

EXPERIMENTATION EN MATHEMATIQUES DANS LE CONTEXTE DE L'ENSEIGNEMENT SPECIALISE

Etude des apports d'un dispositif de type "rallye" mathématiques

Thierry DIAS

Université de Lyon

IUFM de Lyon & LEPS/LIRDHIST

Université Claude Bernard Lyon 1

thierry.dias@lyon.iufm.fr

Résumé

Nous avons mis en place au sein de l'académie de Lyon un dispositif de type "rallye mathématiques" auquel participent depuis trois ans une cinquantaine de classes spécialisées volontaires. A travers ce projet, nous souhaitons questionner et analyser les pratiques d'enseignement mises en œuvre dans les classes participantes, afin d'étudier comment elles prennent en compte la dimension expérimentale des mathématiques. Nous appuyons ce projet sur deux documents institutionnels récents concernant, pour l'un, la scolarisation des élèves à besoins spécifiques, et pour l'autre, la démarche d'investigation dans l'enseignement des disciplines scientifiques. Dans cet article, nous présentons le dispositif rallye ainsi que les premiers éléments d'analyse produits à l'issue de l'analyse d'un questionnaire enseignant.

Alors que la quatrième année de mise en œuvre du dispositif "rallye maths ASH" se termine dans le département du Rhône, force est de constater que le contexte de l'enseignement spécialisé permet un développement conséquent des activités de résolution de problèmes de recherche en mathématiques. Ce sont en effet plus de quarante classes ou structures qui participent en 2006-2007 ce qui correspond environ à 400 élèves.

En créant ce projet, nous souhaitons nous adresser prioritairement aux élèves en difficulté ou en situation de handicap, en leur proposant des situations riches de sens et d'intérêt. Bien entendu, le dispositif doit aussi permettre aux enseignants de porter un regard différent sur l'activité mathématique de leurs élèves dans le cadre de l'enseignement par la résolution de problèmes. Enfin, l'encadrement de ce dispositif par un travail pédagogique (réunions et animations en formation continue) alimente aussi les données de la recherche que nous conduisons autour de la dimension expérimentale des mathématiques et de l'étude du milieu qui permet sa mise en œuvre dans la classe.

I – LA SCOLARISATION DES ELEVES A BESOIN SPECIFIQUE

En février 2005, la loi sur le handicap lance un nouveau défi pour l'école : la scolarisation de tous les élèves en situation de handicap¹. La conséquence principale de cette loi est une nécessaire adaptation des enseignements qui doit porter davantage sur les démarches que sur les contenus (idée qui rejoint celle de l'alignement de la SEGPA sur les programmes du collège dans une circulaire précédente). La loi parle explicitement du *droit à compensation*, ce qui légitime le processus d'adaptation laissé entièrement à la charge des enseignants. Pour réussir dans cette mission, l'Ecole ne doit pour autant rien abandonner de ses ambitions concernant les connaissances et les compétences à acquérir. L'essentiel de ses efforts doit donc porter sur l'adaptation des démarches et des méthodes afin de ne pas priver les élèves en situation de handicap de véritables apprentissages.

Nous faisons le constat suivant : alors que les élèves en difficulté ou en situation de handicap ne sont pas privés ou dénués de capacités cognitives, on leur propose encore trop souvent des tâches minorées tant par le contexte que par le contenu comme réponse à leurs besoins.

Dans le cadre du travail que nous mettons en place, nous avons choisi d'accompagner les enseignants sur le plan formatif en leur proposant une réflexion sur l'étayage nécessaire à l'apprentissage de ces élèves à besoin spécifique en particulier en ce qui concerne les processus d'adaptation nécessaires à la conduite des situations de recherche. Nous appuyons notre accompagnement formatif sur la didactique de la discipline en la présentant comme un outil professionnel qui s'avère un bon levier pour faire face aux difficultés (voir paragraphe 4). Nous essayons ainsi de former les enseignants à la préparation qualitative des situations proposées en travaillant principalement sur leur analyse a priori. L'une des finalités de ce projet est de rendre visible pour les enseignants le fait que leurs élèves sont susceptibles de développer des capacités et des motivations qui vont souvent bien au-delà de ce que l'on peut envisager a priori.

II – DEMARCHE D'INVESTIGATION ET RESOLUTION DE PROBLEMES

Nous faisons l'hypothèse qu'au sein d'un dispositif de type "rallye-maths", les mathématiques apparaissent réellement comme des outils pour comprendre, pour modéliser et pour anticiper. C'est pourquoi, nous avons choisi d'investir le champ de la méthodologie propre à l'enseignement des sciences expérimentales telle qu'elle est présentée dans le document d'introduction à l'enseignement des sciences². Il y est question du rapprochement entre la démarche d'investigation et celle de la résolution de

1 « Constitue un handicap, au sens de la présente loi, toute limitation d'activité ou restriction de participation à la vie en société subie dans son environnement par une personne en raison d'une altération substantielle, durable ou définitive d'une ou plusieurs fonctions physiques, sensorielles, mentales, cognitives ou psychiques, d'un polyhandicap ou d'un trouble de santé invalidant. » Loi pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées du 11 février 2005

² Document d'introduction à l'enseignement des sciences, BO n°5 du 25 août 2005

problèmes. Ces deux démarches relèvent d'une même conception de la construction des connaissances en regard de la dialectique enseigner/apprendre :

- le choix de situations de recherche (contenu mathématique, langage et énoncés) et de leur mise en œuvre pour le versant enseignement ;
- le recours à l'expérimentation et à la modélisation dans l'activité scientifique de l'élève sur le versant des apprentissages.

Dans un premier temps, nous souhaitons faire le point sur les significations de la terminologie employée dans la suite de cet article concernant l'enseignement scientifique : démarche d'investigation, expérimentation, modélisation, laboratoire.

II – 1 La démarche d'investigation

Le document d'introduction à l'enseignement des sciences à destination du collège (paru en juillet 2005) précise que l'enseignement scientifique doit permettre à tous les élèves de construire une meilleure compréhension du monde dans lequel ils vivent notamment par l'élaboration d'une représentation plus cohérente de ce monde. La démarche d'investigation est fortement préconisée ainsi que le recours à l'expérimentation. Cette démarche est explicitement rapprochée de la résolution de problèmes en mathématiques dans le document institutionnel.

Démarche d'investigation et résolution de problèmes renvoient, selon nous, à une même conception de la construction des connaissances. Du côté des démarches d'enseignement, le rapprochement concerne essentiellement le choix des situations proposées aux élèves. Elles doivent s'appuyer sur un contenu scientifique bien identifié et suffisamment maîtrisé par l'enseignant. Ces savoirs à transmettre engagent également l'enseignant sur la connaissance de leurs spécificités et des obstacles à leur accès. La question de la démarche renvoie à la problématique de leur mise en œuvre. Concernant les processus d'apprentissage, il s'agit essentiellement d'organiser le recours à l'expérimentation et à la modélisation dans la construction des connaissances scientifiques.

Selon nous, une démarche d'investigation scientifique en mathématiques peut être caractérisée par :

- un processus d'apprentissage des élèves caractérisé par un mode de relation aux savoirs s'appuyant sur le questionnement, la formulation de conjectures, la modélisation, l'expérimentation et la communication ;
- une posture enseignante réflexive : choix déterminé des problèmes en référence aux objets de savoirs en jeu, accompagnement de la recherche et pratique de l'étayage raisonné ;
- un lieu (labellisé par le laboratoire) et un milieu (caractérisé par les relations entre les objets et la réalité) pour la recherche.

