, les valeurs des grandeurs changent, mais les lois demeurent</p>	<p>Caractère universel (indépendant de l'objet) des deux lois précédentes</p>	

## IV. Fiches d'activités

<p><b>CYCLE CENTRAL</b></p> <p>5<sup>e</sup></p> <p>Durée : 1 heure</p>	<p><b>SÉQUENCE :</b></p> <p><b>Introduction à la physique-chimie</b></p>
<p><b>OBJECTIFS :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Contenus-notions :</b> explicitation des domaines d'études des sciences physiques par rapport à la biologie et à la technologie en particulier</li> <li>• <b>Compétences :</b> extraire des informations à partir de documents scientifiques</li> </ul>	

*Les élèves de SEGPA manquent en général de repères. Il est fondamental de leur en donner en explicitant clairement les objectifs et les enjeux des apprentissages qu'ils construiront en sciences physiques. Le monde n'est pas magique, son appréhension avec les cinq sens reste insuffisante. Les sciences physiques et ses expériences, en tant que reconstitutions simplifiées d'une réalité, sont des outils et des moyens remarquables pour construire un regard critique sur ce monde qui nous entoure.*

### SITUATION DE DÉPART :

**Sur vos emplois du temps, figure 1 h 30 min de physique - chimie.**

**Qu'est ce que c'est ? Qu'allez-vous y faire, y étudier ?**

<b>DÉROULEMENT POSSIBLE</b>	<b>COMMENTAIRES</b>
<p><b>1. Faire s'exprimer les jeunes sur leurs représentations de la physique-chimie</b></p> <p>a) Les élèves notent sur un 1/4 de feuille tout ce qu'ils imaginent, savent ou croient savoir sur la physique-chimie. Aide par la consigne : compléter ces deux phrases : « Pour moi, la physique c'est... ; pour moi, la chimie c'est... »</p> <p>b) Collecte des papiers / lecture anonyme / inscription au tableau de toutes les idées pour les rectifier par la suite.</p> <p>c) Comment savoir si ce qui est noté au tableau est vrai ou faux ?</p> <p>- Attendre la proposition du dictionnaire : faire rechercher les mots « physique » et « chimie », et noter ces définitions. - Celle du manuel scolaire.</p> <p>d) Faire rechercher et lister quelques-uns des domaines abordés pour définir le contenu, les thèmes qu'ils vont travailler.</p> <p>e) Faire rechercher une illustration qui représente le mieux la physique ou la chimie. Faire expliciter et défendre leurs choix devant leurs camarades. (Leurs choix se concentrent autour d'images de manipulations, d'expériences, ce qui permet d'aborder le comment y travaille-t-on, le pourquoi des expériences.)</p>	<p>- Insister sur le fait que nous avons tous des idées pour dépasser le stade de « je sais pas, j'en ai jamais fait ». On peut insister sur le vécu des frères et sœurs, par rapport à cette matière, sur ce qui se dit dans la cour, etc.</p> <p>- Dépasser le stade du : « le prof sait, il n'a qu'à dire... »</p> <p>- Choisir un dictionnaire adapté.</p> <p>- Un écueil réside dans les mots « nature », « naturel », etc. : les élèves pensent plante, forêt et non à tout ce qui existe dans l'univers sans intervention de l'homme.</p>

- Retour sur la liste de départ : on garde/on rejette.
- Synthèse/résumé : dans un langage accessible et simplifié, élaborer une définition collective de chacun de ces termes et l'illustrer par des exemples.

## 2. Illustration/renforcement à travers l'étude des métiers de la SEGPA/EREA

- Discuter par groupes sur les liens de la physique-chimie avec les champs professionnels implantés dans l'établissement : demander de trouver si des liens existent avec la physique-chimie et de les expliciter.

### EXEMPLES POSSIBLES

#### a) L'horticulture

L'étude des propriétés de la matière en chimie permet de trouver de nouveaux produits dits chimiques et d'améliorer les traitements phyto-sanitaires.

#### b) La construction maçonnerie, béton armé

L'étude de plus en plus précise des matériaux en présence dans la construction des bâtiments et de la mécanique des forces permet de construire différemment et de mieux adapter les matériaux aux conditions climatiques (résistance au gel, etc.)

#### c) La métallerie

L'utilisation des propriétés de la matière et de l'électricité permet de multiplier les techniques de soudage et de protection des métaux (galvanisation, peinture anticorrosion, etc.)

## 3. Exercice d'application

Parmi les sujets suivants, classer ceux qui seront plus spécifiquement étudiés en physique-chimie, en technologie, en biologie : les marées, les fleurs, le corps humain, le fonctionnement et l'utilisation d'un ordinateur, la chute des objets, les poissons, la lumière, les alarmes, etc.

## 4. Généralisation sur «À quoi peut servir la physique-chimie ?»

- **Donner du sens** au monde qui m'entoure : comprendre, prévoir par le raisonnement les phénomènes et résultats.
- **Intégrer une méthodologie** : observer, mesurer, analyser, se poser des questions et proposer des expériences pour y répondre.
- **Acquérir des savoir-faire** : utiliser du matériel pour mener à bien les expériences.

## 5. Conclure par la présentation des questions qui seront traitées au cours de l'année.

- Confusions certaines entre le physique (masculin) et la physique (en partie résolue lors de la recherche dictionnaire).

- Il est utile d'écrire les mots biologie et technologie au tableau et d'en définir les champs d'étude (de l'objet et du vivant) car les trois domaines sont confondus par les élèves de SEGPA/EREA.

L'exercice à faire à la maison est à copier en classe pour permettre à tous de bien cerner ce qu'on attend d'eux en posant les questions nécessaires.

Pour les parents intéressés, on peut donner la liste des questions du programme à lire à la maison.

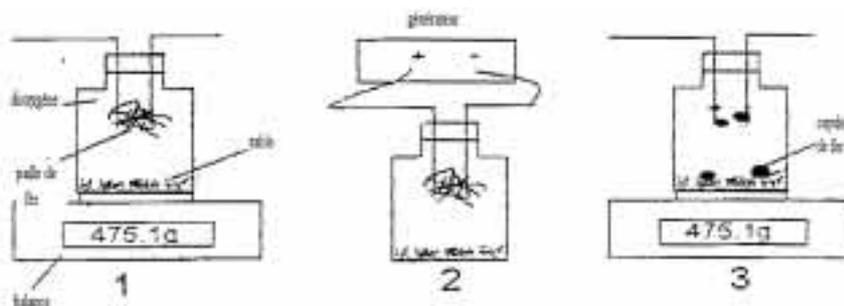
## PROLONGEMENTS

- **Établir les liens** entre la chimie et l'EPS, par exemple, le sport étant tout à la fois une activité physico-chimique, biologique et technologique dans l'utilisation de matériels de plus en plus sophistiqués.
- **Visite du labo** et du matériel de l'établissement.

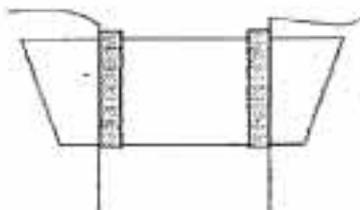
<p><b>CYCLE CENTRAL</b></p> <p>4<sup>e</sup> Durée : 1 heure</p>	<p><b>SÉQUENCE :</b> <b>Combustion du fer</b></p> <p><i>Question du programme :</i> <i>Qu'est-ce que brûler ?</i></p>	
<p><b>OBJECTIFS :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Contenus-notions :</b> réaliser une réaction de combustion du fer. Montrer que l'oxyde de fer formé a une masse supérieure à celle du fer initial.</li> <li>• <b>Prérequis :</b> combustion du carbone dans le dioxygène. Composition de l'air.</li> </ul>		
<p style="text-align: center;"><b>DÉROULEMENT POSSIBLE</b></p> <p><b>1. Expérience réalisée par le professeur</b> On effectue devant les élèves la combustion de la paille de fer dans l'air. On peut aussi faire faire l'expérience par un élève sous le contrôle du professeur. <b>Situation problème :</b> le produit obtenu est-il encore du fer ou un nouveau composé ?</p> <p><b>2. Exploitation</b> On laisse les élèves réagir. On peut les guider en leur proposant un aimant, une éprouvette avec de l'eau et, pour finir, une balance électronique (il sera sans doute nécessaire de reproduire plusieurs fois l'expérience). On «provoquera» à nouveau les élèves en leur demandant : La masse du produit de la combustion est-elle la même, plus grande, ou plus petite que la masse du fer initial ? On expérimente...</p> <p><b>3. D'où provient cette augmentation de masse ?</b> On réalise la combustion du fer dans le dioxygène puis, éventuellement, à titre de contre-expérience, on peut essayer dans un flacon de diazote.</p> <p><b>4. Conclusion</b> Lors de cette réaction de combustion, du fer et du dioxygène disparaissent (réactifs), un nouveau composé apparaît : l'oxyde magnétique de fer (produit de la réaction).</p>	<p style="text-align: center;"><b>COMMENTAIRES</b></p> <p><i>On peut ici évaluer la compétence «observer».</i></p> <p><i>On doit absolument privilégier cet aspect «oral», l'écrit étant une barrière supplémentaire pour l'élève en difficulté.</i></p>	

**PROLONGEMENTS**

- Un prolongement possible : comment peut-on prouver que lors de cette combustion il y a en réalité conservation de la masse ?
- On réalise l'expérience suivante :



L'expérience est réalisée dans un flacon hermétiquement fermé. La paille de fer peut être maintenue grâce à des pinces crocodiles. Pour réaliser l'étanchéité, on peut prendre un bouchon avec 2 trous, on fait passer les fils puis on bouche les trous avec 2 morceaux d'agitateur (on peut aussi percer un bouchon plein avec les fils).



<b>CYCLE CENTRAL</b>  5 <sup>e</sup>	<b>SÉQUENCE :</b> <b>Exposition : «D'une météo intuitive à une météo scientifique»</b>  <i>Questions du programme :</i> <i>Celles liées aux activités météo</i>
<b>OBJECTIFS :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Contenus-notions :</b> ceux liés aux activités météo</li> <li>• <b>Compétences transdisciplinaires :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- communiquer avec les autres et s'ouvrir au monde extérieur ;</li> <li>- structurer l'espace et le temps à travers une démarche de projet.</li> </ul> </li> </ul>	

La réalisation d'une exposition va permettre de **réactiver** le savoir scientifique. Pour communiquer leur savoir à travers les textes et les illustrations de panneaux d'exposition, les élèves vont devoir le **reformuler** et donc se l'**approprier**.  
 Les réticences des élèves de SEGPA quant à la réalisation d'une exposition devront être dépassées. Le plus difficile dans une telle entreprise est de convaincre les jeunes qu'ils peuvent réussir et aller jusqu'au bout. Ce travail, s'il peut s'avérer laborieux parfois, sera, in fine, **extrêmement bénéfique** par la (re)valorisation que les élèves en retireront, tant d'un point de vue cognitif que psychologique.

### PROJET

Le projet consistera à **montrer** et à **expliquer** à travers une **exposition**, à des amis, parents, élèves, **comment, et pourquoi, des mesures** de températures, pressions, vitesses du vent, hygrométrie, etc., **relevées** régulièrement et **communiquées** rapidement, permettent de **prévoir** le temps et **d'anticiper** les phénomènes météo, et de constituer ainsi la base d'une **météo scientifique**. Les sciences, c'est ce qui permet de n'être plus surpris devant les événements car on peut prévoir et anticiper les phénomènes et résultats.

