

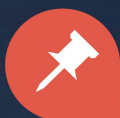
Le bulletin de l'APMEP - N° 551

AU FIL DES MATHS

de la maternelle à l'université

Édition Janvier, Février, Mars 2024

Maths en 3D



APMEP

Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public

ASSOCIATION DES PROFESSEURS DE MATHÉMATIQUES DE L'ENSEIGNEMENT PUBLIC

26 rue Duméril, 75013 Paris

Tél. : 01 43 31 34 05

Courriel : secretariat-apmep@orange.fr - Site : <https://www.apmep.fr>

Présidente d'honneur : Christiane ZEHREN

Au fil des maths, c'est aussi une revue numérique augmentée :

<https://afdm.apmep.fr>



Les articles sont en accès libre, sauf ceux des deux dernières années qui sont réservés aux adhérents *via* une connexion à leur compte APMEP.

Si vous désirez rejoindre l'équipe d'*Au fil des maths* ou bien proposer un article, écrivez à aufildesmaths@apmep.fr

Annonces : pour toute demande de publicité, contactez Mireille GÉNIN mcgenin@wanadoo.fr

ÉQUIPE DE RÉDACTION

Directrice de publication : Claire PIOLTI-LAMORTHE.

Responsable coordinatrice de l'équipe : Cécile KERBOUL.

Rédacteurs : Vincent BECK, François BOUCHER, Richard CABASSUT, Séverine CHASSAGNE-LAMBERT, Frédéric DE LIGT, Mireille GÉNIN, Cécile KERBOUL, Valérie LAROSE, Alexane LUCAS, Lise MALRIEU, Marie-Line MOUREAU, Serge PETIT, Daniel VAGOST, Thomas VILLEMONTAIX, Christine ZELTY.

« **Fils rouges** » **numériques** : Gwenaëlle CLÉMENT, François COUTURIER, Jonathan DELHOMME, Nada DRAGOVIC, Fanny DUHAMEL, Laure ÉTEVEZ, Marianne FABRE, Yann JEANRENAUD, Armand LACHAND, Lionel PRONOST, Agnès VEYRON.

Illustrateurs : Éric ASTOUL, Stéphane FAVRE-BULLE, Adèle HUGUET, Pol LE GALL, Olivier LONGUET, Sixtine MARÉCHAL, Jean-Sébastien MASSET.

Équipe T_EXnique : Sylvain BEAUVOIR, Laure BIENAIMÉ, Isabelle FLAVIER, Philippe PAUL, François PÉTIARD, Guillaume SEGUIN, Sébastien SOUCAZE, Sophie SUCHARD.

Maquette : Olivier REBOUX.

Correspondant Publimath : François PÉTIARD.

Votre adhésion à l'APMEP vous abonne automatiquement à *Au fil des maths*.

Pour les établissements, le prix de l'abonnement est de 60 € par an.

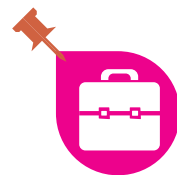
La revue peut être achetée au numéro au prix de 15 € sur la boutique en ligne de l'APMEP.

Mise en page : François PÉTIARD

Dépôt légal : Mars 2024. ISSN : 2608-9297.

Impression : Imprimerie Corlet

ZI, rue Maximilien Vox BP 86, 14110 Condé-sur-Noireau



Les débuts de la géométrie en Sixième

Comment gérer l'hétérogénéité des connaissances et les niveaux des élèves de Sixième issus de multiples écoles élémentaires ? Comment faire de l'année de Sixième autre chose qu'une longue série de révisions plus ou moins rébarbatives tout en respectant le programme ? Dans cet article, Lise Malrieu nous propose l'entrée en géométrie mise en œuvre avec plusieurs classes suite au travail mené par l'IREM de Rennes, avec ses principes, des exemples d'activités et d'exercices, et ses limites.

