

ANALYSE DIDACTIQUE DE L'ENSEIGNEMENT DE LA GEOMETRIE DANS DES MANUELS SCOLAIRES : MISE EN FONCTIONNEMENT D'UNE GRILLE DANS LE CAS DU MANUEL *MATHS EXPLICITES* CM1

Claire GUILLE-BIEL WINDER
MCF, INSPE-AMU
ADEF, COPIRELEM
claire.winder@univ-amu.fr

Edith PETITFOUR
MCF, INSPE Université Rouen Normandie, COPIRELEM
Normandie Univ, UNIROUEN, Université de Paris, Univ Paris Est Créteil, CY Cergy Paris
Université, Univ. Lille, LDAR, 76000 Rouen, France
edith.petitfour@univ-rouen.fr

Résumé

La présence importante des manuels scolaires dans le domaine de l'édition française témoigne de leur place privilégiée en tant que ressources documentaires des enseignants de l'école primaire. Fournir aux enseignants un outil leur permettant un choix éclairé de ces ressources s'avère donc une nécessité. Cet atelier se situe ainsi dans le développement de nos travaux portant sur l'analyse didactique de manuels scolaires. Nous présentons ici le fonctionnement d'une grille d'analyse que nous avons élaborée à travers une étude de cas : les participants sont amenés à analyser les propositions d'enseignement des notions de perpendicularité et de parallélisme en début de cycle 3 (9-10 ans) du manuel scolaire *Maths explicites* (Hachette Éducation, 2020).

La présence importante des manuels scolaires dans le domaine de l'édition française témoigne de leur place privilégiée en tant que ressources documentaires des enseignants de l'école primaire. Fournir aux enseignants un outil leur permettant un choix éclairé de ces ressources s'avère donc une nécessité (Villani et Torossian, 2018). Cet atelier se situe dans le développement de nos travaux portant sur l'analyse des propositions d'enseignement des relations de perpendicularité et de parallélisme au CM1 (9-10 ans) dans les manuels scolaires français (Guille-Biel Winder et Petitfour, 2018, 2019, 2021). Il vise à présenter le fonctionnement d'une grille d'analyse que nous avons élaborée (Guille-Biel Winder et Petitfour, à paraître (a)). Après avoir présenté nos points d'appui théoriques, les critères retenus ainsi que les points d'attention conduisant à la grille d'analyse (annexe 1), nous avons invité les participants à réaliser, en groupes, une analyse préalable de l'enseignement des deux relations : deux groupes ont travaillé sur la relation de perpendicularité, deux autres sur celle de parallélisme. Ce premier travail visait à établir et s'approprier l'organisation de référence - institutionnelle d'une part, didactique d'autre part - relative à l'enseignement des deux relations, pour pouvoir ensuite analyser le manuel selon les critères retenus pour l'atelier. Pour ce faire, les participants disposaient des documents de l'annexe 2 (Extraits de documents institutionnels en vigueur en 2022 et récapitulatif des outils d'analyse présentés). La grille d'analyse a été mise en fonctionnement sur le manuel *Maths Explicites* CM1 (Hachette Éducation, 2020), toujours sur une seule des deux relations (la même que précédemment pour chacun des groupes). Les extraits du manuel analysés lors de l'atelier figurent en annexe 3. Les groupes ont terminé leur travail en réalisant une synthèse de l'analyse sous la forme d'un tableau à double entrée présentant la déclinaison des critères retenus selon les différents points d'attention (annexe 4). L'atelier s'est conclu par la présentation d'analyses complémentaires réalisées par les animatrices. Le plan de ce texte reprend en partie celui du déroulement de l'atelier : présentation des points d'appui théoriques (partie I), exposition des critères

d'analyse et des points d'attention ainsi que de la grille proposée aux participants (partie II), analyses (partie III), synthèse et conclusion (partie IV).

I - POINTS D'APPUI THEORIQUES

Nous définissons d'abord ce que nous entendons par manuel scolaire avant d'exposer les outils théoriques utilisés comme points d'appui pour la constitution de la grille d'analyse de manuels scolaires.

1 Manuel scolaire

En appui sur la définition de livres scolaires (décret 2004-922 du 31 août 2004), nous désignons par manuel scolaire d'une collection donnée les divers documents destinés à l'élève (livre-élève, fichier, cahier d'exercices, répertoire, etc.) ainsi qu'à l'enseignant (guide de l'enseignant, compléments d'informations transmis *via* l'éditeur sur son site ou dans un ouvrage). Nous illustrons cette définition figure 1, avec le manuel *Maths explicites* CM1 (Hachette Éducation, 2020). Celui-ci est composé : d'un livre-élève (Lé, (a)) (extraits pp.126-127 et 128-129 en annexe 3) ; d'un cahier d'exercices (b) présentant des exercices supplémentaires à proposer par l'enseignant soit en classe (pour un travail en autonomie ou en groupes), soit hors la classe ; d'un guide de l'enseignant (GdE, (c), extraits pp.101-181 et 182-183 en annexe 3). Il existe par ailleurs une version numérique pour le Lé et le GdE (mais pas de site compagnon). Nos analyses prennent appui sur toutes ces ressources ainsi que sur les informations données sur le site de l'éditeur¹ (présentation, vidéo).



Figure 1. Manuel Maths Explicites CM1 (Hachette Éducation, 2020)

2 Échelle de codétermination didactique

Pour analyser la proposition d'enseignement des savoirs géométriques d'un point de vue didactique, nous nous plaçons dans le cadre de la Théorie Anthropologique du Didactique (Chevallard, 1999). Concernant l'enseignement des savoirs mathématiques, nous convoquons la notion d'*Organisation Mathématique* (OM) à différentes échelles (Chevallard, 1995). Une OM *ponctuelle* correspond à un quadruplet formé par un type de tâches (défini comme tout type d'activité pensé comme élémentaire en ce sens que l'on pourrait l'énoncer à l'aide d'un verbe d'action et d'un complément d'objet), d'une technique (manière de faire déterminée permettant d'effectuer des tâches d'un certain type), d'une technologie justifiant la technique et d'une théorie, technologie et théorie se rapportant au savoir mathématique. Les principaux types de tâches que nous prenons en compte dans cette étude relèvent de la reconnaissance/identification de l'une des relations (perpendicularité ou parallélisme) ou bien du tracé de droites vérifiant cette relation. Les OM *locales* sont relatives à un thème d'étude (ici l'étude de l'une des deux relations). L'OM *régionale* est associée au secteur d'étude (ici « Reconnaître et utiliser quelques relations géométriques ») et regroupe notamment les OM locales précédentes. L'OM *globale* correspond au domaine d'étude (ici la géométrie) au sein de la *discipline* des mathématiques. De manière plus générale, nous prenons appui sur l'échelle de codétermination didactique mettant en évidence l'interdépendance des différents niveaux en termes de conditions : « chaque niveau de cette échelle est le lieu d'origine de certaines conditions qui

¹ <https://www.enseignants.hachette-education.com/collections/maths-explicites> [Consulté le 30 juin 2022].

apparaissent souvent comme des contraintes aux autres niveaux » (Chevallard, 2011, p. 12). Les niveaux en lien avec les différentes OM sont spécifiques aux savoirs à enseigner, mais les niveaux relatifs à l'école ou à la pédagogie le sont moins. Le premier correspond au « niveau des contraintes et des points d'appui qui tiennent à l'institution scolaire elle-même » (Chevallard, 2002, p. 13). Nous situons donc à ce niveau l'origine des contraintes liées aux ressources institutionnelles ainsi que celles à l'organisation matérielle de l'année (par exemple les cours multi-niveaux), ou bien son organisation temporelle (par exemple les périodes de travail alternant avec les vacances scolaires). Le second comprend des points d'appui et des contraintes qui affectent toute étude scolaire. En particulier, la contrainte temporelle de la durée d'une séance a un impact sur le temps consacré à l'étude d'un sujet. Les choix pédagogiques relèvent aussi de ce niveau. Certains peuvent avoir un arrière-plan théorique revendiqué dans le manuel comme des théories de l'apprentissage (par exemple le constructivisme (Piaget, 1964)), ou des courants pédagogiques (pédagogie explicite (Rosenshine, 1986), pédagogie spiralaire (Bruner, 1960), etc.). La figure 2 présente cette échelle contextualisée à notre étude. Nous faisons l'hypothèse que l'enseignement des savoirs mathématiques proposé par un manuel est assujéti à ces différentes contraintes.

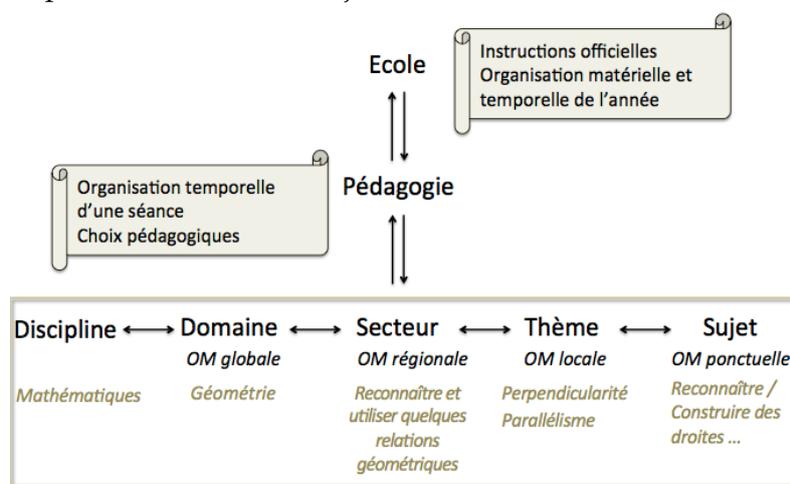


Figure 2. Echelle de codétermination didactique contextualisée

La mise en évidence par la Théorie Anthropologique du Didactique d'organisations mathématiques et didactiques et l'influence qu'elles exercent les unes sur les autres nous conduit, d'une part, à identifier des points sur lesquels nous faisons porter l'analyse de la proposition d'enseignement des savoirs géométriques d'un manuel et, d'autre part, à prendre en compte différents niveaux de l'échelle de codétermination didactique dans l'analyse de chacun de ces points. Nos analyses se focalisent alors sur les éléments suivants : les tâches et types de tâches proposés, les techniques convoquées, les savoirs en jeu, les ostensifs manipulés ainsi que les « éléments organisationnels et planificateurs » (Guille-Biel Winder et Petitfour, 2018) – c'est-à-dire les éléments du manuel qui explicitent et/ou témoignent de l'organisation et de la planification retenue.

3 Outils d'analyse liés aux ostensifs

Du point de vue de la Théorie Anthropologique du Didactique, le savoir mathématique est évoqué à travers la manipulation d'ostensifs (Bosch et Chevallard, 1999), c'est-à-dire d'objets qui ont une forme matérielle : ostensifs gestuels (gestes), langagiers (mots, discours), graphiques (schémas, dessins, graphismes), scripturaux (écritures, formalismes). Nous portons une attention particulière aux objets utilisés pour enseigner les relations de perpendicularité et de parallélisme car ils permettent d'étudier le lien éventuel avec le réel ainsi que la manière dont le passage au géométrique est mis en œuvre. Nous prenons pour cela appui sur une catégorisation (présentée figure 3 et synthétisée dans le document E de l'annexe 3), que nous avons élaborée à partir de l'étude d'une vingtaine de manuels scolaires présents sur le marché durant l'année scolaire 2017-2018 (Guille-Biel Winder et Petitfour, 2019).

Nous identifions des objets du monde² (Laparra et Margolinas, 2016) – ou leurs représentations figuratives, d’usages connus des élèves, qui appartiennent à l’environnement quotidien des élèves et des objets graphiques correspondant aux objets matériels (dessins) de la géométrie de l’école (Houdement, 2007). Dans la première catégorie, nous distinguons les objets du monde culturellement représentateurs³ des relations spatiales de ceux qui ne le sont pas. Dans la deuxième, nous faisons la distinction entre représentations d’objets géométriques et modélisations d’objets du monde.

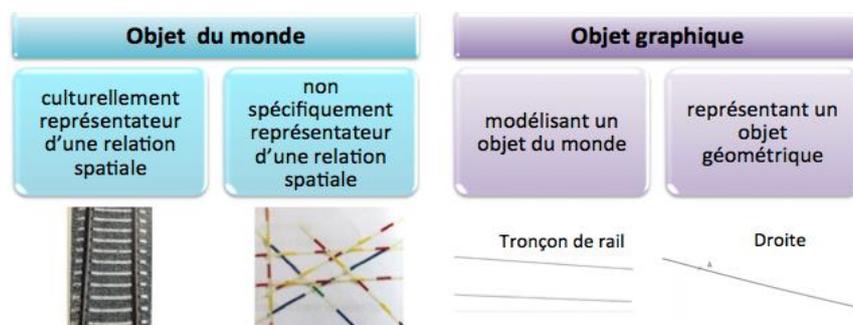


Figure 3. Quatre catégories d’objets utilisés pour enseigner les relations géométriques

Concernant les ostensifs langagiers (vocabulaire et expressions langagières), nous utilisons des outils d’analyse logique des concepts mathématiques (Petitfour et Barrier, 2019). La perpendicularité et le parallélisme sont des relations géométriques (entre des droites), alors que le concept d’angle droit est une propriété géométrique d’un secteur angulaire. Sur le plan logique, la perpendicularité et le parallélisme s’analysent comme des relations binaires : on dira que « deux droites d et d' sont perpendiculaires/parallèles » ou que la « droite d est perpendiculaire/parallèle à la droite d' » ou encore que la « droite d' est perpendiculaire/parallèle à la droite d » (symétrie de la relation). Une droite d étant donnée, il y a une infinité de droites qui lui sont perpendiculaires/parallèles. Cette propriété se traduit au niveau langagier par un article indéfini lorsqu’on introduit une droite d' : « la droite d' est **une** droite perpendiculaire/parallèle à la droite d ». L’une des deux relations associée à une relation d’appartenance met en lien deux droites et un point. On a dans ce cas une conjonction de deux relations binaires du type « (d est perpendiculaire/parallèle à d') ET (M appartient à d') », formulée par exemple avec la syntaxe suivante : « d' est la droite perpendiculaire/parallèle à la droite d passant par le point M », l’article défini « la » exprimant à la fois l’existence et l’unicité de la droite d' .

4 Outils d’analyse liés à l’action instrumentée

Selon le cadre d’analyse de l’action instrumentée (Petitfour, 2017, 2018), différentes connaissances sont en jeu pour résoudre des types de tâches de reconnaissance de relations géométriques et de tracé : géométriques, techniques, graphiques, spatiales et pratiques (définies et illustrées dans le document C de l’annexe 2). Les *connaissances géométriques*, relatives aux objets, propriétés et relations géométriques, comprennent en particulier les significations sous-jacentes aux techniques instrumentées mises en œuvre dans les actions instrumentées. Pour nos analyses, nous nous appuyons sur les significations des relations de perpendicularité et de parallélisme suivantes (figure 4), abordables au cycle 3 (Reymonet, 2004 ; Dussuc, Gerdil-Margueron et Mante, 2006 ; ERMEL, 2006) (voir le document D de l’annexe 2).