II – 2 L'expérimentation

La terminologie *expérimentation* renvoie selon nous à la question du *comment faire des mathématiques* et relève donc de principes méthodologiques relevant de la didactique des sciences. Nous définissons l'expérimentation comme un moment spécifique de la démarche d'investigation. Il est induit par la formulation de conjectures mais ne se limite pas à cette phase d'hypothèse. Il comprend également deux moments cruciaux : celui du test plus ou moins organisé de ces conjectures qui se fait par l'élaboration d'un dispositif expérimental, et celui de la communication sur les résultats de ces tests.

L'expérimentation doit s'entendre à la fois comme une méthode de recherche mais aussi comme un type de raisonnement privilégiant la résolution de problèmes. La distinction entre les sciences *dites expérimentales* et les mathématiques ne s'opère pas sur la dimension expérimentale qu'elles intègrent toutes les deux au titre de la démarche de travail, mais sur le rôle de cette expérimentation dans le déroulement de la situation de recherche. Elle n'est pas admise comme preuve en mathématiques, même si elle peut s'avérer déterminante voire suffisante à certains niveaux d'apprentissages de l'école élémentaire.

II – 3 La modélisation

Si la notion d'expérimentation est en lien avec la question du *comment*, celle de modélisation renvoie plutôt au *pourquoi faire des mathématiques*. Elle répond à "une intention de description du réel au moyen des mathématiques" (Perrin, 2006) dans une perspective qui prend tout son sens à l'école élémentaire (Durand Guerrier, 2006). Cette re-présentation des objets d'une certaine réalité est relativement imparfaite ou tronquée du fait de l'écart entre la réalité et son modèle. La modélisation est un projet qui s'initie dans une théorie et nécessite un choix de paramètres au service de l'expérimentation : c'est en quelque sorte un processus de zoom. Elle nécessite l'utilisation d'outils pour faciliter le changement de registres dont un exemple est le passage du registre de la langue naturelle (compréhension d'un énoncé) à sa représentation, conduite en appui sur des connaissances relatives aux objets mathématiques.

II – 4 Les laboratoires de mathématiques

L'idée n'est pas très récente puisqu'elle apparaît il y a plus d'un siècle dans une déclaration au musée pédagogique (Borel, 1904). Bien que reprise par Jacques Lang, alors ministre de l'éducation nationale, et par la commission de réflexion sur l'enseignement des mathématiques (Kahane, 2002), elle n'a été que peu suivie. Ainsi même si l'on doit noter les tentatives d'application dans des expériences conduites dans les options sciences en lycée³, on ne peut pas vraiment dire qu'elle ait *fait son chemin*.

Nous aimerions définir le laboratoire de mathématiques comme un lieu consacré à la recherche de la véracité (véracité renvoyant à *celui qui dit la vérité*) par la culture du doute. Nous préférons la terminologie de véracité à celle de vérité, concept plus formel et donc plus difficile à définir philosophiquement.

³ Option sciences du lycée de Montpellier

Le laboratoire se caractérise par une méthodologie de recherche, par la présence et l'utilisation d'appareils et d'instruments, par son activité de recherche mais aussi (et peut être surtout) par son statut public guidée par une finalité de communication. Nous proposons une caractérisation de l'activité mathématique des élèves au sein du laboratoire en référence à François Conne (1999) : "*interaction d'un sujet avec un milieu propice aux pratiques mathématiciennes*"⁴, activité, fondée par l'action du sujet sur des choses, qui signifie l'inter-action avec des objets.

III – DESCRIPTION DU DISPOSITIF RALLYE ASH DU RHONE

C'est au sein du dispositif *rallye maths ASH* que s'intègrent les laboratoires de mathématiques tels que nous les avons définis précédemment. Le rallye est en quelque sorte ce que l'on pourrait nommer un habillage didactique qui fait une place à des situations de recherche robustes⁵ et permettant le recours à la démarche d'investigation. Nous voulons donc ici décrire les enjeux de ce dispositif expérimental en présentant aussi un petit historique de sa mise en place.

III – 1 Le pourquoi du dispositif

Il existe deux raisons principales à la création du projet tel qu'il a été conduit au sein des trois circonscriptions de l'adaptation et la scolarisation des élèves en situation de handicap (ASH). La première se situe du côté de l'axe élève-savoir : l'apprentissage. Son objectif premier est de restaurer l'intention d'apprendre en mathématiques, ce qui représente un des obstacles fondamentaux cités par les enseignants exerçant dans l'enseignement spécialisé. Nous faisons l'hypothèse que la résolution de problèmes au sein d'une démarche d'investigation propose un réel travail sur le sens de l'activité mathématique des élèves. Cette méthode permet de répondre à deux questions qui ont été décrites plus haut : le pourquoi (pourquoi on le fait) et le comment (comment ça marche).

La deuxième raison de la création du projet se situe du côté de l'enseignement pour lequel nous parlerons de l'axe savoir-enseignant. L'enjeu principal étant ici la création des conditions nécessaires pour un regard différent du professeur sur l'axe élève-savoir. Il s'agit d'une étude de l'activité mathématique des élèves dans le cadre de la résolution de problèmes de recherche. Sur cet axe, nous avons recueilli à plusieurs reprises des souhaits de formation en didactique des mathématiques caractérisés par :

- une forte demande des enseignants spécialisés qui recherchent des moments d'apprentissages robustes, en vue de la restauration de l'estime de soi et la confiance de leurs élèves ; le tout via une discipline qui n'est pas redoutée par les élèves (par rapport notamment aux activités de lecture ou d'écriture dans lesquelles ils sont particulièrement stigmatisés en échec) ;

⁴F. CONNE, (1999) Faire des maths, faire faire des maths, Regarder ce que ça donne

⁵ Voir l'exemple d'une manche de rallye en annexe 3, ou plus généralement les archives déposées sur le site de T. Dias : http://pedagogie.lyon.iufm.fr/mathdelay/rubrique.php3?id_rubrique=46

- le souhait d'une formation à l'enseignement des mathématiques intégrant la dimension de résolution de problèmes de recherche, compte tenu du peu de formation dans ce domaine (tant en formation initiale que continue).

Il nous faut rapporter ici que de nombreuses inquiétudes ont été relevées dans les réactions des enseignants lors des phases de lancement du projet : "nos élèves ne se concentrent pas plus de 10 minutes, ils n'aiment pas les questions ouvertes qui les déstabilisent, ils veulent du concret, ils préfèrent les activités répétitives ne nécessitant pas un investissement cognitif, votre rallye c'est perdu d'avance !" Nous verrons, lors du bilan présenté dans le cinquième paragraphe, qu'une partie non négligeable de ces inquiétudes a été levée. Ce sont ces regards sur les élèves, leurs capacités cognitives et comportementales qui ont été le plus modifiés.

III - 2 Bref historique

Cette année scolaire 2006-2007 est en fait la 4^{ème} année de mise en œuvre du projet. Elle a été précédée de trois périodes consécutives, nécessaires au développement progressif de cette expérimentation pédagogique. Il faut ici noter le soutien constant des trois circonscriptions ASH du Rhône représentées par les trois IEN et leurs équipes de conseillers pédagogiques qui font partie intégrante de l'équipe qui organise les différentes phases de formation continue associées au projet *rallye ASH*.