Lise Malrieu

Voici maintenant une bonne dizaine d'années que j'ai participé, à Rennes, à un groupe IREM. C'est arrivé pour moi pile au bon moment : j'enseignais en Sixième depuis des années, en m'interrogeant, mais avec toujours les mêmes difficultés : comment gérer l'hétérogénéité des connaissances et des niveaux de mes élèves issus des multiples écoles élémentaires de mon secteur ?

Pour résumer, j'enseignais mal les mathématiques en Sixième, parce que la façon de (bien) le faire et les objectifs restaient obscurs pour moi.

Grâce aux autres membres du groupe, Marylène Désigné, Nathalie Duquesne, Magali Le Kervern, Cathy Malausséna, Agnès Monfront (toutes comme moi, enseignantes du second degré) et Marie-Pierre Lebaud (maîtresse de conférences à l'université de Rennes 1), grâce au travail que nous avons fait ensemble, de réflexion et d'élaboration, grâce aux discussions à bâtons rompus qui eurent lieu au sein du groupe dès les premières réunions, la lumière vint rapidement : ces notions déjà vues, il fallait les faire voir « autrement », pour en montrer tout le champ d'action (avec l'idée d'aller vers le cycle 4) et faire le lien avec ce que les élèves en connaissaient déjà.

L'objectif du groupe s'orienta rapidement vers la production d'une progression spiralée pour la classe de Sixième, articulant à la fois des contenus de séquences et des activités mentales, autour d'axes qu'il nous a fallu définir et d'activités « phare » (d'introduction, de recherche) riches et motivantes pour les élèves que nous avons construites (un peu) ou sélectionnées dans l'existant (beaucoup). Vous en verrez un extrait à la fin de l'article.

Dès le début, le travail fait au sein de ce groupe IREM m'a amenée à un de ces moments de prise de conscience professionnelle qui marquent une carrière. Depuis, je n'ai plus jamais enseigné en Sixième de la même façon. En fait, depuis, je sais où j'emmène mes élèves et pourquoi je le fais ainsi. J'irai jusqu'à dire qu'il m'a enfin permis de devenir une vraie « prof de maths de Sixième ».

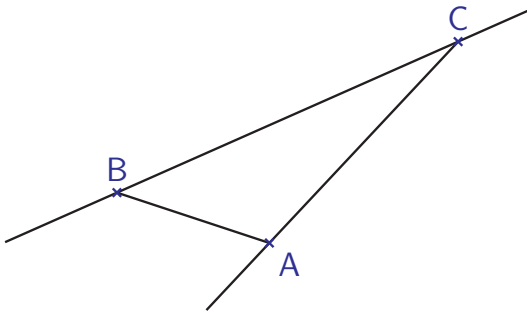
Les prémices

En épluchant les manuels de Sixième disponibles à l'époque (avant la réforme de 2016), nous avons constaté que l'introduction des « premiers éléments de géométrie » que sont le point, la droite, la demi-droite et le segment était souvent plaquée



sans réelle motivation, comme un dictionnaire de notions qu'il fallait intégrer pour ensuite accéder à la géométrie plane. Cela correspondait à ce que nous faisons déjà et qui ne nous convenait pas : ce « catalogue », passage obligé et ennuyeux, n'avait guère de succès auprès des élèves.

Pour tenter de donner du sens à cet inventaire, à l'époque, j'introduisais les « premiers éléments de géométrie » par la nécessité de communiquer, en proposant une « figure téléphonique » en activité d'introduction :



Les élèves travaillaient par binômes (les voisins de table). Chaque binôme était en relation avec un autre binôme situé « loin » dans la classe.

La consigne était la suivante :

Les points A, B et C sont déjà placés sur la feuille de construction du groupe qui travaille avec vous. Écrivez ci-dessous un texte pour leur permettre de reproduire exactement cette figure.

