



HAL
open science

La communication entre élèves au sein d'un groupe de travail en résolution de problèmes en géométrie

Quentin Finand, Stéphane Mora

► **To cite this version:**

Quentin Finand, Stéphane Mora. La communication entre élèves au sein d'un groupe de travail en résolution de problèmes en géométrie. Education. 2019. dumas-02391986

HAL Id: dumas-02391986

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02391986>

Submitted on 3 Dec 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

MASTER MEEF mention 1er degré
« Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation »
Mémoire de 2ème année
Année universitaire : 2018-2019

**La communication entre élèves au sein
d'un groupe de travail en résolution de
problèmes en géométrie**

Quentin Finand et Stéphane Mora

Directeur du mémoire : Alain Bronner
Assesseur : Jean-Marc Ravier
Soutenu le : 22 mai 2019, 15h00

Table des matières

Table des matières	2
Résumé / Summary	4
Introduction	5
PARTIE 1 : CADRE CONCEPTUEL / EXPLORATION BIBLIOGRAPHIQUE	7
1.1 Les programmes de construction.....	7
1.2 Les activités langagières au sein d'un groupe de travail	8
1.3 L'appréhension des figures géométriques.....	9
1.4 Cadre institutionnel : les programmes 2018.....	11
1.5 Méthodologie envisagée a priori	12
PARTIE 2 : EXPERIMENTATION / ANALYSE A PRIORI.....	17
2.1 La séquence d'apprentissage	17
2.2 L'analyse a priori	19
2.2.1 Les prérequis en géométrie plane	19
2.2.2 La découverte des programmes de construction.....	20
2.2.3 Les variables didactiques.....	23
PARTIE 3 : TRAITEMENT DES DONNEES / ANALYSE A POSTERIORI.....	28
3.1 Le traitement des données recueillies.....	28
3.1.1 1 ^e expérimentation CE2.....	28
3.1.2 1 ^e expérimentation CM2.....	31
3.1.3 2 ^e expérimentation CE2.....	33
3.1.4 2 ^e expérimentation CM2.....	36
3.1.5 3 ^e expérimentation CE2.....	38
3.1.6 3 ^e expérimentation CM2.....	41
3.2 L'analyse a posteriori de la séquence.....	43
3.3 Le bilan de la recherche	46

3.3.1	L'influence des activités langagières sur la qualité des programmes de construction produits	47
3.3.2	Les effets du contrat didactique	48
3.3.3	L'influence des activités langagières sur la consolidation de savoirs.....	50
	Conclusion générale	52
	Bibliographie	54
	Annexes	56
	Annexe 1 : Listes paginées des tableaux, figures et graphiques	56
	Annexe 2 : Les fiches de préparation de la séquence.....	57
	Annexe 3 : Les grilles détaillées d'analyse des vidéos.....	93

Remerciements

Au terme de ce mémoire, nous tenons à remercier vivement notre Directeur de mémoire, M. Alain Bronner, pour ses nombreux conseils et ses questionnements éclairés, ainsi que ses encouragements et sa bienveillance, qui ont su nous guider dans notre démarche et sans lesquels nous n'aurions pas abouti au même résultat.

Nous tenons également à remercier chaleureusement les élèves de la classe de CE2 CM2 qui se sont prêtés de bon cœur à cette recherche, avec une pensée particulière pour les cinq élèves qui ont accepté d'être filmés.

Résumé / Summary

Ce mémoire traite du débat mathématique et de la confrontation orale des savoirs au sein d'une communauté discursive : comment ces échanges entre pairs permettent-ils, ou non, aux élèves de consolider et/ou de faire émerger leurs connaissances ?

La situation spécifique analysée est celle d'un groupe d'élèves qui cherche à rédiger un programme de construction d'une figure complexe, destiné à un autre groupe d'élèves qui devra tracer la figure sans la voir. L'expérimentation a été menée à trois reprises auprès de deux mêmes groupes d'élèves : un binôme de CE2 et un trinôme de CM2.

Les données recueillies ont aussi permis de s'intéresser à l'influence des différents types d'activités langagières sur la qualité des programmes de construction produits par les élèves, ainsi qu'aux effets du contrat didactique.

This thesis deals with the mathematical debate and the oral confrontation of knowledge within a discursive community: how do these peer exchanges allow pupils to consolidate and / or bring out their knowledge?

The specific situation analysed is that of a group of pupils who are trying to write a program of construction of a complex figure, intended for another group of pupils who will have to draw the figure without seeing it. The experiment was conducted three times with the same two groups of pupils: a two-person group of the equivalent of the 4th year of British primary school and a three-person group of the equivalent the 6th year.

The data collected also made it possible to examine the influence of the different language activity types on the quality of the construction programs produced by the pupils and on the effects of the didactic contract.

Introduction

Notre questionnement

Au cours de la période 2 de l'année scolaire 2018 – 2019, dans la classe de CE1 de Quentin Finand, un court film a été réalisé pendant une séance de résolution de problèmes ouverts. L'observation a été menée sur 2 groupes de 3 élèves qui avaient à résoudre un problème du type : « Dans ma ferme il y a des poules et des lapins. Je compte 5 têtes et 16 pattes. Combien y a-t-il de lapins et de poules ? ». Nous avons constaté qu'ils n'échangeaient pas réellement de points de vue ni d'arguments pour faire progresser le groupe et qu'ils se contentaient de faire ce qu'ils avaient en tête individuellement et de se succéder au tableau sans prendre en compte le travail précédent. Cela nous a interpellé sur la pratique du travail en groupe dans les classes et la place de ce travail dans les apprentissages. En effet, le professeur n'est pas présent lors de ces échanges et il lui est difficile d'appréhender ce qu'il s'y joue. Partant de ce constat, nous nous sommes questionnés sur la notion de débat mathématique, sur le travail de groupe en classe et les outils qui en permettent un meilleur fonctionnement, sur les rôles et responsabilités des élèves et sur les effets du contrat didactique.

L'état de la recherche

De nombreux travaux ont étudié le sujet de la coopération en classe. Du point de vue des échanges et du langage, ceux de Martine Jaubert et Maryse Rebière (2001), qui portent sur les opérations de reformulation et la place des langages, écrit et oral, dans l'acquisition des savoirs à l'école, ont attiré notre attention. Avec ceux de Bulf, Coulange, L'Hoste et Rebière (2014), ils permettent de caractériser la classe comme une communauté discursive. De même, les travaux de Baker, M.J. (2008), qui caractérisent les types d'échanges dans une discussion, ont servi de base à notre recherche. Du point de vue mathématique, « La théorie des situations didactiques », de Guy Brousseau, éclaire les questions de contrat didactique notamment. Pour la géométrie en particulier, les travaux de Raymond Duval nous éclairent sur la perception des figures géométriques et ceux d'Alain Pierrard nous renseignent plus spécifiquement sur les programmes de construction qui sont l'objet de notre étude. Enfin, les travaux de Valentina Celi, qui portent sur la reformulation en géométrie, font une synthèse sur le langage dans les apprentissages dans ce domaine.

La problématique

Le contrat didactique et les habitudes de travail scolaires semblent habituer les élèves à rester dans un attentisme de la bonne réponse. Rendre l'élève plus acteur de ses apprentissages participe à l'inclusion des élèves les plus timides et à la progression de l'ensemble du groupe classe. Le débat public, en classe entière, est parfois difficile d'accès et peut nécessiter de passer par un débat privé en petit groupe. L'ensemble de ces constats nous questionne sur nos pratiques de classe. La mise

en place de ce débat et sa place dans la création d'une véritable coopération favorable aux apprentissages est au cœur de notre questionnement : comment la confrontation orale des savoirs au sein d'une communauté discursive permet-elle, ou non, de consolider et/ou de faire émerger des connaissances ?

La méthode

Les nouveaux programmes de 2018 placent la résolution de problème au cœur des apprentissages. Il est attendu que "les compétences et connaissances", en particulier en espace et géométrie, permettent "une évolution des procédures de traitement des problèmes" (MEN, 2018, p.106). La situation d'émission-réception d'un programme de construction en géométrie semble propice au débat scientifique, en effet « Cette situation s'avère solide du point de vue de la production d'un processus interactif de formulation de preuves pragmatiques » (Celi, Bessot, 2008). La tâche nécessite de reconnaître certaines propriétés des figures géométriques et d'employer un lexique, des formules et des notions de géométrie précises pour se faire comprendre. C'est une situation de réinvestissement, où, si aucune nouvelle connaissance théorique n'est abordée, des compétences langagières (orales comme écrites) et de coopération sont en revanche mises en jeu. En effet, la conception d'un algorithme de construction réclame une organisation et une précision qui rendent nécessaires la mise en œuvre par les élèves de compétences de coopération et d'auto-évaluation. Cette nécessité fait naître au sein du groupe un échange qui doit être argumenté et fructueux. Le trajet oral-écrit permet de rendre compte des savoirs et de la compréhension des élèves. La réception par un groupe inconnu renforce l'idée que l'auto-validation est très importante afin de s'assurer de l'efficacité du programme.

Ainsi, afin d'évaluer les enjeux d'apprentissages au sein d'un groupe de travail, nous avons choisi de filmer deux groupes d'élèves (un groupe de CE2 et un groupe de CM2), lors de trois séances de production de programmes de construction en géométrie, puis de mener une analyse croisée des discussions et des productions de chaque groupe.

Le plan du mémoire

Dans une première partie, nous traiterons des publications qui ont porté notre réflexion et nous ont permis de poser notre cadre conceptuel. Nous aborderons également les programmes de 2018 qui forment le cadre institutionnel dans lequel s'inscrit notre travail. Puis, nous développerons la méthodologie de l'expérimentation. Dans une seconde partie, nous analyserons la séquence d'apprentissage mise en place en classe. Enfin, dans une troisième partie nous tâcherons de traiter les données recueillies et d'apporter un éclairage sur l'influence des activités langagières et sur les effets du contrat didactique.

PARTIE 1 : CADRE CONCEPTUEL / EXPLORATION BIBLIOGRAPHIQUE

1.1 Les programmes de construction

Un programme de construction est un **texte** qui donne une **suite d'instructions** qui permet la construction d'une **figure géométrique**.

Le **texte** est de type injonctif. Il s'apparente à une notice de montage ou une recette de cuisine. Cela en fait un objet d'étude important dans l'enseignement de la géométrie à l'école car cela participe également à la formation du citoyen. Ce type de texte fait partie du quotidien. Le type injonctif se distingue du texte descriptif, que l'on peut aussi retrouver en géométrie, par le fait qu'aucune image mentale n'est nécessaire au lecteur pour produire la figure finale (Pierrard, 2004).

La **suite d'instruction** implique une chronologie précise au sein du texte. Les étapes sont dépendantes les unes des autres et l'ordre est donc primordial dans la construction de la figure.

À l'école, diverses activités autour des programmes de construction permettent d'amener l'enfant à passer de l'espace sensible à l'espace géométrique (Pierrard, 2004) et de distinguer ces deux espaces. L'enfant possède une perception naturelle des **figures planes** comme des figures en 2D¹ (Duval & Godin, 2005). Par exemple, il conçoit le carré comme la surface d'une forme donnée. Or la géométrie telle qu'enseignée à l'école décrit les figures planes selon un ensemble d'éléments en 1D. Par exemple, le carré est une figure constituée de 4 points de l'espace et de 4 segments de droite de même longueur, reliant ces 4 points en formant entre eux des angles droits. Les programmes de construction vont faire appel à des descriptions géométriques en 1D. La progression ainsi établie par le professeur des écoles accompagne l'enfant dans le changement de perception des formes géométriques. Il passe alors, au cours de sa scolarité, d'une perception sensible à une perception géométrique (ces deux perceptions se confondent).

La progression du travail sur les programmes de construction amène petit à petit, et dès le cycle 2, les élèves à passer de récepteur à producteur du programme (MEN, 2018)². Plusieurs activités sont possibles autour du programme de construction, que ce soit en position de récepteur comme d'émetteur.