DÉROULEMENT POSSIBLE	COMMENTAIRES
<p><b>1) Mener une réflexion préalable</b> avec le(s) collègue(s) en charge de la section (+ le documentaliste) pour définir les objectifs et étapes d'un tel projet en y intégrant les contraintes de temps, matériel et groupes élèves.</p> <p><b>2) Établir la planification du projet :</b> préparer, pour avoir toujours sous les yeux, le plan du projet, ses différentes phases et l'évolution des tâches des différents groupes.</p> <p>• <b>Phase 1 : Saisir et formuler le projet</b></p> <p>a) <i>Cerner et clarifier le sujet</i>                      Écrire toutes les propositions, faire un premier tri et établir des critères de choix (comment répondre au mieux à la situation problème ?). Voici quelques pistes possibles :                      - les différentes mesures effectuées dans un centre météo, les appareils, etc. ;                      - les différents lieux de prélèvement des données, leur organisation ;                      - les différents modes de transmissions de ces données ;                      - de quelques mesures à leurs interprétations ;                      - les différents bulletins météo (radio, journaux, TV, pour les agriculteurs, les marins, l'aviation, etc.).</p> <p>b) <i>Mobiliser ses connaissances</i></p>	<p><i>Réaliser une exposition est une bonne promotion de la pluridisciplinarité !</i></p> <p><i>Une possibilité consisterait à construire (reproduire) une mini station météo avec ses différents instruments. De chacun d'eux partirait un fléchage qui conduirait à un/des panneau(x) explicatif(s) sur l'instrument de mesure, la/les mesure(s) et ses représentations en fonction des lieux (cartes météo des divers bulletins météo),</i></p>

Faire le point sur ce que l'on sait, pointer les manques et/ou les clarifications nécessaires.

c) *Les compléter par des visites* (de centres météo, de pollution de l'air, etc.), *et des recherches documentaires.*

• **Phase 2 : Se représenter la tâche à accomplir**

a) *Visiter une/des exposition(s)* pour en dégager les critères de réussite (ses qualités esthétiques et rédactionnelles).

b) *Établir des fiches méthodologiques* qui serviront de guides de relecture lors de la phase de mise en œuvre.

Exemples : la taille et le format des panneaux, le rapport texte/image, le sens de lecture, la mise en page mais aussi la pertinence des titres et sous-titres, les éléments descriptifs (dessins, photos, schémas, graphiques, tableaux, etc.), la non-implication personnelle (pas de «je/nous», de modélisateurs du type «selon moi», «malheureusement», etc., dans les textes), le ton neutre sans tournures emphatiques, exclamatives et d'images de type littéraire, un lexique clair, des phrases déclaratives peu ou pas complexes, etc.

c) *Répartition des tâches* (quel groupe, quel savoir, quel panneau ?), *organisation et gestion du temps.*

d) *Réalisation d'un planning collectif et individuel.*

• **Phase 3 : Écriture des premiers jets**

a) *Élaborer un «synopsis» pour chaque panneau.*

- Faire expliciter par chaque groupe le contenu (texte et non-texte) en fonction de ce que l'on veut montrer.

- Noter les éléments à illustrer et à écrire sous forme de texte (au besoin, les divers documents à consulter).

b) *Production individuelle* après répartition du travail dans chaque groupe (reformulation des savoirs).

c) *Réalisation du premier jet* (montage élémentaire du panneau) en utilisant les fiches/guides élaborées en phase 2.

• **Phase 4 : Émettre des critiques et échanger des idées**

- *Évaluation formative sur le contenu* : les informations transmises sont-elles objectives, exactes et précises ? Comment améliorer ce travail ? (questionner, répondre, expliquer, justifier et argumenter sur le travail de chacun).

Réécrire pour améliorer les productions (texte et non-texte).

Ré-émettre des critiques et échanger des idées.

- *Évaluation sur la forme et l'esthétique du panneau* : l'échange sur l'aspect organisationnel et la mise en page améliorera la lisibilité des informations transmises.

• **Phase 5 : Reproduction et/ou construction de la station météo**

À décliner en plusieurs phases de travail. Il peut être judicieux de le conduire en parallèle avec une autre classe ou un groupe spécifique (ateliers ludiques).

• **Phase 6 : Médiatisation finale du travail**

*Mise en place de l'exposition* : éclairage et sonorisation ne sont pas à négliger si le temps le permet.

**3) Retour sur l'expérience accomplie**

Valorisation des individus mais surtout retour en paroles sur les difficultés de chacun lors d'une telle entreprise et sur les moyens mis en œuvre pour les résoudre (les surmonter).

*de ses variations (évolution journée ou graphique année), et de ses conséquences (prévisions météorologiques). Pourrait s'y adjoindre un panneau/une représentation en 3D sur la transmission des données (Pourquoi ne pas concrétiser en mettant en réseau quelques établissements sur site internet ?).*

*Travail à réaliser avec le collègue en charge du français.*

*C'est la partie la plus délicate, l'aide de l'adulte est primordiale à ce stade.*

*Quand le synopsis est bouclé, le travail est sur la bonne voie !*

*Cette évaluation formative portera tout d'abord sur le contenu et la forme à se partager entre le physicien (contenu et rigueur scientifique) et le spécialiste en communication pour la mise en œuvre et en page de l'écrit.*

*L'utilisation de traitement de texte, de scanners, de la photocopieuse sont indispensables pour faciliter le travail des élèves.*

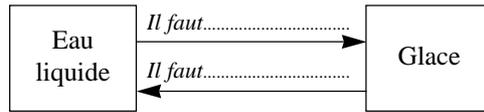
*La critique d'un expert non impliqué dans ce travail peut s'avérer constructive. Des parents d'élèves peuvent apporter leur aide.*

**PROLONGEMENTS**

Une évaluation finale peut se faire en comptabilisant les visiteurs et/ou en remettant un questionnaire d'appréciation à certains d'entre eux et/ou en élaborant un jeu, un rallye dans l'exposition.

<b>CYCLE CENTRAL</b>  <b>5<sup>e</sup></b>	<b>SÉQUENCE :</b> <b>- Congeler de l'eau, suivre l'évolution de la température.</b> <b>- Chauffer de la glace.</b>  <i>Question du programme :</i> <i>Que se passe-t-il quand on chauffe ou refroidit de l'eau ?</i>
<b>OBJECTIFS :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Contenus-notions :</b> sous une pression donnée, la température de changement d'état est fixe. Le changement d'état est réversible : <ul style="list-style-type: none"> <li>- par chauffage (l'eau passe de l'état solide à l'état liquide) ;</li> <li>- par refroidissement (l'eau passe de l'état liquide à l'état solide).</li> </ul> </li> <li>• <b>Compétences :</b> le changement d'état d'un corps pur se fait à température constante. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître une température de changement d'état de l'eau.</li> <li>- Utiliser le vocabulaire : solidification, fusion.</li> </ul> </li> </ul>	
<b>DÉROULEMENT POSSIBLE</b>	
<b>Point de départ : questionnement</b> Les élèves notent leurs hypothèses dans un tableau (oui, non). À la fin des expériences, ils notent les résultats.  «À la pression atmosphérique...» <ul style="list-style-type: none"> <li>• on peut avoir de l'eau liquide à : -20°C, -5°C, 0°C, 5°C, 50°C, 120°C</li> <li>• on peut avoir de la glace à : -20°C, -5°C, 0°C, 5°C, 50°C, 120°C</li> <li>• l'eau se transforme en glace à : -10°C, -5°C, -1°C, 0°C, 1°C, 5°C, 10°C</li> <li>• la glace se transforme en eau à : -10°C, -5°C, -1°C, 0°C, 1°C, 5°C, 10°C</li> <li>• pour transformer de l'eau liquide en glace, il faut : <i>refroidir, ne rien faire, chauffer</i></li> <li>• pour transformer de la glace en eau liquide, il faut : <i>refroidir, ne rien faire, chauffer</i></li> </ul> <b>Situation-problème</b> Comment étudier la solidification de l'eau puis la fusion de la glace ? <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechercher un protocole (à l'oral, en commun, apport du mélange réfrigérant)</li> <li>- S'approprier le protocole</li> <li>- Lire une fiche élève (schéma, protocole, tableau, observation)</li> <li>- Compléter les légendes des schémas</li> <li>- Reformuler oralement le déroulement</li> <li>- Repérer les endroits où seront notés les résultats (températures, durées, observations).</li> <li>- Suivre le protocole</li> </ul> <b>Analyser les résultats</b> Les élèves sont amenés à relier les observations et les mesures. Ils notent les résultats dans le tableau de départ.	

**Retenir**



Température de solidification de l'eau : .....

Température de fusion de la glace : .....

Température d'un mélange eau liquide + glace : .....

**PROLONGEMENTS**

- Demander de tracer l'allure de la courbe.
- Montrer ces expériences avec une EXAO.
- Montrer différentes courbes pour des corps purs et des mélanges ; et classer ces corps en 2 catégories.
- Montrer la formation de verglas en pulvérisant des gouttes d'eau sur un bloc réfrigérant.

<b>CYCLE CENTRAL</b>  <b>5<sup>e</sup></b>	<b>SÉQUENCE :</b> <b>Dissoudre un solide dans l'eau</b>  <i>Question du programme :</i> <i>Peut-on dissoudre dans l'eau n'importe quoi et en n'importe quelle quantité ?</i>
<b>OBJECTIFS :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Contenus-notions :</b> l'eau est un solvant</li> <li>• <b>Compétences :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- réaliser une dissolution</li> <li>- employer le vocabulaire : solution, soluté, solvant</li> </ul> </li> </ul>	
<b>DÉROULEMENT POSSIBLE</b>	
<p><b>Situation-problème n° 1</b>  Préparer de l'eau salée dans un tube à essai  Comment préparer rapidement de l'eau salée ?  Proposition des élèves, mise en commun orale, expérience par groupe.</p> <p><b>Situation-problème n° 2</b>  On ne voit plus le sel, a-t-il disparu ?  Propositions des élèves, mise en place des expériences proposées (chauffage, filtration, mesures de masses peut-être).  Discussion avec un retour sur constituants homogènes et hétérogènes.</p> <p><i>Conclusion :</i> qu'est-ce que dissoudre ?</p> <p><b>Situation-problème n° 3</b>  Je vais essayer de fabriquer d'autres solutions : eau et sucre, eau et sable, eau et clou, eau et lessive, eau et aspirine.  D'après toi, va-t-on réussir à chaque fois ?  Les élèves indiquent leur hypothèse dans un tableau, vérifient expérimentalement puis complètent leur tableau en notant leur résultat.</p> <p><i>Conclusion :</i> peut-on dissoudre n'importe quoi dans l'eau ?  <i>Retenir :</i> utilisation des mots solvant, soluté, agiter, dissoudre, solution, dissolution.</p>	

**PROLONGEMENTS**

Dans quels domaines peut-on être amené à préparer des solutions ?

**SÉANCE SUIVANTE**

Influence de la température, diluer, concentrer.

Préparer une solution : eau sucrée, engrais liquide, etc.