Une fois le texte écrit, il était envoyé à l'autre binôme qui devait construire la figure selon les indications données. La confrontation entre la figure initiale et la figure finale permettait de faire émerger les difficultés de communication et la nécessité de s'entendre sur des mots et leurs sens.

L'objectif de l'activité est de faire émerger les objets mathématiques en jeu : droite, demi-droite, segment. Par ailleurs, les textes obtenus, même incorrects ou imprécis, faisaient tous appel à la notion de « point », déjà mentionnée dans la consigne, avec fréquemment des phrases comme « Relie les points A et C ».

Lors de la synthèse, on pouvait travailler quelques syntaxes « droite passant par ... et ... », « demi-droite d'origine ... passant par ... », « segment d'extrémités ... et ... » et aller jusqu'aux notations mathématiques associées, (BC), [CA] et [AB] afin de se rendre compte de l'intérêt de les utiliser pour raccourcir le texte (argument très apprécié des élèves).

Je reste convaincue que cette activité aux multiples intérêts (que je n'ai pas tous développés ici) a toute sa place en classe de Sixième. Elle a d'ailleurs trouvé sa place dans notre progression spiralee, mais en fin de séquence. En effet, s'il est séduisant et intellectuellement satisfaisant pour un matheux d'essayer de construire tous ces « premiers éléments de géométrie » à partir du point, qui serait la première brique, cette introduction ne me semble pas adaptée à la façon dont la majorité des élèves perçoivent les droites, les segments et les points à l'entrée en Sixième.

Partir de l'espace pour aller vers le plan

Dans la recherche bibliographique de notre groupe IREM, un seul manuel, *Hélice* [1] proposait une approche différente, dans son « Unité 2 : Du monde réel aux objets géométriques » : commencer par la 3D pour aller vers la 2D (les figures planes), puis la 1D (les droites, les demi-droites, les segments) et la 0D (les points). C'est un manuel que je ne connaissais pas et qui ne faisait pas partie de ma bibliothèque de travail. Nous avons été enthousiasmées par ce changement de point de vue, qui présentait plusieurs avantages : ne pas cantonner la géométrie dans l'espace à la fin de l'année (voire à l'oubli), mais surtout donner une légitimité à la géométrie, dans l'espace ou dans le plan, comme modélisation et représentation du monde physique.

La progression proposée par le groupe IREM

En route donc pour la première séquence de l'année, soigneusement archivée sur mon disque



dur dans un dossier dont le nom résume bien l'intention : « S1-Espace plan ».

Conformément au principe que nous nous étions fixé, la première activité plonge les élèves dans la problématique de la représentation de l'espace en mathématiques : il s'agit, dès la séance de « prise de contact », de demander aux élèves de « dessiner l'armoire » (prenez quand même la précaution de vérifier qu'il y en a une dans la salle, sinon « dessiner le bureau » ou tout autre meuble de la pièce bien visible de tous fera l'affaire). Pour tout savoir sur cette activité très intéressante, motivante et aussi un peu intrigante pour les élèves (une qualité, de mon point de vue), lisez l'article de Nicolas Bernard, paru dans PLOT n° 38 [2]

Je n'ai pas forcément fait les mêmes choix que Nicolas Bernard pour la mise en œuvre : notamment, je n'ai pas réorienté les élèves lors de leur premier essai, j'ai laissé chacun dessiner à sa façon, sur papier blanc ou quadrillé, en allant mesurer l'armoire ou non. Ensuite, grâce au visualiseur (ou en prenant des photos et en les projetant), j'ai fait discuter les productions obtenues par l'ensemble de la classe, pour que l'on se mette d'accord sur le fait de représenter « en volume » (et que c'était possible, moyennant une déformation du réel pour donner l'impression de profondeur). Chaque élève devait ensuite améliorer sa production initiale, mais je n'empêchais pas les perspectives « point de fuite ». Ce qui compte, c'est que visuellement, on reconnaisse l'armoire et qu'on s'interroge sur ce qui crée l'impression de « volume ».