¹ Le D signifie « dimension ». Cela fait référence aux dimensions de la géométrie telles que décrit dans les postulats d'Euclide.

² http://cache.media.education.gouv.fr/file/Geometrie/40/9/RA16_C3_MATH_Espace-geometrie_programmes-construction_897409.pdf

Le travail de ce mémoire porte en particulier sur le travail d'un groupe d'élèves en situation d'émission d'un programme de construction.

1.2 Les activités langagières au sein d'un groupe de travail

Le langage est le principal objet d'étude à l'école. Il revêt de nombreuses formes qu'il s'agit d'acquérir et de perfectionner au fil des années. L'acquisition du **langage oral** et son perfectionnement est l'objet principal de la maternelle. Il est ensuite perfectionné au fil de la scolarité. Le **langage écrit** s'enseigne dès la maternelle, mais son acquisition est majoritairement le fait du cycle 2 à l'école élémentaire. Il sera ensuite perfectionné tout au long de la scolarité. Les autres formes du langage ne sont pas ici abordées (langage du corps, de la production plastique, de la production musicale...). Il y a, dans les apprentissages scolaires, un constant aller-retour entre l'écrit et l'oral. Les codes qui régissent ces langages organisent « tout groupe humain », ici la classe, « autour d'une pratique sociale » qui « génère [...] des façons d'agir, penser, parler qui lui sont propres » (Jaubert, Rebière, Bernié, 2012, p.5). La classe se constitue ainsi en « communauté discursive disciplinaire » (Ibid, p.4). Les membres de la classe partagent un langage commun spécifique aux disciplines d'enseignements. Ce langage (oral et écrit) est un support d'apprentissage qui sera l'objet d'étude de ce mémoire.

De par sa nature figée, **le langage écrit** est un élément essentiel dans l'acquisition de connaissances. L'écrit a l'avantage de pouvoir être comparé et analysé en des lieux et des temps éloignés. Ce qui le rend central dans les apprentissages. Dans notre étude, l'écrit (un programme de construction en géométrie) est produit par un groupe d'élèves. Cette production a lieu à l'issue d'un travail oral de groupe, nous y reviendrons. Cet écrit est soumis à plusieurs contraintes. Celles-ci sont à l'origine des apprentissages. « L'écrit joue un rôle clé : il oblige chacun à sélectionner une information, à croiser son constat avec celui des autres, il fige des formulations premières et contraint à reformuler pour les rendre plus compréhensibles » (Jaubert, Rebière, 2001, p.88). D'une part, la sélection d'informations démontre une appropriation, par l'/les élève(s), de concepts et de connaissances qu'il est ainsi possible d'évaluer. Les élèves « adoptent des énoncés de savoirs qu'ils se sont appropriés » (Ibid, p.94). C'est particulièrement vrai en géométrie où l'on retrouve des formulations types liées au type d'énoncés ou aux propriétés des figures.

À l'école, les langages, écrit et oral, sont étroitement liés et se nourrissent l'un l'autre au fil des apprentissages.

Le langage oral tel que pratiqué à l'école est spécifique et se rapproche du langage écrit. Il s'en différencie, selon Martine Jaubert et Maryse Rebière (Ibid, p.85), sur deux points importants : « il

est produit en situation de communication [...], il ne permet que des modifications et retours ponctuels dans l'instant ». Il s'oppose à la nature figée de l'écrit. La contrainte de l'activité (ici la production d'un programme de construction) doit amener la communauté discursive à débattre et argumenter. C'est de ce débat que va naître un apprentissage et une appropriation des savoirs par la communauté. Dans notre cas d'étude, la communauté se résume à un groupe de deux ou trois élèves. Selon Celi et Bessot (2008, p.26) cela « permet, au travers des interactions, l'extériorisation verbale de connaissances, de projets et de prises de décisions et ainsi l'entrée dans un processus de preuves et réfutations pour convaincre le partenaire ». L'objectif est donc de créer un débat au sein du groupe. Les individus sont alors contraints d'avoir recours à des **reformulations** qui « sont [...] le lieu de déplacement de la position du sujet (d'un monde quotidien vers un monde scientifique), de l'élaboration de nouveaux points de vue [...], de l'enrichissement et de la modification des savoirs en jeu dans le module. » (Jaubert et Rebière, 2001, p.108). La reformulation est un outil majeur du processus de secondarisation, qui permet à l'élève de transférer la perception à un savoir conscient et maîtrisé.

1.3 L'appréhension des figures géométriques

Lorsque nous sommes confrontés à une figure géométrique complexe, nous avons quatre manières, très distinctes d'un point de vue cognitif, de l'appréhender (Duval, 1994) :

✓ L'appréhension perceptive :

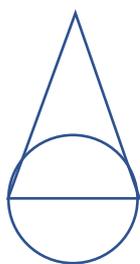


Figure 1 : perception d'une figure

C'est ce que nous voyons au premier coup d'œil, de façon inconsciente, et qui peut généralement se traduire par un texte descriptif, comme dans l'exemple donné par Alain Pierrard (2004) :

« Face à cette figure, un élève a écrit :

✓ *C'est comme un chapeau de clown* ».

✓ L'appréhension discursive :

C'est ce que nous déduisons de nos connaissances sur les figures et leurs propriétés, notamment lorsque nous décomposons une figure complexe en plusieurs figures simples, comme le fait l'élève donné en exemple par Pierrard en poursuivant la description de la figure :

- « - *Il y a un cercle et un triangle dont un côté est diamètre du cercle.*
 - *Le triangle est isocèle* ».

✓ L'appréhension séquentielle :

C'est notre façon de prendre en compte un ordonnancement méthodique des unités figurales identifiées par notre appréhension discursive. Cette démarche cognitive est particulièrement importante dans notre situation de production d'un programme de construction où il s'agit de proposer une série d'actions ordonnées (Pierrard, 2004, à propos des opérations de transcodage du dessin géométrique au texte injonctif). Elle peut être influencée par notre connaissance ou nos suppositions quant aux outils de traçage à disposition du récepteur.

✓ L'appréhension opératoire :

C'est lorsque nous observons une figure en fonction de certaines modifications possibles qui peuvent aider à la solution.

Exemple : il s'agit d'un rectangle de 4 cm de long et de 2 cm de large, longueur à l'horizontale, qui a été coupé en deux dans le sens de la largeur et dont la moitié supérieure a coulé tout droit vers la gauche jusqu'à ce que juste la moitié des longueurs des deux morceaux se touchent.



Figure 2 : appréhension opératoire

D'après Duval, nous utilisons concomitamment deux ou trois de ces types d'appréhension lorsque nous observons une figure. Ainsi, cette diversité peut devenir l'une des sources des difficultés de compréhension entre individus lors d'un exercice en groupe pour décrire une figure complexe. D'où l'importance du rôle joué, dans notre cas d'étude, par les apprentissages précédents, les prérequis et le contrat didactique qui lie les démarches des élèves d'une même classe. Toutefois, selon Raymond Duval (1994, p.122) : « Un apprentissage véritable de la manière mathématique de regarder une figure ne peut donc pas être mise en place si l'on ne prend pas spécifiquement en compte chacun de ces quatre types d'appréhension ».

De plus, pour que les élèves apprennent à écrire des programmes de construction associés à des figures géométriques, plusieurs prérequis sont nécessaires (Pierrard, 2004) dont notamment : la connaissance des figures simples mises en jeu, la capacité à les identifier et les analyser, la connaissance de textes associés à des figures complexes (modèles) et la compétence pour lire et suivre un texte injonctif de construction d'une figure.

1.4 Cadre institutionnel : les programmes 2018

Référence au socle :

La résolution de problème est au cœur de l'enseignement des mathématiques : « Les notions mathématiques étudiées prendront tout leur sens dans la résolution de problèmes qui justifie leur acquisition ». Les notions en mathématiques sont « mobilisées dans la résolution de problème » (MEN, 2015, p.3) car elles forment un langage pour penser et communiquer (domaine 1 du socle commun). La production de programmes de construction se fait par essais-erreurs dans une « recherche libre » comme requis dans le domaine 4 (les systèmes naturels et les systèmes techniques). De plus « L'étude des figures géométriques du plan [...] à partir d'objets réels apprend à exercer un contrôle des caractéristiques d'une figure pour en établir la nature grâce aux outils de géométrie et non plus simplement par la reconnaissance de forme » (Ibid, p.6).

Les langages forment le premier des cinq domaines du socle. Cela souligne l'importance qui lui est accordée par l'institution. Ce domaine est lui-même découpé en quatre objectifs « qui doivent chacun être évalués de manière spécifique » (MEN, 2015). Deux d'entre eux nous intéressent ici particulièrement :

✓ Comprendre, s'exprimer en utilisant la langue française à l'écrit et à l'oral ;

Dans ce cas, l'élève va travailler ses compétences orales notamment l'argumentation et l'adaptation à une situation d'oral particulière qu'est le débat mathématique.

✓ Comprendre, s'exprimer en utilisant les langages mathématiques, scientifiques et informatiques ;

En effet, un langage propre aux mathématiques est développé par l'élève. Il comprend et emploie des termes et des représentations formelles spécifiques qui sont ici liés au domaine de la géométrie.

Enseignement des mathématiques :

Les programmes du cycle 3 (MEN, 2018 a, p.100) mettent l'accent sur la résolution de problèmes en mathématique comme « critère principal de la maîtrise des connaissances dans tous les domaines des mathématiques ». De même qu'« au cycle 2, la résolution de problèmes est au centre de l'activité mathématique des élèves » (MEN, 2018 b, p.65). C'est aussi la résolution de problèmes qui « garantit le sens » de ces apprentissages. Les programmes de construction relèvent de « problèmes issus d'un contexte interne aux mathématiques », ils sont reliés à plusieurs notions et « ne comportent pas forcément une seule solution ». Leur élaboration se fait par « des recherches à tâtonnements ». Dans le domaine « espace et géométrie » du programme (Ibid, p.107), on trouve

explicitement : « Réaliser, compléter et rédiger un programme de construction d'une figure plane. », phrase qu'on retrouve dans les repères de progression de CM1 et CM2 de décembre 2018.

La production et l'exécution d'un programme de construction sont donc en accord avec les demandes institutionnelles.

1.5 Méthodologie envisagée a priori

La méthodologie que nous avons envisagée pour répondre à notre questionnement a consisté dans un premier temps à faire l'analyse de la bibliographie constituée, présentée dans les chapitres précédents, et notamment des travaux de recherche sur les activités langagières et sémiotiques au sein de groupes de travail cherchant à écrire un programme de construction en géométrie. Nous avons identifié les variables pédagogiques et didactiques qui interviennent dans les activités langagières des élèves et dans leur interaction au sein du groupe. Deux niveaux de classe, CE2 et CM2 étant concernés par ce travail de recherche, nous avons conçu une progression de séances adaptée à chacun d'eux et mettant en œuvre différentes variables. Dans le même temps, nous avons déterminé plus précisément la taille des groupes, binômes pour les CE2 et groupes de trois pour les CM2, pour ne pas trop complexifier la tâche de gestion des interactions pour les élèves. De façon pragmatique, nous avons limité l'échantillon de notre étude à un groupe par niveau, groupes avec lesquels nous avons réalisé trois vidéos, soit un total de six vidéos de plus de dix minutes chacune. Enfin, nous avons conçu, sur base de notre bibliographie, des grilles d'analyse non seulement des interactions langagières et sémiotiques au sein des groupes émetteurs, mais aussi de leur productions (description d'une figure complexe sous forme de programme de construction).

Au final, nous avons opté pour une double grille d'analyse des échanges filmés, ce qui permet, en découpant les séances en épisodes, de catégoriser ces phases d'interaction entre élèves afin d'appréhender d'une part le niveau de coopération du groupe et de déterminer d'autre part si la sphère individuelle a été dépassée et si les élèves sont entrés dans le débat mathématique. Inspirés des travaux de recherche tels que ceux du projet SPRING (Baines, Rubie-Davis & Blatchford, 2009) qui classent les interactions en 8 catégories telles que l'absence d'échanges, les discussions hors propos, procédurales, conflictuelles, collaboratives etc., ou encore la classification en 4 catégories d'échanges langagiers les phases de discussion collaborative : les opérations d'expansion, de contraction, d'étayage et de reformulation (Baker, 2008), les critères d'analyse que nous avons retenus permettent de classer et de comparer les situations filmées.