<p><b>CYCLE CENTRAL</b></p> <p><b>4<sup>e</sup></b></p> <p>Durée : 1 h 30</p>	<p><b>SÉQUENCE :</b></p> <p><b>Intensité du courant dans un circuit série</b></p> <p><i>Question du programme :</i> <i>L'intensité et la tension en courant continu</i></p>	
<p><b>OBJECTIFS :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Contenus-notions :</b> loi de conservation vérifiée par l'intensité en courant continu dans un circuit en boucle simple. Le comportement d'un circuit en boucle simple est indépendant de l'ordre des dipôles associés en série.</li> <li>• <b>Compétences :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mesurer une intensité en différents endroits du circuit</li> <li>- connaître et vérifier la conservation de l'intensité en courant continu dans un circuit série</li> <li>- montrer que le courant qui traverse une pile dépend du circuit sur lequel elle est branchée</li> </ul> </li> </ul>		
<p><b>DÉROULEMENT POSSIBLE</b></p>		<p><b>COMMENTAIRES</b></p>
<p><b>1) Rappel</b> Alimenter individuellement une lampe <math>L_1</math> et une lampe <math>L_2</math>. Comment savoir si leur fonctionnement est normal ? 2 élèves mesurent l'intensité qui les traverse.</p> <p><b>2) Point de départ</b> L'étude d'un circuit : 2 lampes <math>L_1</math> (6V ; 0,6 A) et <math>L_2</math> (6V ; 1A) montées en série sont reliées à un générateur 6 V. Un interrupteur permet de commander le circuit.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Schéma</b> du circuit (à vérifier)</li> <li>- <b>Réalisation</b> (à vérifier avant branchement du générateur)</li> <li>- <b>Observation</b> : les élèves notent leurs observations (les deux lampes n'éclairent pas normalement et <math>L_1</math> éclaire plus que <math>L_2</math>)</li> <li>- <b>Questionnement</b> : Penses-tu qu'une lampe est défectueuse (mauvais état) ? L'ordre des lampes dans le circuit a-t-il de l'importance ?</li> </ul> <p><b>3) Problème à résoudre</b> <b>Que penses-tu de l'intensité du courant traversant chaque lampe ?</b></p> <p><b>4) Hypothèses</b> Série 1 : - L'intensité dans <math>L_1</math> est plus grande que dans <math>L_2</math> - L'intensité dans <math>L_2</math> est plus grande que dans <math>L_1</math> - L'intensité est la même dans les 2 lampes Série 2 : - L'intensité est trop faible - L'intensité me paraît suffisante - L'intensité est trop forte</p> <p><b>5) Vérification expérimentale</b> - <b>Proposition</b> d'une démarche par les élèves - <b>Schématisation</b> du montage pensé comprenant un ou plusieurs ampèremètres (à vérifier)</p>		<p><i>Les élèves doivent savoir utiliser le multimètre en ampèremètre et connaître la signification des inscriptions figurant sur une lampe (tension et intensité nominale).</i></p> <p><i>Par groupes de 2.</i></p> <p><i>Nécessité d'avoir 2 lampes témoins sur le bureau.</i></p> <p><i>Proposer des vérifications expérimentales pour écarter les réponses positives.</i></p> <p><i>3 multimètres par groupe sont souhaitables. 1 compte rendu est demandé par groupe.</i></p>

- **Réalisation** (à vérifier)
- **Mesures**
- À partir des résultats, chaque groupe tire une **conclusion** et les **confronte** avec les hypothèses de départ
- **Auto-questionnement** des élèves sur leurs éventuelles incompréhensions par écrit : «Te poses-tu encore des questions, lesquelles ?»

**6) Synthèse**

- Que deviendrait l'**intensité** dans le circuit si l'on ajoutait une troisième lampe  $L_3$  (6V ; 0,25A) aux 2 autres ? (procéder à une vérification expérimentale)
- Le montage en série présente-t-il donc un intérêt ?

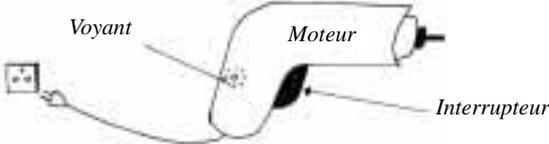
*Cette activité peut être proposée à un groupe d'élèves plus rapides que les autres.*

<p><b>CYCLE CENTRAL</b></p> <p>5<sup>e</sup> Durée : 1 h 30</p>	<p><b>SÉQUENCE :</b></p> <p><b>Allumer deux lampes en même temps</b></p> <p><i>Question du programme :</i> <i>Le courant électrique en circuit fermé (C1)</i></p>	
<p><b>OBJECTIFS :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Contenus-notions :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dipôles en série, en dérivation</li> <li>- illustration dans des cas très simples</li> </ul> </li> <li>• <b>Compétences :</b> identifier et être capable de réaliser des montages en série et en dérivation</li> </ul>		
<p><b>DÉROULEMENT POSSIBLE</b></p> <p><b>1) Point de départ</b> À partir de l'observation et d'une réflexion sur un dispositif à deux lampes (lustre à deux lampes, éclairage bicyclette, etc.), formuler les conditions idéales de fonctionnement des deux lampes. - Les deux lampes doivent éclairer normalement. - La panne d'une lampe ne provoque pas l'extinction de l'autre.</p> <p><b>2) Situation-problème</b> Nous désirons pouvoir commander l'allumage simultané (en même temps) de 2 lampes identiques. Comment relier les différents appareils ?</p> <p><b>3) Hypothèse(s) de circuit(s) et vérification</b> - Les élèves proposent un <b>schéma</b> de circuit au professeur (accord si le circuit est possible) - <b>Réalisation</b> du circuit (vérifier avant branchement du générateur) - <b>Observation et analyse</b> - Si échec, les élèves proposent un autre <b>montage</b>, etc.</p> <p><b>4) Recherche du «bon circuit»</b> - <b>Aide n° 1 (professeur)</b> : donner le nombre de fils à utiliser ou proposer un fil supplémentaire - <b>Aide n° 2 (livre)</b> : les élèves recherchent sur leur livre le montage et le réalisent</p> <p><b>5) Mise en commun des résultats</b> - Formulation orale puis écrite d'une phrase personnelle permettant de distinguer un circuit série d'un circuit dérivation - Construction d'une fiche résumée</p>	<p><b>COMMENTAIRES</b></p> <p><i>Le professeur montrera le fonctionnement de ce dispositif et signalera aux élèves que les deux lampes sont dans des conditions normales de fonctionnement. Un témoin sera gardé sur le bureau.</i></p> <p><i>Matériel disponible : 2 lampes 3,5V, 1 pile 4,5V, 1 interrupteur, des fils.</i></p> <p><i>Laisser sur le bureau une lampe témoin en fonctionnement normal pour comparer. Les élèves modifient souvent l'ordre des appareils, notamment la place de l'interrupteur → exploitation.</i></p> <p><i>Par tâtonnement, certains élèves trouvent le bon circuit, le schématiser est beaucoup plus difficile → aide du professeur ou recours au manuel.</i></p> <p><i>On peut faire chercher par les élèves sur leur livre les mots série et dérivation.</i></p>	

**PROLONGEMENTS**

- Intérêt des montages en dérivation dans les installations domestiques
- Le circuit électrique de la bicyclette
- **Évaluation expérimentale** possible : «modélisation du circuit électrique d'une perceuse»

### Exemple de fiche de TP d'évaluation

Équipe n° ..... ..... .....	<b>TP ÉVALUATION N° .....</b> <b>Modélisation du circuit d'une perceuse</b>
<p>Le circuit électrique de la perceuse étudiée est constitué :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- d'un VOYANT LUMINEUX (mise sous tension de la perceuse)</li> <li>- d'un MOTEUR ÉLECTRIQUE (actionnant la mèche)</li> <li>- d'un INTERRUPTEUR (type bouton poussoir) permettant de commander le fonctionnement du moteur seul.</li> </ul>	
	
<p><b>Problème à résoudre</b>                  Associer les différents constituants du circuit pour assurer le bon fonctionnement de la perceuse sachant que :</p>	
<p><b>Interrupteur OUVERT</b></p> <p>↓</p> <p><b>VOYANT allumé</b> <b>MOTEUR ne fonctionnant pas</b></p>	<p><b>Interrupteur FERMÉ</b></p> <p>↓</p> <p><b>VOYANT allumé</b> <b>MOTEUR fonctionnant</b></p>
<p><i>Matériel disponible</i> : une pile 4,5V, un moteur 4,5V, une DEL (avec sa résistance de protection), un interrupteur bouton poussoir, des fils. Livre et cahier peuvent être consultés.</p>	
<p><b>Compte rendu</b></p> <p>- Schéma du circuit (à montrer au professeur)</p>	
<p>- Réalisation : .....</p>	
<p>- Analyse : toutes les conditions sont-elles respectées (voir tableau) ?</p>	
NON <input type="checkbox"/>	OUI <input type="checkbox"/>
Précise lesquelles : ..... .....	
Ce n'est pas grave ! Propose un autre circuit au dos de la feuille.	
Bravo !	



## **Orientations générales**

L'enseignement de la technologie contribue à amener les élèves à mobiliser leurs connaissances pour résoudre un problème, à utiliser de manière rationnelle les équipements et les moyens de contrôle mis à leur disposition, en respectant les règles de sécurité et les principes ergonomiques. Il leur apprend à utiliser un langage technique correct et rigoureux et à établir un lien entre les activités de conception et de réalisation menées au collège et les pratiques des entreprises. Il développe chez les élèves des compétences indispensables à la formation professionnelle.

L'enseignement de la technologie participe à une éducation à la citoyenneté des élèves en développant leur attitude critique par rapport à un environnement économique et social mieux appréhendé. Il permet d'engager les élèves dans une réflexion qui les conduit progressivement à définir des choix de formation.

### **Des apprentissages technologiques aux premiers apprentissages professionnels**

L'élaboration de projets techniques s'appuie sur une démarche qui donne du sens aux activités de l'élève. Cette démarche s'acquiert progressivement ; il ne s'agit nullement de la proposer dans son ensemble dès la 6<sup>e</sup>, ni de la maîtriser au cours d'un seul cycle.

Ainsi, lors de la classe de 6<sup>e</sup>, il convient plutôt de familiariser les élèves avec les processus de fabrication et de distribution d'un produit. Prônée dès la classe de 5<sup>e</sup> par la circulaire n° 96.167 du 20 juin 1996, la mise en œuvre de projets techniques n'implique pas que les élèves assument, à chaque réalisation, l'ensemble des phases de production d'un bien ou d'un service. Au cours du cycle central, selon le type d'activité ou le scénario choisi, l'accent sera mis sur l'appropriation de certaines étapes de la réalisation d'un objet technique, telles que la production, la distribution ou encore l'analyse du besoin, la conception et la préparation.

### **L'organisation de l'enseignement de la technologie**

Des activités de type bien déterminé sont proposées pour faciliter l'appropriation par les élèves des connaissances et des démarches technologiques. Elles sont différenciées selon les cycles tout en conservant le souci d'une continuité et d'une progression des apprentissages de l'école au collège, et d'un cycle à l'autre. Si chacune de ces activités est resituée dans une démarche d'ensemble, elle doit d'abord avoir un sens en tant que telle.

On portera une attention particulière à l'utilisation raisonnée des technologies de l'information et de la communication qui privilégie une approche contemporaine de l'enseignement de la technologie et concerne aussi les autres disciplines enseignées en SEGPA et EREA.

#### **En classe de 6<sup>e</sup>**

Trois ensembles d'activités sont proposés lors de cette classe : ils concernent la réalisation d'un objet technique, la distribution d'un produit et l'utilisation raisonnée du micro-ordinateur.

1. Cf. le programme  
«Sciences et  
technologie» de ce  
cycle de l'école  
primaire.

L'enseignement de la technologie prolonge la découverte du monde technique esquissée lors du cycle des approfondissements de l'école élémentaire<sup>1</sup>. Il comporte deux activités de fabrication relevant de la mise en forme des matériaux et de la construction électronique. Dans une certaine mesure, les petites productions et les montages électriques réalisés à l'école élémentaire peuvent constituer une anticipation de ces activités. En revanche, l'approche de la distribution d'un produit constitue une activité nouvelle. Les technologies de l'information et de la communication sont abordées en classe de 6<sup>e</sup> au travers du traitement de l'information textuelle. Les activités proposées à l'élève doivent lui permettre d'acquérir la maîtrise de quelques fonctionnalités d'un logiciel : prise en main du poste de travail, impression et modification d'un texte, chargement d'un fichier.

À l'exception des activités inhérentes au traitement de l'information textuelle assurées de manière individuelle sur poste de travail informatique, les autres activités proposent une organisation des élèves en petits groupes au sein desquels les rôles, les responsabilités et les tâches sont définis et répartis à l'image des pratiques d'entreprise ; cela suppose que ces activités soient programmées sur une certaine durée dans le cadre d'un projet.

### **En classe de 5<sup>e</sup> et en classe de 4<sup>e</sup>**

Au cours du cycle central, dans ces classes, les activités programmées par l'enseignant sont organisées autour de la mise en œuvre de projets techniques. Elles visent à des réalisations plus complexes et abordent certaines phases du cycle de vie d'un produit ou d'un service. Les élèves sont amenés à mettre en relation les étapes des réalisations conduites au collège, en SEGPA, et les pratiques des entreprises.