² « Objet le plus souvent matériel, présent à l’école et hors l’école et qui de ce fait évoque pour l’élève les affects et les usages qu’il connaît déjà. » (Laparra & Margolinas, 2016, p.169).

³ Représentateur (*adjectif*) : Qui sert à la représentation. Les hiéroglyphes étaient des signes représentateurs d’objets visibles. (Littré, 1876). Site <http://www.la-definition.fr/definition/representateur> consulté le 20/12/2018

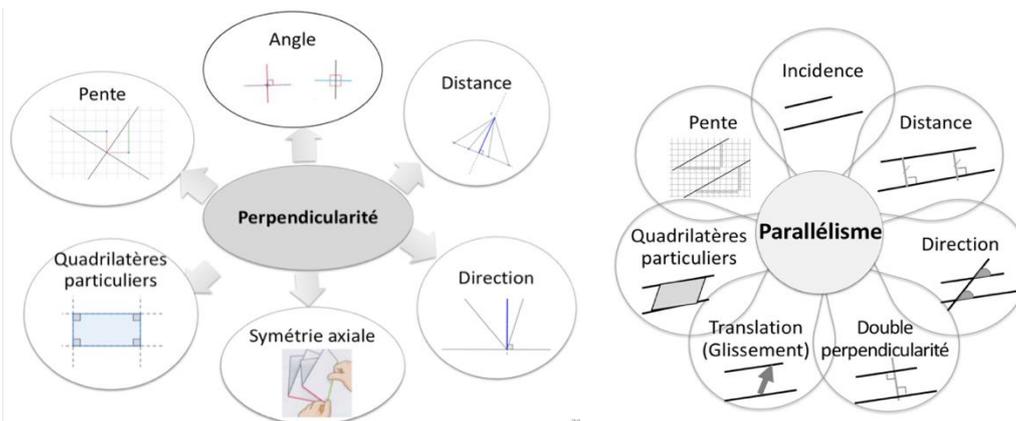


Figure 4. Différentes significations des relations de perpendicularité et de parallélisme

II - PRESENTATION DE LA GRILLE D'ANALYSE

Nous n'aborderons pas dans cette présentation l'étude de la forme sous laquelle est diffusé le manuel, ni la « façon dont le propos des auteurs/concepteurs est représenté et leur façon de communiquer avec le professeur » (Remillard, 2021, p. 106), tel que nous l'avons fait dans des travaux antérieurs (Guille-Biel Winder et Petitfour, 2021), nous centrons les analyses sur un point de vue didactique. La grille d'analyse conduit à étudier successivement, dans un manuel donné, chacun des éléments (types de tâches proposés, techniques, ostensifs associés, savoirs en jeu et leur organisation par le biais des éléments organisateurs et planificateurs) au regard de critères d'analyse que nous présentons dans une première sous-partie. L'analyse préalable de chaque point d'attention est ensuite réalisée. Nous revenons enfin sur la grille fournie aux participants.

1 Critères d'analyse

En lien avec les contraintes auxquelles est assujéti l'enseignement des savoirs mathématiques proposé par un manuel, nous avons mis au jour cinq critères (Guille-Biel Winder et Petitfour, à paraître (a)). La *conformité institutionnelle*, en relation avec les contraintes du niveau de l'école, correspond à la conformité des propositions des manuels aux ressources transmises par l'institution concernant les savoirs et savoir-faire à enseigner, mais aussi concernant l'organisation de la classe. Dans cette étude, nous nous appuyons sur des textes officiels à disposition des enseignants sur le site Éduscol⁴. Ces textes regroupent les horaires de l'école, le programme d'enseignement du cycle de consolidation (MEN, 2015) ainsi que les ajustements apportés pour la rentrée 2020 (MEN, 2020), la ressource d'accompagnement *Espace et géométrie au cycle 3* (MEN, 2018) et enfin les attendus de fin d'année et repères annuels de progression (MEN, 2019).

L'*adéquation pédagogique* met en évidence la mise en pratique des idées centrales affichées sur lesquelles s'appuie le(s) auteur(s), dans le curriculum (programmation, enseignement des savoirs - tâches, techniques, introduction des savoirs -, place des ostensifs), voire dans les recommandations pédagogiques et didactiques qui l'accompagnent.

La *pertinence par rapport à l'enseignement du savoir* porte sur les choix didactiques retenus par le(s) auteur(s) concernant la progression retenue (aller-retour du niveau ponctuel au niveau global), les tâches mathématiques et le choix des objets sur lesquels elles portent, les significations abordées, la présentation des techniques ainsi que les formulations langagières. La *validité mathématique* est associée aux énoncés de savoir donnés (formulations langagières et notations symboliques utilisées), au domaine de validité des concepts et à l'usage des artefacts proposés.

La *cohérence du manuel par rapport aux savoirs enseignés* interroge, au niveau local, les liens entre le(s) type(s) de tâche(s) proposé(s) dans la première rencontre avec la notion, la(les) signification(s) en jeu,

⁴ <https://www.education.gouv.fr/programmes-et-horaires-l-ecole-elementaire-9011>

la(les) technique(s) donnée(s) et les tâches proposées dans les différentes activités du manuel. Aux niveaux global et régional, elle interroge l'organisation des savoirs adoptée pour travailler les notions.

Les critères de pertinence, de validité mathématique et de cohérence permettent d'évaluer la *qualité didactique* du manuel.

2 Analyse préalable des points d'attention

2.1 Tâches et types de tâches

Nous distinguons deux grandes catégories de types de tâches élémentaires relatifs aux constructions instrumentées mettant en jeu les relations de perpendicularité et parallélisme : ceux associés à la reconnaissance de la relation et ceux liés à la construction de droites vérifiant cette relation. Pour répondre au critère de *conformité institutionnelle*, un manuel doit proposer la résolution des types de tâches suivants :

- Reconnaître la relation de perpendicularité.
- Tracer la perpendiculaire à une droite donnée passant par un point donné appartenant à la droite / extérieur à la droite.
- Reconnaître la relation de parallélisme.
- Tracer la parallèle à une droite donnée passant par un point donné.

Les tâches mathématiques proposées vérifient le critère *d'adéquation pédagogique* lorsqu'elles répondent aux intentions déclarées des auteurs du manuel. Elles sont jugées *pertinentes par rapport à l'enseignement du savoir* si le choix des variables (orientation des droites, nécessité ou non de les prolonger, support (papier blanc, quadrillé...), complexité de la figure, instruments à disposition ...) conduit au dépassement des obstacles et à la compréhension des concepts. Elles vérifient le critère de *cohérence par rapport aux savoirs enseignés* lorsqu'elles nécessitent la mise en œuvre des techniques exposées et/ou institutionnalisées.

2.2 Techniques

Le critère de *conformité institutionnelle* est vérifié si les techniques instrumentées à développer sont en particulier celles qui utilisent équerre et règle. Le critère *d'adéquation pédagogique* est vérifié lorsque les techniques sont en lien avec la démarche pédagogique déclarée par les auteurs du manuel. La présentation des techniques est *pertinente par rapport à l'enseignement des savoirs* lorsqu'un ensemble d'informations nécessaires à la réalisation de la technique est fourni : connaissances techniques, spatiales, graphiques et pratiques. Le critère de *cohérence par rapport aux savoirs enseignés* est vérifié lorsque la justification de la technique s'appuie sur une des significations de la relation introduites dans le manuel.

2.3 Savoirs en jeu

Le manuel répond au critère de *conformité institutionnelle* lorsque sont abordées la signification de la relation de perpendicularité liée au plus court chemin entre un point et une droite, et au moins une signification du parallélisme en lien avec la perpendicularité. Le critère *d'adéquation pédagogique* est vérifié lorsque l'introduction des savoirs est en adéquation avec les intentions déclarées des auteurs. Le choix des significations abordées est *pertinent par rapport à l'enseignement des savoirs* s'il conduit *a priori* à une première compréhension de la relation. Le critère de *validité mathématique* est vérifié lorsque ces significations restent dans leur domaine de validité (par exemple la transposition du plan à l'espace de la signification du parallélisme « droites qui ne se coupent jamais » sort du domaine de validité de cette signification). Une *cohérence* existe entre la première rencontre de la notion proposée par le manuel (sous forme d'« activités préparatoires », de « situations introductrices »...) et l'institutionnalisation qui en découle (inscrite dans des rubriques telles que « retenons », « mémo » et/ou proposée dans le guide de l'enseignant en tant que formulation verbale notamment), si sont institutionnalisées, à l'issue de la première rencontre, seulement les significations et/ou les techniques venant d'être abordées.

2.4 Ostensifs

Le manuel répond au critère de *conformité institutionnelle* lorsque le symbolisme ($//$, \perp , notation « segment [AB] ») ne fait pas l’objet d’un apprentissage et lorsqu’au moins l’emploi de l’équerre et de la règle est prévu dans les tâches liées à la relation de parallélisme. Lorsque les ostensifs proposés (langage, instruments, objets ...) témoignent de la mise en œuvre de la démarche déclarée, le manuel est en *adéquation avec les intentions déclarées des auteurs*. Le choix des objets sur lesquels portent les tâches est *pertinent par rapport à l’enseignement des savoirs* s’il conduit à une représentation valide de la relation et/ou des objets géométriques en jeu, voire s’il favorise la compréhension de la relation et/ou de l’une de ses propriétés. Les formulations langagières sur la relation sont *pertinentes* lorsque l’expression de la relation est décontextualisée et si l’équivalence entre les formulations (exprimant sa symétrie), est institutionnalisée. L’usage d’un instrument est *mathématiquement valide* si l’instrument est approprié pour produire graphiquement la propriété géométrique voulue et obtenir ainsi une figure juste (Petitfour, 2017). Les notations et symboles utilisés sont *mathématiquement valides* lorsqu’ils sont conventionnels et corrects par rapport à l’usage. Les formulations langagières relatives aux relations de perpendicularité et de parallélisme sont *mathématiquement valides* lorsqu’un langage géométrique est employé à bon escient, par exemple : l’unicité de la relation est exprimée avec l’utilisation d’un article défini ; les termes « perpendiculaire » et « parallèle » sont utilisés pour exprimer une relation entre deux droites ; les relations sont effectivement exprimées en termes géométriques (sans mélange avec le langage courant) ; la présentation des concepts géométriques est mathématiquement correcte.

2.5 Éléments organisationnels et planificateurs

Au niveau global, la programmation est *institutionnellement conforme* lorsque les apprentissages abordés dans le manuel correspondent à ceux à enseigner, au niveau donné, identifiés dans les ressources institutionnelles. Elle est *pédagogiquement en adéquation* lorsque l’organisation des savoirs correspond aux intentions déclarées par les auteurs du manuel. Au niveau local, la progression est *pertinente par rapport à l’enseignement des savoirs* lorsque les notions de perpendicularité et de parallélisme sont effectivement mises en lien entre elles et/ou avec d’autres notions géométriques et lorsqu’elles sont abordées dans leur aspect outil au sein des séances de géométrie ultérieures. Dans un aller-retour entre ponctuel et local, l’organisation des savoirs est *cohérente* lorsque les notions et techniques utilisées font, en amont, l’objet d’un apprentissage ou lorsque les connaissances explicitées sont réinvesties.

3 Grille d’analyse renseignée lors de l’atelier

Nous avons fait le choix de ne pas interroger le critère d’adéquation pédagogique avec les participants de l’atelier, ni d’étudier les éléments organisationnels et planificateurs, l’analyse nécessitant un temps important avec la prise en compte de toutes les ressources composant le manuel. Nous en donnerons un aperçu dans les parties III.1 et III.3.5. La grille d’analyse proposée aux participants (annexe 1) est composée des rubriques suivantes présentées en colonne (voir figure 5) : les points d’attention, les critères, l’analyse préalable, l’analyse du manuel.

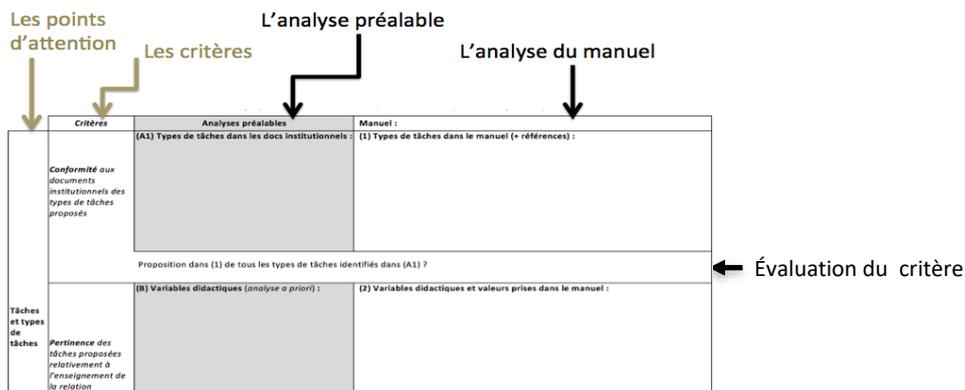


Figure 5. Les différentes rubriques de la grille d’analyse

Pour chaque point d'attention retenu (types de tâches, techniques, savoirs, ostensifs), sont étudiés les critères de conformité, pertinence et cohérence auxquels s'ajoute le critère de validité pour les savoirs et les ostensifs. L'évaluation des critères est inscrite en ligne (voir figure 5). Pour le critère de conformité aux documents institutionnels, elle se fait à partir d'une analyse préalable de ces documents. Pour le critère de pertinence, elle s'appuie sur des outils didactiques : étude des variables didactiques pour les types de tâches étudiés, des connaissances en jeu dans la mise en œuvre des techniques, des significations potentielles des relations et des objets potentiels sur lesquels elles sont étudiées. Pour le critère de cohérence, l'évaluation se fait par la mise en regard des éléments analysés dans le manuel (quatrième colonne).

Les participants ont d'abord été invités à réaliser l'analyse préalable des documents institutionnels en appui sur un extrait de ces documents (document A de l'annexe 2), pour compléter les cases grisées suivantes de la grille (annexe 1) : (A1) Types de tâches dans les documents institutionnels, (A2) Techniques dans les documents institutionnels, (A3) Significations dans les documents institutionnels, (A4) Symboles et notations dans les documents institutionnels. Ils ont également été invités à expliciter les différentes variables didactiques liées au travail sur la relation (de perpendicularité ou de parallélisme), en appui sur leurs propres connaissances didactiques, en complétant la case grisée (B) de l'annexe 1. Dans un second temps, les participants ont analysé les extraits de manuels (annexe 3) en complétant les cases de la quatrième colonne de la grille (annexe 2). Notons que les participants ont fait émerger un manque d'explicitations des documents institutionnels relativement aux relations de perpendicularité et de parallélisme. Par exemple, le type de tâches de reconnaissance des relations se trouve en combinant une partie du titre général « Reconnaître et utiliser quelques relations géométriques » et du titre du paragraphe « Relations de perpendicularité et de parallélisme ». Il n'est pas formulé au même niveau que les types de tâches de tracés (présentés par une puce). Les techniques de construction ne sont pas mentionnées, seuls les instruments le sont, ce qui laisse inconnues les techniques attendues pour les tracés de droites parallèles à l'équerre et à la règle, comme les significations sous-jacentes à ces techniques.