Tableau 1 : Grille d'analyse générale des interactions

Grille d'analyse générale des interactions langagières au sein des groupes de travail										
Code des types d'interactions :										
Code	Type d'interactions	Code	Type d'interactions							
1	Discussion hors propos	5	Discussion conflictuelle pour défendre sa position sans recherche de compromis							
2	Discussion collaborative	6	Temps de rédaction sans discussion							
3	Discussion métacognitive sur le fonctionnement du groupe	7	Discussion procédurale relative à la production finale							
4	Partage d'informations sans raisonnement ou justification	8	Absence de discussion et d'autres actions							
L'analyse de la vidéo commence au moment où les élèves découvrent la figure qu'ils ont à décrire. Les phases de discussion collaborative sont détaillées dans la 2 ^e grille en page suivante.										
Timing vidéo	Durée (s)	Type d'interactions								Observations Remarques
		1	2	3	4	5	6	7	8	
2'20 – 3'00	40								X	Les élèves (A et B) observent la figure.
3'01 – 3'16	16	X								

Cette grille permet d'appliquer un premier filtre sur les vidéos et d'isoler notamment les temps spécifiques de débat mathématique qui sont analysés plus finement avec la 2^e grille.

Ainsi, nous avons adapté les critères de classification rapportés par le bulletin de veille de l'Ifé n°114 (2016) à propos du projet du projet SPRING à notre situation. Après analyse des premières vidéos, nous avons notamment remplacé la catégorie 6, initialement celle relative à la lecture à haute voix de l'énoncé, qui n'avait pas de raison d'être dans notre situation, par une catégorie relative aux temps de rédaction du programme, qui coupent les discussions et qui nous ont rapidement semblé occuper un espace important. Les catégories retenues pour séquencer les discussions collaboratives sont quant-à-elles celles de Baker (*Ibid*) :

Tableau 2 : Grille d'analyse des discussions collaboratives

Grille d'analyse des discussions collaboratives							
Type d'opérations cognitives – langagières							
Code des opérations cognitives - langagières :							
Code	Type d'opérations	Code	Type d'opérations				
A	Opérations d'expansion	C	Opérations d'étagage				
B	Opérations de contraction	D	Opérations de reformulation et de synthèse				
Timing vidéo	Durée (s)	Type d'opérations				Observations Remarques	
		A	B	C	D		
3'01 – 3'16	16	X				A a pris la figure devant lui et apporte un premier élément. Il propose de commencer par tracer un rectangle ABCD. B commence à écrire sans parler, alors qu'on ne les voit à aucun moment se partager les rôles dans le groupe.	

La grille d'analyse des productions des groupes (voir le tableau 3 ci-dessous) permet de combiner l'analyse de l'approche mathématique (figures simples identifiées, propriétés mobilisées, lien entre ces sous-figures, vocabulaire adapté) à celles des aspects sémantiques (cohérence et pertinence du texte, principes d'économie et de complétude), pragmatiques et morphosyntaxiques (Pierrard, 2004).

Cette grille d'analyse est divisée en trois parties. Ces parties caractérisent chacune l'une des trois opérations nécessaires à la production d'un programme de construction. Ces opérations sont définies par Denis Apothéloz et citées par M. Grandaty (2001) :

- ✓ « Les opérations de découpage de l'objet qui reposent sur l'identification du tout et des sous-parties et sur leur désignation (approche mathématique),
- ✓ Les opérations de sélection des informations relatives à cet objet global et à ses sous-parties (aspect sémantique),
- ✓ Les opérations d'ordonnement de ces informations (aspects pragmatiques et morphosyntaxiques). »

La grille d'analyse reprend ces trois opérations et les subdivise en questions évaluables par l'enseignant. Cette grille se veut adaptable à chaque situation et peut répondre aussi bien au cycle 2 qu'au cycle 3.

Tableau 3 : Grille d'analyse des programmes de construction

Grille d'évaluation de programmes de construction (Pierrard, 2004)

Groupe séance	Analyse de la figure complexe (approche mathématique)				Choix des informations (aspect sémantique)				Caractéristiques du texte (aspects pragmatiques et morphosyntaxique).	
	« Figures simples identifiées »	« Propriétés mobilisées »	« Relations lient ces sous-figures (direction des droites, égalité des mesures, utilisation de points	« Vocabulaire adapté d' un point de vue géométrique »	« Texte cohérent »	« Texte complet et autosuffisant »	« Texte pertinent (correspond à 1 figure) »	« Texte économique (pas d' info inutiles) »	« Texte en adéquation avec la situation de communication »	« Respect des critères du type de texte (prescriptif ou descriptif) »
CE2 Séance 1										
CE2 Séance 2										
CE2 Séance 3										
CM2 Séance 1										
CM2 Séance 2										
CM2 Séance 3										

Le tableau se complète en fonction du groupe et de sa figure.

Pour l'approche mathématique, quatre critères sont évalués. Le premier est l'identification des figures simples composants la figure complexe. Par exemple, en se référant aux repères de progressivité de CE2, on peut attendre des figures telles que le carré, le rectangle, le triangle rectangle, le cercle. Au CM2, on peut rajouter les triangles isocèles et équilatéraux ainsi que le losange. Le second critère évalue les « propriétés mobilisées ». Ces propriétés permettent de caractériser les figures à construire. On peut retrouver la perpendicularité, l'alignement des points, la symétrie, le parallélisme. Le troisième critère fait appel aux relations entre les sous-figures de la figure complexe. Ces relations peuvent être de l'ordre de l'orientation et de la position au cycle 2, puis la direction des droites, l'égalité de mesures, des points, etc., pour le cycle 3. Enfin le vocabulaire attendu doit être celui de la géométrie. On attend des élèves un vocabulaire précis et adapté.

Pour l'aspect sémantique il s'agit d'évaluer si l'élève a prélevé les bonnes informations de l'objet global et a réussi à les restituer. Quatre points sont évalués. D'abord le texte doit être cohérent, il ne doit pas mélanger des cadres différents du savoir. On attend un texte compréhensible sans incohérences. Ensuite le texte doit être complet. Il ne doit pas être nécessaire d'y apporter de précisions pour le comprendre. Ces deux premiers aspects ne tiennent pas compte de l'exactitude du résultat mais seulement de l'aspect sémantique du texte. Ensuite, le texte doit être pertinent. Une et une seule figure doit pouvoir être construite à partir de celui-ci. Un texte pouvant conduire à la construction de plusieurs figures ne répondrait pas à ce critère d'évaluation. Ce critère tient compte du résultat produit par le texte. Enfin le texte doit être économique. Les informations qui y figurent ne doivent pas se répéter ni être inutiles. Le texte se veut concis.

Les aspects pragmatiques et morphosyntaxiques forment la dernière partie de la grille d'évaluation. Cette partie évalue d'une part l'adéquation du texte avec la situation de communication. Ici les élèves s'adressent à d'autres élèves qui devront reproduire une figure complexe dans le cadre d'un travail en classe. On attend un texte clair simple et lisible sans autre forme de communication que lui-même. D'autre part, le texte du programme de construction est un texte prescriptif. On attend que le texte mette en évidence une succession d'étape, qu'il utilise « des verbes d'action » (tracer, construire, ...), qu'il y ait « une continuité dans l'utilisation de la personne et du mode de conjugaison des verbes. ». Un texte descriptif nécessite pour le lecteur de se forger une image de la figure pour pouvoir la tracer, ce qui rend le type de texte inadapté à un programme de construction.

A priori, la méthodologie que nous avons envisagée consiste ensuite à croiser les données issues de ces grilles, à faire le lien entre la qualité des échanges au sein du groupe émetteur et le programme de construction produit, et à essayer d'y repérer des éléments nous permettant quelques nouvelles supputations et hypothèses sur les liens entre coopération entre élèves et apprentissages en géométrie.

C'est pourquoi, afin de croiser les données qualitatives issues de la grille d'analyse des programmes avec celles issues des grilles d'analyse des vidéos, nous avons décidé d'attribuer une note aux productions des groupes. Chacun des dix critères d'analyse des programmes pourra ainsi rapporter deux points pour une note totale sur vingt. Les points seront attribués comme suit :

- ✓ 0 : le critère n'est pas réussi. Par exemple, si le texte est incomplet et que le programme n'est pas réalisable, le critère « texte complet et autosuffisant » n'est pas réussi et une note de 0 / 2 lui est attribuée.
- ✓ 1 : le critère est partiellement réussi mais certains éléments sont absents. Par exemple, seules certaines propriétés géométriques ont été identifiées mais d'autres, pourtant importantes, ne l'ont pas été. ; le critère « propriétés mobilisées » est partiellement réussi et une note de 1 / 2 lui est attribué.
- ✓ 2 : le critère est réussi. Par exemple, toutes les figures simples qui composent la figure complexe sont identifiées ; le critère « figures simples identifiées » est réussi ; une note de 2 / 2 lui est attribué.

Enfin, il est à noter que la figure produite par le groupe récepteur ne fera pas l'objet d'une analyse fine. En effet, la figure peut être correctement réussie malgré un programme erroné, par effet de contrat didactique notamment. On peut s'attendre à des formulations incorrectes du point de vue mathématique mais réinterprétées par le groupe récepteur, interprétations liées aux habitudes des pratiques de géométrie en classe. D'autre part, de nombreuses raisons pourraient expliquer des erreurs conduisant à la production d'une figure ne correspondant pas fidèlement au programme. On peut citer : une mauvaise lecture du programme, une confusion dans des termes utilisés, des erreurs lors de tracés ou de mesures liées à une mauvaise utilisation des instruments de géométrie. Ainsi, il n'y a pas de lien suffisamment direct entre la qualité des activités langagières au sein du groupe émetteur et la réussite du tracé de la figure par le groupe récepteur.

PARTIE 2 : EXPERIMENTATION / ANALYSE A PRIORI

La situation analysée dans ce document a été organisée en fin de troisième période et en début de quatrième, à l'école élémentaire Paul Langevin de Sète, dans la classe de CE2 et CM2 cogérée par M. B., en même temps Directeur de l'école, et S.M., PES, en charge des lundis et mardis. L'école compte 12 classes du CP au CM2 pour un total de 303 élèves. La classe compte 26 élèves dont 17 élèves de CE2 (10 filles et 7 garçons) et 9 CM2 (4 filles et 5 garçons), dont l'un bénéficie d'un Assistant Vie Scolaire (AVS) qui n'était pas présent lors des séances. Tous les élèves ont participé à l'apprentissage proposé mais seul un binôme de CE2 (2 garçons) et un trinôme de CM2 (2 filles et 1 garçon) ont été filmés à trois reprises et sont donc concernés par l'expérimentation.

Les trois séances au cours desquelles les vidéos ont été réalisées s'inscrivent dans le cadre d'une séquence de sept séances ici succinctement présentées mais consultables en détail en annexe 2.

2.1 La séquence d'apprentissage

Titre : Programmes de construction de figures complexes

Objectif : Écrire de façon collaborative un programme cohérent de construction d'une figure géométrique complexe composée de figures simples connues.

La séquence a été élaborée en deux fois. La première partie, comprenant les trois séances mises en œuvre au cours de la période 3, a d'abord été construite de la façon suivante :

Tableau 4 : La séquence – 1^e partie

Séance Date	Phase	Objectif spécifique	Observations
1 04/02/19	Découverte d'un programme	Construire une figure complexe connue (un tangram) à partir d'un programme	Ecriture d'un programme simplifié en dictée à l'adulte.
2 11/02/19	Entraînement et structuration	Lire un programme pour construire une figure complexe inconnue	Suivi d'un programme sans voir la figure.
3 18/02/19	1 ^e recherche	Écrire, en groupe, un programme pour construire une figure complexe : décrire pour construire	Réalisation des deux premières vidéos (1 CE2 et 1 CM2).