Les enseignants ont à choisir parmi un ensemble d'activités celles qu'ils privilégient avec leurs élèves. Différents types de réalisations proposés mettent l'accent sur des phases différentes du processus de production d'un objet ou d'un service (scénarios). Sans établir de hiérarchie parmi ces activités, une liste est indiquée : montage et emballage d'un produit, production en série à partir d'un prototype, étude et réalisation d'un prototype, essai et amélioration d'un produit, extension d'une gamme de produits, production d'un service. Les enseignants choisissent plusieurs projets chaque année.

Chaque projet de réalisation correspond à un ensemble organisé et limité d'activités qui permettent en effet l'acquisition de compétences instrumentales et notionnelles spécifiques.

En classes de 5<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup>, les acquisitions de nouvelles compétences s'appuient sur la mise en œuvre de plusieurs «unités» informatiques. La maîtrise des fonctionnalités et des procédures est confirmée par l'utilisation du tableur-grapheur. L'étude des automatismes se fait à partir de l'unité intitulée pilotage par ordinateur. L'unité conception et fabrication assistée par ordinateur met en œuvre l'exploitation de données. Enfin, la consultation des données et la recherche d'informations sont abordées avec l'unité consultation et transmission de l'information.

Ces différentes unités permettent une meilleure lisibilité de leur environnement par les élèves de SEGPA. Leur participation à ces activités spécifiques permet le réinvestissement des compétences acquises dans les pratiques professionnelles d'une formation qualifiante ; ce qui assure à ces élèves la continuité des apprentissages dans une visée professionnelle.

Au cours de la classe de 4<sup>e</sup> s'amorce la professionnalisation progressive des enseignements. Les projets techniques s'appuient sur des supports empruntés aux différents champs professionnels. L'utilisation par les élèves de machines de production se fait en conformité avec la législation du travail et selon les règles de sécurité en vigueur.

### **En classe de 3<sup>e</sup>**

Les activités technologiques réalisées au cours du cycle central ont contribué à construire chez l'élève des compétences auxquelles une formation professionnelle fait appel. En classe de 3<sup>e</sup>, les apprentissages sont conçus dans une perspective d'entrée en formation

qualifiante. Dès cette étape du cursus, l'enseignement prend ses références dans les programmes et les référentiels de CAP et les supports d'enseignement s'inscrivent dans le cadre d'un champ professionnel et de champs connexes.

## Recommandations

Au vu d'expériences menées actuellement dans les SEGPA et les EREA, les différents types d'activités prônées paraissent accessibles aux élèves dès lors que les enseignants ont le souci de les choisir, de les adapter et de les organiser pour susciter l'intérêt de leurs élèves et développer leurs connaissances. De même, il importe de varier les activités proposées et d'apprécier leur durée pour entretenir leur motivation et ne pas lasser leur attention. Dans la gestion de ces activités, on veille particulièrement à vérifier la compréhension par les élèves des consignes énoncées.

Si un suivi individualisé de chaque élève paraît indispensable, les activités du cycle d'adaptation comme celles du cycle central gagnent à être abordées dans le cadre de groupes de travail où les rôles et les tâches de chacun, une fois identifiés, sont répartis et coordonnés. Bien préparé, ce travail en groupe est à privilégier ; il développe des habitudes de coopération et permet à chaque élève de mieux apprécier ses responsabilités au sein d'un collectif au regard de la tâche assignée et du but visé.

Dans leurs objectifs de formation, les personnels responsables de cette discipline prennent en compte tout ou partie des activités et des compétences indiquées dans les programmes de technologie du collège. Aucun contenu n'est exclu *a priori*. Les réalisations qu'ils proposent à leurs élèves font toujours référence à des pratiques d'entreprises. Mais les séries que ces productions impliquent éventuellement sont toujours limitées. L'informatique en tant qu'outil et, d'une manière plus large, les nouvelles technologies de l'information et de la communication sont utilisées tout au long de la formation pour faciliter les apprentissages des élèves des enseignements adaptés. Enfin, il convient que les compétences cultivées par les élèves lors des différents scénarios ou activités soient évaluées, qu'il s'agisse de compétences instrumentales ou notionnelles, selon les indications fournies par les programmes de référence.

Que ce soit dans des modes de relation plus personnalisés ou dans l'animation d'un groupe, les enseignants chargés de la technologie seront attentifs, comme leurs collègues d'autres disciplines, à stimuler et encourager les élèves dans leurs apprentissages. Pour les aider à surmonter leurs difficultés, ils tireront aussi le meilleur parti des horaires plus importants consacrés à la technologie dans les enseignements adaptés par rapport à ceux impartis à cette discipline au collège. De même, la constitution de groupes restreints apparaît indispensable pour assumer cet enseignement dans de bonnes conditions et faciliter l'appropriation par les élèves de la démarche et des connaissances technologiques.

Au carrefour de plusieurs disciplines, cet enseignement implique des liaisons avec les mathématiques, les sciences de la vie et de la Terre, les sciences physiques ainsi qu'avec l'éducation civique et l'enseignement du français. Par les démarches qu'elle cultive, par les attitudes qu'elle développe ou par les connaissances qu'elle construit, cette discipline engage à collaborer avec d'autres types d'enseignement. Elle est au cœur d'un travail d'équipe en SEGPA ou en EREA.

Pour réaliser ce document d'accompagnement, différentes équipes de SEGPA ont conçu et proposé à leurs élèves des activités susceptibles de les initier à la démarche technologique et de les conduire à terme à construire des compétences spécifiques. Parmi les expériences menées, un certain nombre ont été choisies pour illustrer les ensembles d'activités ou scénarios sans prétendre à l'exhaustivité. Les exemples ici exposés témoignent de la faisabilité et de la diversité des projets élaborés par les personnels de SEGPA. Un certain nombre d'entre eux n'ont été construits que par des PLP, d'autres ont été élaborés avec la collaboration de professeurs de technologie. Ils pourront aider les personnels en charge de cet enseignement en SEGPA à concevoir et organiser les activités à proposer à leurs élèves.

# Exemples d'activités ou de scénarios susceptibles d'être proposés dans le cadre d'un enseignement de la technologie en SEGPA et en EREA (6<sup>e</sup>, 5<sup>e</sup>, 4<sup>e</sup>)

### En classe de 6<sup>e</sup>

Trois projets élaborés et expérimentés en SEGPA sont proposés.

- La fabrication d'un jeu questions-réponses, «Le Bigtest», qui relève de trois types d'activités :
  - mise en forme des matériaux, domaine de la fabrication ;
  - construction électronique, domaine de la fabrication ;
  - construction électronique, domaine du contrôle.

Le projet du premier ensemble d'activités est détaillé. Les deux autres indiquent seulement comment les activités peuvent être conçues.

- La fabrication d'un jeu de Trminos. Il correspond à l'ensemble d'activités :
  - mise en forme de matériaux, domaine de la fabrication ;
  - traitement de l'information textuelle.
- Une décoration de jardin :
  - construction électronique, domaine de la fabrication.

### En classe de 5<sup>e</sup> et de 4<sup>e</sup>

Ces projets conçus et testés en SEGPA appartiennent à différents «scénarios» :

- Mise en place d'un service auprès d'une collectivité (scénario : production d'un service)
- Emballer et monter un meuble (scénario : montage et emballage d'un produit)
- Créer un porte tournevis (scénario : extension d'une gamme de produits). Ce projet est présenté selon une série de séquences<sup>2</sup> possibles.
- Étude de la fixation d'un triangle lumineux de bicyclette (scénario : étude et réalisation d'un prototype). Cet exemple est détaillé.
- Fabrication d'un triangle lumineux de bicyclette (scénario : production sérielle à partir d'un prototype)
- Gestion de stocks (technologie de l'information, utilisation d'un tableur-grapheur)

Lorsqu'un des projets proposés sera mis en œuvre en classe de 4<sup>e</sup>, il conviendra d'identifier le champ professionnel dans lequel il s'inscrit. Ces projets pourront ainsi judicieusement s'intégrer dans la construction des progressions pédagogiques.

*2. Une séquence peut ou non correspondre à plusieurs séances avec les élèves. Chaque séquence correspond à une phase du cycle de vie d'un produit ainsi qu'à des objectifs et à des activités bien identifiés.*

# Bigtest : jeu électronique de questions/réponses

## Présentation

Ce projet est composé de 2 parties : un support en PVC et une partie électronique. Seule la partie correspondant à la mise en forme des matériaux a été retenue pour l'exemple présenté ci-dessous.

## Activités

Mise en forme des matériaux, domaine de la fabrication.

## Projet de l'activité : fabrication du support

### Compétences attendues

- Identifier et utiliser rationnellement des outillages.
- Mettre en relation les opérations réalisées et les moyens techniques utilisés.
- Installer et maintenir en place une pièce sur une machine préréglée.
- Identifier et utiliser les dispositifs de mise en œuvre et de sécurité d'une machine.
- Suivre une procédure à partir de documents indiquant les opérations de contrôle à effectuer.

### Ressources

- Connaissance préalable de l'objet.
- Vue éclatée.
- Une mini-perceuse préréglée avec un montage de perçage, son mode d'utilisation et les consignes de sécurité.
- Une thermo-plieuse préréglée, son mode d'utilisation et les consignes de sécurité.
- Des représentations du support : dessin coté, vue éclatée, dessin d'ensemble.
- Une nomenclature.
- Une gamme opératoire.
- Du matériel de contrôle dimensionnel.
- Les plaques en PVC.

### Guide

#### *L'enseignant*

Il réalise les démonstrations de réalisation du travail pour chaque poste, en mettant en évidence les consignes de sécurité, ainsi que les contrôles à la fin de chaque opération.

#### *Un tuteur par opération*

Tacitement reconnu ou coopté, l'élève supervise l'accomplissement de l'opération conformément aux consignes de travail et de sécurité.

### **État du produit avant les opérations**

Les supports (cf. schéma 3) sont préalablement découpés et repérés par un matricule.

### **État du produit après les opérations**

Le Bigtest est terminé, conforme aux exigences du contrat.

La face avant (cf. schéma 1) est à adapter en fonction du thème du jeu retenu.

### **Liens possibles avec les autres disciplines**

Éducation à la citoyenneté : travail de groupe, respect de l'autre, etc.

### **Choix des matériaux**

Polychlorure de vinyle, polyméthacrylate de méthyle, métal, etc.

### **Organisation des groupes de travail**

Le groupe se divise en 3 sous-groupes autonomes.

À chaque sous-groupe incombe la responsabilité d'une ou plusieurs opérations de transformation du produit.

Le travail est organisé pour une production sérielle.

*Le nombre de pièces à préparer est égal au nombre d'élèves du groupe plus une (soit environ 10 %) pour pallier les défauts de fabrication. En outre, il faut prévoir des pièces d'essai pour chaque réglage de machine.*

#### **Le sous-groupe 1 :**

- a) contrôle les dimensions extérieures des supports ;
- b) effectue les perçages à l'aide du montage de perçage ;
- c) contrôle le perçage (nombre de trous).

#### **Le sous-groupe 2 :**

- a) réalise le pliage de chaque support ;
- b) contrôle le pliage (angle et direction).

#### **Le sous-groupe 3 :**

- a) procède à l'assemblage de l'ensemble ;
- b) contrôle le fonctionnement de chaque ensemble (vérification complète de chaque appareil y compris l'aspect).

*Cette opération ne figure pas au programme de 6<sup>e</sup> mais, dans ce cas, elle est très simple. Elle se résume à placer dans l'ordre 4 pièces et à les solidariser par 2 fois 2 vis. Par contre, le contrôle représente l'étape finale de la fabrication et, de ce fait, revêt une grande importance puisqu'il valide le produit.*

### **Évaluation (rappel cycle d'adaptation)**

- a) Implication de l'élève dans l'activité collective.
- b) Estimation des progrès (en fonction des compétences attendues).
- c) Contrôle : maîtrise minimale de chacune des compétences attendues.