III - PRESENTATION ET ANALYSE DU MANUEL

La collection *Maths explicites* est présente sur le marché depuis plusieurs années et a déjà fait l'objet de trois éditions (2015, 2016, 2020). Avant de rentrer dans l'analyse, nous présentons les appuis théoriques ainsi que les intentions déclarées des auteurs du manuel *Maths Explicites* CM1 (Hachette Éducation, 2020). Nous détaillons également le déroulement de chaque séance.

1 Appuis théoriques et intentions déclarées des auteurs

La collection *Maths Explicites* se réfère à la pédagogie explicite « fondée sur la transmission directe des connaissances et des savoir-faire » (Lé, p.3) et prônant un enseignement fortement guidé par l'enseignant. Les principes sur lesquels s'appuie cette collection sont annoncés dans le GdE (p. 3) : « présenter en détail toutes les stratégies attendues (les étapes du raisonnement) et expliquer tout ce qui peut l'être » ; procéder « du plus simple au plus complexe » ; « faire faire de nombreux exercices, donner un nombre limité de nouvelles informations » ; « pratiquer la répétition (...) avec des révisions régulières sur toute l'année » ; « valoriser les efforts et les stratégies pour amener l'élève à réussir ». Selon le GdE et la vidéo de présentation de la méthode réalisée par l'un des auteurs, ces principes se traduisent par « un enseignement très structuré » (*ibid*) puisque toutes les leçons suivent le même plan. Une première *phase orale d'explicitation* (rubrique « Apprenons ensemble » dans le Lé), est fondée sur le principe des exemples travaillés que l'enseignant résout devant ses élèves en explicitant son raisonnement. Une deuxième *phase de pratique guidée* (« Entrainons-nous ») est réalisée d'abord à partir d'exemples similaires à l'exemple travaillé puis de l'exercice du manuel pour une vérification individuelle de la compréhension de chaque élève. Dans la *phase d'objectivation*, la synthèse de la leçon est présentée en deux points : le savoir à apprendre (« J'apprends ») et le savoir faire à mettre en pratique dans les exercices (« J'ai compris »). Enfin une *phase de pratique autonome* propose des exercices dont la difficulté est repérée par un codage (application directe - une étoile ; exercice incluant une difficulté supplémentaire - deux étoiles ; exercice

pluri- ou trans- disciplinaire – trois étoiles), offrant, selon les auteurs, « une possibilité de différenciation en classe » (GdE, p. 4). En outre une *phase de réactivation du savoir* est proposée ultérieurement à trois reprises sous forme d'un exercice pouvant faire office de remédiation si besoin. Ces exercices sont regroupés dans le Cahier d'exercices. Les appuis théoriques annoncés par les auteurs concernent donc uniquement la pédagogie explicite, rien n'est indiqué sur les contenus d'enseignement et en particulier celui de la géométrie.

2 Déroulé des propositions d'enseignement des notions de perpendicularité et de parallélisme

Les propositions d'enseignement des relations de perpendicularité et de parallélisme suivent le plan précédemment explicité. Une « leçon », formée deux séances d'une heure chacune, est consacrée à chaque relation. Le travail débute par une *mise en projet d'apprentissage* consistant pour l'enseignant à présenter oralement l'objectif d'apprentissage ainsi que les résultats attendus : « Aujourd'hui vous allez apprendre à reconnaître et tracer des droites perpendiculaires. À la fin de la séance, vous saurez vérifier si des droites sont perpendiculaires ; vous saurez aussi en tracer sur du papier quadrillé et sur du papier uni. » (GdE, p.180)/« Aujourd'hui vous allez apprendre ce que sont des droites parallèles et apprendre à les reconnaître. À la fin de la séance, vous saurez vérifier si des droites et des côtés de figures sont parallèles ; vous saurez aussi en tracer sur du papier quadrillé. » (GdE, p. 182). La séance se poursuit par un rappel des *connaissances préalables*. Dans le cas de la relation de perpendicularité, il s'agit de « révisions du CE2 » (GdE, p.180) : par un jeu de questions, les élèves sont invités à identifier deux rectangles de tailles différentes dessinés au tableau quadrillé par l'enseignant, puis à justifier leur réponse en s'appuyant sur la notion d'angle droit ; l'équerre est alors présentée comme l'instrument qui en permet la vérification. Pour la relation de parallélisme, l'enseignant indique aux élèves qu'ils ont « déjà appris ce qu'est une droite [et] des droites perpendiculaires » (GdE, p.182), et vient en faire tracer par un ou deux élèves. Le GdE prévoit ensuite quatre cycles formés d'une *phase d'explicitation* en lien avec la rubrique « Apprenons ensemble », suivie d'une *phase de pratique guidée* en appui sur les cinq exercices proposés dans la rubrique « Entraînons-nous ». Chaque cycle est en lien avec une ou plusieurs « sous-compétences ». Le premier cycle concerne le vocabulaire (« définir le mot perpendiculaire/parallèle »), ainsi que la vérification de la relation de perpendicularité/la perception visuelle du parallélisme de deux droites. Le second cycle est consacré à la notion de plus court chemin entre un point et une droite pour la relation de perpendicularité/à la vérification de la relation de parallélisme sur quadrillage. Le troisième cycle propose un travail sur les tracés (sur papier uni pour la relation de perpendicularité, sur papier quadrillé et pointé pour celle de parallélisme). Ce travail se poursuit au quatrième cycle avec le tracé d'une droite perpendiculaire à une autre donnée et passant par un point donné/la vérification du parallélisme de deux droites sur papier uni.

La deuxième séance commence par un « rappel de l'explicitation de la séance 1 » : il s'agit de « Rappeler ce que sont des droites perpendiculaires/parallèles puis, à partir de quelques exemples au tableau, rappeler les différentes stratégies pour identifier et tracer des droites perpendiculaires/identifier des droites parallèles » (GdE, p.181 et 183). Puis dans une *phase de pratique autonome*, les élèves doivent faire les exercices de la rubrique « Je travaille seul ». Dans cette phase le rôle de l'enseignant est précisé : il « questionne et aide les élèves à s'approprier la stratégie précédemment présentée » ; il peut « leur proposer de refaire par écrit des exercices de 'Entraînons-nous' » ou, pour les élèves « qui n'ont pas de difficulté », des exercices notés deux ou trois étoiles à réaliser seuls ou en binômes selon le cas. Les exercices sont corrigés pendant la séance. La séance se termine par une *phase d'objectivation* dans laquelle l'enseignant demande aux élèves ce qu'ils ont appris, puis lit et commente les rubriques « J'apprends » et « J'ai compris ».

3 Analyse du manuel

À la suite de la discussion portant sur les contenus des ressources institutionnelles, les participants, répartis dans les mêmes groupes de trois, ont été invités à remplir la grille d'analyse pour l'une des deux relations. Ils avaient pour cela à leur disposition, les extraits du manuel *Maths Explicites* CM1 correspondant à la « leçon principale » (annexe 3). D'autres documents sont fournis pour soutenir

l'analyse (annexe 2) : ils reprennent des éléments de l'analyse préalable présentée dans la partie précédente. Dans cette partie, nous reprenons et complétons les analyses réalisées par les participants.

3.1 Analyse des tâches et types de tâches proposés

Les types de tâches relatifs aux deux relations dans le manuel *Maths Explicites* CM1 sont les suivants :

- vérifier la perpendicularité/le parallélisme entre deux droites données ;
- identifier deux droites perpendiculaires/parallèles dans un réseau de droites ;
- tracer deux droites perpendiculaires/parallèles ;
- tracer la perpendiculaire à une droite donnée passant par un point donné sur la droite ;
- tracer la perpendiculaire à une droite donnée passant par un point donné extérieur à la droite.

La reconnaissance de la relation de perpendicularité est étudiée sur des droites, des polygones ou autres lignes brisées sur support quadrillé et sur support uni, ainsi que sur des objets du monde (plan d'un quartier). Les tâches proposées concernant cette relation sont conformes aux attendus des programmes. La reconnaissance de la relation de parallélisme est étudiée sur des droites, des polygones sur support quadrillé et sur support uni, mais également sur des objets du monde (des lignes horizontales déformées). Le tracé de couples de droites parallèles entre elles est proposé sur papier quadrillé ou pointé. En revanche le tracé de la droite parallèle à une droite donnée passant par un point donné n'est pas proposé. Le *critère de conformité institutionnelle des types de tâches proposés est donc partiellement validé.*

Les tâches proposées vont « du simple vers le complexe » pour les tâches de reconnaissance de la relation de perpendicularité en ce qu'elles sont données d'abord sur support quadrillé puis sur support uni, sur une figure simple (paire de droites) puis sur une figure complexe (réseau de droites). Concernant le tracé, le degré de difficulté est lié à la présence ou non d'une aide (positionnement de l'équerre dessinée). De même, les tâches de reconnaissance de la relation de parallélisme portent d'abord sur une figure simple, puis sur une figure complexe. La reconnaissance de chaque relation est introduite sur un objet du monde, à savoir un plan pour la perpendicularité, des lignes de plots alignés séparant des couloirs dans une course à pied pour le parallélisme. L'explicitation prévue est contextualisée (on parle de perpendicularité de rues, de lignes de plots parallèles).

Les exercices d'entraînement ne permettent pas un réinvestissement direct de la démarche explicitée dans les « exemples travaillés », vu le changement d'objets de travail (représentation de rues par des bandes, polygones puis couples de droites pour la relation de perpendicularité ; lignes puis couples de droites pour la relation de parallélisme). *L'adéquation avec les intentions déclarées des auteurs est donc partielle.*

Le choix des variables (orientation des droites sur le support, nécessité ou pas de les prolonger, cas où la perception visuelle est mise en défaut avec une relation « presque » vérifiée, support (papier blanc), complexité de la figure étudiée), conduit aux dépassements des obstacles concernant la relation de perpendicularité et à la compréhension des concepts. Cependant un lien « droites parallèles/droites verticales (ou horizontales) », mis en avant dans le GdE, risque de générer une confusion verticale (ou horizontale) et parallèle. Notons également que dans les tâches de reconnaissance de la relation de parallélisme, l'appui assez important sur la perception visuelle conduit peu à l'utilisation des instruments. *Les tâches proposées sont donc partiellement pertinentes relativement à l'enseignement des deux relations.*

La reconnaissance et le tracé de droites vérifiant la relation de perpendicularité nécessitent la mise en œuvre des techniques exposées. Ce n'est pas toujours le cas pour les tâches en lien avec la relation de parallélisme. Ainsi la trace écrite « J'ai compris » (Lé, p.129), annonce l'utilisation du guide-âne pour tracer des parallèles alors que cette technique n'aura jamais à être utilisée (les seules droites parallèles à tracer le sont sur support quadrillé). Par conséquent les *tâches sont partiellement en cohérence avec les techniques institutionnalisées.*

3.2 Analyse des techniques abordées

La reconnaissance de la relation de perpendicularité et le tracé sont abordés avec l'usage de l'équerre. Concernant la reconnaissance de la relation de parallélisme, plusieurs techniques sont mobilisées, en particulier : prolonger des droites pour permettre de conclure qu'elles ne sont pas parallèles (technique non explicitée dans le GdE) ; utilisation du guide-âne (présentée dans la trace écrite « J'ai compris », p. 129) ; compter les carreaux entre les droites (explicitée dans un exercice, Lé p.123). Deux techniques de tracé sont essentiellement évoquées – sur papier quadrillé ou pointé, compter les carreaux ou les « points » qui séparent les deux droites puis et utiliser la règle pour tracer les droites ; utiliser un guide-âne (sans autre indication) – , mais aucune s'appuyant sur l'usage de la règle et de l'équerre. *Ces différentes techniques sont partiellement en conformité avec les ressources institutionnelles.* La manipulation des instruments est explicitée par l'enseignant tandis que les élèves écoutent et observent la « présentation de la stratégie » au tableau. *Il y a donc bien adéquation des techniques proposées avec les intentions déclarées des auteurs.*

Diverses connaissances techniques sont apportées dans le manuel. Dans le travail sur la notion de perpendicularité, une fonction de l'équerre est ainsi donnée : « J'utilise l'équerre pour vérifier qu'un angle est droit » avec une description contextualisée de la technique de vérification (« Apprenons ensemble », p. 126) :

Je positionne l'équerre pour superposer l'angle droit sur le coin où se croisent les rues de Kenza et de Gaëlle. Je superpose aussi un côté de l'équerre sur le bord de la rue.

L'autre côté de l'équerre se superpose exactement sur le côté de l'autre rue.

La rue de Kenza est perpendiculaire à celle de Gaëlle.

Des termes du langage géométrique (angle droit, perpendiculaire à), se mêlent à ceux du langage courant (coin où se croisent les rues, bord/côté de la rue). Ce qui est appelé « angle droit » pour l'équerre doit être interprété comme le « sommet de l'angle droit ». À la charge de l'enseignant (ou sinon des élèves), d'associer la description d'objets du monde (les rues) à la représentation d'objets géométriques pour extraire ensuite les schèmes d'utilisation de l'équerre dans sa fonction de vérification de la présence d'un angle droit. Les « bords de rues » sont représentés par des droites. « Le bord de la rue » suppose un choix particulier de bord parmi les deux possibles. Le « coin où se croisent les rues de Kenza et de Gaëlle » correspond au point d'intersection de deux lignes représentant chacun l'un des bords d'une rue. Le terme « côté » dans l'expression « le côté de l'autre rue » doit être compris comme synonyme de « bord ». Le discours sur l'utilisation du guide-âne pour vérifier/identifier des droites parallèles est prévu dans le guide pédagogique. Cette technique fait l'objet d'une trace écrite qui annonce également l'utilisation du guide-âne pour tracer des parallèles mais sans expliciter la technique (qui par ailleurs n'aura jamais à être utilisée, les seules droites parallèles à tracer étant sur support quadrillé). Les techniques de tracé de deux droites perpendiculaires et d'une droite perpendiculaire à une droite donnée passant par un point donné dans le cas où le point est sur la droite et dans celui où il n'y est pas, sont explicitées dans le GdE (Sous-compétences 4 et 5, p. 181). L'enseignant est invité à faire une présentation des techniques de construction sur le tableau uni de la classe. Quelques imprécisions langagières apparaissent dans la verbalisation à associer à une démonstration de la réalisation des tracés au tableau par l'enseignant, outre la confusion « angle droit » - « sommet de l'angle droit » dont nous avons déjà parlé. L'équerre, avec un côté de l'angle droit sur la droite, doit « glisser jusqu'au point » : on ne sait donc pas quelle partie de l'équerre doit s'arrêter sur le point ; on trace ensuite « la droite le long du côté de l'équerre » : le côté à considérer n'est pas précisé. Les élèves devront donc prélever ces informations lors de la démonstration au tableau de la manipulation de l'équerre par l'enseignant.