Il est à noter que lors de ces premières vidéos, seuls les critères de réussite ont été communiqués aux élèves, sans aucune consigne de fonctionnement du groupe. Et bien que cela n'était initialement pas prévu, les vidéos ont été visionnées par les groupes le jour même, ce qui a par la suite influencé le fonctionnement, notamment des groupes de CM2.

De plus, à l'issue de cette première partie, nous avons constaté que :

- ✓ Le temps imparti à la 3^e séance avait été sous-estimé et n'avait pas permis aux élèves de tirer les leçons de leur première recherche, alors qu'il était primordial de prendre ce temps de structuration avant de passer à la recherche suivante.
- ✓ La période de vacances scolaires coupait la séquence en deux et éloignait de trois semaines la séance suivante.

Ce constat, ainsi que la progression du travail d'exploration bibliographique, ont conduit à la conception de la deuxième partie de la séquence, réalisée en période 4 et comprenant quatre séances, dont la première consistait, à travers un tissage important, à analyser un corpus choisi de quelques productions (figure initiale – programme écrit par un groupe émetteur – figure tracée par le groupe récepteur) de la séance précédant les vacances :

Tableau 5 : La séquence – 2^e partie

Séance Date	Phase	Objectif spécifique	Observation
4 11/03/19	Structuration et consolidation	Écrire un programme pour décrire une figure complexe : maîtriser le type d'écrit spécifique	Retour sur la 1 ^e recherche et suivi d'un nouveau programme.
5 18/03/19	2 ^e recherche et consolidation	Écrire, en groupe, un programme pour construire une figure complexe : décrire pour construire	Réalisation de deux vidéos (1 CE2 et 1 CM2).
6 25/03/19	Structuration et consolidation	Connaitre les étapes de construction d'un programme dont les tracés intermédiaires	Retour sur la 2 ^e recherche et constitution de la trace écrite.
7 01/04/19	3 ^e recherche et structuration finale	Écrire, en groupe, un programme pour construire une figure complexe – décrire pour construire	Réalisation de deux vidéos (1 CE2 et 1 CM2).

Lors des 4^e et 6^e séances, il a été constaté que les programmes écrits par les groupes émetteurs étaient parfois difficilement lisibles, notamment du fait d'ajouts successifs d'informations les uns sur les autres. Il a donc été décidé d'ajouter 5 minutes à cette phase de l'activité, pour permettre aux groupes de tester leur programme et de le réécrire proprement.

Au total, six vidéos, dont quatre d'une durée de 10 minutes environ et deux d'une durée de 15 minutes, devront être enregistrées et faire l'objet d'une analyse spécifique pour cette recherche, ainsi que les productions associées des élèves.

2.2 L'analyse a priori

Pour pouvoir entrer dans une démarche de description d'une figure complexe composée de plusieurs figures simples, les élèves doivent avoir des connaissances et des compétences sur ces figures :

2.2.1 Les prérequis en géométrie

Ces connaissances et compétences ont été travaillées au cours des 3 premières périodes :

Tableau 6 : Les prérequis

Prérequis	CE2	CM2
Manipuler les instruments de géométrie : règle, équerre et compas.	Dessiner un triangle quelconque de dimensions données avec un compas et une règle.	Dessiner un triangle quelconque, isocèle et équilatéral, de dimensions données, avec un compas et une règle.
	Dessiner un triangle rectangle, un rectangle et un carré sur papier uni avec une équerre et une règle.	
Connaître les polygones	Un polygone est une figure fermée qui peut se tracer à la règle.	
Connaître les triangles (Polygones particuliers à 3 côtés)	Triangle quelconque : 3 côtés et 3 sommets Triangle rectangle : 3 côtés et 3 sommets dont l'un est formé d'un angle droit	
		Triangle isocèle : 3 côtés dont 2 de mêmes longueurs, 3 sommets, dont 2 angles égaux Triangle équilatéral : 3 côtés de mêmes longueurs, 3 sommets formés de 3 angles égaux
Connaître les quadrilatères (polygones particuliers à 4 côtés)	Les quadrilatères ont 4 côtés. Carré : 4 côtés de même longueur, 4 angles droits Rectangle : côtés opposés de même longueur (appelés longueurs et largeurs), 4 angles droits	
		Les quadrilatères ont 4 côtés. Carré : 4 côtés de même longueur, 4 angles droits, côtés opposés parallèles 2 à 2. Rectangle : côtés opposés de même longueur (appelés longueurs et largeurs), 4 angles droits, côtés opposés parallèles 2 à 2. Losange : 4 côtés de même longueur, parallèles 2 à 2. Les diagonales sont des segments qui rejoignent 2 sommets non consécutifs d'un polygone.
Connaître les figures complexes	Une figure complexe est une figure composée de plusieurs figures simples. Reconnaître (en utilisant les instruments de géométrie) les figures simples connues (voir ci-dessus) composant une figure complexe. Reproduire une figure complexe (tangram).	
Connaître le langage et les codes mathématiques adéquates	CE2 et CM2 : Lexique de géométrie. Notions d'angle droit et de milieu d'un segment. Droite (AB), segment [AB]. Triangle ABC, rectangle ABCD etc. : ces lettres représentent les sommets consécutifs de ces polygones. CM2 : Notions de perpendicularité et de parallélisme.	

Tous ces prérequis n'ont pas fait l'objet d'évaluation sommative. Toutefois, les bilans réalisés sur les

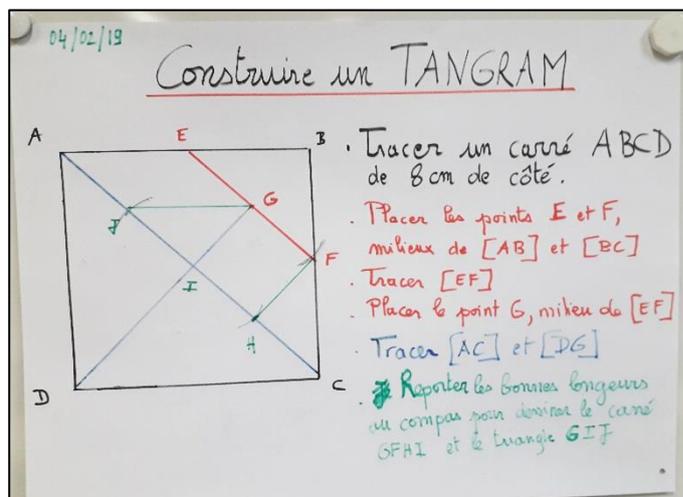
polygones ont montré une bonne connaissance des élèves sur les triangles et les quadrilatères particuliers. La précision dans le tracé d'un angle droit, pour le dessin d'un carré ou d'un rectangle par exemple, donne toujours du fil à retordre à de nombreux élèves mais cette compétence n'est pas mise à l'épreuve pour la rédaction d'un programme de construction.

A priori, les points principaux qui pourraient donc poser des difficultés aux élèves lors de cette expérimentation sont d'un point de vue des mathématiques d'une part, la décomposition d'une figure complexe en figures simples ainsi que le séquençage ordonné de sa reproduction ; et d'autre part, d'un point de vue langagier, la formulation d'un écrit répondant à des procédés spécifiques (*ponctuation, verbes à l'infinitif et compléments du verbe, compléments circonstanciels...*) et nécessitant de faire appel à un lexique mathématique précis.

2.2.2 La découverte des programmes de construction

Afin de mettre les élèves en situation de réussite, la séquence a été introduite par deux séances de découverte des programmes de construction en géométrie (voir en annexe 2), dont la trace écrite – le programme de construction d'une figure connue – servira de support / modèle aux élèves lors des deux premières séances filmées.

Lors de la première séance de découverte d'un programme de construction en géométrie, les élèves des deux niveaux de classe ont été amenés à reproduire une figure complexe connue : le tangram. Après un temps individuel de réflexion, les élèves ont proposé au PE une méthode pour en dessiner un de 8 cm de côté. Le PE, en dictée à l'adulte, en a réalisé l'affiche suivante :



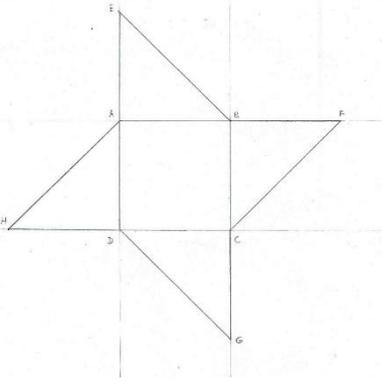
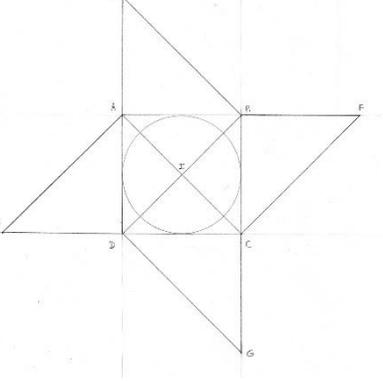
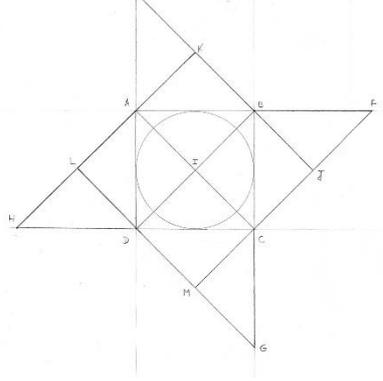
A noter qu'en dehors du tracé du carré extérieur et de la diagonale AC, un étayage important a été nécessaire pour le reste du programme, très peu d'élèves ayant remarqué par eux-mêmes que les points E et F se trouvaient au milieu de leurs côtés respectifs.

Sur base de ce support, 100% des élèves ont réussi à tracer un tangram, de façon plus ou moins précise, mais seul un peu plus de la moitié est parvenu, après l'avoir découpé, à reproduire une figure sans avoir l'aide de sa décomposition (appelée « corrections » dans la fiche de préparation de la séance en annexe 2, où se trouvent aussi quelques productions d'élèves).

En fin de séance, les élèves ont eu l'opportunité de s'exprimer pour qualifier ce type d'écrit. Leur propos, notés au tableau, ont été : « - Ça ressemble à une notice - des instructions - une notice de montage - une recette de cuisine ». Le terme « programme de construction en géométrie » a été introduit.

La séance suivante a permis aux apprenants de s'entraîner au suivi d'un programme de construction d'une figure complexe. Le jeu qu'il leur a été proposé consistait donc à tracer une figure complexe inconnue, sans la voir.

Tableau 7 : Suivi d'un programme de construction

Exemple de programme de construction d'une figure complexe		
<p>Partie 1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tracer un carré ABCD de 5 cm de côté. ✓ Tracer un triangle ABE, rectangle en A, tel que le point A soit le milieu de [ED]. ✓ Tracer un triangle BCF, rectangle en B, tel que le point B soit le milieu de [AF]. ✓ Tracer un triangle CDG, rectangle en C, tel que le point C soit le milieu de [BG]. ✓ Tracer un triangle DAH, rectangle en D, tel que le point D soit le milieu de [CH]. 	<p>Partie 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tracer les diagonales du carré ABCD. ✓ Nommer I leur point d'intersection. ✓ Tracer un cercle de centre I et de rayon 2 cm et 5 mm. 	<p>Partie 3 :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tracer les carrés CIBJ, BIAK, AIDL et DICM.
<p>Figure associée (que les élèves ne voient pas) :</p> 	<p>Figure associée :</p> 	<p>Figure associée :</p> 

Pour les CE2, le seul critère de réussite consistait à tracer la figure de la première étape. Bien sûr, ceux qui y parvenaient avant la fin du temps imparti pouvaient, après validation par le PE, poursuivre sur l'étape 2 puis la suivante. Pour les CM2, le critère de réussite initial était le tracé des deux premières étapes. L'étape 3 étant « réservée aux champions » ayant surmonté les étapes précédentes.