Ainsi, cette activité, qui dure deux séances, est l'occasion de parler de la nécessité de représenter l'espace, et de voir différentes façons de le faire, mathématiques ou non. C'est en ce sens que je la trouve plus accessible et naturelle pour des élèves de 11 ans que la « figure téléphonique ».

Lors de la synthèse, les différents types de perspective sont nommés et illustrés par des tableaux bien connus ou des photos. Nous concluons en mettant l'accent sur l'explicitation des règles de

représentation en perspective cavalière, où l'on comprend que la conservation d'une relation géométrique (le parallélisme) est un élément déterminant pour le choix de cette représentation plane en mathématiques.

Une suite logique de l'activité de l'armoire (en tout cas celle que nous avons choisie) est de se poser la question du type de solide qui est représenté et de ses caractéristiques, pour ensuite élargir aux autres solides du programme.

Voici par exemple un extrait de notre première fiche d'exercices, inspirée du manuel *Hélice* et qui suit l'activité d'introduction :

1. Observe les objets représentés ci-dessous.

- Que représentent-ils ? Écris la réponse sous chaque objet.



- Décris le plus précisément possible ce qu'ils ont en commun.

2. Apporte un objet ayant la même forme que les objets ci-dessus.

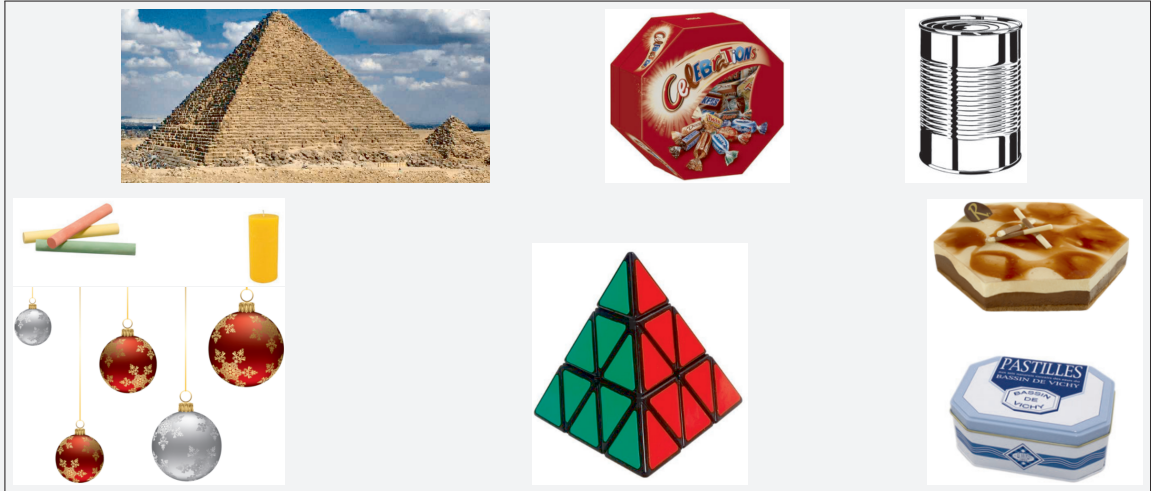
Il s'agit de modéliser chacun de ces objets pour (re)faire émerger la notion de « parallélépipède rectangle » ou « pavé droit », en listant les caractéristiques communes : solide à six faces rectangulaires (y compris carrées, même si les objets choisis dans l'activité ne se prêtent pas à travailler ce point), douze arêtes et huit sommets.

Pour les autres types de solides alors au programme, nous nous sommes également inspirés du manuel *Hélice*.