En 2003-2004, le rallye fut organisé sous la forme de trois séances de recherche en mathématiques au sein de trois établissements volontaires (deux Instituts Médico-Educatifs et un Centre d'Education Motrice) sous une forme relativement expérimentale. Ces séances ont été encadrées par un dispositif de formation continue (deux matinées de trois heures) pour les enseignants participant à cette action. A l'issue de cette première phase, une évaluation qualitative très encourageante a décidé l'équipe des formateurs⁶ à étendre l'expérimentation à un plus grand nombre de classes et d'établissements.

Lors de l'année scolaire 2004-2005, ce sont 25 participants (tous du département du Rhône) qui se sont inscrits dans le projet. Le rallye s'est alors déroulé sur toute l'année, en proposant aux classes candidates trois périodes de recherche (pour trois manches), mais aussi des énigmes de difficultés différentes⁷ (s'accompagnant d'une différence dans les points attribués).

La troisième année (2005-2006), nous avons totalisé 40 classes participantes en provenance essentiellement du Rhône mais aussi d'autres départements. La principale nouveauté consistait en la prise en compte des démarches de résolution dans le barème de notation. Nous avons alors noté en conséquence principale une très nette amélioration de la qualité du travail de langue écrite des présentations et rapports de recherche conçus dans les classes.

⁶ Deux conseillers pédagogiques spécialisés et un formateur IUFM en mathématiques

⁷ Voir les exemples en ligne sur :
http://pedagogie.lyon.iufm.fr/mathdelay/rubrique.php3?id_rubrique=46

III - 3 Description des publics

Pour cette année 2006-2007 le rallye s'est assez largement étendu sur le plan géographique mais aussi sur celui des types de dispositifs scolaires de l'enseignement spécialisé. Voici le bilan détaillé que nous en faisons en terme de participations :

- Treize CLIS : Classes d'Intégration Scolaire,
- Douze classes en IME : Instituts Médico-Educatif (enfants et adolescents atteints de déficience mentale),
- Sept classes en ITEP : Instituts Thérapeutiques, Educatifs et Pédagogiques (enfants ou adolescents présentant des troubles du comportement importants, sans pathologie psychotique, ni déficience intellectuelle),
- Six SEGPA : Section d'Enseignement Général et Professionnel Adapté,
- Cinq classes en IEM : Institution d'Education Motrice pour enfants handicapés moteurs,
- Quatre UPI : Unités Pédagogiques d'Intégration,
- Une classe en EREA DV : Etablissement Régional d'Enseignement Adapté pour Déficients Visuels.

Quelle que soit la classe (ou le dispositif) et le niveau des élèves, le règlement et les énigmes sont les mêmes pour tous. Les enseignants peuvent aménager les milieux d'apprentissage en faisant varier les niveaux d'adaptation propres aux besoins de leurs élèves. Les variables concernent aussi bien le temps à consacrer à la résolution des problèmes, que les supports de recherche proposés ou la reformulation des énoncés. Les épreuves sont par exemple traduites en braille pour la classe des élèves déficients visuels.

III - 4 Déroulement

Au cours des trois premières années, nous avons été amenés à opérer progressivement des choix organisationnels afin de tenir compte des remarques des enseignants et des paramètres spécifiques au contexte de l'enseignement spécialisé. Nous en présentons ici seulement quelques uns.

Après deux années d'essai qui proposaient trois périodes de recherche, nous avons finalement opté pour l'organisation de deux manches d'une durée de trois mois chacune. Ceci, pour permettre des organisations pédagogiques variées et adaptées aux publics, mais aussi avec l'objectif de donner une certaine représentation de la recherche : un processus qui s'inscrit dans le long terme.

Pour chaque période de recherche, nous proposons une série de dix énigmes. Ceci autorise l'investissement des différents domaines du champ disciplinaire (numérique, géométrique, logique de type combinatoire) selon les compétences et appétences de chaque élève. En effet, sur les 10 énigmes proposées, chaque classe doit en choisir 4 seulement. Ce choix doit s'établir de manière concertée dans la classe puisqu'une seule

réponse par énigme sera acceptée conformément aux règles imposées par le projet "rallye"⁸.

Enfin, nous demandons depuis deux années, de joindre à l'envoi des réponses, des explications sur les conditions de déroulement, sur l'avancée des recherches ainsi que des éléments de justification des solutions avancées. C'est ainsi que nous avons proposé la prise en compte des éléments de validation des réponses dans le barème de notation dont voici le détail⁹ :

- 12 points : réponse correcte avec explications valides ;
- 8 points : réponse correcte sans explication, ou avec des explications non valides ;
- 5 points : réponse incorrecte mais tentative d'explications valides ;
- 2 points : réponse incorrecte sans explication.

Ces envois s'accompagnent de plus en plus régulièrement de courriers annexes des enseignants qui témoignent de l'engagement et de la motivation de leurs élèves mais aussi sur les difficultés rencontrées.

IV – DISPOSITIFS DE FORMATION ASSOCIES : INITIALE ET CONTINUE

Le principe général est de proposer une formation à la didactique des mathématiques en tant qu'outil professionnel au service d'un enrichissement de la pratique et d'une réflexion sur le processus enseigner/apprendre. Cet objectif est poursuivi sur deux niveaux de formation.

IV - 1 Des actions au plan de formation des circonscriptions

Ces actions de formation continue prennent la forme de réunions pédagogiques dont la finalité est de développer et d'accompagner des dispositifs dans le cadre de projets de classe. Elles ont pour cible les objectifs principaux suivants :

- accompagner la démarche d'enseignement par la résolution de problèmes de recherche dans le cadre du rallye (travaux sur la notion de situation didactique, sur l'analyse a priori, prise en compte et compréhension de l'erreur, analyse comparative des démarches de résolution proposées par les classes) ;

- mettre en œuvre la démarche de résolution de problèmes en mathématiques en prenant en compte les adaptations nécessaires dans l'ASH : la question de l'étayage (Bruner, 1983) ;

⁸ Le règlement est donné dans un document nommé "feuille de route", voir un exemple en ligne que le site : http://pedagogie.lyon.iufm.fr/mathdelay/rubrique.php3?id_rubrique=46

⁹ Extrait de la feuille de route 2006-2007.

- prendre en compte de la dimension expérimentale des mathématiques : la création d'un laboratoire de mathématiques (dans la classe ou dans l'établissement) pour mettre en œuvre une démarche d'investigation.

IV - 2 Une prise en compte de ce dispositif en formation initiale à l'IUFM

L'IUFM de Lyon étant centre académique pour la formation à la spécialisation des professeurs des écoles, il nous est possible d'intervenir dans le cadre de la formation initiale du CAPA-SH¹⁰ des options C, D et F. Nous y présentons notamment le dispositif du rallye et sa valeur ajoutée en termes d'enseignement de la discipline. Ces interventions consacrées aux éléments de didactique font l'objet d'un volume horaire variable en fonction des options (24 h en option D par exemple).