L'évaluation des productions des élèves montre qu'une majorité d'entre eux est entrée dans l'activité et a été motivée par un esprit de compétition, certainement lié à l'étape « réservée aux champions ».

Tableau 8 : Evaluation des productions (suivi d'un programme)

Critère de réussite		Nombre d'élèves par niveau de classe		% moyen
		CE2 (/16)	CM2 (/9)	(/25)
Niveau 1 en cours		1	2	12%
Niveau 1 atteint	Critère de réussite CE2	1	1	8%
Niveau 2 atteint	Critère de réussite CM2	6	1	28%
Niveau 3 atteint	Champions	8	5	52%
Total :		16	9	100%

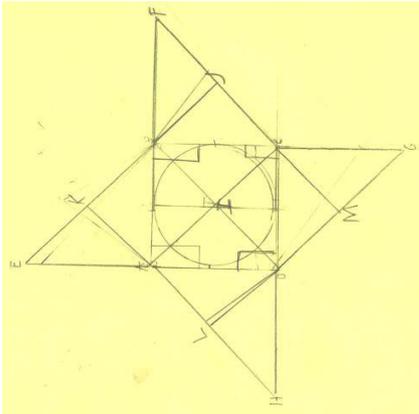
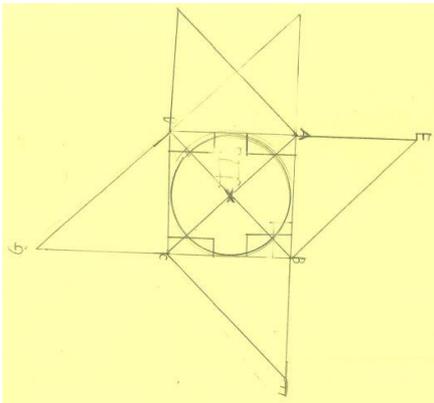
(1 élève absent, 25 présents : 9 CM2 et 16 CE2)

Quatre élèves sont toutefois passés à côté de l'apprentissage proposé : 1 élève de CE2 n'a pas totalement réussi l'exercice proposé pour son niveau de classe, et 3 CM2 n'ont pas non plus réussi le leur, dont 2 qui n'ont pas atteint le niveau CE2.

Cette évaluation, ainsi que la situation de l'élève absent ce jour-là, ont donc été prises en compte dans la constitution des groupes pour la séance suivante, celle de la première expérimentation. Les 3 CM2 en difficulté sur cet apprentissage ont notamment été répartis dans chacun des trois trinômes.

Ainsi, il est pertinent d'observer que les productions des élèves ayant par la suite participé à l'expérimentation sont les suivantes :

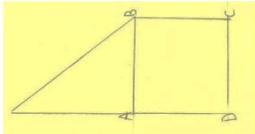
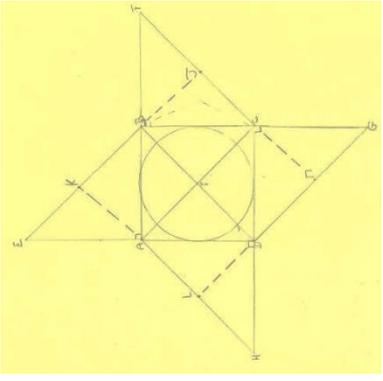
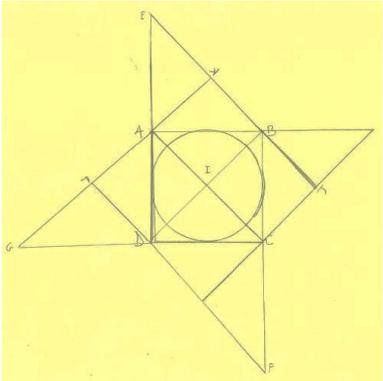
Tableau 9 : Productions du binôme des CE2 – Suivi d'un programme

Productions des élèves du binôme de CE2 – 11/02/19	
<p>Elève A :</p> 	<p>Elève B :</p> 

Malgré quelques imprécisions de tracés dans la dernière étape, liées en partie à la précipitation, l'élève A fait partie des champions. L'élève B, après une reprise du tracé du dernier triangle rectangle de l'étape 1, a atteint le niveau 2, initialement requis pour les CM2. Le binôme constitué

pour l'expérimentation est donc composé de deux élèves ayant dépassé les prérequis jugés nécessaires, en termes de compréhension d'un programme de construction en géométrie, pour s'engager à leur tour dans la rédaction d'un texte de ce type.

Tableau 10 : Production du trinôme de CM2 – Suivi d'un programme

Productions des élèves du trinôme de CM2 – 11/02/19		
Elève A :	Elève B :	Elève C :
		

L'élève A³ est l'un des 2 CM2 n'ayant pas dépassé le niveau 1 alors que l'élève B des CM2 fait partie des nombreux champions. L'élève C fait aussi partie de ceux qui ont réalisé les 3 étapes ; il n'avait toutefois pas demandé la validation du PE à chacune d'entre elles et l'on peut constater que les dimensions des triangles rectangles ne sont pas respectées. La mention « tel que le point soit au milieu de » ne semble pas comprise. Ainsi, ce trinôme forme un groupe bien plus hétérogène que ne l'est celui des CE2, ce qui pourra peut-être influencer le résultat de notre recherche.

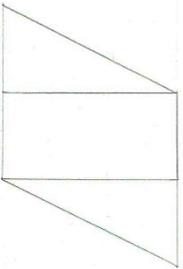
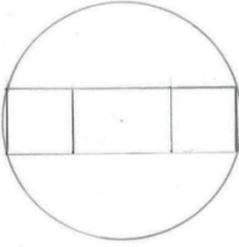
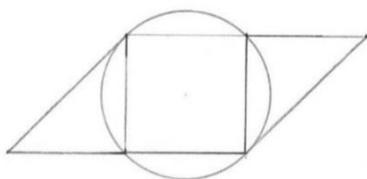
2.2.3 Les variables didactiques

L'une des difficultés dans le montage de cette séquence consistait ensuite à placer les élèves dans des situations de recherche similaires au cours des trois séances filmées, alors même que leurs compétences et que leurs connaissances évoluaient au fil des séances. Plusieurs variables didactiques ont donc été mises en œuvre. Les figures choisies, outre qu'elles devaient être variées, cherchaient donc à proposer une augmentation des difficultés, spécifiques à chacun des deux niveaux de classe, que les élèves étaient supposés rencontrer dans leurs descriptions. Ainsi, la complexité des figures retenues constitue l'une des principales variables didactiques prévues dans cette séquence.

³ Plus que de réelles difficultés d'apprentissages, des éléments extérieurs à l'école handicapent ces derniers temps cet élève dans sa mise en activité et dans le maintien de sa concentration dans la durée.

Les figures proposées

Tableau 11 : Analyse des figures proposées – CE2

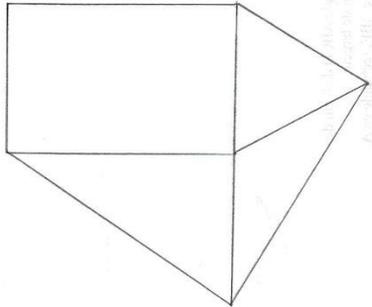
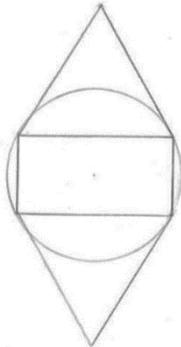
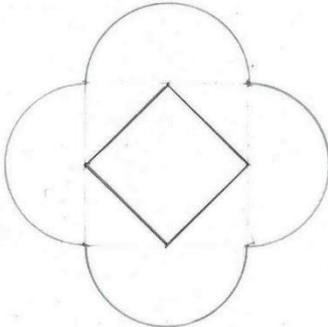
Analyse des figures proposées – binôme CE2		
Expérimentation 1 (séance 3)	Expérimentation 2 (séance 5)	Expérimentation 3 (séance 7)
<p><i>Figure 3 : 1^e figure CE2</i></p> 	<p><i>Figure 4 : 2^e figure CE2</i></p> 	<p><i>Figure 5 : 3^e figure CE2</i></p> 
<p><u>Programme envisagé :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tracer un rectangle ABCD de 8 cm de longueur et 4 cm de largeur 2. Tracer un triangle ABE, rectangle en A, tel que A soit le milieu de [DE] 3. Tracer un triangle CDF, rectangle en C, tel que C soit le milieu de [BF]. 	<p><u>Programme envisagé :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tracer un rectangle ABCD de 3 cm de longueur et 2 cm de largeur 2. Tracer un carré BEFC, extérieur au rectangle 3. Tracer un carré GADH, extérieur au rectangle 4. Tracer les diagonales du rectangle 5. Nommer I leur point d'intersection 6. Tracer le cercle de centre I et de rayon [IF] 7. Effacer les diagonales 	<p><u>Programme envisagé :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tracer un carré ABCD de 3 cm de côtés 2. Tracer un triangle BEC, rectangle en B, tel que B soit le milieu de [AE] 3. Tracer un triangle ADF, rectangle en D, tel que D soit le milieu de [CF] 4. Tracer les diagonales du carré 5. Nommer I leur point d'intersection 6. Tracer le cercle de centre I et de rayon [IA] 7. Effacer les diagonales

Suivant les programmes envisagés, les difficultés de description de la première figure sont a priori de trois ordres :

- ✓ L'identification des figures simples connues des CE2, à savoir 3 polygones : 1 rectangle et 2 triangles rectangles ;
- ✓ Le séquençage possible du programme en trois étapes ;
- ✓ Le lexique de la géométrie et des expressions comme « tel que » et « au milieu de ».

Les difficultés supplémentaires introduites par la deuxième figure sont relatives à l'introduction du cercle et d'un tracé intermédiaire, pour trouver le centre du cercle, conduisant à un séquençage du programme en 7 étapes, ainsi qu'au besoin d'utiliser des termes comme « centre », « rayon », « extérieur » ou encore « diagonale ». Les difficultés de la troisième figure sont quant à elles identiques à celles de la deuxième.

Tableau 12 : Analyse des figures proposées – CM2

Analyse des figures proposées – trinôme CM2		
Expérimentation 1	Expérimentation 2	Expérimentation 3
<p><i>Figure 6 : 1^e figure CM2</i></p> 	<p><i>Figure 7 : 2^e figure CM2</i></p> 	<p><i>Figure 8 : 3^e figure CM2</i></p> 
<p><u>Programme envisagé :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tracer un rectangle ABCD de 6 cm de longueur et de 4 cm de largeur 2. Tracer un triangle équilatéral BCE extérieur au rectangle 3. Tracer un triangle CDF, rectangle en C, tel que C soit le milieu de [BF] 4. Tracer le segment [EF] 	<p><u>Programme envisagé :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tracer un rectangle ABCD de 4 cm de longueur et 2 cm de largeur 2. Tracer un triangle équilatéral AEB, extérieur au rectangle 3. Tracer un triangle équilatéral CFD, extérieur au rectangle 4. Tracer les diagonales du rectangle 5. Nommer I leur point d'intersection 6. Tracer le cercle de centre I et de rayon [IA] 7. Effacer les diagonales 	<p><u>Programme envisagé :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tracer un carré ABCD de 4 cm de côtés 2. Placer E, F, G et H aux centres respectifs des segments [AB], [BC], [CD] et [DA] 3. Tracer le demi-cercle de centre E, de rayon [EB], extérieur au carré 4. Reproduire le tracé du point 3. sur les 3 côtés du carré 5. Tracer les segments [EF], [FG], [GH] et [HE] 6. Effacer les segments [AB], [BC], [CD] et [DA]

Concernant les CM2, les difficultés de description de la première figure sont, elles-aussi a priori, de trois ordres :

- ✓ L'identification des figures simples connues des CM2, à savoir 4 polygones : 1 rectangle, 1 triangle rectangle, 1 triangle isocèle et 1 triangle équilatérale ;
- ✓ Le séquençage possible du programme en quatre étapes ;
- ✓ Le lexique de la géométrie et des expressions comme « tel que », « au milieu de » et « extérieur » ;

Les difficultés supplémentaires introduites par la deuxième figure sont relatives à l'introduction du cercle et d'un tracé intermédiaire, pour trouver le centre du cercle, conduisant à un séquençage du programme en 7 étapes, ainsi qu'au besoin d'utiliser des termes comme « centre », « rayon » ou encore « diagonale ». Les difficultés supplémentaires de la troisième figure sont relatives au demi-cercle et à l'introduction d'une figure simple intermédiaire « invisible ».