Les débuts de la géométrie en Sixième

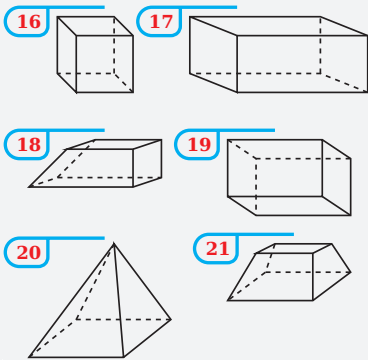
1. Observe les objets représentés ci-dessous. Que représentent-ils ?



- Entoure d'une même couleur ceux qui ont la même forme. Décris le plus précisément possible ce qui t'a permis de les associer.
- Connais-tu d'autres solides ?

On peut alors recenser : prisme droit, pyramide, cylindre, boule/sphère, et en donner les caractéristiques comme on l'a fait pour le parallélépipède rectangle.

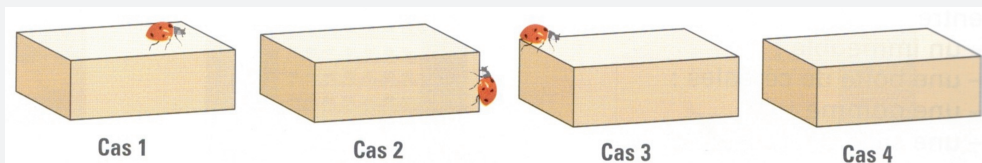
Un chemin s'ouvre, qui consiste à mettre en lien tout ce qui a été vu auparavant : perspective cavalière, types de solides et caractéristiques. C'est le rôle d'un exercice comme celui-ci (d'après [3, p. 210]) :



Numéro du solide	Nombre de faces	Nombre d'arêtes	Nombre de sommets	Nature du solide
16				
17				
18				
19				
20				
21				

Ou comme celui-ci (adapté de [1]) :

Une coccinelle se promène sur une boîte posée sur une table.



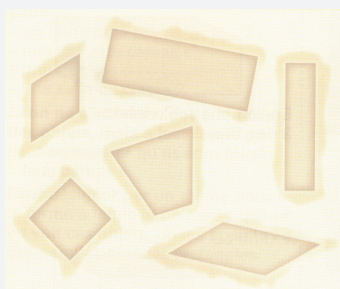
- Explique le plus précisément possible où se trouve la coccinelle dans chaque cas.
- Sur combien de faces différentes peut-elle se promener ?
- Sur combien d'arêtes différentes peut-elle marcher ?
- À quels autres endroits sur la boîte pourrait-elle se mettre ?



Il y a ici en germe tout ce qui nous intéresse : identifier un type de solide par le nombre et la forme de ses faces (figures planes), par le nombre de ses arêtes (segments) et celui de ses sommets (points), c'est déjà passer « de la 3D à la 2D à la 1D à la 0D ». Sauf que tout cela reste très implicite, du fait notamment que les noms donnés (face, arête, sommet) restent relatifs au solide, donc à la géométrie dans l'espace, et que les objets sont considérés avant tout comme des parties d'un tout (le solide), et non pas des objets mathématiques « autonomes ».

Le manuel *Hélice* est encore une fois venu à notre secours pour nous aider à voir comment expliciter :

Des solides ont été posés à plat sur du sable. Ils ont laissé les empreintes suivantes.



Entoure :

1. *en bleu* : celles qui peuvent provenir d'un parallélépipède rectangle. Explique comment tu peux les reconnaître.
2. *au crayon* : celles qui peuvent provenir d'un prisme droit. Explique.
3. *en rouge* : celles qui peuvent provenir d'un cône. Explique.