Des connaissances graphiques sont apportées pour le codage de l'angle droit. Le terme de « coin » est utilisé pour parler de ce codage dans le GdE : « On marque un angle droit par un 'coin' ».

Aucune connaissance spatiale n'est formulée dans le manuel ou le guide pédagogique. Nous constatons cependant une volonté des auteurs de s'appuyer sur ces connaissances lorsque, dans les exemples de tracés de droites perpendiculaires à faire au tableau en démonstration pour les élèves, une orientation

privilegiée de droites est choisie : « l'enseignant trace une droite d horizontale » (GdE, p. 181). Cela peut conduire, d'une part à renforcer la reconnaissance de la relation de perpendicularité dans les seuls cas d'orientations horizontale et verticale de droites, d'autre part à cultiver la confusion entre perpendicularité et verticalité.

Des connaissances pratiques sont formulées dans la présentation de la technique de tracé de la perpendiculaire à une droite passant par un point lorsque le point n'est pas sur la droite. Les auteurs manifestent en effet la volonté de prendre en compte l'utilisation d'une équerre matérielle particulière qui aurait un côté de l'angle droit plus long que l'autre et envisagent le cas de figure où le point est éloigné de la droite à une distance supérieure à la longueur du petit côté (Figure 6).

On place l'équerre sur la droite : le point étant d'un côté de la droite, il n'y a plus que 2 positions possibles et quelquefois, selon la distance du point à la droite, il n'y en a plus qu'une quand il faut utiliser le côté le plus long de l'équerre.



Figure 6. Extrait du GdM de Maths Explicites CM1, Hachette Éducation 2020, p.181

Remarquons qu'en fait, si le grand côté de l'angle droit de l'équerre matérielle atteint le point extérieur à la droite lorsque le petit côté de l'angle droit est sur la droite, il n'y a pas qu'une position possible de l'équerre mais deux, sauf si l'on s'interdit de retourner l'équerre. Remarquons aussi qu'il faut entendre « le grand côté de l'angle droit de l'équerre » (la plus grande cathète) dans « le côté le plus long de l'équerre » si l'on se réfère au dessin accompagnant l'explication (figure 6), alors que le plus grand côté de l'équerre, c'est son hypoténuse. *La présentation des techniques, avec l'exposition de toutes ces connaissances, est ainsi partiellement pertinente par rapport à l'enseignement des savoirs.*

La justification de la technique de tracé d'une droite perpendiculaire à une autre s'appuie sur une signification de la relation abordée. Cependant la signification « se coupent en quatre angles droits » reste implicite à la remarque faite sur les quatre positions possibles pour l'équerre. Des techniques de contrôle/identification de la relation de parallélisme sont abordées en lien avec l'une des significations institutionnalisées. Mais la technique incitant à dénombrer les carreaux pour identifier l'écart entre deux droites met en jeu plusieurs significations sous-jacentes de la relation de parallélisme : « écart constant », « même pente », voire « même direction ». *Le critère de cohérence entre les significations abordées des relations et les techniques proposées est donc partiellement validé.*

3.3 Analyse des savoirs en jeu

Les significations abordées pour la relation de perpendicularité sont en lien avec la notion d'angle et à celle liée au plus court chemin entre un point et une droite conformément aux attendus des programmes. Plusieurs significations de la relation de parallélisme sont abordées : incidence (« droites qui ne se coupent jamais même si on les prolonge » en référence à l'exemple introductif), direction (« elles vont dans la même direction », « toutes les lignes horizontales sont parallèles entre elles »), écart constant (« l'écartement (la distance) entre les droites est constant : il ne change pas »), pente (« on reproduit le même déplacement », GdE). La signification « écart constant » de la relation de parallélisme est abordée, mais pas institutionnalisée, et aucun lien n'est fait avec la relation de perpendicularité. *Par conséquent le critère de conformité institutionnelle n'est que partiellement validé.* Les auteurs du manuel se revendiquent de la pédagogie explicite, qui prône un exposé explicite des apprentissages, notamment par l'explication de tout ce qui peut l'être. Le manque d'explicitation des significations en jeu dans les différentes techniques envisagées de reconnaissance/identification de droites parallèles conduit à ne valider que partiellement le critère d'adéquation pédagogique. Concernant la relation de parallélisme, nous constatons une volonté d'ancrer l'ancien dans le nouveau puisque la notion d'alignement est évoquée dans la situation introductrice. Cependant le passage entre les significations « écart constant » et « incidence » est uniquement contextualisé, l'articulation avec « même direction » et « même pente » n'est

pas aménagée, l'équivalence des formulations semblant aller de soi. Nous en déduisons que *l'enseignement des différentes significations est partiellement pertinent*. Les significations des relations restent dans leur domaine de validité. *Le critère de validité mathématique est ainsi vérifié*. La relation de perpendicularité est introduite *via* l'observation des côtés de l'angle droit de l'équerre, suivie de l'observation d'un plan avec des rues. La signification de la perpendicularité introduite, « se couper en formant un angle droit », est cohérente avec la situation introductrice. L'exemple introductif de la relation de parallélisme s'appuie sur la perception que les lignes de plots vont finir « par se couper », ce qui réfère directement à la relation d'incidence entre les droites. Seule cette première signification est donc traitée avant la première institutionnalisation orale. Pourtant le GdE incite l'enseignant à proposer une institutionnalisation orale « trois en un » en évoquant en outre des droites de même direction ainsi que des droites d'écart constant. La trace écrite ultérieure revient enfin uniquement sur le sens lié à l'incidence. Elle présente également la technique de contrôle de la relation utilisant le guide-âne, technique préalablement explicitée oralement qui ne réfère pas uniquement au même sens que celui de la définition donnée. La trace écrite propose enfin l'utilisation du guide-âne pour tracer des parallèles mais n'explique pas la technique qui n'a pas été abordée du tout. Elle ne reprend pas non plus les autres techniques présentées et travaillées. *Le critère de cohérence de l'enseignement des savoirs n'est donc que partiellement validé*.

3.4 Analyse des ostensifs

Le manuel est *institutionnellement conforme* puisque les notations pour les droites et les segments ne sont pas utilisées, les symboles \perp et $//$ ne sont pas évoqués, les instruments mis à disposition des élèves sont la règle, l'équerre ainsi que le guide-âne, les tâches relatives aux deux relations sont proposées sur support quadrillé, uni, voire pointé dans le cas de la relation de parallélisme. Les ostensifs proposés (langage, instruments, objets ...) sont bien explicités, le manuel est donc en *adéquation avec les intentions déclarées des auteurs*.

Différentes catégories d'objets apparaissent dans le manuel : des objets du monde culturellement représentateurs de la relation de perpendicularité (plan avec des rues), objets du monde non culturellement représentateurs de la relation de parallélisme (plots alignés séparant des couloirs dans une course à pied, « lignes horizontales parallèles » d'un tableau de Vasarely), ainsi que des objets graphiques représentant des objets géométriques (couples de droites ou réseau de droites, côtés de polygones). Nous notons que le choix des objets du monde ne conduit pas toujours à une représentation valide des objets géométriques en jeu (des droites représentées par des lignes courbes par exemple). Par ailleurs dans la situation introductrice à la relation de perpendicularité (Lé, p.126), la vue du dessus pour les rues cohabite avec vue de côté pour les maisons, ce qui peut poser des problèmes d'interprétation. Par conséquent le *critère de pertinence n'est pas entièrement vérifié*.

Le GdE propose différentes formulations équivalentes en contexte : pour la relation de perpendicularité « Les rues de Gaëlle et Kenza sont perpendiculaires ou la rue de Gaëlle est perpendiculaire à celle de Kenza ou la rue de Kenza est perpendiculaire à celle de Gaëlle » (GdE, p. 180) ; pour la relation de parallélisme « On peut dire que les lignes droites de Lou et Enzo ne sont pas parallèles, ou que la ligne d'Enzo n'est pas parallèle à celle de Lou, ou que la ligne de Lou n'est pas parallèle à celle d'Enzo. » (GdE, p.182). Ainsi la symétrie des deux relations est mise en avant. Dans les traces écrites (Fé, p.127 et p.129), l'expression de chaque relation est décontextualisée, de même que l'équivalence des formulations concernant la relation de parallélisme. *Les formulations langagières sont donc pertinentes par rapport à l'enseignement du savoir visé*.

Dans le travail sur les relations, l'usage des instruments proposés est approprié à la réalisation des tâches. *L'usage des instruments est ainsi mathématiquement valide*. Les notations et symboles sont conventionnels et corrects par rapport à l'usage. Les relations sont exprimées en langage géométrique. Le discours sur l'utilisation du guide-âne pour vérifier/identifier des droites parallèles est prévu dans le GdE. Cette technique fait l'objet d'une trace écrite (« J'ai compris », Fe, p.183). Cependant l'unicité de la relation de perpendicularité est mal formulée (« on veut tracer **une** droite e perpendiculaire à la droite d passant par le point O », GdE, p.181), le terme « perpendiculaire » renvoie quelquefois à une propriété plutôt qu'à

une relation (« Quelles droites sont perpendiculaires ? », Fé, p.127) et l'angle droit de l'équerre est assimilé à son sommet (« On pose l'angle droit de l'équerre sur le point O », GdE, p.181). L'imbrication langage courant – langage géométrique se révèle à plusieurs reprises et notamment dans les exemples introductifs de chaque relation : le mot « rue » ou l'expression « ligne de plots » (objets du monde) sont substitués au terme « droite » (objet géométrique) (« la rue de Kenza est perpendiculaire à celle de Gaëlle », Fé, p. 180 ; « les lignes de plot (...) ne doivent pas se couper : elles doivent être parallèles », Fé, p. 182). On relève également l'expression « lignes horizontales parallèles » (Fé, p. 129). L'emploi dans cet exercice du terme « parallèle » fait alors référence à l'usage social qui exprime la position relative des lignes courbes, mais pas à la définition mathématique qui réfère à une relation entre droites. La manière de tracer des « lignes parallèles de plus en plus espacées [qui] se déforment dans le cercle » (ibid.) renvoie en effet plus à une activité d'art plastique que de géométrie. Par ailleurs cette formulation est erronée, les lignes n'étant pas « horizontales » puisque courbes ... On constate par ailleurs dans le GdE, une formulation incorrecte (« les droites vont dans la même direction », GdE, p. 182, à la place de « elles **ont** la même direction »). On en conclut que *le manuel ne vérifie que partiellement le critère de validité mathématique*.

3.5 Analyse des éléments organisationnels et planificateurs

L'organisation du manuel *Maths Explicites* est thématique, à raison de deux séances par « leçon », et une programmation par période et par semaine est proposée à l'enseignant utilisateur. Nous synthétisons cette répartition en mettant en évidence l'aspect outil ou objet (Douady, 1986) des concepts enseignés pour les relations de perpendicularité et de parallélisme (figure 7). À propos de l'aspect outil, nous identifions notamment les séances dans lesquelles l'une des relations est utilisée pour définir un autre concept géométrique (la relation de perpendicularité est outil par exemple pour définir la relation de parallélisme à partir de l'écart constant), ou pour caractériser un objet géométrique (notamment les quadrilatères particuliers). Depuis l'édition 2020, le Cahier d'exercices pour l'élève existe (visant la *phase de réactivation* prônée par la méthode) : ces exercices sont à proposer par l'enseignant soit en classe (pour un travail en autonomie ou en groupes), soit hors la classe. Les exercices de réactivation à donner aux élèves font l'objet d'une progression qui apparaît dans le GdE en parallèle de la programmation (pp. 10-12). L'usage du Cahier d'exercices étant optionnel et non effectivement pris en considération dans la description du déroulement des séances par le manuel, nous proposons une représentation de la planification sans ces exercices supplémentaires : ces derniers sont pris en compte dans une ligne spécifique de la figure 7.

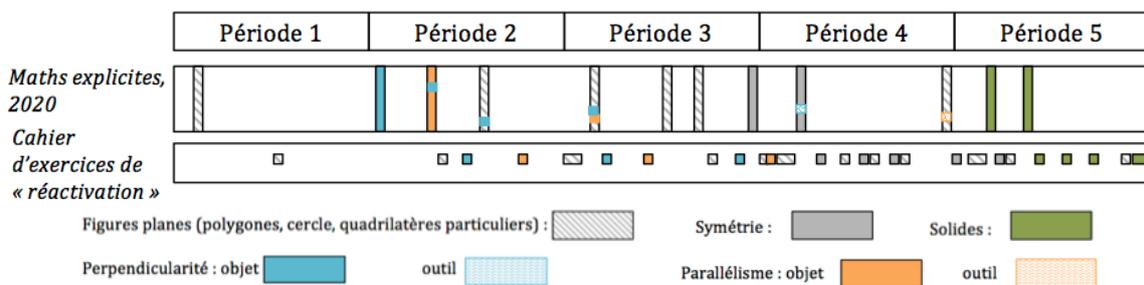


Figure 7. Programmation du domaine géométrique dans l'année

Ainsi les thèmes géométriques abordés correspondent à ceux à enseigner identifiés dans les ressources institutionnelles. *La programmation est donc en institutionnellement conforme*. De nombreux exercices sont réalisés de loin en loin (par le biais du Cahier d'exercices), ce qui correspond à une « pratique de la répétition » annoncée dans l'avant-propos. En outre le même plan suivi pour chaque leçon (selon le même enchaînement des rubriques « Apprenons ensemble », « Entraînons-nous », « J'apprends/J'ai compris », « Je travaille seul(e) », « Je vais plus loin ») nous semblent en adéquation avec la démarche prônée : il s'agit en effet de « procéder de manière structurée » et simplifier le travail de l'enseignant. *La programmation est donc en adéquation avec les intentions déclarées des auteurs*. Cependant les notions de perpendicularité et de parallélisme sont peu réinvesties en tant qu'outils. Elles ne sont pas mises en lien avec d'autres notions, en particulier la perpendicularité n'est pas réinvestie dans le travail sur le

parallélisme. Si les deux relations ne sont pas articulées entre elles, elles sont en revanche peu dissociées dans leur introduction (la relation de perpendicularité est introduite en début de période 2, celle de parallélisme en milieu de cette même période). *La progression retenue apparaît donc peu pertinente par rapport à l'enseignement des notions.* Au niveau «micro», nous notons enfin que la notion de direction d'une droite n'est pas explicitée et que les savoirs ne sont pas mis en lien. *L'organisation des savoirs n'est donc que partiellement cohérente.*

IV - SYNTHÈSE ET CONCLUSION

Nous synthétisons l'analyse sous la forme d'un bilan visuel (tableau à double entrée) reprenant les critères ainsi que les points d'attention (un tableau vide est proposé en annexe 4). Le bilan complet est présenté figure 8 en distinguant les « points validés » et les « points partiellement validés ». Les bilans réalisés par les participants à l'atelier à l'aide de post-it (bleu pour les « points validés », roses pour les « points partiellement validés »), figurent en annexe 4 et ne portent que sur une seule des deux relations. Cette analyse peut être mise en relation avec celle de deux autres manuels déjà réalisés : *Cap Maths* CM1 et *Méthode Heuristique en Mathématiques* CM1 (Guille-Biel Winder et Petitfour, 2021, à paraître (b)).