La didactique des mathématiques est ainsi présentée comme un outil professionnel adapté aux situations d'enseignement spécifiques et difficiles. Nous évoquons le statut de l'activité de recherche en mathématiques, la démarche d'apprentissage qui correspond aux situations de résolution de problèmes, ainsi que la dimension expérimentale des mathématiques. Il est incontournable d'associer une réflexion sur le rôle de l'enseignant dans la conduite de sa classe que nous étudions en interrogeant le milieu spécifique que représente le "laboratoire". Enfin, les questions d'évaluation permettent un ancrage sur les contenus des programmes d'enseignement, elles complètent ce dispositif de formation que nous menons depuis quatre ans désormais.

V – QUELQUES PREMIERES REPERCUSSIONS SUR LES APPRENTISSAGES ET L'ENSEIGNEMENT

A l'issue des troisième et quatrième années de l'expérimentation du rallye-maths, nous avons adressé un questionnaire individuel¹¹ aux enseignants des classes inscrites dans le dispositif. Notre souhait était d'analyser les répercussions dans la pratique ordinaire de classe de la mise en œuvre du rallye. L'hypothèse étant que le travail mené au sein des laboratoires de résolution de problèmes pourrait amener élèves et professeurs à constituer progressivement un nouveau type de contrat didactique dont les effets seraient observables au-delà des moments de recherche des énigmes. Nous voulons ici relater une partie des analyses (en cours) des réponses fournies par les professeurs, puis nous tracerons quelques perspectives sur le développement du projet pour les années à venir.

¹⁰ Le Certificat d'Aptitude Professionnelle pour les Aides Spécialisées, les enseignements adaptés et la scolarisation des élèves en situation de Handicap comporte plusieurs options dont notamment : option C (déficience motrice grave), option D (troubles des fonctions cognitives), option F (section d'enseignement général et professionnels adaptés)

¹¹ Voir un exemple de ce questionnaire en annexe 1.

V – 1 Eléments d'analyse via le questionnaire

V – 1.1 Dispositif de travail

Concernant les dispositifs de travail en classe, les réponses au questionnaire révèlent une très forte propension à proposer des travaux de groupes, dispositif habituellement peu mis en œuvre dans l'enseignement spécialisé du fait des incertitudes en termes de conduite de classe qu'il peut augurer. Dans le contexte des recherches conduites pendant le rallye, ce sont plus des trois-quarts des enseignants qui déclarent choisir ce dispositif de travail. A la question "Combien de temps consacrez-vous à chaque séance de recherche ?", la moitié des enseignants répondent dans la fourchette 30 à 40 minutes et un tiers plus de 40 minutes. Pourtant, l'une des inquiétudes exprimées par les professeurs en amont du projet concernait la durée des séquences qu'ils sont à même de proposer à leurs élèves. Ils les jugent souvent peu enclins à des temps de travail et de concentration importants, ce qui se révèle très différent et inattendu dans le cadre de la résolution des problèmes de recherche.

Parmi les réponses au questionnaire, quelques enseignants citent le fait "de rechercher à plusieurs" comme un facteur limitant l'exposition individuelle à l'échec, phénomène dont on sait qu'il peut provoquer une grande souffrance dans le contexte de l'enseignement spécialisé. Le rapport à l'erreur s'en trouve en quelque sorte partagé et donc moins redoutable à envisager. La grande variabilité des connaissances et des savoirs de chacun semble ainsi un facteur positif non discriminatoire, ce qui n'est pas habituel dans des classes comme les SEGPA par exemple.

V – 1.2 Enrôlement des élèves

Quatre-vingt-sept pour cent des professeurs interrogés déclarent qu'ils ne rencontrent pas de difficulté à lancer les élèves dans la tâche proposée, alors que cette phase est souvent vécue difficilement du fait notamment des importantes différences de niveau de connaissances et de savoirs des élèves de l'enseignement spécialisé. Les arguments avancés par les enseignants concernent le contexte et le dispositif du rallye :

- qui semble "décroché" par rapport au programme,
- qui propose un travail inter-classes,
- qui comporte plusieurs "énigmes" (différents problèmes) et la possibilité de choisir,
- qui permet un travail à plusieurs,
- qui se déroule sur un temps plus long en proposant plusieurs manches, ce qui diminue le sentiment d'échec.

V – 1.3 Qualité des relations et des interactions

Trois enseignants sur quatre estiment que les relations et interactions (élèves-élèves et élèves-professeur) pendant les phases de recherche et de mise en commun sont très différentes de celles qui sont vécues dans le quotidien ordinaire de la classe. Dans le

contexte de l'enseignement spécialisé, la question des interactions entre les élèves est un point très sensible et souvent déterminant dans la conduite de situations d'apprentissage : les bonnes relations inter-individuelles sont nécessaires (mais non suffisantes) au processus d'acquisition des savoirs. Nous faisons l'hypothèse que c'est la présence permanente et explicite des objets mathématiques dans les discours des élèves qui sont une des causes de l'amélioration des relations.

"Lorsqu'ils savent de quoi ils parlent, que l'enjeu du débat est partagé par tous, les débats ne dérapent jamais."

Le dispositif de travail en équipe proposé par le rallye, qui demande aux classes de n'envoyer qu'une seule réponse, provoque également un autre rapport à la tâche et par là même une relation différente au savoir. Ce dernier apparaît bien aux élèves en co-construction ce qui peut permettre de mettre provisoirement de côté les tensions et les conflits de personnes (sur le long terme, bien entendu).

V – 1.4 Type de matériel utilisé

Deux remarques nous semblent importantes dans ce domaine ; elles concernent la diversité du matériel proposé aux élèves mais aussi la méthodologie proposée par les enseignants quant à son utilisation. Nous notons donc, en premier lieu, la très grande variété du matériel mis à la disposition des élèves, tant dans les objets propices à des manipulations et/ou représentations symboliques, que dans les supports de travail dépassant très largement le strict cadre de la feuille blanche : feuilles A3, calques, quadrillages, tableaux, feuilles cartonnées, sont cités spontanément par les enseignants. De nombreux instruments sont aussi proposés qui vont des règles plastiques à l'ordinateur en passant par les calculatrices, les gabarits et autres instruments de traçage. Cette diversité rend compte d'un réel enrichissement des pratiques d'enseignement. Il est en effet plutôt rare de constater un recours aussi varié à du matériel au service de la modélisation, de l'instrumentation et de l'expérimentation dans un contexte de classe plus ordinaire.

L'inventaire que nous avons réalisé à travers les réponses au questionnaire nous paraît tout à fait conforme aux hypothèses que nous faisons concernant la démarche expérimentale intrinsèque à la résolution de problèmes en mathématiques. Il apparaît assez clairement que c'est la formulation de conjectures en lien avec les objets idéaux des mathématiques qui provoque la nécessité de leur représentation par des objets sensibles. Ainsi les demandes de matériel deviennent progressivement à la charge des élèves qui souhaitent un enrichissement du milieu propice à la construction des savoirs. Même dans les contextes d'enseignement où certains élèves sont caractérisés par une certaine apathie face à l'apprentissage (par exemple en institut médico-éducatif), certaines séances de recherche ont provoqué de réelles formulations de demandes parfois à la très grande surprise de leurs enseignants (pas toujours préparés à y répondre par ailleurs).