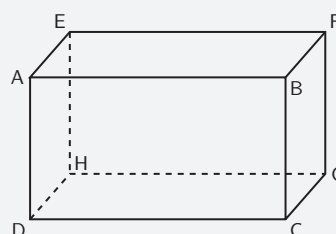
Grâce à cette idée d'empreinte, de projection en somme, il nous propose de passer dans le plan : cette fois, plus de déformations liées aux représentations en perspective cavalière, plus de solide, mais « une trace de solide ». Lumineuse idée, tout ce qu'il y a de plus mathématique, qui fut pour moi une révélation didactique. Depuis, ayant fait un bout de chemin dans le premier degré, je me suis aperçue que c'était un classique de maternelle, de faire dessiner des empreintes de solides dans du

sable, pour retrouver les formes familières que sont le carré, le rectangle, le triangle, le disque. Et j'ai réalisé au passage que la plupart des auteurs du manuel *Hélice*, Jean-François Chesné, Lalina Coulangue, Nadine Grapin et Marie-Hélène Le Yaouanq, sont des didacticiens renommés qui travaillent sur le premier degré, ce que je ne savais pas à l'époque. Ceci explique probablement cela.

Cette étape franchie, rien n'empêche de continuer le processus, en passant du 2D au 1D : l'idée est de passer de « côté » et « sommet » (de polygone) à « segment » et « point ». Il faut donc à nouveau changer de point de vue. Mais ce n'est pas aussi facile. Nous aurions peut-être pu envisager la même idée de projection, cette fois sur une droite, mais nous n'avons pas pensé alors à explorer ce terrain.

Cette fois, nous ne nous sommes pas appuyées sur le manuel *Hélice*, qui introduit les notions de « segment » puis « milieu d'un segment », sans vraiment les relier à ce qui précède. Nous avons plutôt axé sur des exercices nécessitant de changer de dimension souvent et pas toujours dans le même sens. Nous avons ainsi fait cohabiter sur une même fiche deux types d'exercices d'apparences assez proches, qui nécessitent tous deux de décrypter une représentation en perspective cavalière pour répondre à des questions.

Le solide représenté est un parallélépipède rectangle



- Donne le nom de chaque sommet caché : _____
- Combien y-a-t-il de faces visibles ? _____
- Donne le nom de l'une des faces visibles : _____
- Donne le nom de chaque arête cachée : _____
- Donne le nom de la face du dessous : _____
- Donne le nom de la face arrière : _____

Adapté du manuel Phare [3, ex. 13 p. 210].

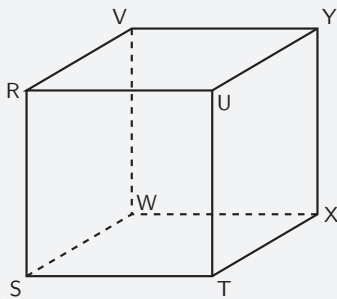


Les débuts de la géométrie en Sixième

Ici, le décryptage consiste à passer de la 2D à la 3D mentalement, puis de la 3D à la 2D (« Donne le nom de la face du dessous ») ou à la 1D (« Donne le nom de chaque arête cachée ») pour répondre aux questions.

Mais s'agit-il vraiment de 2D et de 1D ? La question est ouverte, puisque dans cet exercice, on considère la face et l'arête comme des éléments du parallélépipède rectangle.

RSTUVWXY est un cube



1. Vrai ou faux ?

- (a) VWXY est un carré. _____
- (b) UTXY est un rectangle. _____
- (c) Les segments [RU] et [RV] ont la même longueur. _____
- (d) Le triangle RUV a un angle droit. _____

2. Code tout ce que l'on sait sur les côtés et les angles de la face XTSW.

Source non retrouvée, exercice peut-être créé par le groupe.

Encore plus que dans l'exercice précédent, la question de la représentation se pose : poser son équerre pour contrôler la présence d'angles droits sur le quadrilatère UTXY ou prendre les mesures de [RU] et [RV] sur la représentation amènera à des résultats faux aux affirmations (b) et (c). Il est donc nécessaire là encore de passer mentalement de cette 2D à la 3D. Les codages (angles droits, égalités de longueurs) sont alors introduits pour indiquer sur la figure des réalités qui sont déformées sur la représentation en perspective.