L'outil d'analyse de manuels scolaires que nous avons construit, dont les fondements théoriques et méthodologiques sont présentés dans la première partie de ce texte, prend en compte différents niveaux de l'échelle de codétermination didactique (Chevallard, 2002). La grille d'analyse élaborée permet d'étudier les propositions d'enseignement des mathématiques à l'école primaire française en ciblant le domaine de la géométrie et plus spécifiquement le thème des relations de perpendicularité et de parallélisme en classe de CM1, moment où ces relations sont introduites. Comme les participants de l'atelier ont pu le découvrir, renseigner la grille d'analyse nécessite une étude didactique approfondie du manuel. En formation, cette analyse exigera un accompagnement de la part du formateur ainsi que des choix en termes de critères et de points d'attention à étudier. Pour autant, la lecture de synthèses des analyses réalisées par les chercheuses (telles que faites en partie III), nous paraît tout à fait accessible aux professeurs des écoles pour éclairer leurs choix. Nous pensons aussi que ces synthèses seront utiles aux formateurs pour les renseigner sur la qualité d'un manuel donné afin de pouvoir conseiller les professeurs des écoles, mais aussi de construire des situations de formation autour de l'usage des manuels.

	CONFORMITE INSTITUTIONNELLE	ADEQUATION PEDAGOGIQUE DECLARE / PROPOSE	QUALITE DIDACTIQUE		
			PERTINENCE	VALIDITE	COHERENCE
Tâches et types de tâches	Conformité aux documents institutionnels des types de tâches proposés	Adéquation des tâches proposées avec les intentions déclarées des auteurs	Pertinence des tâches proposées relativement à l'enseignement de la relation		Cohérence entre les tâches proposées et les techniques institutionnalisées
Techniques	Conformité aux documents institutionnels des techniques présentées	Adéquation des techniques proposées avec les intentions déclarées	Pertinence de la présentation des techniques		Cohérence entre les significations de la relation abordées et les techniques proposées
Savoirs	Conformité aux documents institutionnels des significations abordées	Adéquation de l'introduction des savoirs avec les intentions déclarées des auteurs	Pertinence de l'enseignement des différentes significations abordées	Validité mathématique des significations abordées	Cohérence entre première(s) rencontre(s) avec la relation et les savoirs institutionnalisés
Ostensifs (objets et instruments, notations et langages)	Conformité aux documents institutionnels des ostensifs proposés	Adéquation de la place des ostensifs proposés avec les intentions déclarées des auteurs	Pertinence du choix des objets par rapport à l'enseignement de la relation	Validité mathématique de l'usage des instruments	
			Pertinence des formulations langagières par rapport à l'enseignement du savoir	Validité mathématique des symboles et des notations	
Éléments organisationnels et planificateurs	Conformité aux documents institutionnels de la programmation	Adéquation de la programmation avec les intentions déclarées des auteurs	Pertinence de la progression par rapport à l'enseignement du savoir	Validité mathématique des formulations langagières	Cohérence de l'organisation des savoirs

Figure 8. Bilan de l'analyse de Maths Explicites CM1

La grille d'analyse nous semble adaptable à l'analyse d'autres thèmes géométriques mettant en jeu des constructions instrumentées, reste à voir dans quelle mesure elle peut aussi l'être à d'autres domaines mathématiques tels que la numération, le calcul ou les grandeurs et mesure, pour pouvoir analyser un manuel dans son entier.

V - BIBLIOGRAPHIE

- Bruner, J. (1960). *The Process of Education*. Harward University Press, Cambridge.
- Chevallard, Y. (1999). Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques : l'approche anthropologique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(3), 221-266.
- Chevallard Y. (2002). Organiser l'étude. 3. Écologie & régulation. Dans J.L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot, R. Floris (coord.) *Actes de la 11e école d'été de didactique des mathématiques* (p. 41-56). La Pensée Sauvage, Grenoble.
- Douady, R. (1986). Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7(2), 5-31.
- Dussuc, M.-P., Gerdil-Margueron, G. et Mante, M. (2006). Parallélisme au cycle 3. Dans J.C. Rauscher (dir.) *Actes du 32e colloque COPIRELEM* (p.1-15). IREM de Strasbourg, Strasbourg.
- ERMEL (2006). *Apprentissages géométriques et résolution de problèmes*. Éditions Hatier, Paris.
- Guille-Biel Winder, C. et Petitfour, E. (2018). L'enseignement des notions de perpendicularité et de parallélisme dans le manuel Méthode de Singapour. *Grand N*, 102, 5-40.
- Guille-Biel Winder, C. et Petitfour, E. (2019). Enseignement-apprentissage des notions de perpendicularité et de parallélisme en CM1 : que proposent les manuels ? Dans *Manipuler, représenter, communiquer : quelle place pour les artefacts dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques ? Actes du 45e colloque COPIRELEM* (p. 147-197). ARPEME.
- Guille-Biel Winder, C. et Petitfour, E. (2021). Contribution à l'analyse didactique de manuels scolaires numériques du premier degré : une étude de cas. *Education et didactique*, 21(2), 49-76.
- Guille-Biel Winder, C. et Petitfour, E. (à paraître (a)). Outil d'analyse de l'enseignement de la géométrie dans les manuels scolaires. Dans C. Guille-Biel Winder et T. Assude (eds.) *Articulations entre espace sensible, espace graphique et espace géométrique. Ressources, pratiques et formation*. London : Iste Editions.
- Guille-Biel Winder, C. et Petitfour, E. (à paraître (b)). Outiller l'analyse de l'enseignement d'un thème géométrique dans un manuel scolaire : une grille et son utilisation. *Grand N*.
- Houdement, C. (2007). À la recherche d'une cohérence entre géométrie de l'école et géométrie du collège. *Repères IREM*, 67, 69-84.
- Laparra, M. et Margolinas, C. (2016). *Les premiers apprentissages à la loupe*. De Boeck, Bruxelles.
- MEN (2015). Programme d'enseignement du cycle de consolidation (cycle 3). *Bulletin Officiel Spécial n°11 du 26 novembre 2015*. Ministère de l'éducation nationale, France.
- MEN (2020). Modification des programmes d'enseignement du cycle de consolidation. *BOEN n°31 du 30 juillet 2020*. Ministère de l'éducation nationale, France.
- MEN (2018). *Espace et géométrie au cycle 3*. Ministère de l'éducation nationale, France. Disponible à l'adresse : <https://eduscol.education.fr/cid101461/ressources-maths-cycle-3.html> [Consulté le 30 juin 2022].

- MEN (2019). Attendus de fin d'année et repères annuels de progression du cycle de consolidation. *BOEN n°22 du 29 mai 2019*. Ministère de l'éducation nationale, France.
- Petitfour, E. (2017). Outils théoriques d'analyse de l'action instrumentée, au service de l'étude de difficultés d'élèves dyspraxiques en géométrie. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 37(3-2), 247-288.
- Petitfour, E. (2018). Quel accompagnement en géométrie pour des élèves dyspraxiques ? *Grand N*, 101, 45-70.
- Petitfour, E. et Barrier, T. (2019). D'un cadre d'analyse de l'action instrumentée en géométrie à l'élaboration d'un dispositif de travail en dyade au cycle 3. Dans S. Coppé, E. Roditi (coord.) *Actes de la 19e école d'été de didactique des mathématiques ARDM* (p. 329-349). La Pensée Sauvage, Grenoble.
- Piaget, J. (1964). *Six études de psychologie*. Gonthier-Denoël, Paris.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin, Paris.
- Remillard, J.T. (2010). Modes d'engagement : comprendre les transactions des professeurs avec les ressources curriculaires en mathématiques. Dans G. Gueudet et L. Trouche (dir.) *Ressources vives : le travail documentaire des professeurs en mathématiques* (p. 201-216). Rennes : Presses Universitaires de Rennes.
- Reymonet, C. (2004). Un cadre expérimental pour l'étude de la géométrie au cycle 3 : le cas du parallélisme. *Grand N*, 73, 33-48.
- Rosenshine, B. (1986). Synthesis of research on explicit teaching. *Educational leadership*, 43, 60-69. [En ligne]. Disponible à l'adresse : <http://formapex.com/telechargementpublic/rosenshine1986c.pdf>
- Villani, C. et Torossian, C. (2018). *Rapport : 21 mesures pour l'enseignement des mathématiques*. [En ligne]. Disponible à l'adresse : http://cache.media.education.gouv.fr/file/Fevrier/19/0/Rapport_Villani_Torossian_21_mesures_pour_enseignement_des_mathematiques_896190.pdf [Consulté le 30 janvier 2019].

VI - ANNEXE 1 : GRILLE D'ANALYSE FOURNIE AUX PARTICIPANTS DE L'ATELIER

	Critères	Analyses préalables	Manuel :
Tâches et types de tâches	Conformité aux documents institutionnels des types de tâches proposés	(A1) Types de tâches dans les docs institutionnels :	(1) Types de tâches dans le manuel (+ références) :
		Proposition dans (1) de tous les types de tâches identifiés dans (A1) ?	
	Pertinence des tâches proposées relativement à l'enseignement de la relation	(B) Variables didactiques (analyse a priori)	(2) Variables didactiques et valeurs prises dans le manuel :
		Choix des variables conduisant au dépassement des obstacles et à la compréhension des concepts ?	
	Cohérence tâches / techniques exposées	Techniques exposées (3) permettant de résoudre les tâches proposées (1) ?	
Techniques	Conformité aux documents institutionnels des techniques présentées	(A2) Techniques dans les docs institutionnels :	(3) Techniques exposées dans le manuel :
		Proposition dans (3) de techniques identifiées dans (A2) ?	
	Pertinence de la présentation des techniques	(C) Connaissances nécessaires à la mise en œuvre des techniques de construction Connaissances géométriques, techniques, graphiques, spatiales, pratiques (présentées dans le document C)	(4) Identification des connaissances exposées dans le manuel pour la mise en œuvre des techniques
		Prise en compte des connaissances nécessaires à l'action instrumentée ?	
	Cohérence significations de la relation / techniques proposées	Justification des techniques exposées (3) s'appuyant sur une des significations de la relation introduite (5) ?	
Savoirs	Conformité aux documents institutionnels des significations abordées	(A3) Significations dans les docs institutionnels	(5) Signification(s) abordée(s) dans le manuel (cf. document D) :
		Signification(s) abordée(s) (5) figurant dans (A3) ?	
	Pertinence de l'enseignement des significations abordées	Mise en lien des significations abordées (5) ?	
	Cohérence entre première rencontre de la relation et savoirs institutionnalisés	Signification(s) et/ou technique(s) institutionnalisées à l'issue de la première rencontre correspondant à celles rencontrées ?	
	Validité mathématique de la (des) signification(s) abordée(s)	Signification(s) exposée(s) valide(s) ?	
Ostensifs	Conformité aux documents institutionnels des symboles et notations proposés	(A4) Symboles et notations dans les docs institutionnels :	(6) Symboles et notations utilisé/institutionnalisés dans le manuel :
		Symboles et notations dans (6) réduits à ceux attendus dans (A4) ?	
	Pertinence du choix des objets par rapport à l'enseignement de la relation	(E) Objets pouvant être utilisés pour enseigner la relation Objets du monde Objets graphiques (présentés dans le document E)	(7) Objets utilisés dans le manuel pour enseigner la relation géométrique :
		Choix des objets (7) conduisant à une représentation valide de la relation ou de l'une de ses propriétés, ou bien des objets géométriques en jeu ?	
	Pertinence des formulations langagières par rapport à l'enseignement de la relation	Expression décontextualisée de la relation ? Institutionnalisation de l'équivalence de formulations ?	
	Validité mathématique de l'usage des instruments	Usage approprié de chaque instrument conduisant à la production graphique de la propriété désirée ?	
	Validité mathématique de l'usage des symboles et notations	Symboles et notations (6) conventionnels et corrects par rapport à l'usage ?	
	Validité mathématique des formulations langagières	Formulation correcte des connaissances géométriques (langage géométrique) ? des connaissances techniques (langage technique) ?	

VII - ANNEXE 2 : DOCUMENTS FOURNIS AUX FORMÉS

1 Document A - Extrait des documents institutionnels (en vigueur 2022)

Programme du cycle 3 – En vigueur à la rentrée 2020 (BOEN n°31 du 30 juillet 2020) :

Reconnaître et utiliser quelques relations géométriques
<p>Relations de perpendicularité et de parallélisme</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tracer avec l'équerre la droite perpendiculaire à une droite donnée passant par un point donné. - Tracer avec la règle et l'équerre la droite parallèle à une droite donnée passant par un point donné. - Déterminer le plus court chemin entre un point et une droite. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alignement, appartenance. ▪ Perpendicularité, parallélisme. ▪ Segment de droite. ▪ Distance entre deux points, entre un point et une droite.

Attendus de fin d'année de CM1 (BOEN n°22 du 29 mai 2019) :

Reconnaître et utiliser quelques relations géométriques

Relations de perpendicularité et de parallélisme

Ce que sait faire l'élève

- L'élève connaît les notions d'alignement/appartenance, de perpendicularité/parallélisme, de segment de droite, de distance entre deux points, entre un point et une droite.
- Il trace avec l'équerre la droite perpendiculaire à une droite donnée passant par un point donné qui peut être extérieur à la droite.
- Il trace avec la règle et l'équerre la droite parallèle à une droite donnée passant par un point donné.
- Il détermine le plus court chemin entre deux points, entre un point et une droite.
- Il trace un carré, un rectangle ou un triangle rectangle de dimensions données.

Espace et géométrie (eduscol.education.fr/ressources, février 2018) :

Les notations en géométrie

À l'école élémentaire, lorsque des lettres sont utilisées pour désigner des points, des droites ou des angles, le professeur veille à toujours préciser explicitement l'objet dont il parle : « le point A », « le segment [AB] », « le triangle ABC », « la droite d », « l'angle \hat{a} », etc. Aucune maîtrise n'est attendue des élèves pour ce qui est des codages (par exemple, l'usage des crochets pour un segment) avant la dernière année du cycle. L'enseignant qui, lui, utilisera toujours la notation correcte au tableau, jugera de la pertinence ou non de corriger sur les productions des élèves d'éventuelles notations non conformes. Les nouvelles notations sont introduites au fur et à mesure de leur utilité, et non au départ d'un apprentissage.