Concernant la méthodologie, certains enseignants rapportent la nécessité qui s'est imposée à eux (et à leurs élèves) de traiter la question pédagogique et didactique du matériel au sein des moments de travail préliminaires sur les énigmes (lors de l'étude sémantique des énoncés). Voici par exemple un court extrait d'une réponse d'un

professeur spécialisé exerçant en classe d'intégration scolaire avec des élèves entre 7 et 11 ans :

"À la demande des élèves, j'ai induit l'habitude de se poser la question du matériel / outils qui pourrait nous être utile, cela facilitant notamment la procédure de découverte des énigmes. Lors de la 1^{ère} manche, je mettais à disposition des aides matérielles (présentation différente de l'énoncé de l'énigme, supports pour les recherches géométriques). Lors de la 2^{ème} manche, j'ai demandé aux élèves de lister les aides matérielles dont ils avaient besoin. Pour la 3^{ème} manche, je n'ai fourni que le matériel demandé spontanément par les élèves."

V – 2 Vers la mise en place de « laboratoires mathématiques » dans l'ASH : la création d'un milieu d'apprentissage spécifique

Pour que la dynamique enclenchée par la participation au rallye puisse se développer, nous avons proposé à des enseignants de SEGPA¹² de suivre le canevas d'une démarche d'investigation (telle qu'elle est présentée dans le document d'introduction à l'enseignement des sciences sus-cité) en l'appliquant aux mathématiques grâce notamment à la mise en place de problèmes de recherche. Il s'agira ainsi d'institutionnaliser la notion de laboratoire des mathématiques (Kahane, 2002) par un lieu identifié, une "valise" de matériel et outils, un temps repéré dans le calendrier et un nouveau contrat didactique. Nous faisons l'hypothèse qu'à l'issue de ces quatre premières années d'expérimentation, nous pouvons désormais demander aux professeurs de faire une place importante à l'activité mathématique de type expérimentation/modélisation en envisageant des débordements allant au-delà du strict cadre du rallye. Nous pensons que cette démarche de travail peut convenir particulièrement au contexte de l'enseignement spécialisé mais que son développement au sein du collège (dans le cas de la SEGPA) pourrait ouvrir des pistes pour d'autres contextes d'enseignement.

¹² Section d'Enseignement Général et Professionnel Adapté.

BIBLIOGRAPHIE

BOREL E. (1904) Les exercices pratiques de mathématiques dans l'enseignement secondaire, conférence faite le 3 mars 1904 au musée pédagogique

BRUNER J.S. (1983) Le rôle des interactions de tutelle dans la résolution de problèmes, in *Le développement de l'enfant savoir faire savoir dire*, Paris, PUF, pp 261-280

CONNE F. (1999) , Faire des maths, faire faire des maths, regarder ce que ça donne, in *Le cognitif en didactique des mathématiques*, Les Presses de l'Université de Montréal

DIAS T. & DURAND GUERRIER V. (2005) Expérimenter pour apprendre, *REPERES IREM* n°60

DURAND-GUERRIER, V ; (2006) Les enjeux épistémologiques et didactiques de la prise en compte de la dimension expérimentale en mathématiques à l'école élémentaire, in. *actes de la COPIRELEM*, Dourdan

KAHANE J.P. (2002) Commission de réflexion sur l'enseignement des mathématiques, Présentation des rapports et recommandations, CNDP et Odile Jacob

PERRIN D. (2006) L'expérimentation en mathématiques in *actes de la COPIRELEM* Dourdan

HACKING I. (2006), Cours donnés au collège de France

Références des textes officiels :

- J.O n° 36 du 12 février 2005 page 2353 Loi ordinaire 2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées
- Bulletin Officiel hors série n°5 - 25 août 2005

ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE AUX PARTICIPANTS DU RALLYE

1. Dispositif

Comment organiser vous les séances de recherche des élèves ?

	<i>jamais</i>	<i>parfois</i>	<i>souvent</i>
travaux en groupes			
travaux en binômes			
séances en collectif			

Combien de temps consacrez-vous à chaque séance de recherche ?

<i>5-10 min</i>	<i>10-20 min</i>	<i>20-30 min</i>	<i>30-40 min</i>	<i>40-50 min</i>	<i>> 50 min</i>

Combien de temps consacrez-vous à chaque séance de mise en commun ?

<i>5-10 min</i>	<i>10-20 min</i>	<i>20-30 min</i>	<i>30-40 min</i>	<i>40-50 min</i>	<i>> 50 min</i>

Combien consacrez vous de séances de maths destinées au rallye pour chaque manche ?

<i>entre 1 et 5</i>	<i>entre 5 et 10</i>	<i>plus que 10</i>

Selon quelle fréquence ? (tous les jours, 1 à 2 fois par semaine, 1 à 2 fois par mois)

<i>tous les jours</i>	<i>1 à 2 fois par semaine</i>	<i>1 à 2 fois par mois</i>

Vous arrive-t-il de donner du matériel aux élèves pendant les phases de recherche ?

Quel type de matériel (ou supports particulier de travail) mettez-vous à la disposition des élèves ?

Remarques concernant le dispositif :

2. Activité des élèves

Comment caractériseriez-vous (globalement) l'engagement de vos élèves pendant les phases de recherche ?

<i>investissement personnel</i>	<i>désintérêt</i>	<i>persévérance</i>	<i>abandon rapide</i>	<i>joie</i>	<i>apathie</i>	<i>recherche active</i>	<i>attente</i>

Pendant les phases de recherches, avez-vous observé les types de pratique spontanés suivantes chez vos élèves : (réponse oui/non + exemples si possible)

	<i>oui</i>	<i>non</i>	<i>exemple</i>
recours à des instruments			
manipulation d'objets			
schématisations variées			
allers et retours entre hypothèses et expérimentation			
Autre			

Remarques sur l'activité des élèves

Relations et interactions

Observez-vous des différences dans la relation aux apprentissages pendant les séances de maths consacrées au rallye ? (faire des maths dans ce contexte est-il différent)

1. à propos de l'engagement dans l'activité (acceptent-ils plus facilement de démarrer),
2. à propos du maintien dans la tâche (ont-ils tendance à moins décrocher),
3. à propos des apprentissages effectués (apprennent-ils mieux, qui, est-ce les mêmes élèves que d'habitude)

Observez-vous des différences dans les interactions entre élèves ?

- Les échanges sont-ils les mêmes que d'habitude (en quantité et en qualité) ?
- Avez-vous observé des de moments de débat, d'argumentation ?

remarques sur les interactions et relations

Rôle de l'enseignant, et adaptation des enseignements

Le rôle de l'enseignant semble différent pendant les phases de recherche. Avez-vous repéré dans votre activité des gestes ou des postures différents, des moments d'étayage particuliers...