A noter tout de même que chaque séance est conçue pour démarrer par des découvertes collectives et spécifiques aux nouvelles notions abordées, avant la phase d'entraînement qui intéresse l'expérimentation.

Les autres variables didactiques : les supports et les consignes

Outre cette évolution des figures et des difficultés pour les décrire, les consignes données aux élèves ainsi que les supports qui leur seront accessibles, ont eux-aussi été prévus pour évoluer au cours des séances.

Ainsi, les supports accessibles aux élèves lors des 2 premières expérimentations étaient :

- ✓ Les affichages de la classe, et notamment ceux sur les polygones ainsi que l'affiche sur la construction du tangram, réalisée en classe en 1^e séance : on constate que le binôme de CE2 se réfère à ces supports à au moins deux reprises ;
- ✓ Les sous-mains plastifiés dont disposent les élèves : celui des CM2 est plus complet, notamment sur les triangles particuliers, que les affichages de classe, et l'on constate que le trinôme des CM2 s'y réfère à chacune des trois expérimentations.
- ✓ L'exemple du programme suivi lors de la 2^e séance qui était projeté au tableau.

De plus, lors de la troisième expérimentation, les élèves bénéficiaient aussi de la trace écrite consécutive aux séances 4 et 6 au cours desquelles les élèves ont cherché à analyser leurs productions des séances précédentes :

Ecrire un programme de construction d'une figure complexe :

1/ Décomposer la figure complexe en plusieurs figures simples en les mesurant (dimensions et angles droits) **et en ajoutant des tracés intermédiaires si nécessaire,**

2/ Nommer les sommets des polygones (sommets successifs dans l'ordre de l'alphabet),

3/ **Pour les cercles et demi-cercles : nommer et indiquer l'emplacement de leur centre, en passant par des tracés intermédiaires si nécessaire, puis indiquer leur rayon (dimension ou segment),**

4/ Décomposer le programme en plusieurs étapes successives,

5/ Ecrire le programme sous la forme d'un texte prescriptif (verbes à l'infinitif),

6/ **Être précis sur le sens ou l'orientation des figures simples les unes par rapport aux autres** (Ex : de part et d'autre du segment [AB], à l'extérieur du carré, à l'intérieur de...) ainsi que sur leurs dimensions,

7/ **Tester son programme (en le réalisant soi-même) et le corriger,**

8/ **Réécrire le programme lisiblement en n'oubliant pas l'étape pour effacer les tracés intermédiaires.**

Sur l'encart précédent, les parties en noir concernent les apprentissages de la 1^e expérimentation alors que les parties en bleu concernent ceux identifiés suite à la 2^e. Chaque élève disposait d'une copie de cette trace écrite pour la dernière expérimentation.

Les consignes ont quant-à-elles évolué de la façon suivante :

Tableau 13 : Evolution des consignes

Evolution des consignes – dispositif commun CE2 et CM2		
Expérimentation 1	Expérimentation 2	Expérimentation 3
<p><u>Consignes orales :</u></p> <p>1/ A partir de l'observation d'une figure complexe, écrire, en groupe, un programme de construction géométrique qui permettra à un autre groupe qui ne voit pas le tracé de la figure de la dessiner de telle manière qu'on puisse la superposer à la figure originale – 10 min.</p> <p>2/ A partir du programme écrit par un autre groupe, tracer, en groupe, une figure complexe – 10 min.</p>	<p><u>Consignes supplémentaires :</u></p> <p>3/ Organisations internes aux groupes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Binômes : 1 scripteur et un facilitateur, ✓ Trinômes : 1 scripteur, 1 facilitateur et 1 gardien du temps et des consignes. 	<p><u>Consignes supplémentaires :</u></p> <p>4/ Le gardien du temps et des consignes prend aussi la charge du respect des critères relatifs à l'écriture d'un programme de construction en géométrie (voir le nouveau support séance 7).</p>

Ainsi, l'idée initiale est d'équilibrer l'accroissement des difficultés mathématiques non seulement avec l'expérience acquise par les élèves à force d'entraînement, mais aussi avec l'évolution des consignes et des supports.

PARTIE 3 : TRAITEMENT DES DONNEES / ANALYSE A POSTERIORI

3.1 Le traitement des données recueillies

Les grilles d'analyse détaillées des vidéos réalisées sont consultables en annexe 3, celles relatives à l'analyse des programmes produits sont reprises ci-après. À l'aide de ces grilles, nous avons analysé les interactions au sein des groupes filmés ainsi que les programmes de construction qu'ils ont produits. En ce qui concerne les programmes, quelques invariants ont été identifiés :

- ✓ Dans chaque groupe le vocabulaire employé est toujours adapté à la situation. Il n'y a pas d'erreurs ou de confusions dans les termes employés. Le lexique est précis et correspond au vocabulaire usuel de la géométrie.
- ✓ Les caractéristiques morphosyntaxiques (troisième partie de la grille) sont toujours correctes. Chaque groupe s'est approprié le format de texte du programme de construction. On retrouve systématiquement une hiérarchisation des étapes qui respecte une chronologie. L'écriture est claire et lisible. Les textes produits sont bien prescriptifs et on retrouve l'emploi de verbes d'action (« tracer, pointer, effacer ») à l'infinitif ou à l'impératif.

Ainsi, le tableau suivant est le même pour chaque expérimentation :

Tableau 14 : Caractéristiques du texte (aspects pragmatiques et morphosyntaxiques)

« Texte en adéquation avec la situation de communication »	« Respect des critères du type de texte (prescriptif ou descriptif) »
Le texte répond à la demande. Il est clair, lisible et structuré.	Le texte est bien prescriptif. On y trouve une succession d'étapes. L'emploi du verbe tracer à l'impératif respecte l'aspect injonctif du type de texte demandé.

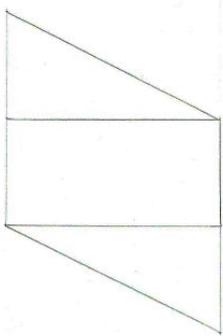
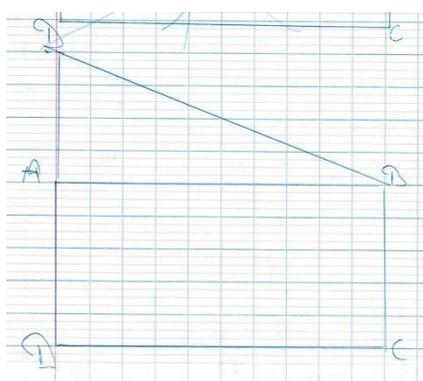
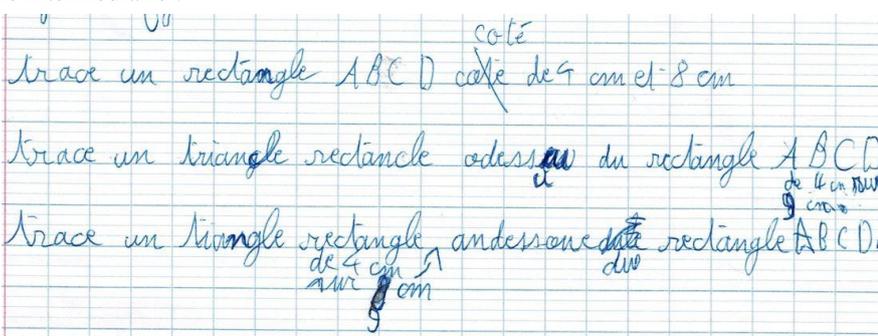
La consigne est bien comprise par les élèves. La production finale est systématiquement réussie du point de vue du type de texte comme de sa structure.

Ce tableau n'est donc pas repris dans les pages suivantes.

3.1.1 1^e expérimentation CE2

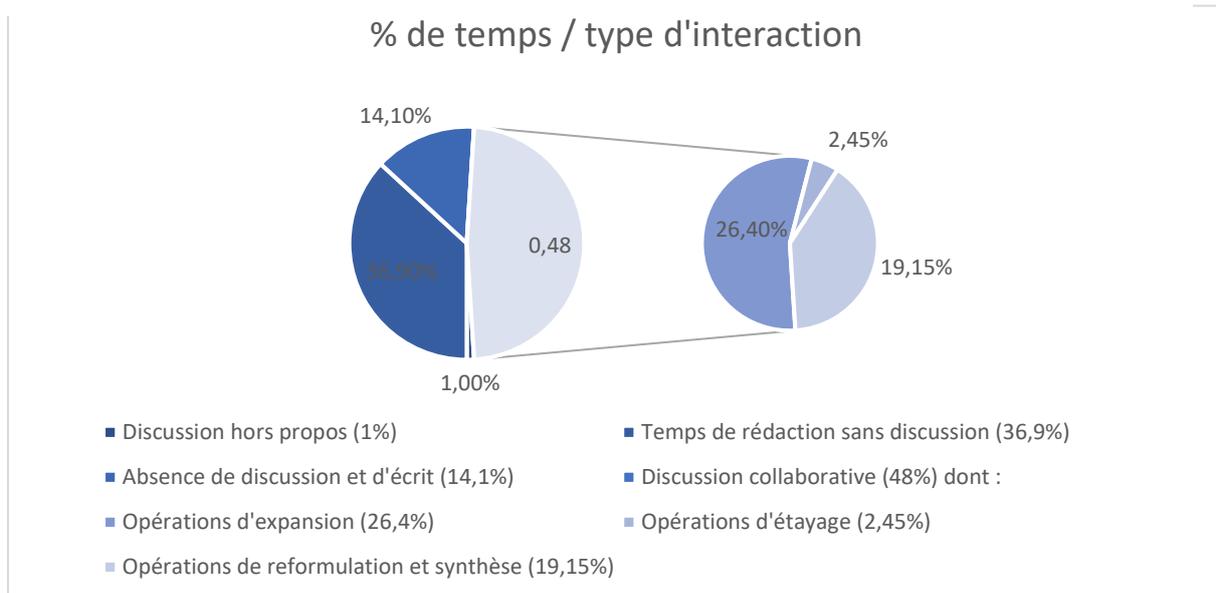
L'analyse de la première vidéo réalisée avec le binôme de CE2 montre que les échanges hors propos n'occupent que 1% des 11 minutes et 40 secondes que dure la vidéo, entre le moment où les élèves découvrent la figure et le moment où ils rendent leur programme au PE.

Tableau 15 : Programmes et figures réalisés par les CE2 – 1^e exp.

Productions des CE2 – 1 ^e expérimentation – 18/02/19	
<p>Figure de départ :</p> 	<p>Figure d'arrivée :</p> 
<p>Programme intermédiaire :</p> 	

Comme on peut le constater sur le graphique 1 ci-dessous, les temps de silence, sans action apparente, en représentent quant à eux 14,1 %. Soit un total à peine supérieur à 15% pour ces 2 catégories.

Graphique 1 : Répartition des interactions – 1^e expérimentation CE2



L'ensemble du temps restant est travaillé, avec 36,9% du temps consacré à la rédaction, ce qui semble assez considérable. Et c'est finalement le temps consacré aux échanges collaboratifs qui occupe le plus de place, avec 48% du total. Pendant ces interactions, plus de la moitié du temps a été consacré par le binôme à des opérations d'expansion successives (26,4 % du temps total de la vidéo), le reste représentant les opérations de reformulation et de synthèse (19,2%) ainsi que d'étayage (2,4%).

Le programme rédigé par le binôme (voir le tableau n° 15) montre que la figure est globalement bien analysée par les élèves.