Une fois ce décryptage fait, les deux premières affirmations s'appuient sur les connaissances acquises sur le cube (et l'inclusion des carrés dans les rectangles).

C'est l'affirmation suivante qui nous intéresse : elle part de la notion de « segment » qui devra être reconnu comme « côté d'un carré » qui est lui-même « face d'un cube » pour pouvoir répondre correctement à la question. Ici, on part de la 1D pour raisonner avec des connaissances sur la 2D et la 3D.

Ainsi, on arrive à relier des notions déjà connues comme « segment » et « point » avec la modélisation de l'environnement physique. En revanche, et c'est la limite de cette approche, les notions de droite et de demi-droite n'apparaissent pas « spontanément ». Elles peuvent peut-être émerger par les règles de la perspective cavalière (direction des fuyantes) ? Ou alors il faut définir le point comme intersection de deux droites ? En tout cas, la construction se fait en sens inverse de ce que je proposais auparavant : cette fois, on part du solide pour en arriver aux segments et droites puis au point. « Du monde réel aux objets géométriques » : même si tout n'est pas abouti dans l'approche que je viens de vous proposer, l'objectif est globalement atteint, et me semble à même de légitimer l'intérêt de la géométrie (et de ses « premiers éléments ») aux yeux des élèves.

Le cours fait lors de cette séquence porte uniquement sur les solides et les règles de représentation de la perspective cavalière. Pour terminer la séquence, nous consacrons une séance à l'activité de « figure téléphonique » décrite en début d'article. Le travail systématique sur les premiers éléments de la géométrie est proposé en questions-flash (que nous appelions à l'époque « Mises en route »), notamment par des dictées géométriques sur ardoise, lors de la séquence suivante. L'inventaire de cours sur les « premiers éléments de géométrie » est établi progressivement, à la fin de chaque temps de questions-flash.



On y associe une fiche « Savoir faire » intitulé « Rédiger un programme de construction » :

- Un _____ est un _____ qui décrit étape par étape comment réaliser une figure.
- Chaque phrase commence par **un verbe** :
 - _____ (pour un point)
 - _____ ou _____ (pour une droite, un segment, un cercle, etc.)
 - Chaque phrase donne **une seule étape** de la construction (un seul tracé à faire).
Le vocabulaire utilisé est précis : droite, demi-droite, perpendiculaire, parallèle, cercle, diamètre, etc. (voir leçons). On ne parle pas des instruments de géométrie à utiliser.
 - Les phrases sont **dans l'ordre** :
quelqu'un qui ne voit pas la figure peut la reconstruire à partir du texte.

Voici un aperçu du début de la progression spiralée¹, pour que ce soit plus concret :

Sens des nombres	Sens des opérations	Géométrie	Mise en route		Activité-clé pour chaque séquence	Activités déconnectées des séquences
			Géométrie	Nombres, calculs		
② <i>Numération</i> (6 h) Écriture décimale et fraction décimale. Décompositions	③ <i>Addition soustraction</i> (8 h) <i>Longueur lignes brisées et périmètres</i> 3 h : activités 3 h : technique et problèmes avec les nombres décimaux (rédaction) 2 h : périmètres, longueur de lignes brisées (sans report de longueur)	① <i>Armoire</i> (4 h = 3 h + 1 h) Règle perspective Vocabulaire : arête, face, parallélépipède rectangle, parallèle, perpendiculaire... Parler de face avant = rectangle (voir <i>Hélice</i>) Idée : photocopier une bonne production de perspective cavalière légendée (1 h) Figures téléphonées avec droites et demi-droites	② Objets de la géométrie (point, droite... et polygones) Vocabulaire, notation, codage, angle droit Dictée géométrique, figures téléphonées à l'aide vocabulaire	① Tables de multiplication (avec, par exemple : <i>Le Matou matheux</i> ou cartes questions/réponses) Compléments à 5, 10... (exemples dans <i>Hélice 6e</i>) ③ Décomposition des nombres	① Pavé droit avec motif sur la face avant à reproduire sur les faces latérales (milieux conservées, parallèles conservées) ② Activités : Représentation géométriques des nombres, lien entre les différentes écritures + la virgule d'Agnès DM : différents types de numération (exposés ?) GP numération ③ La route de la soif	② Calcul mental 1 (fiche entraînement 1 + 4 séances en classe) : tables de multiplication, périmètres, valeur des chiffres Narration de recherche/problème ouvert : le gros Dédé ③ « Glisser » TP info n° 1 : point, droite, demi-droite et segment (Geogebra)