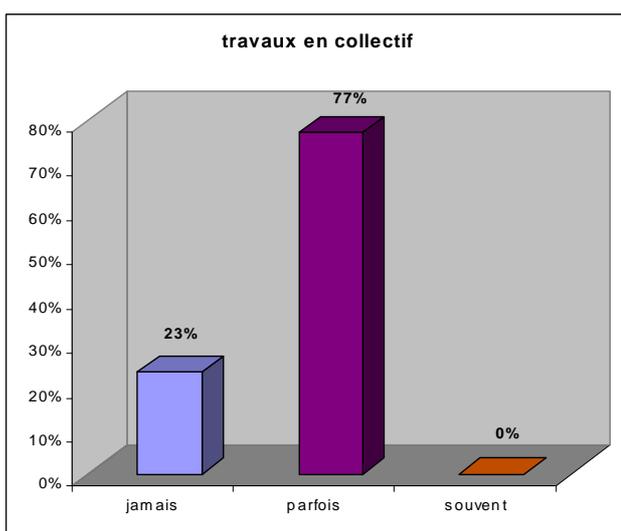
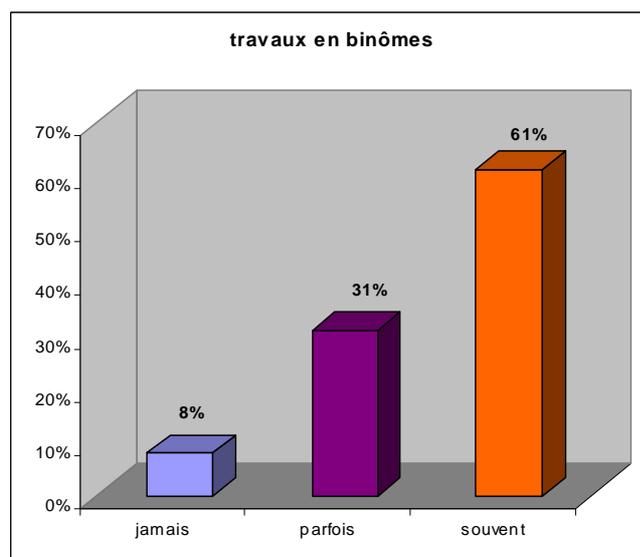
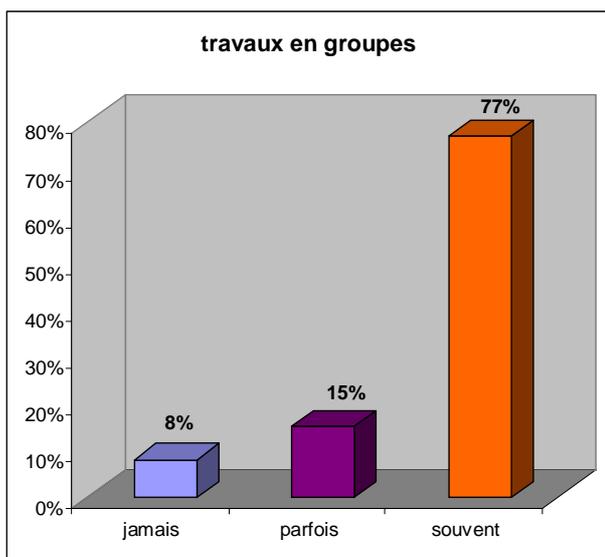
Nous faisons l'hypothèse que le contexte du rallye est une forme de travail favorisant l'adaptation des enseignements et des apprentissages. Avez-vous repérer de tel effets lors de la mise en œuvre de séances consacrées au rallye, si oui donnez en si possible quelques exemples.

Un grand merci pour votre aimable participation !!

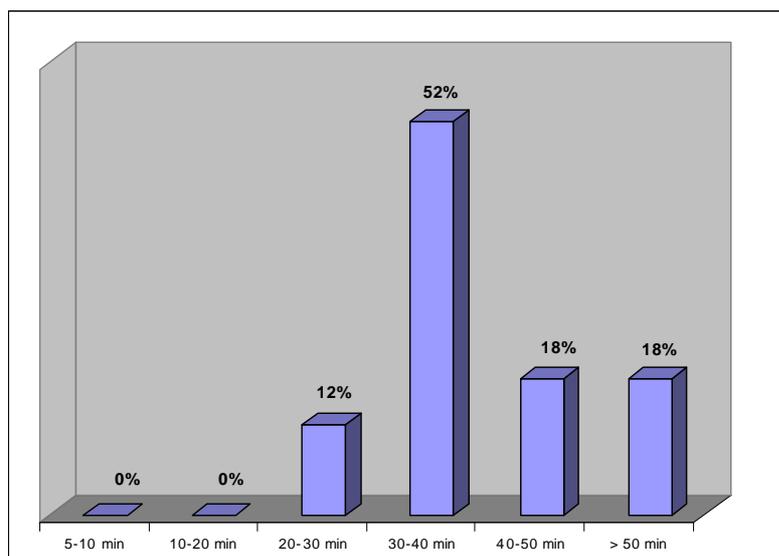
vosre classe	nombre d'élèves	vosre option	vosre ancienneté

Accepteriez-vous un petit entretien individuel sur ce questionnaire ? OUI – NON

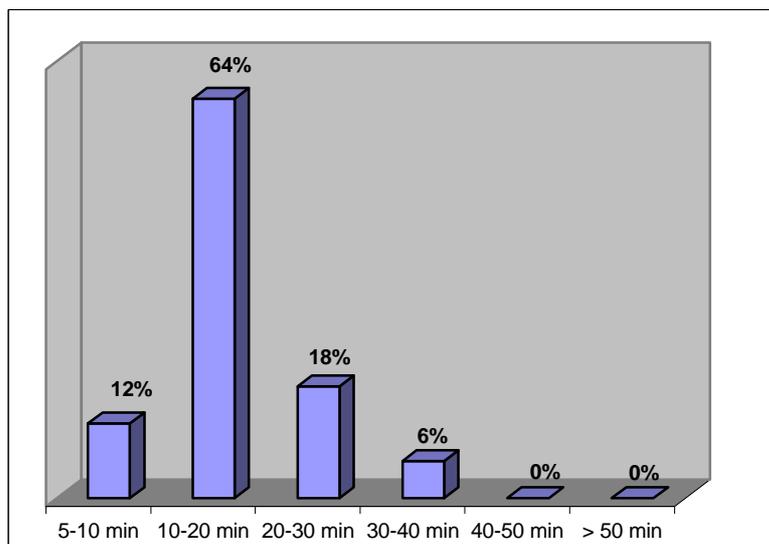
ANNEXE 2 : SYNTHESE DES QUESTIONNAIRES

Synthèse partielle du questionnaire aux participants du rallye 2005-2006***Comment organisez vous les séances de recherche des élèves ?***

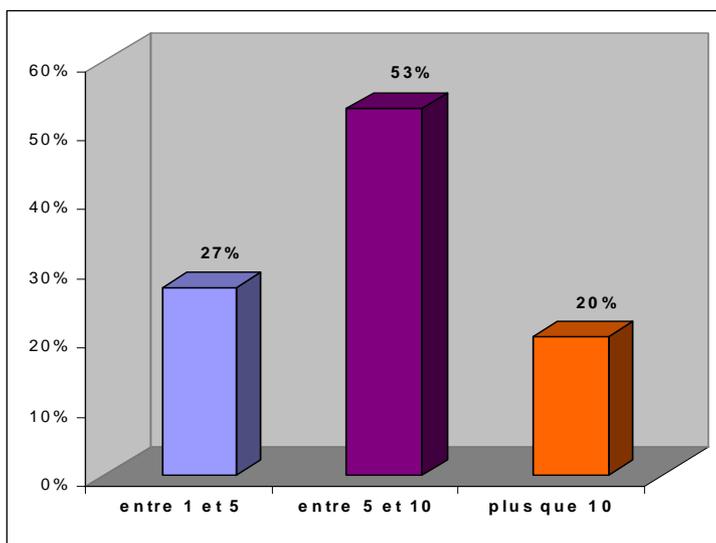
Combien de temps consacrez-vous à chaque séance de recherche?



Combien de temps consacrez-vous à chaque séance de mise en commun ?



Combien consacrez vous de séances de maths destinées au rallye pour chaque manche ?