Tableau 16 : Analyse de la figure complexe (approche mathématique) – 1^e exp. CE2

« Figures simples identifiées »	« Propriétés mobilisées »	« Relations liant ces sous-figures (direction des droites, égalité des mesures, utilisation de points remarquables...) »	« Vocabulaire adapté d'un point de vue géométrique »
Les trois figures simples sont correctement identifiées (1 rectangle, 2 triangles rectangles).	La mesure des côtés des figures est donnée.	Il n'est pas explicitement écrit que les figures partagent un côté commun. L'angle droit des triangles rectangles n'est pas indiqué.	Le vocabulaire est adapté.

Bien que les liens entre les figures ne soient pas écrits dans le programme, il n'est pas possible de dire que les élèves ne les ont pas remarqués. Cette absence peut être liée au fait que les élèves ne présupposent pas que cette information soit importante pour le groupe récepteur. De même, au visionnage des vidéos, il semble que les élèves supposent qu'il n'est pas nécessaire de donner l'angle droit du triangle.

Tableau 17 : Choix des informations (aspects sémantiques) – 1^e exp. CE2

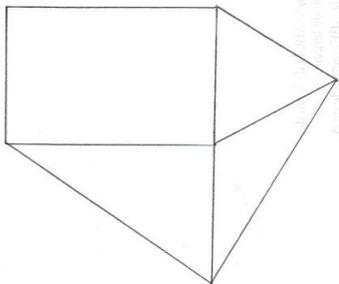
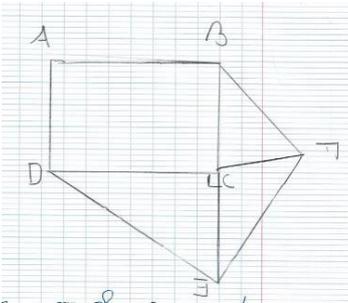
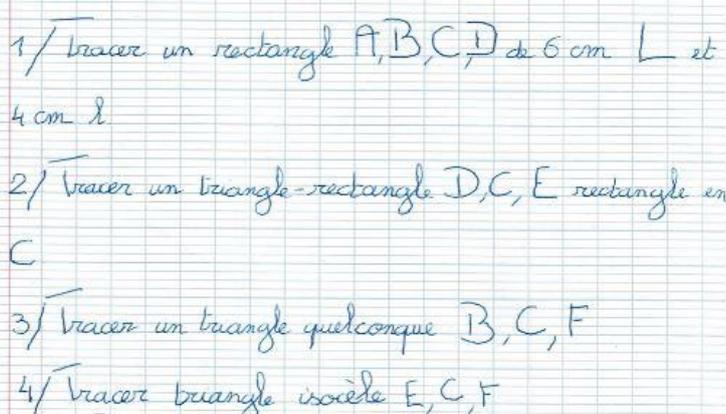
« Texte cohérent »	« Texte complet et autosuffisant »	« Texte pertinent (correspond à 1 figure) »	« Texte économique (pas d'info inutiles) »
Le texte est cohérent.	Toutes les informations contenues dans le texte suffisent à la production d'une figure.	Plusieurs figures peuvent être obtenues à partir de ce texte. En effet, suivant l'orientation de départ du rectangle et en l'absence de précision sur le lien entre les figures, il est possible de disposer des triangles rectangles dans plusieurs positions sur la feuille.	Le texte n'a pas d'informations redondantes ou inutiles.

Le fait que le texte puisse produire plusieurs figures peut être vu comme une difficulté multifactorielle. Il manque le lien entre les différentes figures simples comme dit précédemment. D'autre part, cela peut être dû à un effet de contrat didactique sur le fait que généralement les rectangles sont présentés dans une orientation particulière qui est ici implicite (longueur parallèle à l'horizontale) ou que les triangles rectangles doivent être d'une taille semblable au rectangle, bien qu'on puisse ici imaginer que son côté soit très grand ou très petit.

3.1.2 1^e expérimentation CM2

Pour le trinôme des CM2, les résultats de cette première expérimentation sont les suivants :

Tableau 18 : Programmes et figures réalisés par les CM2 – 1^e exp.

Productions des CM2 - 1 ^e expérimentation – 18/02/19	
Figure de départ :	Figure d'arrivée :
	
Programme intermédiaire :	

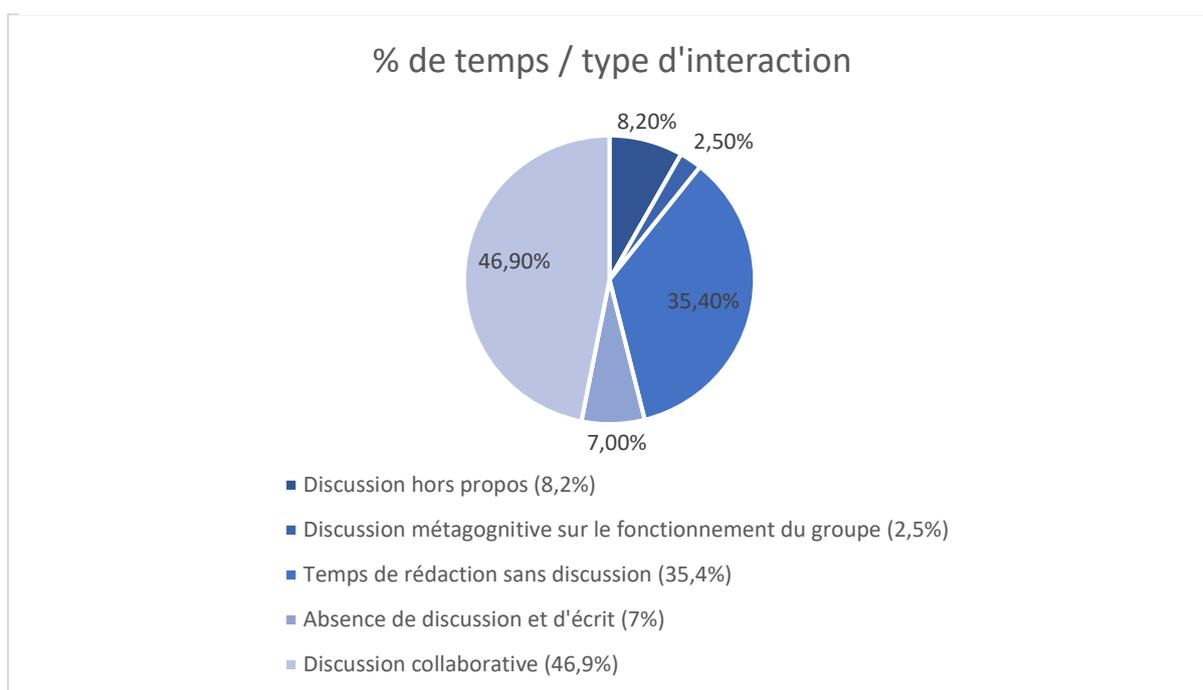
Malheureusement, la piètre qualité sonore de l'enregistrement ne nous a pas permis de procéder à l'analyse fine des temps d'échanges collaboratifs, trop de mots et de phrases étant inaudibles bien que l'on puisse tout de même constater que les élèves sont, ou non, dans une phase d'échange collaboratif.

Le premier constat que nous avons fait en regardant cette vidéo est que l'analyse des interactions au sein d'un trinôme s'avère plus complexe que pour un binôme, notamment du fait que lorsque 2 élèves échangent de façon collaborative, le 3^e peut être en dehors de la discussion, ce qui

change de façon importante la qualité des échanges sans que cela n'apparaisse dans notre grille d'analyse.

Bien que les échanges hors propos représentent 8,2% du total des 13 minutes et 5 secondes que dure la vidéo, soit 8 fois plus que pour le binôme des CE2, le total des temps sans action apparente est le même, soit à peine supérieur à 15% du total, du fait de temps de silence moins importants (7%). De plus, contrairement aux CE2 qui n'ont jamais abordé ces questions, le groupe de CM2, peut-être du fait qu'il s'agissait d'un trinôme, a consacré 2,5% de son temps sur des questions de fonctionnement du groupe.

Graphique 2 : Répartition des interactions – 1^e exp. CM2



Enfin, de même que pour les CE2, les temps de rédaction représentent plus d'un tiers du temps total alors que les temps d'échanges collaboratifs représentent la plus grande part, proche de la moitié du temps total (46,9%).

Ainsi, on peut constater que les répartitions globales, en temps, des types d'interactions au sein des groupes des deux niveaux, ont été très similaires lors de cette première expérimentation.

Le programme rédigé par le trinôme (voir le tableau n°18) permet de constater une confusion sur le type de triangle. L'erreur de caractérisation du triangle équilatéral peut être due à plusieurs facteurs : mauvaises mesures, méconnaissance des propriétés des triangles, confusion sur le terme isocèle.

Tableau 19 : Analyse de la figure complexe (approche mathématique) – 1^e exp. CM2

« Figures simples identifiées »	« Propriétés mobilisées »	« Relations liant ces sous-figures (direction des droites, égalité des mesures, utilisation de points remarquables...) »
Le rectangle, le triangle quelconque et le triangle rectangle sont correctement identifiés. En revanche le triangle équilatéral est décrit comme isocèle.	Les longueurs des côtés du rectangle sont données mais il n'est pas précisé de quel côté il s'agit. L'angle droit du triangle rectangle est nommé mais la longueur des cotés n'est pas donné. Aucune mesure n'est associée au triangle quelconque.	En nommant les sommets des figures les relations entre chacune d'elle sont correctes et claires.

Comme pour le groupe de CE2, il manque des précisions quant à un certain nombre de mesures de figures. De même, bien que le triangle rectangle soit correctement identifié, il n'est pas indiqué en quel angle il est rectangle.

Tableau 20 : Choix des informations (aspects sémantiques) – 1^e exp. CM2

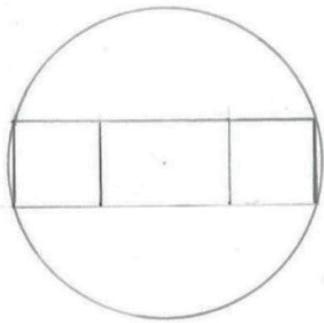
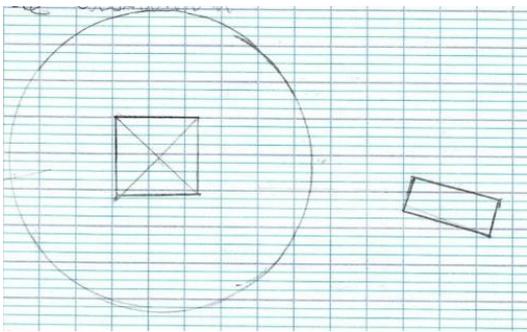
« Texte cohérent »	« Texte complet et autosuffisant »	« Texte pertinent (correspond à 1 figure) »	« Texte économique (pas d'info inutiles) »
Le texte est cohérent.	Toutes les informations contenues dans le texte suffisent à la production d'une figure.	Plusieurs figures peuvent être obtenues à partir de ce texte. L'absence d'indication sur la mesure des côtés des triangles permet de construire une infinité de triangles. Les côtés non adjacents au rectangle peuvent prendre n'importe quelle mesure et vérifier quand même le texte.	Le texte est cohérent.

L'absence d'un certain nombre de mesures ne permet pas de produire la figure d'origine. Le récepteur doit choisir la mesure des côtés des triangles ou ne rien tracer. Cet écueil est le même que pour les CE2 et sera analysé en partie 3.3.