2 Document C – Connaissances en jeu dans une action instrumentée (Petitfour, 2017, 2018)

Les connaissances géométriques sont relatives aux objets, propriétés et relations géométriques.

Les connaissances techniques portent sur la fonction des instruments (ce qu'ils permettent de vérifier ou de tracer) et sur leurs usages spécifiques (mise en relation d'un instrument avec des tracés pour les analyser ou produire un nouveau tracé).

Par exemple l'équerre a pour fonction de vérifier un angle droit ou de produire un angle droit. On l'utilise pour produire un angle droit par exemple dans le tracé d'une droite-droite perpendiculaire à une droite d donnée, d'origine un point A de la droite d : on place un côté de l'angle droit de l'équerre sur la droite d et le sommet de l'angle droit de l'équerre sur le point A , puis on trace le long du deuxième côté de l'angle droit de l'équerre, à partir du point A .

Les **connaissances graphiques** portent sur les informations graphiques à prélever sur le dessin et à interpréter. Elles sont reliées aux tracés, aux codages, aux notations et aux symboles.

Par exemple, « une droite est représentée par un trait rectiligne que l'on peut prolonger autant que l'on veut » (tracé), « un petit carré placé dans un angle formé par deux droites sécantes indique une relation de perpendicularité vérifiée par ces deux droites » (codage), « la lettre capitale A inscrite à côté d'un point pour le nommer » (notation), « $d // d'$ signifie que les droites d et d' sont parallèles » (symbole).

Les **connaissances spatiales** sont liées à l'expérience qu'a le sujet de l'espace sensible. Elles sont relatives à la sélection perceptive d'informations spatiales et à leur interprétation, à l'anticipation de transformations et de déplacements.

Par exemple, la connaissance de la relation de perpendicularité de droites dans des directions prototypiques (l'une horizontale, l'autre verticale) est une connaissance spatiale.

Les **connaissances pratiques** relèvent du plan matériel et corporel lié à l'action instrumentée en lien avec des compétences manipulatoires (coordination de mouvements et ajustements posturaux pour manipuler l'instrument avec dextérité et précision). Elles concernent aussi son organisation (capacité à planifier un enchaînement d'actions selon un plan déterminé).

Par exemple, savoir qu'il faut appuyer plus fort sur la main qui maintient la règle que sur celle qui trace est une connaissance pratique.

3 Document D – Significations des relations de perpendicularité et de parallélisme (Guille-Biel Winder et Petitfour, 2021)

Deux droites perpendiculaires peuvent être principalement vues comme deux droites :

- qui se coupent en formant quatre angles droits (ou un angle droit), en lien avec la notion d'**angle** ;
- dont l'une a une **direction** particulière par rapport à l'autre (« ne penche ni d'un côté ni de l'autre ») ;
- dont l'une est celle qui, passant par un point n'appartenant pas à l'autre, permet d'obtenir la distance de ce point à cette autre droite, en lien avec la notion de **distance** ;
- obtenues par le pliage pli sur pli d'une feuille de papier pliée en deux, en lien avec la notion de **symétrie** ;
- supports de côtés consécutifs d'un rectangle, en lien avec des **propriétés du rectangle** ;
- ayant une relation entre leur **penche**, que l'on peut observer sur un support quadrillé lorsque les droites passent par des nœuds du quadrillage.

Deux droites parallèles peuvent être principalement vues comme :

- des droites non sécantes (ou qui ne se coupent jamais) en lien avec la relation d'**incidence** ;
- des droites d'écart constant à relier avec la notion de **distance** ;
- des droites de même **direction** ou des droites de même **penche**, en relation avec la notion d'**angle** ;
- des droites obtenues par **translation**, en référence aux transformations du plan ;
- des droites perpendiculaires à une même troisième, en appui explicite sur la notion de **perpendicularité** et pouvant être considéré comme un cas particulier de droites de même direction ;
- des droites supports de côtés opposés de **quadrilatères particuliers** (carré, rectangle, ... parallélogramme).

4 Document E – Catégorisation des objets utilisés pour enseigner les relations de perpendicularité et de parallélisme (Guille-Biel Winder et Petitfour, 2021)

Objets du monde (Laparra & Margolinas, 2016) – ou leurs représentations figuratives, d'usages connus des élèves (appartenant à l'environnement quotidien des élèves) : *culturellement représentateurs des relations spatiales* (par exemple des rails de chemin de fer pour la relation de parallélisme), ou *non* (par exemple des baguettes de Mikado disposées parallèlement).

Objets graphiques correspondant aux objets matériels (dessins) de la géométrie de l'école (Houdement, 2007) : *représentations d'objets géométriques* ou *modélisations d'objets du monde*

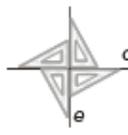
VIII - ANNEXE 3 : EXTRAITS DE MATHS EXPLICITES CM1

1 Relation de perpendicularité - Extrait du GdE (pp. 180-181)

49 Reconnaître et tracer des droites perpendiculaires

Manuel pp. 126-127

Programmes	Connaître les notions de perpendicularité/parallélisme. Tracer avec l'équerre la droite perpendiculaire à une droite donnée passant par un point donné qui peut être extérieur à la droite.
Introduction	En CE2, les élèves ont appris à vérifier la nature d'une figure plane en utilisant la règle graduée et l'équerre et à construire un carré ou un rectangle de dimensions données. Ils savent donc identifier et tracer des angles droits. En revanche, ils n'ont pas étudié la notion de droites perpendiculaires et l'utilisation de l'équerre n'est pas maîtrisée par tous : beaucoup d'élèves ne savent pas comment positionner l'équerre.
Matériel	- Chaque élève a une équerre et une feuille blanche. - L'enseignant a tracé au tableau quadrillé 2 rectangles de tailles différentes (Figure 1).
SÉANCE 1	1 heure
Exercice écrit 15 min	Exercices de « <i>Problèmes</i> » pour l'évaluation formative d'une notion déjà étudiée : « Situations additives : chercher un tout avec des parties inégales », exercices 3 et 4 p. 172 du manuel.
Calcul mental 10 min	Compétence : « Calculer le complément à 60 ». (Cette compétence est une préparation à la lecture de l'heure et au calcul des durées.) Stratégie : Combien de minutes pour aller de 25 à 60 ? Je complète la dizaine entière suivante puis de la dizaine à 60 : $(25 + 5) + 30 = 25 + (5 + 30) = 25 + 35 = 60$. Items : 35 pour aller à 60 ? ; 17 pour aller à 60 ? ; 48 pour aller à 60 ? ; 31 pour aller à 60 ?
Mise en projet d'apprentissage 1 min	Présentation de l'objectif d'apprentissage « Aujourd'hui, vous allez apprendre à reconnaître et à tracer des droites perpendiculaires. » Présentation des résultats attendus « À la fin de la séance, vous saurez vérifier si des droites sont perpendiculaires ; vous saurez aussi en tracer sur du papier quadrillé et sur du papier uni. »
Explicitation et pratique guidée 34 min	► Rappel des connaissances préalables (révision du CE2) Montrer la figure 1 et demander : « Comment s'appellent les figures qui sont tracées au tableau ? » → Des rectangles. « Comment sait-on que ce sont des rectangles ? » → Les rectangles ont des angles droits. « Comment sait-on qu'elles ont des angles droits ? » → Car les lignes du quadrillage se coupent en formant des angles droits. « Avec quel instrument peut-on le vérifier ? » → Une équerre. Montrer et demander aux élèves de montrer l'angle droit de l'équerre et ses 2 côtés perpendiculaires.
Explicitation	► Sous-compétences 1 et 2 : Définir le mot « perpendiculaire » et vérifier que les côtés d'une figure ou des droites sont perpendiculaires. « APPRENONS ENSEMBLE » A Après lecture de la situation du manuel, vérifier la compréhension de la situation par les élèves grâce à des questions ou reformulations. C'est l'enseignant qui explique la démarche pour résoudre le problème ; les élèves écoutent. L'enseignant reprend, pas à pas, les phases décrites dans le « APPRENONS ENSEMBLE » du manuel pour résoudre la situation-problème. Préciser que l'on peut dire que les rues de Gaëlle et Kenza sont perpendiculaires ou que la rue de Gaëlle est perpendiculaire à celle de Kenza ou que la rue de Kenza est perpendiculaire à celle de Gaëlle. « APPRENONS ENSEMBLE » B L'enseignant reprend les étapes de la démarche (compréhension et stratégie) en guidant les élèves par des questions.
Pratique guidée	« ENTRAÎNONS-NOUS » : Faire oralement l'exercice 1 et sur ardoise les exercices 2 et 3 p. 126 du manuel.
Explicitation	► Sous-compétence 3 : Connaître le chemin le plus court entre une droite et un point • Exemple 1 : L'enseignant trace au tableau une droite (d) et un point A n'appartenant pas à (d). « Quel est le chemin le plus court entre la droite (d) et le point A ? » L'enseignant trace plusieurs segments reliant (d) à des points appartenant à (d) dont un perpendiculaire à (d). Il peut ensuite comparer la longueur des segments en les reportant avec un compas sur une demi-droite ou en les mesurant avec une règle graduée. Il utilise ensuite le compas pour montrer que le chemin le plus court est le segment perpendiculaire à (d). Présentation de la stratégie Pour trouver le chemin le plus court entre une droite et un point, on trace le segment perpendiculaire à la droite passant par ce point. • Exemple 2 : L'enseignant trace une autre droite (y) et un point B. Quel est le chemin le plus court ? Un élève vient au tableau tracer le segment perpendiculaire.
Pratique guidée	« ENTRAÎNONS-NOUS » : Faire sur l'ardoise l'exercice 4 p. 126

Explicitation	<p>► Sous-compétence 4 : Tracer des droites perpendiculaires sur une feuille blanche.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exemple 1 : Tracer une droite d horizontale sur le tableau uni et dire : « On veut tracer une droite e perpendiculaire à la droite d. » <p>Présentation de la stratégie</p> <ul style="list-style-type: none"> – On place l'équerre sur la droite d ; on pose l'angle droit de l'équerre sur la droite et on superpose un côté de l'angle droit de l'équerre sur la droite. Il y a 4 positions possibles (voir ci-contre). – On trace une droite le long de l'autre côté de l'angle droit de l'équerre. – On peut prolonger cette droite avec la règle, on nomme la droite e et on marque un angle droit par un « coin ». • Exemple 2 : Un élève vient tracer une droite f perpendiculaire à la droite d puis e. Utiliser les différentes positions de l'équerre. 	
Pratique guidée	<p>« ENTRAÎNONS-NOUS » : Demander aux élèves de tracer des droites perpendiculaires sur leur feuille blanche.</p>	
Explicitation	<p>► Sous-compétence 5 : Sur une feuille blanche, tracer des droites perpendiculaires en passant par un point donné.</p> <p>1^{er} cas : Le point est sur la droite.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exemple 1 : Sur le tableau uni, l'enseignant trace une droite d horizontale et place un point O sur la droite. On veut tracer une droite e perpendiculaire à la droite d passant par le point O. <p>Présentation de la stratégie</p> <ul style="list-style-type: none"> – On place l'équerre sur la droite d : on pose l'angle droit de l'équerre sur le point O, on superpose un côté de l'angle droit de l'équerre sur la droite. Il y a 4 positions possibles. – On trace la droite le long de l'autre côté de l'équerre. • Exemple 2 : Un élève vient placer un point P et un point R vers les extrémités de d. Utiliser les positions adéquates de l'équerre pour tracer les perpendiculaires. 	
Pratique guidée	<p>2nd cas : Le point n'est pas sur la droite.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exemple 1 : Placer un point S qui ne soit pas sur la droite d. <p>Présentation de la stratégie</p> <ul style="list-style-type: none"> – On place l'équerre sur la droite : le point étant d'un côté de la droite, il n'y a plus que 2 positions possibles et quelquefois, selon la distance du point à la droite, il n'y en a plus qu'une quand il faut utiliser le côté le plus long de l'équerre. – On fait glisser l'équerre jusqu'au point. – On trace la droite le long du côté de l'équerre. On peut prolonger la droite. • Exemple 2 : Un élève vient placer un point T et un point U à des distances éloignées de la droite. <p>Utiliser les positions adéquates de l'équerre pour tracer les perpendiculaires.</p> <p>« ENTRAÎNONS-NOUS » : Faire sur l'ardoise l'exercice 5 p. 126 du manuel.</p>	

SÉANCE 2	1 heure
Exercice écrit 5 min	Correction des exercices faits la veille : exercices 3 et 4 p. 172 du manuel.
Calcul mental 15 min	1. Même compétence que la veille. 2. Réactivation de la compétence : « Écrire des nombres en lettres ». L'enseignant(e) écrit des nombres en chiffres au tableau, les élèves les écrivent en lettres sur leur ardoise.
Explicitation 5 min	Rappel de l'explicitation de la séance 1 Rappeler ce que sont des droites perpendiculaires puis, à partir de quelques exemples au tableau, rappeler les différentes stratégies pour identifier et tracer des droites perpendiculaires.
Pratique autonome 30 min	« JE TRAVAILLE SEUL(E) » Travail par écrit : – Sous-compétences 1 et 2 : Exercices 6 et 7 – Sous-compétence 5 : Exercice 9 – Sous-compétences 3 et 4 : Exercice 8 Différenciation : Repérer les élèves en difficulté dans ces exercices. Les aider à faire ces exercices. On peut également leur proposer de refaire par écrit des exercices de « ENTRAÎNONS-NOUS ». Les élèves qui n'ont pas de difficulté font, seuls, l'exercice 10 et, en binômes, les exercices 11 et 12 de « JE VAIS PLUS LOIN ». Les exercices sont corrigés pendant la séance.
Objectivation 5 min	« J'APPRENDS / J'AI COMPRIS » – Demander : « Qu'avez-vous appris ? » – Lire et commenter les rubriques « J'APPRENDS » et « J'AI COMPRIS » du manuel p. 127.
Évaluations	• Formative : Pour la semaine suivante, faire apprendre la rubrique « J'APPRENDS », lire la rubrique « J'AI COMPRIS » et faire les exercices 3 et 4 de « J'évalue mes connaissances » p. 156 du manuel. • Sommative (bilan périodique) : exercices 49.1 et 49.2 p. 219 du guide pédagogique.
Réactivation	Pendant les semaines et les mois qui suivent, à chaque réactivation, revoir la leçon et faire un exercice du Cahier d'exercices (voir la planification de réactivation p. 11).