Selon quelle fréquence organisez vous vos séances de maths destinées au rallye?

<i>tous les jours</i>	<i>1 à 2 fois par semaine</i>	<i>1 à 2 fois par mois</i>
	100 %	

Remarques sur l'activité des élèves

Le fait d'être à plusieurs dans l'activité permet de relancer ou débloquer la recherche, de rassurer ceux qui n'ont pas confiance en eux, une participation de chacun selon ses compétences et à son rythme : tout le monde a eu l'occasion d'être en situation de réussite pour une recherche.

Un point très positif : ils sont en activité, et cette activité leur réussit. Mais il faut un étayage encore important pour permettre une résolution effective des problèmes. J'ai constaté très peu d'aller-retour concernant les hypothèses et leur vérification. De même que le recours personnel à la schématisation est encore réduit.

Activité très variable selon les situations : chacun se détermine régulièrement pour un type d'énigme, l'activité varie selon le dispositif humain (je préfère travailler seul / avec mes copains / sur l'énigme que j'ai envie de résoudre). Le passage par la manipulation recherché de manière trop systématique (je l'ai induit de manière un peu trop forte en début ???).

Beaucoup de tâtonnements

Le début a été difficile. Mais lors de la deuxième manche, l'engagement était déjà différent. Les élèves étaient davantage en situation de recherche. La situation de recherche les a motivés.

Observez-vous des différences dans les interactions entre élèves?

Les échanges sont-ils les mêmes que d'habitude (en quantité et en qualité) ?

73% : les échanges sont DIFFERENTS

Les échanges sont plus spontanés. Les temps de réflexion sont plus longs. Les regroupements se font souvent par affinité ou par choix d'énigme. Il n'y a pas de compétition entre élèves mais des partages.

Ils sont favorisés. Expliquer ou justifier comment ils ont fait reste une activité difficile quand cela se fait a posteriori. L'échange, les interactions ont lieu d'avantage pendant la recherche.

Les échanges sont beaucoup plus nombreux au cours du rallye-maths, une sorte de tutorat informel s'installe entre les "bons" et les "moins bons" élèves.

Des habitudes d'échange se sont mises en place, j'ai pu instituer des temps de correction croisée, plus facilement acceptée (des 2 côtés, il est tout aussi difficile d'assumer le rôle de correcteur que celui de « corrigé »). J'ai pu plus souvent poser la question « en est-tu sûr ? » à la proposition d'un résultat, chacun acceptant alors spontanément de reprendre ses procédures.

L'envie de trouver pousse effectivement les élèves à stimuler leur collègue dans le binôme, et à écouter son avis !

Les échanges ont évolué au cours de l'année scolaire : des aides entre élèves se sont mises en place pour que chaque élève puisse participer à la recherche. Certains élèves montraient des capacités méthodologiques, en organisant la recherche.

ANNEXE 3 : MANCHE 1 DU RALLYE 2007 - 2008

Manche1.pdf

Rallye Maths ASH

année 2007-2008

manche 1

énigmes	points	nombre	géométrie	logique
1. LA TABLE DE JARDIN	12	X	X	
2. NOMBRE À DEVINER	12	X		X
3. LA VACHE DANS LE VERGER	12		X	
4. REPAS DE GALA	12	X		X
5. LE CARRÉ DE THOMAS	12	X	X	
6. LES BANCS DU PARC	12	X		
7. LA ROSACE DE JULIE	12	X	X	
8. MACHINE À CALCULER	12	X		
9. DOMINOS	12	X		X
BONUS : L'HORLOGE DIGITALE	10		X	

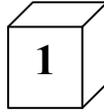
Règlement

Vous devez choisir 4 énigmes parmi les 9 qui sont proposées. Si vous le souhaitez vous pouvez ajouter le bonus, cette énigme n'est donc pas obligatoire.

Elle vient en supplément des 4 énigmes que vous aurez choisies.

Cette année, chaque énigme rapporte le même nombre de points, les différences se feront avec le barème de notation :

- 12 points : réponse correcte avec explications valides;
- 8 points : réponse correcte sans explication, ou avec des explications non valides;
- 5 points : réponse incorrecte mais tentative d'explications valides
- 2 points : réponse incorrecte sans explications

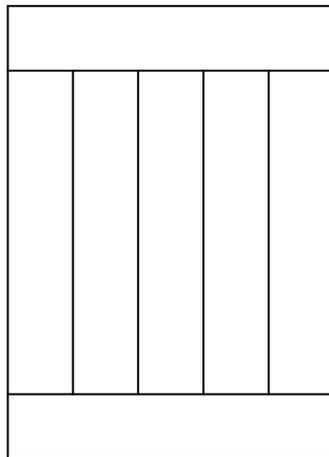


© ARMT

LA TABLE DE JARDIN

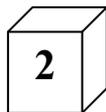
Le papa de Lucie a construit une table de jardin rectangulaire en utilisant 7 planches de bois identiques, ayant chacune un périmètre de 3 m.

Voici le dessin du plateau de la table, comme il se présente à la fin de la construction.



Quelle est la longueur et la largeur de cette table de jardin ?

Donnez votre réponse et expliquez votre raisonnement.



© ARMT

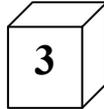
NOMBRE À DEVINER

Jacques pense à un nombre. Ses camarades doivent le deviner. Pour les aider, il leur donne les renseignements suivants :

- ce nombre est pair.
- le double de ce nombre est plus petit que 100.
- ce nombre est plus grand que 33.
- le nombre recherché ne contient qu'une seule fois le chiffre 4.
- si l'on échange les deux chiffres de ce nombre, on obtient un nombre plus petit que 70 mais plus grand que 50.

A quel nombre pense Jacques ?

Expliquez comment vous avez fait pour le trouver.



© ARMT

LA VACHE DANS LE VERGER

Les arbres du verger du père Michel sont très bien alignés. Ils sont représentés par les points noirs sur le plan ci-dessous :

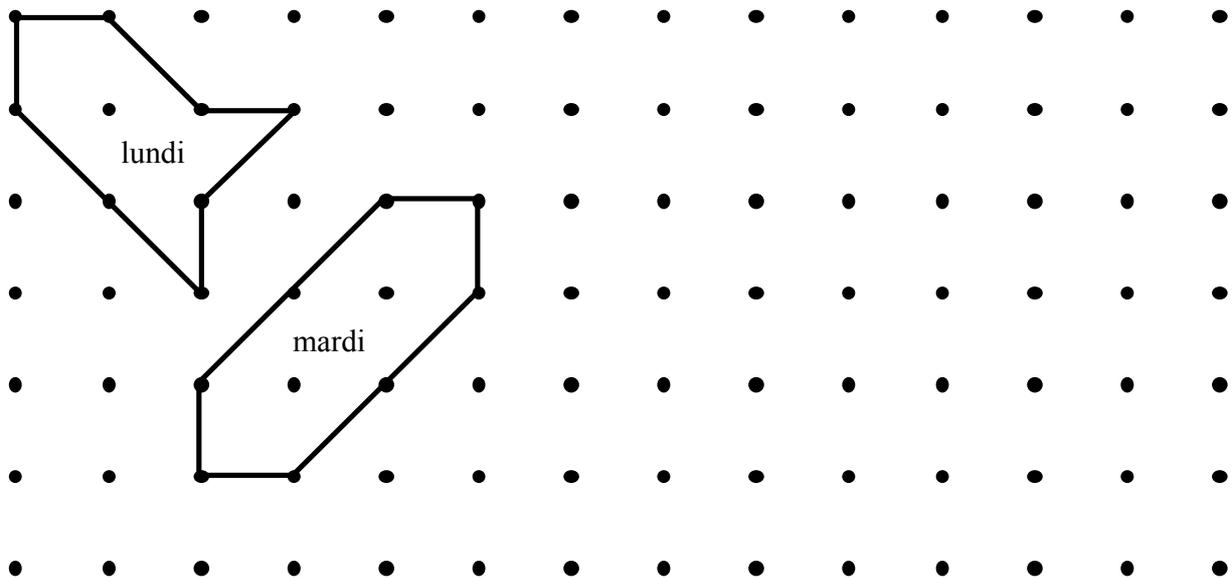
Lundi matin, le père Michel a fait un enclos pour que sa vache, Hortense, puisse brouter l’herbe qui pousse sous les arbres. Il a utilisé 8 barres de bois, 4 grandes et 4 plus petites, qu’il a placées entre 8 troncs d’arbres pour relier un tronc à l’autre.