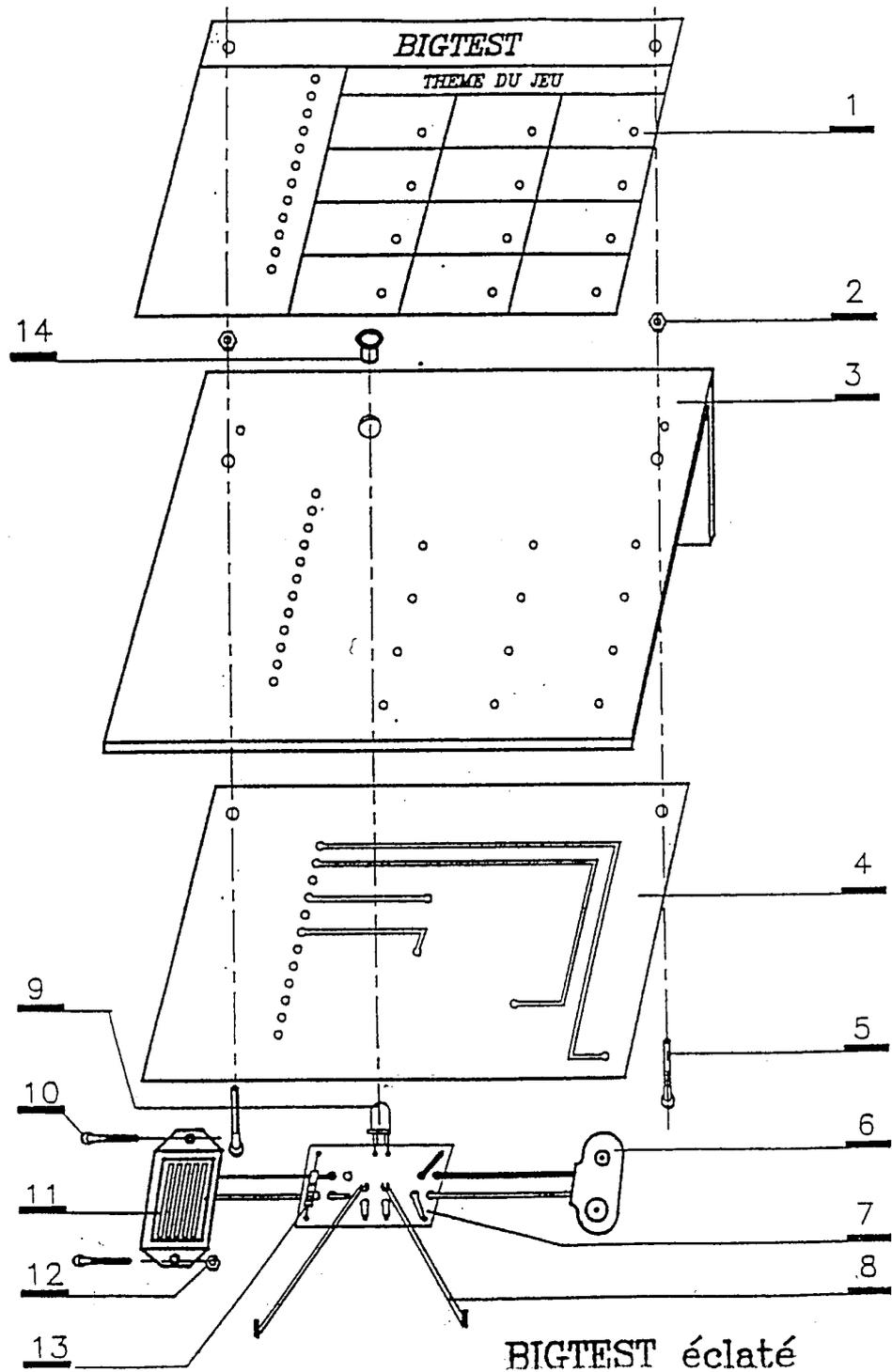
## PROJET : fabrication d'un jeu de questions réponses, le Bigtest

6<sup>e</sup> : cycle d'adaptation

Ensemble d'activités : mise en forme des matériaux, domaine de la fabrication

Nombre de séquences estimé : 1

Étapes de cycle de vie du produit	Objectifs de la séquence	Ressources	Activités élèves	Activités professeur	Notions associées	Compétences évaluées
- Produire	- Réaliser le support	- Postes de travail réglés avec les documents d'utilisation et de sécurité - Contrat de phase - Plaques en PVC prédécoupées - Vue éclatée	- Vérifier la conformité de la plaque - Réaliser et contrôler le support (tri statistique)	- Régler les machines - Rédiger les documents - Organiser la production par groupes de 2, 3 ou 4 élèves - Évaluer	- Choix des matériaux - Présentation du produit - Questions réponses	Voir compétences attendues, p. 71 de ce document



# Le jeu de Trminos

## Présentation

Le jeu de Trminos s'apparente au jeu de dominos. Les pions sont de forme triangulaire, numérotés de 0 à 5. Chaque pion comporte 3 chiffres qu'il faut assembler aux autres. Le jeu comporte 72 pions dont 64 doivent être placés sur un plateau de jeu, en commençant par le centre.

## Projet à réaliser

Le projet se situe durant la classe de 6<sup>e</sup> et développe 3 composantes :

- Mise en forme des matériaux.
- Approche de la commercialisation.
- Traitement de l'information textuelle.

Composition de la boîte de jeu	Organisation du travail
Une série de 72 pions par jeu	À réaliser
5 chevalets	À réaliser
2 dés	Réalisation sous-traitée ou achat
1 support de rangement inséré dans la boîte de présentation	À réaliser
Le coffret du jeu	À réaliser ou à sous-traiter

## Mise en œuvre du projet

### a) Mise en forme des matériaux

Objets	Activités
Pion	De forme triangulaire correspondant à un triangle équilatéral, le pion est réalisé en 2 parties faisant appel aux activités de découpage en série, d'assemblage et de sérigraphie. (cf. fiche-guide n° 1a, 1b)
Chevalet	De forme particulière, sa réalisation nécessite des activités de découpage, de pliage, de contrôle des mesures.
Support de rangement	De forme adaptée à la boîte de rangement, le support sera thermoformé.

## b) Approche de la commercialisation

Le coffret de jeu	La boîte a été conçue et élaborée en sous-traitance par une autre classe. Les indications de présentation publicitaire, commerciale, donnent lieu à l'analyse et l'observation des circuits de distribution.
-------------------	--

## c) Traitement de l'information textuelle

La règle du jeu	S'agissant d'un jeu original, les élèves auront à comprendre le classement des informations d'un texte déjà saisi, à proposer et à réaliser sa mise en forme (cf. fiche-guide n° 5).
-----------------	--

### Fiche-guide n° 1a Sérigraphie des pions

6<sup>e</sup>, cycle d'adaptation

Programme : Préparation à la réalisation sur projet

Unité : Mise en forme des matériaux

#### Objectif de la séquence

Effectuer le marquage des chiffres des pions sur une plaque de PVC correspondant à un jeu complet.

#### Activité(s) de l'élève

- Ordonnancer les opérations liées à la sérigraphie.
- Mettre en œuvre des équipements, des outillages.

#### Ressources

**Matériau(x)** : plaque de polypropylène

**Équipement(s)** : machine à sérigraphier, cadre, raclette, film capillaire, encre, diluant, agent mouillant

**Document(s)** : planche à l'échelle 1 : 1

**État du produit avant les opérations** : les plaques à imprimer sont découpées aux dimensions du jeu

**État du produit après les opérations** : les plaques sont imprimées par série de 9 ou multiple de 9. Nombre prévu : 36

#### Compétences attendues

- Repérer les différentes pièces constituant l'objet à l'aide des représentations appropriées, notamment des vues en perspective et des vues éclatées.
- Reconnaître et nommer, par grandes familles, les matériaux utilisés, en indiquant leur

aptitude au façonnage, leur résistance à la corrosion, leur impact sur l'environnement.

- Identifier et utiliser rationnellement les outillages.
- Mettre en relation les opérations à réaliser et les moyens techniques utilisés.
- Installer et maintenir en place une pièce sur une machine préréglée.
- Identifier et utiliser les dispositifs de mise en œuvre et de sécurité d'une machine.
- Suivre une procédure à partir de documents indiquant les opérations et les contrôles à effectuer.
- Mesurer et contrôler des distances et des dimensions en millimètres.

### Évaluation

1) Implication dans l'activité collective

→ *Réaliser une œuvre collective*

2) Estimation des progrès dans chacune des compétences

→ *Reconnaître et nommer, par grandes familles, les matériaux utilisés, en indiquant : leur aptitude au façonnage, leur résistance à la corrosion, leur impact sur l'environnement.*

3) Contrôle d'une maîtrise minimale des compétences

→ *Mettre en relation les opérations à réaliser et les moyens techniques utilisés*

### Liens possibles avec les autres disciplines

Enrichissement du vocabulaire (technique).

## Fiche-guide n° 1b Découpage des pions en série

6<sup>e</sup>, cycle d'adaptation

Programme : Préparation à la réalisation sur projet

Unité : Mise en forme des matériaux

### Objectif de la séquence

Réaliser le découpage des plaques numérotées et les supports.

### Activité(s) de l'élève

Mettre en œuvre une technique de découpage en série.

### Ressources

**Matériau(x)** : plaque de polypropylène

**Équipement(s)** : cisaille guillotine avec butée graduée

**Document(s)** : schéma dimensionnel des pions

**État du produit avant les opérations** : les plaques imprimées et les supports sont découpés en nombre identique.

**État du produit après les opérations** : les éléments (2 parties) sont découpés à la dimension des pions.

### **Compétences attendues**

- Repérer les différentes pièces constituant l'objet à l'aide des représentations appropriées, notamment des vues en perspective et des vues éclatées.
- Reconnaître et nommer, par grandes familles, les matériaux utilisés, en indiquant : leur aptitude au façonnage, leur résistance à la corrosion, leur impact sur l'environnement.
- Identifier et utiliser rationnellement les outillages.
- Mettre en relation les opérations à réaliser et les moyens techniques utilisés.
- Installer et maintenir en place une pièce sur une machine préréglée.
- Identifier et utiliser les dispositifs de mise en œuvre et de sécurité d'une machine.
- Suivre une procédure à partir de documents indiquant les opérations et les contrôles à effectuer.
- Mesurer et contrôler des distances et des dimensions en millimètres.

### **Évaluation**

### **Liens possibles avec les autres disciplines**

## **Fiche-guide n° 5** **Règle du jeu**

6<sup>e</sup>, cycle d'adaptation

Programme : Traitement de l'information

Unité : Traitement de l'information textuelle

### **Objectif de la séquence**

Mise en forme d'un texte

### **Activité(s) de l'élève**

À partir d'un texte déjà saisi, les élèves auront à classer les informations et à mettre en forme la règle du jeu.

### **Ressources**

**Matériau(x)** : texte saisi et stocké sur disquette

**Équipement(s)** : micro-ordinateur + logiciel

**Document(s)** : texte

**État du produit avant les opérations** : texte saisi et stocké sur disquette (sans mise en forme).

**État du produit après les opérations** : texte ordonné et mis en forme suivant les consignes.

### **Compétences attendues**

- Mettre en forme un texte en recourant au gras, à l'italique, aux majuscules, en utilisant l'alignement, le retrait de paragraphe, le centrage.

### **Évaluation**

**Liens possibles avec les autres disciplines** : Français

# Décoration de jardin

## Présentation

Il est proposé de construire une «chouette» destinée à être suspendue dans un arbre et dont les yeux s'allument dès la tombée de la nuit. Cet objet constitue une réalisation de début d'année de 6<sup>e</sup> et doit éveiller la curiosité des élèves.