2 Relation de perpendicularité - Extrait du Lé (pp. 126-127)

49

Reconnaitre et tracer des droites perpendiculaires

Sous-compétences 1 et 2 : Définir la mot «perpendiculaire» et vérifier que les côtés d'une figure ou des droites sont perpendiculaires.
 Sous-compétence 3 : Connaître le chemin le plus court entre une droite et un point.
 Sous-compétence 4 : Sur une feuille blanche, tracer des droites perpendiculaires en passant par un point donné.

Apprenons ensemble

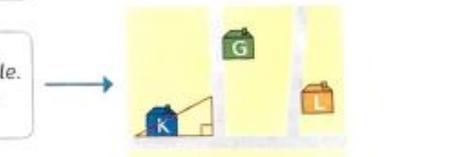
A Kenza habite dans la maison bleue et son amie Gaëlle dans la maison verte. Observe le plan. La rue de Kenza est-elle perpendiculaire à celle de son amie ?

Des **droites perpendiculaires** sont des droites qui se coupent en formant un **angle droit**.
J'utilise l'**équerre** pour vérifier qu'un angle est droit.





Je positionne l'équerre pour superposer l'angle droit sur le coin où se croisent les rues de Kenza et de Gaëlle. Je superpose aussi un côté de l'équerre sur le bord de la rue.



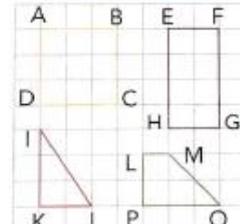
L'autre côté de l'équerre se superpose exactement sur le côté de l'autre rue.

La rue de Kenza est perpendiculaire à celle de Gaëlle.

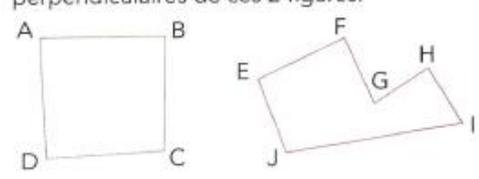
B Louise habite la maison orange. Sa rue est-elle perpendiculaire à celle de Kenza ?

Entrainons-nous

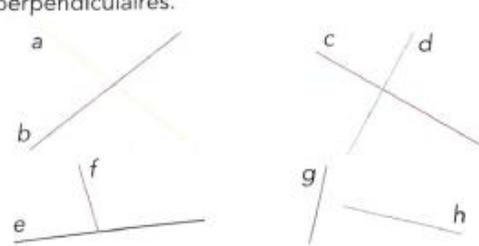
1 **Nomme** les côtés perpendiculaires de chaque figure. [AB] et [BC] sont perpendiculaires.



2 Avec une équerre, **vérifie** quels sont les côtés perpendiculaires de ces 2 figures.



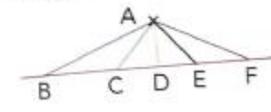
3 Pour chaque figure, **indique** si les droites sont perpendiculaires.



4 **Mesure** les segments qui relient le point A aux autres points.

a. Quel est le chemin le plus court entre A et la droite rouge ?

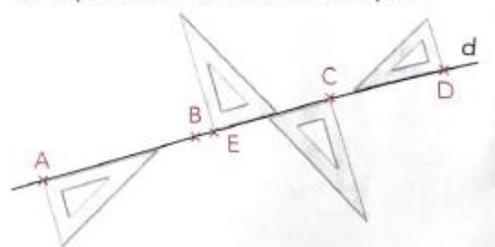
b. Quel angle ce segment forme-t-il avec la droite rouge ?



5 Sur une feuille blanche, **construis** cette figure.

a. **Trace** une droite d.

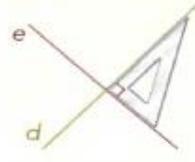
b. **Place** les 5 points sur la droite. **Trace** les droites perpendiculaires passant par chacun de ces points. Tu peux positionner ton équerre comme dans les exemples.



126

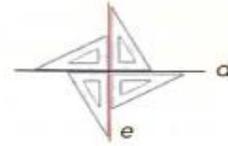
j'apprends

Deux droites **perpendiculaires** sont 2 droites qui se coupent en formant un angle droit.
 Sur une figure, on indique qu'un angle est droit avec ce signe.
 Exemple : La droite *d* est perpendiculaire à la droite *e*.



j'ai compris

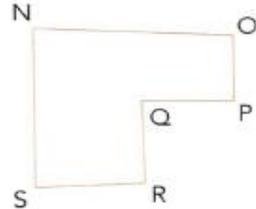
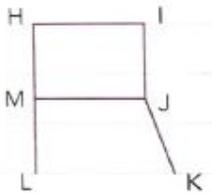
- Le chemin le plus court entre un point A et une droite *d* est le segment perpendiculaire à *d* qui passe par le point A.
- Sur une droite, je peux positionner l'angle droit de l'équerre et un de ses côtés de 4 manières différentes.



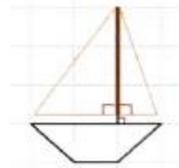
- Je travaille seul(e) -

6 Les côtés de ces figures sont-ils perpendiculaires ? Réponds par **oui** ou **non**.

- | | |
|-----------------|-----------------|
| a. [HI] et [IJ] | d. [NO] et [NS] |
| b. [JM] et [JK] | e. [OP] et [PQ] |
| c. [HI] et [HL] | f. [QR] et [RS] |

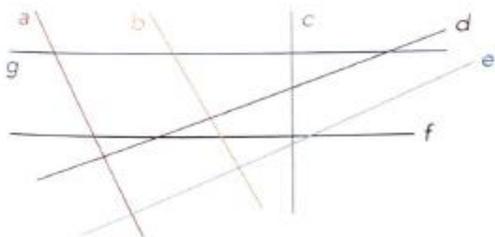


8 Reproduis ces figures.



9 Sur une feuille blanche, **construis** cette figure.
 a. **Trace** une droite *d* et **place** deux points K et L qui ne sont pas sur cette droite.
 b. **Trace** le chemin le plus court entre chaque point et la droite *d*.

7 Quelles droites sont perpendiculaires ?



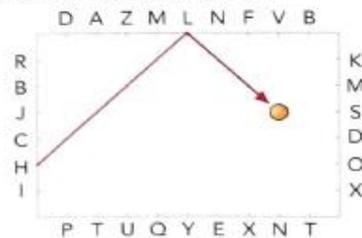
10 Sur une feuille blanche, **construis** cette figure.
 a. **Trace** 2 droites perpendiculaires *d* et *e* qui se coupent au point H.
 b. **Place** un point I sur la droite *d* et un point J sur la droite *e*.
 c. **Trace** le segment [IJ]. Quelle figure obtiens-tu ?

- Je vais plus loin -

11 Trouve toutes les rues qui sont perpendiculaires.



12 Décalque la figure. Les 7 premières lettres que touche la balle en rebondissant en angle droit forment le nom d'une ville.



3 Relation de parallélisme - Extrait du GdE (pp. 182-183)

50

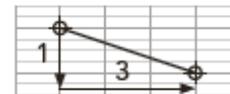
Reconnaître des droites parallèles

Manuel pp. 128-129

Programmes	Tracer avec la règle et l'équerre la droite parallèle à une droite donnée passant par un point donné.
Introduction	La notion de droites parallèles n'a pas été étudiée en CE2. Toutefois le mot « parallèle » peut être connu par les élèves car il est utilisé dans la vie courante (rue parallèle, monde parallèle...). En CM2, les élèves utiliseront les instruments pour vérifier le parallélisme de deux droites (règle et équerre) et pour tracer des droites parallèles. C'est donc avec un réseau de parallèles (p. 288) que les élèves en CM1 vérifieront le parallélisme de droites.
Matériel	- Chaque élève a un calque-réseau de parallèles (p. 288), l'enseignant aussi en a préparé un en grand format. L'enseignant a tracé sur le tableau uni : - 2 droites x et y parallèles (Figure 1) ; - 2 droites a et b sensiblement non parallèles (Figure 2).

SÉANCE 1	1 heure
Exercice écrit 15 min	Exercice de « J'évalue mes connaissances » pour l'évaluation formative d'une notion déjà étudiée : en ce début de période, l'enseignant choisira une compétence que certains élèves maîtrisent mal.
Calcul mental 10 min	Compétence : « Connaître les tables de multiplication de 0 à 4 ». Stratégie : Il s'agit de connaître les tables de multiplication sous la forme de multiplication, de multiplication à trous et de division. Items : $3 \times 8 = ?$; $2 \times ? = 14$; $16 : 2 = ?$; $4 \times 8 = ?$; $4 \times ? = 20$; $36 : 4 = ? \dots$
Mise en projet d'apprentissage 1 min	Présentation de l'objectif d'apprentissage « Aujourd'hui, vous allez apprendre ce que sont des droites parallèles et apprendre à les reconnaître. » Présentation des résultats attendus « À la fin de la séance, vous saurez vérifier si des droites et des côtés de figures sont parallèles ; vous saurez aussi en tracer sur du papier quadrillé. »
Explicitation et pratique guidée 34 min	► Rappel des connaissances préalables Dire : « Vous avez déjà appris ce qu'est une droite (un élève vient en tracer une au tableau), des points alignés (un élève vient en placer sur la droite), des droites perpendiculaires (en tracer une ou deux passant par des points sur la droite et à l'extérieur de la droite). »
Explicitation	► Sous-compétences 1 et 2 : Définir le mot « parallèles » et percevoir, à vue d'œil, que des droites sont parallèles. « APPRENONS ENSEMBLE » A Après lecture de la situation du manuel, expliquer les mots couloirs et plots et vérifier la compréhension de la situation par les élèves grâce à des questions ou reformulations. Pour cela, l'enseignant pourra soit les questionner, soit leur demander d'expliquer avec leurs propres mots. C'est l'enseignant qui explique la démarche pour résoudre le problème ; les élèves écoutent. L'enseignant reprend, pas à pas, les phases décrites dans le « APPRENONS ENSEMBLE » du manuel pour résoudre la situation-problème. Préciser la définition de droites parallèles : des droites qui ne se coupent jamais, même si on les prolonge. Elles vont dans la même direction et l'écartement (la distance) entre des droites parallèles est constant : il ne change pas. On peut dire que les lignes droites de Lou et Enzo ne sont pas parallèles ou que la ligne d'Enzo n'est pas parallèle à celle de Lou ou que la ligne de Lou n'est pas parallèle à celle d'Enzo. « APPRENONS ENSEMBLE » B L'enseignant reprend les étapes de la démarche (compréhension et stratégie) en guidant les élèves par des questions.
Pratique guidée	« ENTRAÎNONS-NOUS » : Faire sur l'ardoise l'exercice 1 p. 128 du manuel.
Explicitation	► Sous-compétence 3 : Vérifier sur un quadrillage que des droites sont parallèles. • Exemple 1 : « On a déjà vu que les droites du quadrillage du tableau et de votre cahier sont perpendiculaires. » L'enseignant repasse à la craie de couleur 2 lignes horizontales ou verticales du tableau et les nomme a et b. Demander : « Que peut-on dire des droites a et b ? » → Elles sont parallèles. « On le voit à vue d'œil mais qu'est-ce qui le prouve ? » → L'écart : le nombre de carreaux reste toujours le même. « Que peut-on dire de toutes les lignes verticales du tableau ? » → Elles sont toutes parallèles entre elles.
Pratique guidée	• Exemple 2 : « Que peut-on dire de toutes les lignes horizontales ? » « ENTRAÎNONS-NOUS » : Faire sur l'ardoise l'exercice 2 p. 128 du manuel.

Explicitation	<p>► Sous-compétence 4 : Tracer des droites parallèles sur du papier quadrillé et pointé.</p> <p>• Exemple 1 : L'enseignant trace une droite d horizontale sur le tableau quadrillé. « On veut tracer une droite e parallèle à la droite d. »</p> <p>Présentation de la stratégie</p> <p>Les droites horizontales du tableau ou du cahier étant parallèles, il suffit de tracer une ligne horizontale du quadrillage avec la règle.</p> <p>• Exemple 2 : L'enseignant trace une droite m oblique sur le quadrillage, passant par des points d'intersection des carreaux. « Comment tracer une droite parallèle à cette droite m ? »</p> <p>Présentation de la stratégie</p> <p>– On repère les coins (les points d'intersection) des carreaux par lesquels la droite passe.</p> <p>– On calcule la position entre ces 2 points en comptant les carreaux qui les séparent.</p> <p>– On choisit un écart entre les droites de 1, 2 ou 3... carreaux et, à partir d'un coin de carreau, on reproduit le même déplacement pour placer le 2nd point.</p> <p>– On trace la droite passant par ces 2 points.</p> <p>« ENTRAÎNONS-NOUS » : Faire sur l'ardoise l'exercice 3 p. 128 du manuel.</p>
Pratique guidée	
Explicitation	<p>► Sous-compétence 5 : Vérifier sur papier uni que des droites sont parallèles.</p> <p>• Exemple 1 : montrer la figure 1 et demander si les droites x et y semblent parallèles. Oui. « Comment le vérifier ? » → Présenter le calque de réseau de parallèles.</p> <p>Présentation de la stratégie</p> <p>– On place le calque de manière à superposer une droite du calque sur la droite x.</p> <p>– On vérifie alors la position de la droite y : si elle croise l'une des droites du réseau, c'est qu'elle ne va pas dans la même direction, l'écartement entre ces droites n'est pas constant ; il change. Donc elle n'est pas parallèle à x. Si y se superpose ou ne croise pas une droite du réseau, c'est qu'elle est parallèle à x.</p> <p>• Exemple 2 : Demander à un élève de venir appliquer la stratégie pour la figure 2.</p> <p>« ENTRAÎNONS-NOUS » : Faire oralement l'exercice 4 et sur l'ardoise l'exercice 5 p. 128 du manuel.</p>
Pratique guidée	



SÉANCE 2	1 heure
Exercice écrit 5 min	Correction des exercices faits la veille.
Calcul mental 15 min	1. Même compétence que la veille. 2. Réactivation de la compétence : « Décomposer une fraction décimale ». L'enseignant(e) propose plusieurs fractions décimales à décomposer pour rappeler la stratégie.
Explicitation 5 min	Rappel de l'explicitation de la séance 1 Rappeler ce que sont des droites parallèles puis, à partir de quelques exemples au tableau, rappeler les différentes stratégies pour identifier des droites parallèles.
Pratique autonome 30 min	« JE TRAVAILLE SEUL(E) » – Sous-compétences 1, 2 et 3 : Exercice 6 – Sous-compétences 2 et 5 : Exercice 7 – Sous-compétence 4 : Exercices 9 et 10 Différenciation : Repérer les élèves en difficulté dans ces exercices. Les aider à faire ces exercices. L'enseignant questionne et aide les élèves à s'approprier la stratégie précédemment présentée. On peut également leur proposer de refaire par écrit des exercices de « ENTRAÎNONS-NOUS ». Les élèves qui n'ont pas de difficulté font, seuls, l'exercice 8 et, en binômes, les exercices 11 et 12 de « JE VAIS PLUS LOIN ». Les exercices sont corrigés pendant la séance.
Objectivation 5 min	« J'APPRENDS / J'AI COMPRIS » – Demander : « Qu'avez-vous appris ? » – Lire et commenter les rubriques « J'APPRENDS » et « J'AI COMPRIS » du manuel p. 129.
Évaluations	• Formative : Pour la semaine suivante, faire apprendre la rubrique « J'APPRENDS », lire la rubrique « J'AI COMPRIS » et faire l'exercice 5 de « J'évalue mes connaissances » p. 156 du manuel. • Sommative (bilan périodique) : exercices 50.1 et 50.2 p. 219 du guide pédagogique.
Réactivation	Pendant les semaines et les mois qui suivent, à chaque réactivation, revoir la leçon et faire un exercice du Cahier d'exercices (voir la planification de réactivation des compétences dans le guide pédagogique p. 11).