Lundi soir, Hortense a mangé toute l’herbe de l’enclos, mais elle a encore faim.

Mardi, matin, le père Michel fait un nouvel enclos, plus grand que celui du lundi, en utilisant les huit mêmes barres. Hortense aura ainsi plus d’herbe à manger.

Mardi soir, Hortense a tout mangé, mais elle a encore faim.

Plan du verger du Père Michel avec la place des enclos de lundi et mardi



Aidez le père Michel et dessinez un enclos pour mercredi et un autre pour jeudi, de plus en plus grands, pour donner chaque jour plus d’herbe à Hortense.

Mais attention, vous devez toujours utiliser les huit mêmes barres, entre huit arbres.

Expliquez pourquoi votre enclos de mercredi est plus grand que celui de mardi et celui de jeudi plus grand que celui de mercredi.



© ARMT

REPAS DE GALA

Le restaurant « Au Glouton » prépare sa salle pour le repas de gala pour les 122 participants d'un congrès. Le restaurateur possède 12 tables de 8 personnes et 12 tables de 6 personnes. Mais les organisateurs du congrès ont demandé qu'il n'y ait aucune place vide aux tables utilisées.

Combien de tables de chaque sorte peuvent être préparées pour répondre à la demande des organisateurs ?

Indiquez vos solutions et expliquez comment vous les avez trouvées.



LE CARRÉ DE THOMAS

Dans du carton, Thomas a découpé plusieurs pièces carrées :

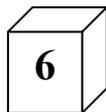
- 3 carrés de 1 cm de côté
- 5 carrés de 2 cm de côté
- 5 carrés de 3 cm de côté
- 1 carré de 4 cm de côté
- 1 carré de 5 cm de côté

Il veut assembler toutes ces pièces pour faire un puzzle carré de 10 cm de côté. Les pièces ne doivent pas se chevaucher et il ne doit pas y avoir de vide.

**Thomas peut-il former ce grand carré avec toutes les pièces qu'il a découpées ?
Expliquez pourquoi.**

(Vous pouvez multiplier toutes les mesures par 10 pour la recherche.)

Dessinez ce carré de 10 cm de côté et les pièces que vous avez utilisées pour le former.



© ARMT

LES BANCS DU PARC

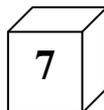
Dans un grand parc, il y a deux sortes de bancs : des bancs à deux places et des bancs à trois places.

Il y a 15 bancs à deux places de plus que de bancs à trois places

Il y a en tout 185 places assises sur les bancs du parc.

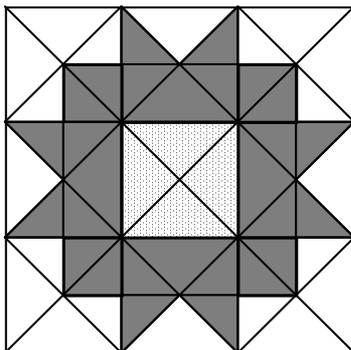
Combien ce parc compte-t-il de bancs en tout ?

Expliquez comment vous avez trouvé votre réponse.



© ARMT

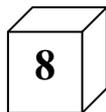
LA ROSACE DE JULIE



Julie doit repeindre ce carreau en blanc et en gris. Elle se demande si elle doit acheter plus de couleur blanche ou plus de couleur grise. Le carré du centre, en pointillé, ne doit pas être repeint.

Faudra-t-il plus de gris que de blanc, plus de blanc que de gris, autant de blanc que de gris ... ?

Expliquez comment vous avez procédé.



© RM Allier Bregeon

MACHINE À CALCULER 😊

Sophie possède une sorte de machine à calculer munie d'une touche 😊 .

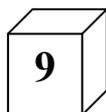
Quand Sophie tape 5 puis 😊 , sa machine affiche : 25

Quand Sophie tape 7 puis 😊 , sa machine affiche : 31

Quand Sophie tape 10 puis 😊 , sa machine affiche : 40

Quand Sophie tape 9 puis 😊 , que pourrait afficher sa machine ?

Expliquez le fonctionnement de la touche 😊 de cette sa machine à calculer.



© ARMT

DOMINOS

Sophie a sorti quatre dominos de leur boîte, dessinés sur la figure 1.

Elle les dispose en carré, comme sur la figure 2. Elle constate qu'il y a 8 points sur le côté du haut, 9 points sur le côté de droite, 7 points en bas et 6 points à gauche.

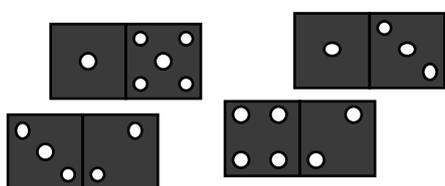


figure 1

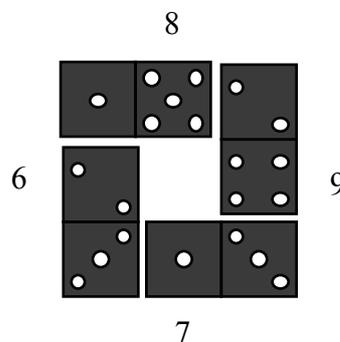


figure 2

Sophie aimerait qu'il y ait le même nombre de points sur chaque côté.

Arrivera-t-elle à disposer ces quatre dominos en carré de manière à avoir le même nombre de points sur chaque côté ?

Dessinez une solution pour chaque nombre de points que vous avez trouvé.



© ARMT

L'HORLOGE DIGITALE

Au mur de son bureau, Sabine vient d'accrocher une horloge digitale qui indique les heures et les minutes, avec des chiffres comme ceux-ci :

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Par exemple, le soir à 8 heures moins le quart, l'horloge indique :

19:45

Comme elle a un rendez-vous de travail en milieu de journée, Sabine regarde rapidement l'heure et s'aperçoit qu'il est temps qu'elle parte.

Mais elle ne s'est pas rendu compte qu'elle avait en fait regardé l'image de son horloge qui se reflétait dans son grand miroir accroché au mur devant elle, en face de l'horloge. Elle est donc arrivée à son rendez-vous avec 20 minutes d'avance.

Quelle heure était-il réellement quand elle a regardé son horloge dans son miroir ?

Expliquez comment vous avez trouvé.