Le projet comporte 2 parties bien distinctes (pouvant être traitées par 2 classes différentes) :

### - La réalisation de la forme extérieure

Dans le cadre de la mise en forme des matériaux, on utilisera les techniques de thermoformage, de découpage, de collage. On s'intéressera plus particulièrement aux problèmes d'étanchéité et de suspension de l'objet.

### - La réalisation de la partie électronique

Il s'agit de construire un montage électronique simple permettant l'allumage automatique des yeux de la chouette dès la tombée du jour.

## Fiche-guide Réalisation de la partie électronique

6<sup>e</sup>, cycle d'adaptation

Programme : Préparation à la réalisation sur projet

Unité : Construction électronique

### Objectif de la séquence

Se reporter à la fiche pédagogique (cf. p. 82)

### Activité(s) de l'élève

Groupes	Séquences	Séances	
1	Photogravure	2 x 2 heures	Réalisation en série de 10 circuits
4	Découpage de l'époxy	1 heure	
2 et 3	Perçage	2 heures	1 groupe par diamètre de foret
1, 2, 3, 4	Brasage à l'étain	2 x 2 heures	1 groupe par type de composant

*Remarque : les élèves dans les groupes non occupés travaillent individuellement sur outil informatique (traitement de l'information textuelle).*

### Ressources

- **Documentaires** : modes d'emploi des différentes machines utilisées ; notices de sécurité ; organigramme des opérations ; typon.
- **Matérielles** : insoleuse ; bacs de photogravure ; matériel de base pour l'électronique.

**État du produit avant les opérations :** typon ; composants ; epoxy

**État du produit après les opérations :** 12 circuits imprimés

### **Compétences attendues**

#### ***Fabrication***

- Organiser son poste de travail en respectant les règles de sécurité.
- Réaliser le circuit imprimé par photogravure à partir des consignes données.
- Effectuer les perçages du circuit à l'aide d'un outillage adapté.
- Implanter les composants et réaliser les connexions par brasage à l'étain.

#### ***Contrôle***

- Contrôler la continuité des pistes et l'absence de court-circuit entre les pistes voisines.
- Vérifier la conformité de la valeur de la tension aux différents points test du circuit en utilisant correctement un contrôleur.
- Valider la fonction d'usage du produit dans ses conditions normales d'utilisation.

#### ***Évaluation***

- 1) Implication dans l'activité collective
  - *Faire face à une difficulté sans se décourager.*
  - *Vivre un travail d'équipe, réaliser une œuvre collective.*
- 2) Estimation des progrès dans chacune des compétences
  - *Contrôler la continuité des pistes et l'absence de court-circuit entre les pistes voisines.*
- 3) Contrôle d'une maîtrise minimale des compétences
  - *Effectuer les perçages du circuit à l'aide d'un outillage adapté.*

**Liens possibles avec les autres disciplines :** matériaux conducteurs, isolants.

### **Pistes de travail pour l'électronique**

On évitera le plus possible les projets trop «fermés». L'occasion doit être donnée à l'élève de découvrir que les possibilités technologiques sont très nombreuses. On insistera sur les critères de choix qui permettent de valider une solution technique plutôt qu'une autre (par exemple, allumage continu ou discontinu).

On peut utiliser différents diodes :

- Diodes électroluminescentes Ø 5 mm rouge
- Diodes électroluminescentes Ø 5 mm rouge clignotantes
- Diodes électroluminescentes Ø 5 mm rouge haute luminosité
- Diodes «arc-en-ciel» pour obtenir différentes couleurs
- etc.

Circuits pour le clignotement :

- Circuit résistor + condensateur
- Circuit intégré NE555
- Diodes clignotantes
- etc.

On testera les différentes solutions et on s'attachera à montrer comment on peut faire varier la fréquence de clignotement.

Pour l'alimentation du circuit : pile, énergie solaire.

### **Pistes pour la partie «mise en forme des matériaux»**

(non traitée dans cet extrait de dossier)

On pourra réaliser 2 formes avant et arrière que l'on emboîtera. Les deux parties pourront être réalisées par thermoformage du polystyrène choc 2 mm par exemple.

#### **Activités envisageables**

- Fabrication :
  - Réalisation du moule en plâtre
  - Perçage des «yeux» et du trou de fixation dans les plaques de polystyrène choc
  - Thermoformage
  - Détourage
  - Assemblage
- Étude de l'objet :
  - Reconnaître et nommer les différents matériaux utilisés
  - Repérer les différentes pièces constituant l'objet

#### **Conseils de mise en œuvre**

##### **Réalisations du cycle des approfondissements de l'école primaire**

Très souvent, l'enseignement des sciences et techniques au cycle des approfondissements donne lieu à des réalisations assez proches de l'objet ici proposé.

Cet objet est alors réalisé artisanalement, de façon à privilégier le rapport affectif à l'objet : chaque élève fabrique SON objet. Il convient maintenant, **en référence avec des pratiques d'entreprise**, de montrer à l'élève que la réalisation d'un tel objet peut être rationalisée de manière à passer à une production en série.

De plus, les circuits construits sont de simples circuits électriques : pile, interrupteur, petites ampoules, etc. Bien que pertinente, cette approche ne permet pas des réalisations très pointues, qui nécessitent alors le passage de «l'électrique» à l'électronique. Il serait profitable à l'élève de montrer que les deux techniques coexistent mais que les résultats et la façon de travailler sont singulièrement différents. On insistera sur la notion de chaîne câblée et ininterrompue de composants.

##### **Sous-traitance**

En fonction des équipements, la partie photogravure peut éventuellement être sous-traitée à une classe de technologie du collège. On expliquera alors aux élèves les raisons fondamentales de la sous-traitance : abaissement des coûts par externalisation d'activités et de matériels, flexibilité plus forte, réalisation de meilleure qualité confiée à des spécialistes.

##### **Circuits existants**

Il existe souvent chez les fournisseurs de composants électroniques des circuits «clefs en main» qu'il suffit d'adapter afin de réaliser la ou les fonctions souhaitées.

##### **Sécurité**

Si l'objet confectionné est destiné à devenir un jouet pour des enfants (utilisation dans une chambre, par exemple), il conviendra alors de s'assurer que les matériaux employés ainsi que les techniques d'assemblage utilisées sont conformes aux normes de sécurité relatives aux jouets. Cette recherche peut faire l'objet d'un travail sur les normes accessibles, en particulier avec le réseau internet. On en profitera pour effectuer une sensibilisation sur les risques et les dangers domestiques.

## Fiche pédagogique

### UNITÉ : Construction électronique - décoration de jardin

6<sup>e</sup> : cycle d'adaptation

Ensemble d'activités : Préparation à la réalisation sur projet / construction électronique  
(certaines séquences / séances peuvent comme indiqué supra être sous-traitées)

Nombre de séquences estimé : 4

Étapes de cycle de vie du produit	Objectifs de la séquence	Ressources	Activités élèves	Activités professeur	Notions associées	Compétences évaluées
Réaliser	Photogravure	- Insoleuse, bac à graver, perchloreure de fer, typon	- Suit les différentes étapes de la photogravure - Contrôle la qualité à chaque étape	- Prépare les documents - Règle les machines - Organise la production - Évalue	- Photographie - Sérigraphie - Imprimerie - Techniques de marquage	- Organiser son poste de travail
Réaliser	Découpage	- Cisaille guillotine avec butée graduée	- Sur la cisaille pré-réglée, l'élève effectue la découpe des différents circuits	- Prépare les documents - Règle les machines - Organise la production - Évalue	- Outils de découpe	- Utiliser un outillage adapté
Réaliser	Perçage	- Micro-perceuses pré-réglées avec forets montés	- Identifie les trous à percer (diamètres) sur le document - Perce à travers le montage d'usinage - Contrôle que tous les perçages sont effectués	- Prépare les documents - Règle les machines - Organise la production - Évalue	- Mise en forme des matériaux : perçage	- Effectuer les perçages du circuit à l'aide d'un outillage adapté
Réaliser	Brasage	- Fer à souder, fil d'étain, «3 <sup>e</sup> main», pompe et tresse à dessouder, pinces	- Identifie les composants - Place correctement les composants (polarité) - Plie soigneusement les composants - Brase à l'étain - Contrôle le travail effectué	- Prépare les documents - Règle les machines - Organise la production - Évalue	- Assemblages démontables ou définitifs	- Implanter les composants - Réaliser les connexions par brasage à l'étain

## **PROJET : Mise en place d'un service auprès d'une collectivité en liaison avec les technologies de l'information** (utilisation du tableur-grapheur, consultation et transmission de l'information)

Cycle central

Scénario : Production d'un service

Nombre de séquences estimé : 3

Étapes de cycle de vie du produit	Objectifs de la séquence	Ressources	Activités élèves	Activités professeur	Disciplines associées	Compétences évaluées
Analyser le besoin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Élaborer un questionnaire</li> <li>- Réaliser une enquête</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demande d'un service destiné à un public déterminé</li> <li>- Enquête déjà menée sur un service analogue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rédiger le questionnaire</li> <li>- Réaliser l'enquête</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechercher les éléments d'une enquête sur un service analogue</li> <li>- Organiser la rédaction et l'enquête</li> <li>- Évaluer</li> </ul>	- Français	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier dans l'environnement les activités de service</li> <li>- Recenser l'ensemble des opérations nécessaires à la production du service</li> </ul>
Étudier la faisabilité	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dépouiller et exploiter l'enquête</li> <li>- Inventorier les contraintes</li> <li>- Calculer le prix de revient</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grille ou logiciel de gestion de questionnaire</li> <li>- Résultats de l'enquête</li> <li>- Fourchette horaire</li> <li>- Possibilités de trésorerie</li> <li>- Autorisations administratives</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Élaborer un cahier des charges</li> <li>- Déterminer un budget prévisionnel</li> <li>- Étudier les différentes solutions, proposer des solutions</li> <li>- Planifier et répartir les tâches</li> <li>- Dépouiller informatiquement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Élaborer des documents d'analyse et de synthèse</li> <li>- Animer chaque activité</li> <li>- Évaluer</li> </ul>	- Français - Mathématiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anticiper dans le temps et dans l'espace un ensemble coordonné d'actions</li> <li>- Gérer un ensemble d'informations</li> <li>- Concevoir, rédiger et classer des documents</li> <li>- Choisir un mode de représentation pertinent</li> </ul>
Produire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recenser et choisir les fournisseurs</li> <li>- Réceptionner et contrôler les marchandises</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Annuaires</li> <li>- Minitel</li> <li>- Téléphone</li> <li>- Ordinateur avec un tableur</li> <li>- Bons de commande</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réaliser selon la nature de la demande</li> <li>- Suivre la réalisation et contrôler la qualité</li> <li>- Tenir le dossier projet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Animer chaque activité</li> <li>- Évaluer</li> </ul>	- Français - Mathématiques - Arts plastiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechercher des adresses, sauvegarder le résultat dans un fichier texte</li> <li>- Respecter les échéances et le budget</li> <li>- Concevoir, rédiger et classer des documents</li> </ul>

Dans cet exemple, il ne s'agit pas de fabriquer un produit mais de mettre en place un service (vente de brioches, petits-pains, etc.) dans un collège et pour une période donnée : fête, événement, etc.