1. Les numéros indiqués et entourés correspondent aux numéros des séquences.



À CÔTÉ DU POINT A
VERS LE POINT C
TU PLACES UN AUTRE POINT
PUIS UN AUTRE, PUIS UN AUTRE...

PRÉCISE DE
FAIRE DES POINTS
ASSEZ LARGES
ET UN PEU PLATS



Depuis le travail fait dans ce groupe IREM, j'ai pris du recul et engrangé quelques connaissances supplémentaires. À l'heure actuelle, je me dis qu'une bonne piste serait certainement d'articuler cette séquence avec des travaux de restauration de figures, pour renforcer cette capacité à jongler entre les différentes dimensions : je vous renvoie à l'article de Christine Mangiante-Orsola dans *Au fil des maths* n° 544 [4].

Encore des questions en suspens et des idées à creuser...

Références

- [1] Chesné et al. *Manuel Hélice 6^e*. Didier, 2009.
- [2] Bernard Nicolas. « Dessinez l'armoire ». In : *PLOT*. APMEP n° 38 (2012).
- [3] Brault et al. *Manuel Phare 6^e*. Hachette, 2009.
- [4] Christine Mangiante-Orsola. « Changement de regard sur l'enseignement de la géométrie ». In : *Au fil des maths*. APMEP n° 544 (avril-juin 2022).

.....◆.....

Lise Malrieu est enseignante et formatrice en mathématiques dans l'académie d'Orléans-Tours et à l'INSPE de Tours-Fondettes. Elle fait également partie de l'équipe d'*Au fil des maths*.

lise.apmep@gmail.com

© APMEP Mars 2024

Sommaire du n° 551



Maths en 3D

Éditorial

Opinions

Mission « Exigence des savoirs »
— Bureau national

Catégorisons des formes en maternelle
— Valentina Celi

Cartographie des mathématiques que je ne
comprends pas — Mickaël Launay

Avec les élèves

Semaine des maths à l'école — Charlotte Digne

Signons les maths — Amélie Cazottes

La voiture autonome — Laurent Didier

✦ Apprentissage des solides à l'école maternelle
— Élise Curien & Sandrine Lemaire

✦ Le mètre cube — Anne-France Acciari

✦ Les débuts de la géométrie en Sixième
— Lise Malrieu

1 Ouvertures

✦ Fabrication de très grandes boîtes avec une feuille A4
— Florence Soriano-Gafiuk & Manuella Freyermuth 53

3 ✦ Des photophores en dodécaèdre régulier
— Marie Lhuissier 60

6 Petite enquête sur être ou ne pas être un rationnel
— François Boucher 65

14 Récréations

Au fil des problèmes — Frédéric de Ligt 71

Des problèmes dans nos classes — Valérie Larose 74

25 ✦ La croix et le papillon — Olivier Longuet 75

30 ✦ Le temps des cerises
— Séverine Verneyre & Karim Zayana 79

35 Au fil du temps

42 Hommage à Gilles Cohen — Alice Ernoult 84

Le CDI de Marie-Ange — Marie-Ange Ballereau 85

45 Matériaux pour une documentation 87

✦ Troisième degré en 3D — Marie-Line Moureau 91



CultureMATH