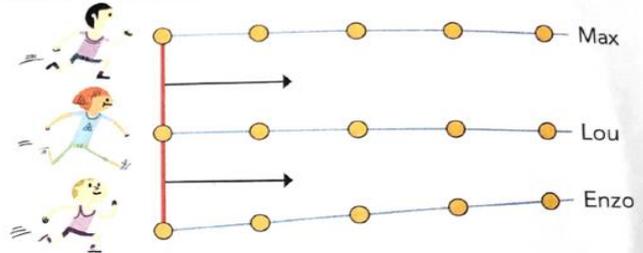
4 Relation de parallélisme - Extrait du Lé (pp. 128-129)

50 Reconnaître des droites parallèles

Sous-compétences 1 et 2 : Définir le mot « parallèles » et percevoir, à vue d'œil, que des droites sont parallèles.
 Sous-compétence 3 : Vérifier sur un quadrillage que des droites sont parallèles.
 Sous-compétence 4 : Tracer des droites parallèles sur du papier quadrillé et pointé.
 Sous-compétence 5 : Vérifier sur papier uni que des droites sont parallèles.

- Apprenons ensemble -

A Dans la cour de l'école, Max, Lou et Enzo alignent des plots pour préparer les deux couloirs de la course de 40 m. La maîtresse dit à Enzo : « Tu vas avoir un problème ! » Quel est ce problème ?



- Est-ce un problème d'alignement ? → À vue d'œil, les plots d'Enzo sont bien alignés.
- Est-ce un problème de largeur de couloir ? → Oui. La largeur du couloir diminue. Enzo rapproche de plus en plus ses plots de ceux de Lou. La ligne de plots d'Enzo va finir par couper la ligne de Lou.

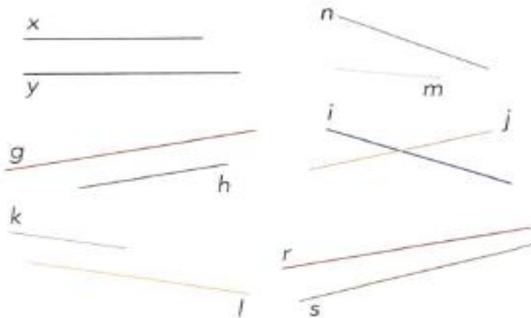
Les lignes de plots pour faire les couloirs ne doivent pas se couper. Elles doivent être parallèles.

B Les lignes de plots de Max et de Lou sont-elles parallèles ?

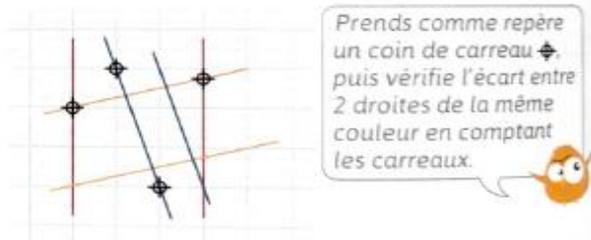
- Entraînons-nous -

1 Dans chaque figure, indique si les droites sont parallèles.

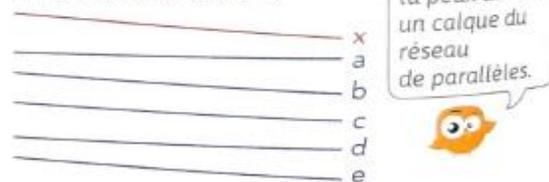
Les droites x et y sont parallèles ou la droite x est parallèle à la droite y.



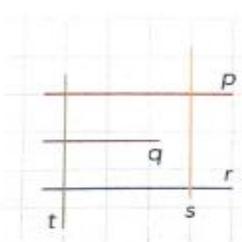
3 Recopie ces droites sur ton cahier. Les droites de la même couleur sont parallèles.



4 Trouve quelles droites sont parallèles à la droite x.

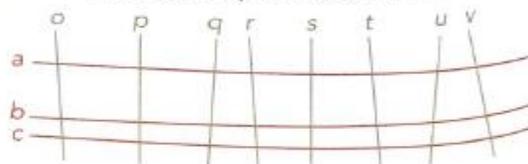


2 Réponds aux questions par oui ou non.



- a. p est-elle parallèle à q ?
- b. r et t sont-elles parallèles ?
- c. p est-elle parallèle à r ?
- d. p, q et r sont-elles parallèles ?
- e. t est-elle parallèle à s ?
- f. p est-elle parallèle à t ?

5 Quelles droites sont parallèles entre elles ?



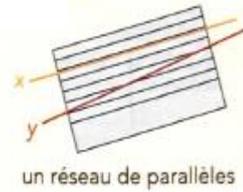
j'apprends

Des droites **parallèles** sont des droites qui ne se coupent jamais.
Exemple : La droite *a* est parallèle à la droite *b*.
Les droites *a* et *b* sont parallèles.



j'ai compris

- Pour vérifier ou tracer des droites parallèles, je peux utiliser un calque de réseau de parallèles.
- Pour vérifier si la droite *x* est parallèle à la droite *y*, on superpose le calque sur *x*; *y* coupe une droite du réseau : elle n'est pas parallèle à *x*.

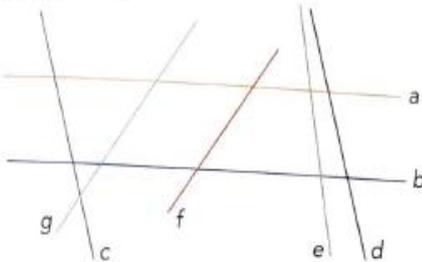


un réseau de parallèles



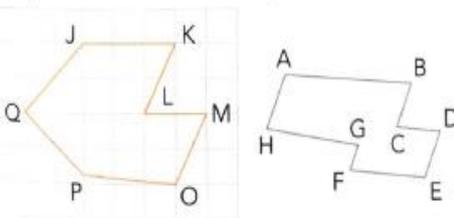
Je travaille seul(e)

6 a. **Écris** les noms des droites qui, à vue d'œil, te semblent parallèles.

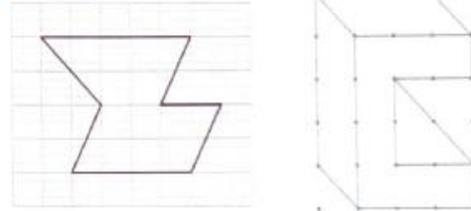


b. **Utilise** le réseau de parallèles pour vérifier tes réponses.

7 • Quels sont les côtés parallèles de ces figures ? Tu peux utiliser le réseau de parallèles.



8 •• **Reproduis** ces figures.



9 • Sur une feuille quadrillée, **construis** cette figure.

- Trace 2 droites parallèles *x* et *y*.
- Trace 2 droites parallèles *m* et *n* qui coupent les droites *x* et *y* aux points F, G, H et I.
- Que peux-tu dire de la figure FGHI ?

10 • Sur une feuille quadrillée, **construis** cette figure.

- Trace 2 droites parallèles *x* et *y*.
- Trace 2 droites parallèles *o* et *p* perpendiculaires à *x* et *y* et qui coupent les droites *x* et *y* aux points J, K, L et M.
- Que peux-tu dire de la figure JKLM ?

Je vais plus loin

11 ••• Max, Enzo et Lou ont placé des plots pour délimiter 2 couloirs parallèles de 40 m de long. Ils ont placé un plot sur chaque ligne de départ et d'arrivée et ils ont placé un plot tous les 5 m.

- Combien de plots chaque élève a-t-il placés ?
- Combien de plots ont-ils placés en tout ?



12 ••• **À la manière de Vasarely.**

- Sur ta feuille de dessin, **trace** un grand cercle.
- Trace** des lignes horizontales parallèles de plus en plus espacées. Ces lignes se déforment à l'intérieur du cercle.
- Colorie** de la même couleur une ligne sur deux.



ANNEXE 4 : DOCUMENT DE SYNTHESE

1 Grille à renseigner par les participants

Les cases écrites en gris clair correspondent aux critères et points d'attentions non analysés au cours de l'atelier.

	CONFORMITE INSTITUTIONNELLE	ADEQUATION PEDAGOGIQUE DECLARE / PROPOSE	QUALITE DIDACTIQUE		
			PERTINENCE	VALIDITE	COHERENCE
Tâches et types de tâches	Conformité aux documents institutionnels des types de tâches proposés	Adéquation des tâches proposées avec les intentions déclarées des auteurs	Pertinence des tâches proposées relativement à l'enseignement de la relation		Cohérence entre les tâches proposées et les techniques institutionnalisées
Techniques	Conformité aux documents institutionnels des techniques présentées	Adéquation des techniques proposées avec les intentions déclarées	Pertinence de la présentation des techniques		Cohérence entre les significations de la relation abordées et les techniques proposées
Savoirs	Conformité aux documents institutionnels des significations abordées	Adéquation de l'introduction des savoirs avec les intentions déclarées des auteurs	Pertinence de l'enseignement des différentes significations abordées	Validité mathématique des significations abordées	Cohérence entre première(s) rencontre(s) avec la relation et les savoirs institutionnalisés
Ostensifs (objets et instruments, notations et langages)	Conformité aux documents institutionnels des symboles et notations mathématiques proposés	Adéquation de la place des ostensifs proposés avec les intentions déclarées des auteurs	Pertinence du choix des objets par rapport à l'enseignement de la relation	Validité mathématique de l'usage des instruments	
			Pertinence des formulations langagières par rapport à l'enseignement du savoir	Validité mathématique des symboles et des notations	
Éléments organisationnels et planificateurs	Conformité aux documents institutionnels de la programmation	Adéquation de la programmation avec les intentions déclarées des auteurs	Pertinence de la progression par rapport à l'enseignement du savoir		Cohérence de l'organisation des savoirs

2 Synthèse de chaque groupe à l'issue de l'atelier

Groupes en charge de la relation de perpendicularité

	CONFORMITE INSTITUTIONNELLE	ADEQUATION PEDAGOGIQUE DECLARE / PROPOSE	QUALITE DIDACTIQUE		
			PERTINENCE	VALIDITE	COHERENCE
Tâches et types de tâches		Adéquation des tâches proposées avec les intentions déclarées des auteurs			Cohérence entre les tâches proposées et les techniques institutionnalisées
Techniques	écriture	Adéquation des techniques proposées avec les intentions déclarées			Cohérence entre les significations de la relation abordées et les techniques proposées
Savoirs		Adéquation de l'introduction des savoirs avec les intentions déclarées des auteurs			Cohérence entre première(s) rencontre(s) avec la relation et les savoirs institutionnalisés
Ostensifs (objets et instruments, notations et langages)	Conformité aux documents institutionnels des symboles et notations mathématiques proposés	Adéquation de la place des ostensifs proposés avec les intentions déclarées des auteurs			
Éléments organisationnels et planificateurs	Conformité aux documents institutionnels de la programmation	Adéquation de la programmation avec les intentions déclarées des auteurs	Pertinence de la progression par rapport à l'enseignement du savoir		Cohérence de l'organisation des savoirs

	CONFORMITE INSTITUTIONNELLE	ADEQUATION PEDAGOGIQUE DECLARE / PROPOSE	QUALITE DIDACTIQUE		
			PERTINENCE	VALIDITE	COHERENCE
Tâches et types de tâches	Conformité aux documents institutionnels des types de tâches proposés	Adéquation des tâches proposées avec les intentions déclarées des auteurs			Cohérence entre les tâches proposées et les techniques institutionnalisées
Technique		Adéquation des techniques proposées avec les intentions déclarées			Cohérence entre les significations de la relation abordées et les techniques proposées
Savoirs		Adéquation de l'introduction des savoirs avec les intentions déclarées des auteurs			Cohérence entre première(s) rencontre(s) avec la relation et les savoirs institutionnalisés
Ostensifs (objets et instruments, notations et langages)		Adéquation de la place des ostensifs proposés avec les intentions déclarées des auteurs	Pertinence du choix des objets par rapport à l'enseignement de la relation	Validité mathématique de l'usage des instruments	
			Pertinence des formulations langagières par rapport à l'enseignement du savoir	Validité mathématique des formulations langagières	
Éléments organisationnels et planificateurs	Conformité aux documents institutionnels de la programmation	Adéquation de la programmation avec les intentions déclarées des auteurs	Pertinence de la progression par rapport à l'enseignement du savoir		Cohérence de l'organisation des savoirs

Groupes en charge de la relation de parallélisme

	CONFORMITE INSTITUTIONNELLE	ADEQUATION PEDAGOGIQUE DECLARE / PROPOSE	QUALITE DIDACTIQUE		
			PERTINENCE	VALIDITE	COHERENCE
Tâches et types de tâches					
Techniques		Adéquation des techniques proposées avec les intentions déclarées			
Savoirs	Conformité aux documents institutionnels des significations abordées	Adéquation de l'introduction des savoirs avec les intentions déclarées des auteurs			
Ostensifs (objets et instruments, notations et langages)		Adéquation de la place des ostensifs proposés avec les intentions déclarées des auteurs			
Éléments organisationnels et planificateurs	Conformité aux documents institutionnels de la programmation	Adéquation de la programmation avec les intentions déclarées des auteurs	Pertinence de la progression par rapport à l'enseignement du savoir		Cohérence de l'organisation des savoirs

	CONFORMITE INSTITUTIONNELLE	ADEQUATION PEDAGOGIQUE DECLARE / PROPOSE	QUALITE DIDACTIQUE		
			PERTINENCE	VALIDITE	COHERENCE
Tâches et types de tâches		Adéquation des tâches proposées avec les intentions déclarées des auteurs			
Techniques		Adéquation des techniques proposées avec les intentions déclarées			
Savoirs	Conformité aux documents institutionnels des significations abordées	Adéquation de l'introduction des savoirs avec les intentions déclarées des auteurs			
Ostensifs (objets et instruments, notations et langages)	proposés	Adéquation de la place des ostensifs proposés avec les intentions déclarées des auteurs			
Éléments organisationnels et planificateurs	Conformité aux documents institutionnels de la programmation	Adéquation de la programmation avec les intentions déclarées des auteurs	Pertinence de la progression par rapport à l'enseignement du savoir		Cohérence de l'organisation des savoirs