## PROJET : Emballer et monter un meuble

### Cycle central

Scénario : Montage et emballage d'un produit

Nombre de séquences estimé : 2

Étapes de cycle de vie du produit	Objectifs de la séquence	Ressources	Activités élèves	Activités professeur	Notions associées	Compétences évaluées
Commercialiser	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caractériser les produits à emballer</li> <li>- Choisir un type d'emballage</li> <li>- Réaliser la notice de montage</li> <li>- Réaliser l'emballage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Éléments de normes relatives à l'emballage</li> <li>- Descriptions d'emballages existants</li> <li>- Modèle des pièces constitutives du meuble</li> <li>- Nomenclature des pièces à emballer et des outils nécessaires à l'assemblage</li> <li>- Descriptif des modes de distribution</li> <li>- Thermoformeuse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Étudier les emballages existants</li> <li>- Choisir une solution et réaliser l'emballage du produit</li> <li>- Élaborer une notice de montage</li> <li>- Déterminer les modes de distribution</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rassembler les divers modèles de documents d'information</li> <li>- Guider les séances de réflexion</li> <li>- Organiser les postes de travail et préparer les notices d'utilisation et de sécurité y afférant</li> <li>- Évaluer</li> </ul>	Français Mathématiques Arts plastiques SVT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respect des contraintes réglementaires dans le choix d'un emballage selon la nature du produit et le mode de distribution</li> <li>- Ordonnancement des étapes de la réalisation de l'emballage</li> <li>- Décrire les conditions d'utilisation du produit</li> </ul>
Produire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organiser l'aire de montage</li> <li>- Déballer et repérer les pièces par rapport à la nomenclature</li> <li>- Analyser la gamme de montage</li> <li>- Réaliser le montage et contrôler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produits emballés</li> <li>- Outils nécessaires au déballage, à l'assemblage et à la pose</li> <li>- Nomenclature des pièces</li> <li>- Gamme de montage</li> <li>- Dessin du produit monté</li> <li>- Vue éclatée du meuble</li> <li>- Spécifications relatives à la pose</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déballer les pièces</li> <li>- Inventorier les pièces par rapport à la nomenclature</li> <li>- Étudier la notice de montage</li> <li>- Effectuer le montage selon la gamme</li> <li>- Contrôler le montage</li> <li>- Effectuer la pose</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Répartir les tâches et les responsabilités</li> <li>- Animer les séances de déballage et de montage</li> <li>- Évaluer</li> </ul>	Français	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réalisation du montage selon la gamme</li> <li>- Contrôler la conformité du produit</li> </ul>

L'exemple proposé prend une autre référence que celle envisagée dans le programme du cycle central. Dans ce cas, l'emballage précède le montage. Il s'agit ici de l'emballage d'éléments d'un meuble, fabriqués dans un LP, en vue de sa commercialisation en kit. Il sera monté chez le client par un professionnel ou par le client lui-même.

## PROJET : Créer un porte tournevis (extrait d'une réalisation, pistes de travail)

Classe de 5<sup>e</sup>

Scénario : Extension d'une gamme de produits

Nombre de séquences estimé : 4

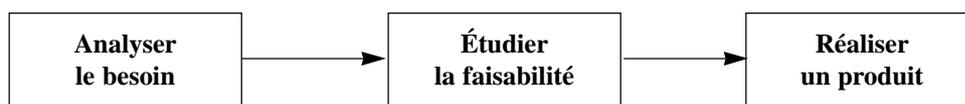
### Référence

Il s'agit d'une petite entreprise spécialisée dans la conception et la réalisation d'objets en matière plastique. Elle relève du secteur domestique du bricolage (en particulier du rangement).

La cible de vente concerne la grande distribution.

### Cycle de vie

Le projet à construire se situe dans le cycle de vie d'un produit aux étapes suivantes :



### Tableau de répartition (programme de technologie du cycle central)

Ce projet s'adresse à une classe de 5<sup>e</sup>.

Activités	Compétences
A - Recherche d'idées de diversification	Adapter un produit en fonction d'un objectif d'extension de gamme
B - Recherche et choix des fonctions et des solutions techniques dans le respect de contraintes techniques et économiques	Choisir et mettre en œuvre des solutions techniques
C - Fabrication de prototypes	
D - Démonstration et présentation orale des prototypes en vue d'un choix	Présenter oralement les caractéristiques des prototypes

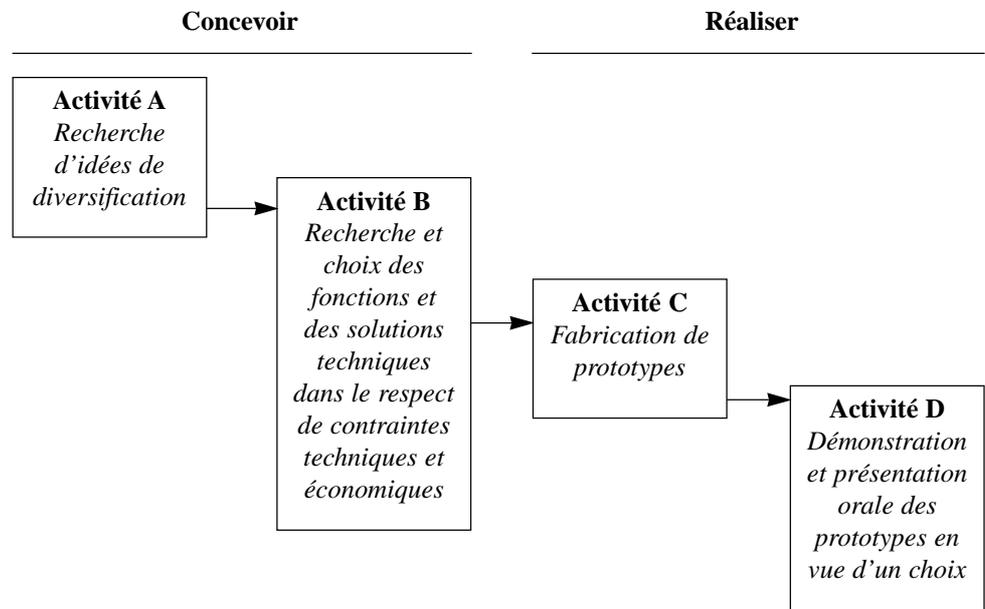
### Répartition des séquences (exemple)

Séquence A1 (1)	Séquence B1 (2 + 3)	Séquence C (4)	Séquence D
Séance A 1.1	Séance B 1.1	Séance C 1.1	Séance D 1.1
	Séance B 1.2		
	Séance B 1.3 (non présentée)		

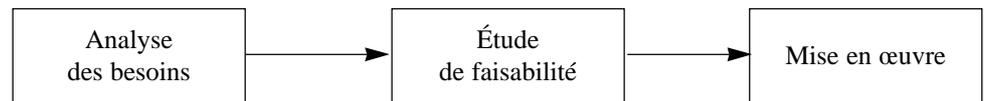
## Scénario : «Extension d'une gamme de produits»

Exemple : Préparer l'extension d'une nouvelle gamme de produits à partir d'un besoin des consommateurs

### Étapes du projet



### Cycle de vie



#### Séquence : A (séance : A 1.1)

**Activité :** Recherche d'idées de diversification

- Définir et compléter une grille permettant de retenir les critères nécessaires à la conception des prototypes
- Traduire schématiquement l'objet à produire

**Compétence à construire :** Adapter un produit en fonction d'un objectif d'extension de gamme

**Unité informatique :** Utilisation du tableur-grapheur

**Liaison avec d'autres disciplines**

**Production élève :**

- Réalisation d'un tableau récapitulatif des critères observés
- Schématiser les objets (la forme générale)

**Mode d'action :** Travaux par petit groupe

**Évaluation :**

- Individuelle
- Groupe

**Fiche pédagogique :** Fiche A.A (voir p. 88)

### Séquence : B

Séances : B 1.1 : Définition du cahier des charges fonctionnel

B 1.2 : Réaliser des maquettes

**Activité** : Rechercher des solutions techniques dans le respect de contraintes techniques et économiques

- Définir les fonctions d'usage et d'estime
- Définir les contraintes : dimensions, fixation, nombre de tournevis, etc.
- Réaliser les maquettes

**Compétence à construire** : Choisir et mettre en œuvre des solutions techniques

**Unité informatique** : Utilisation du tableur-grapheur

**Liaison avec d'autres disciplines** : Arts plastiques en activité commune pour la réalisation des maquettes

**Production élève** :

- Réaliser un dossier technique
- Élaborer les maquettes

**Mode d'action** :

- Par groupe pour la définition des fonctions et des contraintes
- Par groupe pour la réalisation des maquettes
- Individuel pour l'unité informatique

**Évaluation** : Groupe

**Fiche pédagogique** : fiche B.B (voir p. 88)

### Séquence : C (séance : C 1.1)

**Activité** : Fabrication des prototypes

- Mise en œuvre du pliage
- Mise en œuvre du perçage
- Mise en œuvre de l'assemblage
- Situer des problèmes de sécurité dans le cadre de l'utilisation des équipements

**Compétence à construire** : Choisir et mettre en œuvre des solutions techniques

**Unité informatique**

**Liaison avec d'autres disciplines**

**Production élève** : Réalisation des prototypes

**Mode d'action** : par groupe

**Évaluation** : collective

**Fiche pédagogique** : fiche C.C. (voir p. 89)

### Séquence : D (séance : D 1.1)

**Activité** : Démonstration et présentation des prototypes en vue d'un choix

**Compétence à construire** : Présenter oralement les caractéristiques des prototypes

**Unité informatique**

**Liaison avec d'autres disciplines** : Français (développer oralement une argumentation)

**Production élève** : Argumenter oralement un dossier

**Mode d'action** : l'élève représentera le groupe attaché à chaque prototype

**Évaluation** : sommative (en collaboration avec le professeur de français)

**Fiche pédagogique** : fiche D.D (voir p. 89)

**FICHE A.A****PROJET : Porte outils**Classe de 5<sup>e</sup>

Scénario : Extension d'une gamme de produits

Nombre de séquences estimé : 1

Étapes de cycle de vie du produit	Objectifs de la séquence	Ressources	Activités élèves	Activités professeur	Notions associées	Compétences évaluées
Analyse du besoin	- Découvrir qu'un produit répond à un besoin évolutif	- Documents et spécifications sur les produits existants dans la concurrence - Enquête préliminaire	- Distinguer les critères - Proposer un classement par famille.	- Préparer des grilles types de base.	Entraînement à l'analyse critique	- Analyse les critères d'extension d'une gamme de fabrication - Degré de nouveauté - Contraintes, etc.
			- Unité informatique : réaliser un tableau comparatif		Utilisation du tableur	

**FICHE B.B****PROJET : Porte outils**Classe de 5<sup>e</sup>

Scénario : Extension d'une gamme de produits

Nombre de séquences estimé : 2

Étapes de cycle de vie du produit	Objectifs de la séquence	Ressources	Activités élèves	Activités professeur	Notions associées	Compétences évaluées
Étude de la faisabilité	- Définir les fonctions, les contraintes	Séquence A	- Préciser les caractéristiques des produits en vue de réaliser 3 prototypes	- Organiser la réflexion - Rédiger et commenter le cahier des charges - Préparer les matériaux - Organiser la répartition des groupes	- Observer la matière - Fonction d'usage - Coût	- Choisir des solutions techniques
	- Réaliser les maquettes		- Construire les 3 prototypes différents	- Définir une stratégie commune	- Marché, segment, cible, concurrence, famille de produits - Prototype	- Réaliser les maquettes

**FICHE C.C****PROJET : Porte outils**Classe de 5<sup>e</sup>

Scénario : Extension d'une gamme de produits

Nombre de séquences estimé : 1

Étapes de cycle de vie du produit	Objectifs de la séquence	Ressources	Activités élèves	Activités professeur	Notions associées	Compétences évaluées
- Produire le prototype	- Réaliser les prototypes à l'échelle 1	- Matériaux - Équipement - Acquis de 6 <sup>e</sup>	En fonction des zones les élèves : - percent - contrôlent - assemblent - plient	- Définir les consignes - Préparer les documents	- Gamme de réalisation - Poste de travail	- Mettre en service un équipement - Élaborer les prototypes
				- Évaluer - Indiquer les règles de sécurité		

**FICHE D.D****PROJET : Porte outils**Classe de 5<sup>e</sup>

Scénario : Extension d'une gamme de produits

Nombre de séquences estimé : 1

Étapes de cycle de vie du produit	Objectifs de la séquence	Ressources	Activités élèves	Activités professeur	Notions associées	Compétences évaluées
Argumenter	- Argumenter devant un public	- Dossier technique - Maquette - Prototype	- Définir l'ordre des arguments - Traduire oralement les aspects qualitatifs des prototypes	- Aider à la mise en place du représentant de chaque groupe	- Fonction d'usage	- Savoir présenter et vendre son produit à l'aide d'arguments ciblés
				Professeur de français : - élaborer une fiche de note - définir les qualités orales du discours	- Discours argumentatif	

# Triangle lumineux de bicyclette

## Cycle central

**Scénario** : Étude et réalisation d'un prototype, étude de la fixation

## Présentation du projet

Ce projet concerne l'étude d'un système de fixation de triangle lumineux de signalisation à poser sur une bicyclette.

## Activités

- Observation de solutions existantes
- Recherche de solutions, choix des matériaux et des organes, en fonction du cahier des charges fonctionnel rédigé par l'enseignant
- Traduction des choix techniques en dessins et schémas
- Recherche et choix de fournisseurs
- Passation de commande
- Réalisation de maquettes ou d'avant-projets pour validation des solutions retenues
- Essais et comparaison des différentes solutions
- Réalisation de prototypes

## Compétences attendues

- Mettre en relation les caractéristiques d'une solution et les contraintes et attentes énoncées
- Comparer les offres des fournisseurs

## Ressources

- Triangle lumineux et des boîtiers
- Une bicyclette
- Catalogues d'accessoires de bicyclette et de matériel de fixation
- Petit matériel de mécanique
- Perceuse avec ses accessoires, son mode d'utilisation et ses consignes de sécurité
- Petit budget disponible ou carnet de bons de commande
- Cahier des charges

### *État du produit avant l'étude*

Le triangle lumineux et les boîtiers ne possèdent pas de fixation

### *État du produit après les opérations d'étude et de réalisation*

Les boîtiers peuvent se fixer sur la bicyclette selon les règles définies dans le cahier des charges

## Liens avec d'autres disciplines

- Exprimer sa pensée
- Calculer un prix de revient
- Rechercher l'esthétique dans les formes et les couleurs

## Guide

L'enseignant :

- Rédige le cahier des charges
- Présente le cahier des charges aux élèves
- Donne une méthode de recherche
- Aide à la sélection des solutions les plus adéquates
- Organise la mise en forme des solutions retenues et leur réalisation
- Participe aux tests et au choix du prototype

## Organisation

- En commun :
  - analyser le cahier des charges
  - inventorier toutes les solutions émises
  - trier les solutions les plus proches du cahier des charges
- En groupe, par solution retenue :
  - l'affiner et la formaliser
  - rechercher les fournitures et chiffrer l'engagement prévisible
  - étudier sa faisabilité
  - réaliser le prototype
- En commun :
  - tester les prototypes
  - choisir le système de fixation qui équipera le triangle lumineux

## Critères d'évaluation

- Les contraintes du cahier des charges sont respectées dans chaque formalisation des prototypes proposés.
- Une comparaison entre plusieurs fournisseurs est réalisée.
- La définition et le chiffrage des fournitures sont satisfaisantes.
- Le prototype est conforme à sa formalisation.

## PROJET : Étude de la fixation d'un triangle lumineux de bicyclette

### Cycle central

Scénario : Étude et réalisation d'un prototype

Nombre de séquences estimé : 3

Étapes de cycle de vie du produit	Objectifs de la séquence	Ressources	Activités élèves	Activités professeur	Notions associées	Compétences évaluées
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Étudier la faisabilité</li> <li>- Concevoir</li> <li>- Définir</li> </ul>	Proposer des solutions pour la fixation sur une bicyclette	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Catalogues professionnels de fournitures</li> <li>- Cahier des charges</li> <li>- Petit matériel de mécanique</li> <li>- Matériaux (plastique, métal, tissu, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire l'inventaire des solutions possibles en partant d'un cahier des charges</li> <li>- Schématiser</li> <li>- Réaliser les prototypes et les tester</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rédiger le cahier des charges</li> <li>- Animer la recherche</li> <li>- Veiller à la faisabilité</li> </ul>	Matériaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en relation les caractéristiques d'une solution et les contraintes et attentes énoncées</li> <li>- Comparer des offres de fournisseurs</li> </ul>

# Gestion des stocks

Unité : technologies de l'information

## Présentation

On demande à l'élève, **travaillant individuellement** sur un poste informatique, de mettre à jour une fiche de stock informatisée (sur tableur) et de l'imprimer. L'élève dispose des bons de commandes, des bons de livraison ainsi que des bons de sortie.

Cycle	Programme	Unité
Cycle central (de préférence classe de 5 <sup>e</sup> )	Les technologies de l'information	Utilisation du tableur-grapheur

## Activités

«Manipuler l'outil pour en découvrir les fonctionnalités essentielles»

Tableur	<input checked="" type="checkbox"/> Modifier <input type="checkbox"/> Exporter	<input checked="" type="checkbox"/> Sauvegarder <input type="checkbox"/> Créer	<input checked="" type="checkbox"/> Imprimer
Grapheur	<input type="checkbox"/> Sélectionner <input type="checkbox"/> Imprimer	<input type="checkbox"/> Afficher <input type="checkbox"/> Exporter	<input type="checkbox"/> Mettre en forme

## Notions

«Acquérir les notions liées à la conception d'un tableau/d'un graphe»

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Cellule                            | <input checked="" type="checkbox"/> Rubrique          | <input checked="" type="checkbox"/> Formule |
| <input checked="" type="checkbox"/> Résultat                           | <input checked="" type="checkbox"/> Feuille de calcul |   |
| <input type="checkbox"/> Trame   | <input type="checkbox"/> Série                        |   |
| <input type="checkbox"/> Reconnaissance d'une représentation graphique |   |   |
| <input type="checkbox"/> Lien entre tableau et graphique               |   |   |

## Compétences attendues

- Charger une feuille de calcul
- Compléter, charger un masque déjà paramétré
- Modifier des données et vérifier l'incidence de cette modification sur les résultats
- Entrer une formule simple
- Modifier la présentation d'une feuille de calcul, la taille des cellules, la trame
- Exporter le tableau dans un texte
- Extraire ou imprimer tout ou partie d'un tableau
- Créer un tableau correspondant à un problème simple
- Sélectionner la zone à représenter graphiquement
- Choisir un mode de représentation pertinent
- Afficher un graphique, le modifier
- Mettre en forme un graphique
- Imprimer un graphique

- Constater l'incidence des modifications des données du tableau sur la représentation graphique
- Exporter un graphique dans un texte

### Ressources

- Documentaires :
  - 5 bons de commande
  - 3 bons de livraison
  - 6 bons de sortie
  - 1 fiche de stock informatisée partiellement remplie
  - 1 fiche de stock vierge imprimée
  - la fiche de fonctionnement du poste informatique
- Matérielles :
  - 1 micro-ordinateur par élève avec imprimante
  - Logiciel Works pour Windows

### Guide

- L'enseignant :
  - crée les différents documents : fiches de stock, bons de commande, de livraison, de sortie ;
  - crée la fiche de stock sur tableur (ainsi que sa mise en forme) ;
  - rédige la fiche consigne du poste informatique.
- L'élève :
  - met en route le poste informatique, lance le tableur, charge la feuille de calcul ;
  - à partir des différents documents, l'élève saisit les données dans la feuille de calcul, sauvegarde la feuille de calcul, imprime cette feuille.

#### **État du produit avant les opérations**

Fiche de stock informatisée (sur tableur) non mise à jour

#### **État du produit après les opérations**

Fiche de stock mise à jour, sauvegardée et imprimée

### Liens possibles avec d'autres disciplines

La gestion des stocks sur tableur constitue une propédeutique à la formation professionnelle.

Lecture de documents administratifs, repérage des informations pertinentes dans chacun des documents.

### Organisation

**Nombre de séquences** (unité pédagogique) : 1

**Nombre de séances** : 1 x 2 heures

Travail individuel sur poste informatique.

Un second élève, sur un autre poste, effectue un travail similaire avec des documents semblables mais de dates différentes, donc de contenu différent. Les élèves peuvent s'entraider (socialisation des savoirs).

Les autres élèves de la classe travaillent sur différents postes concernant les scénarios.

### Difficultés susceptibles d'être rencontrées par les élèves

#### • **Prise en compte d'un nombre important de documents à considérer**

On effectuera avec les élèves un travail de repérage des différents types de documents, puis un classement par date (repérage dans le temps).

Les données concernant les entrées seront coloriées en vert sur les bons de commande, de livraison et sur la fiche de stock vierge (avant saisie informatique).

Les données concernant les sorties seront coloriées en rouge sur les bons de commande, de livraison et sur la fiche de stock vierge (avant saisie informatique).

#### • **Utilisation de l'outil informatique**

On veillera à disposer d'un parc informatique homogène : mise en route des postes similaires, menus de lancement identiques, mêmes versions de logiciels.

Chaque poste comportera, outre l'organigramme de mise en route, un mode d'emploi succinct mais riche en représentations visuelles (copies d'écran). Les consignes écrites seront reprises verbalement.

Le travail individuel sur informatique pourra avec profit être suivi par un élève «tuteur» ayant précédemment travaillé sur ce sujet.

Le maniement de la souris s'avérant parfois délicat (le déplacement dans le plan horizontal provoque un déplacement du pointeur de souris dans un plan vertical), il faudra indiquer à l'élève que les sélections de cellules peuvent aussi être réalisées à l'aide des flèches de déplacement. Noter que la sensibilité de la souris peut être réglée différemment pour chaque élève (en fonction de sa dextérité). Penser à configurer différemment la souris pour les gauchers. Des dispositifs de pointage spéciaux pour élèves handicapés existent.

#### • **Représentation mentale des activités**

On prévoit un nombre d'objets correspondant aux objets commandés, livrés ou sortis. On range ces différents objets dans des caisses «commandes», «livraisons», «sorties». On insistera sur l'importance et la réalité de cette gestion des stocks en entreprise.

L'élève peut ainsi contrôler les stocks calculés par l'ordinateur.

Cette série d'activités pourra être reprise (et donc réinvestie) dans le scénario «Montage et emballage d'un produit».

### Évaluation

• **Sommative** sur les compétences notionnelles (10 minutes en fin de séance sous forme de questionnaire à choix multiples).

• **Formative** sur les compétences instrumentales.

On insistera sur l'auto-contrôle (avec les objets dans les caisses).

• **Critères** : l'élève est capable de charger la feuille de calcul.

Les chiffres inscrits sont : - corrects

- dans les bonnes colonnes (distinguer entrées / sorties) ;

- dans les bonnes lignes (ordre chronologique).

La feuille de calcul a bien été sauvegardée avant impression.

L'élève a contrôlé que le stock calculé par l'ordinateur correspond bien au stock réel d'objets.

## PROJET : Utilisation du tableur-grapheur, gestion des stocks

### Cycle central

Ensemble d'activités : Unité technologies de l'information, utilisation du tableur-grapheur

Nombre de séquences estimé : 1

Nombre de séances estimé : 1 x 2 heures

Étapes de cycle de vie du produit	Objectifs de la séquence	Ressources	Activités élèves	Activités professeur	Notions associées	Compétences évaluées
- Produire	- Mettre à jour une fiche de stocks	- Documents papier - Poste informatique - Feuille de calcul informatisée sur tableur - Objets réels	- Mettre en route l'ordinateur - Charger la feuille de calcul - Mettre à jour la fiche de stock - Sauvegarder - Imprimer la feuille de stock mise à jour	- Préparer les différents documents - Préparer le poste informatique, la feuille de calcul - Assister l'élève - Évaluer	- Stocks de matériaux, produits finis - Valeur des stocks	- Notionnelles : cellule, rubrique, résultat, feuille de calcul - Charger une feuille de calcul, modifier des données, imprimer