3.1.3 2^e expérimentation CE2

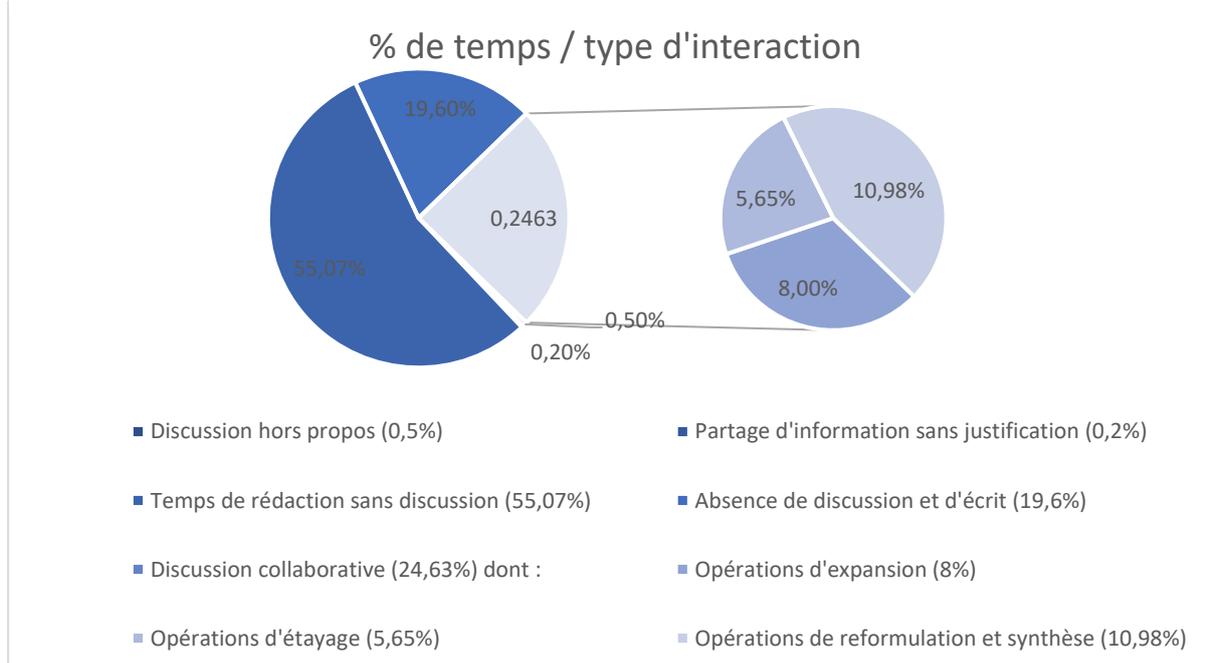
Il est à noter que le binôme de CE2 ainsi que le trinôme de CM2 sont restés les mêmes au cours des 3 expérimentations.

Tableau 21 : Programmes et figures réalisés par les CE2 – 2^e exp

Production des CE2 – 2 ^e expérimentation – 18/03/19	
Figure de départ :	Figure d'arrivée :
	
Programme intermédiaire :	
<p>1 Tracer un carré de 1 cm et 8 mm, a côté du carré Tracer un rectangle de 2 cm de longueur et 8 mm de large a côté un carré de 1 cm et 8 mm autour Tracer un cercle de 3 cm de rayon</p>	

Ce qui est frappant dans l'analyse de cette vidéo comparativement à la première, c'est le temps sans discussion, représentant près de 75% du temps total – contre 51% lors de la 1^e expérimentation – dont 55% pour les temps d'écriture, bien que le binôme le fasse généralement en collaboration, l'un contrôlant ce que l'autre écrit, voire en lui soufflant, ce qui n'est pas toujours le cas pour le trinôme des CM2.

Graphique 3 : Répartition des interactions – 2^e expérimentation CE2



Notons aussi que les élèves ont entièrement repris la rédaction de leur programme en cours de route, ce qui explique en partie l'augmentation du temps imparti à cette activité d'écriture. Le temps sans activité apparente (discussion lors propos et absence de discussion) passe quant à lui d'environ 15% à 20% entre ces deux expérimentations.

Par conséquent, le temps imparti aux discussions collaboratives s'en trouve grandement amoindri en passant de 48% à seulement 24,63% du temps total. Ce sont les opérations d'expansion qui connaissent la plus forte baisse, les deux élèves semblant s'entendre rapidement sur l'analyse de la figure ainsi que sur la chronologie à adopter pour son programme de construction.

Finalement, les temps les plus longs sont accordés à la synthèse des connaissances à mobiliser et à leur reformulation intermédiaire en vue d'un écrit cohérent et concis, avec près de 11% du temps total – ou 44,6% des temps de discussion collaborative, contre 39,9% lors de la 1^e expérimentation.

Le programme produit (voir le tableau n°20) montre que le cercle semble être encore conçu par les élèves de façon perceptive et non géométrique :

Tableau 22 : Analyse de la figure complexe (approche mathématique) – 2^e exp. CE2

« Figures simples identifiées »	« Propriétés mobilisées »	« Relations liant ces sous-figures (direction des droites, égalité des mesures, utilisation de points remarquables...) »	« Vocabulaire adapté d'un point de vue géométrique »
Les quatre figures simples sont correctement identifiées (deux carrés, un rectangle et un cercle)	Le cercle n'est pas défini par un rayon et un centre.	Les relations entre les figures ne sont pas précises. Les côtés communs aux figures élémentaires ne sont pas cités.	Le vocabulaire est adapté.

Contrairement aux polygones réguliers qui sont définis par la mesure de leurs côtés et les relations qui lient ces côtés (parallélisme, perpendicularité...), il est défini par un centre et un rayon. Cette différence peut expliquer la difficulté à le définir pour des élèves de cycle 2 qui ne sont pas encore bien familiarisés avec le cercle. Encore une fois, il y a un manque d'indication de lien entre les figures.

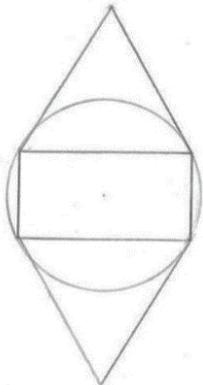
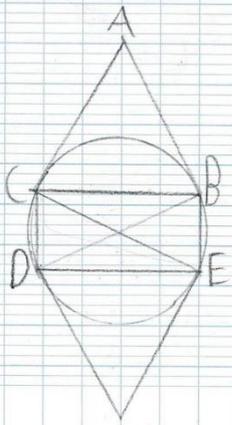
Tableau 23 : Choix des informations (aspects sémantiques) – 2^e exp. CE2

« Texte cohérent »	« Texte complet et autosuffisant »	« Texte pertinent (correspond à 1 figure) »	« Texte économique (pas d'info inutiles) »
Le texte est cohérent.	Toutes les informations contenues dans le texte suffisent à la production d'une figure.	Plusieurs figures peuvent être obtenues à partir de ce texte. En effet, l'emploi du terme « à côté » est imprécis et permet de placer les figures simples dans n'importe quelle position. L'absence de centre défini pour le cercle permet de le construire à plusieurs endroits.	Le texte n'a pas d'informations redondantes ou inutiles.

Cette fois encore, il est possible de produire plusieurs figures avec le programme de construction. Les raisons sont les mêmes qu'à l'expérimentation précédente. Il y a en plus ici le problème lié à la définition du cercle qui fait défaut.

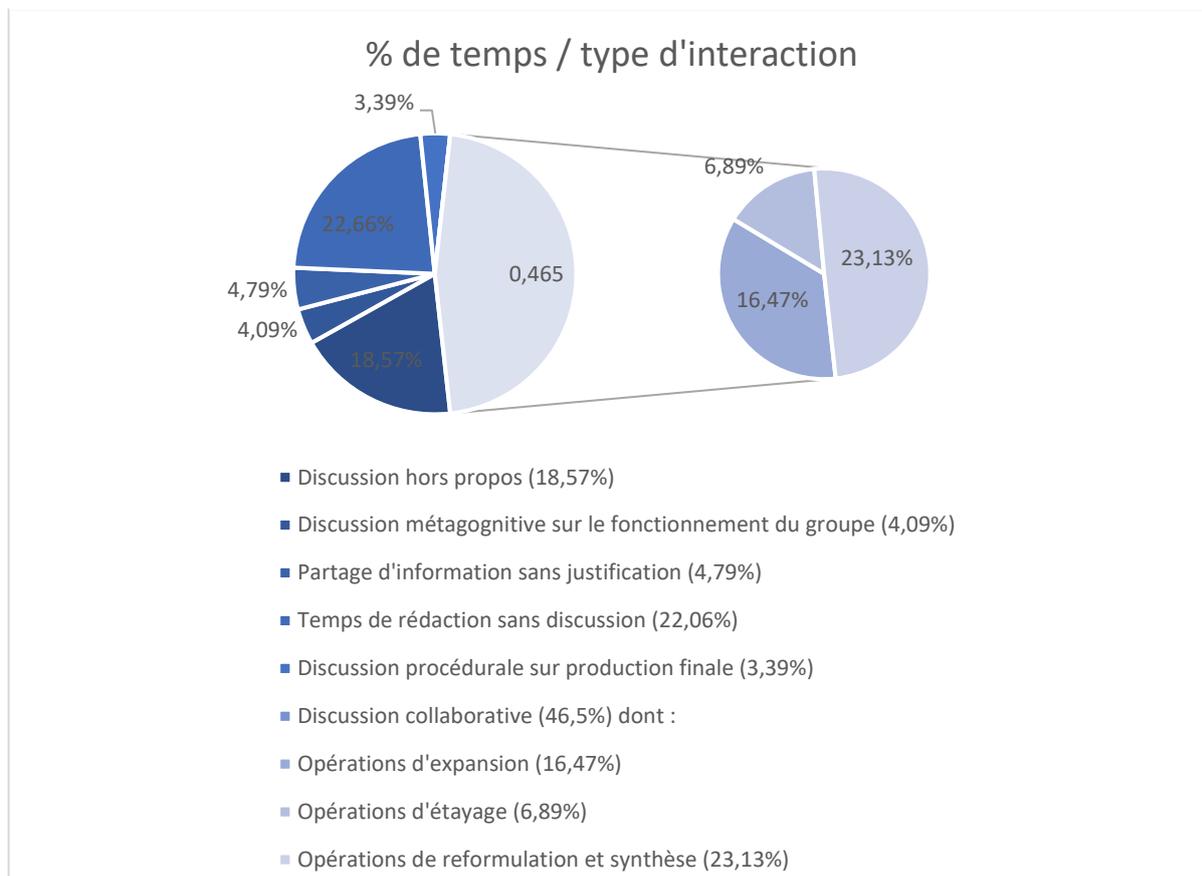
3.1.4 2^e expérimentation CM2

Tableau 24: Programmes et figures réalisés par les CM2 – 2^e exp

Production des CM2 – 2 ^e expérimentation – 18/03/19	
Figure de départ :	Programme intermédiaire :
	<p>1 Tracer un triangle équilatéral ABC de 3,5 cm de côté</p> <p>2 Tracer un rectangle CBDE de 3,5 cm de côté et de 1,72 cm</p> <p>3 Tracer un triangle équilatéral DEF de 3,5 cm de côté</p>
Figure d'arrivée :	<p>4 Tracer les diagonales du rectangle CBDE</p> <p>5 Tracer le point d'intersection des diagonales de 2 cm</p> <p>6 Faire un cercle touchant les sommets du rectangle CBDE</p>
	

Contrairement au binôme de CE2, et malgré une augmentation des discussions hors propos – passant de 8,2% à 18,75% du temps total d’une expérience à l’autre – les CM2 ont gardé un % similaire de temps accordé aux échanges collaboratifs (46,9% contre 46,5%) :

Graphique 4 : Répartition des interactions – 2^e expérimentation CM2



La diminution apparente des temps de rédaction – passant de 35,4% à 22,06% - est liée au fait qu’à de nombreuses reprises, contrairement à ce qu’on avait pu observer dans la 1^e expérimentation, deux des élèves discutent de façon collaborative alors que le 3^e rédige. Ces temps ont été comptés en temps de discussion collaborative.

Bien qu’on ne puisse pas le comparer à la 1^e expérimentation, nous pouvons noter que les opérations de reformulation et de synthèse représentent près de 50% des discussions collaboratives, soit plus de 23% du temps total dont les élèves ont disposé.

L’analyse du programme produit (voir le tableau n°24) montre que toutes les figures simples sont correctement identifiées. Les élèves ont identifié les propriétés nécessaires à l’écriture d’un programme fonctionnel. Le lien entre les figures est clairement établi.

Tableau 25 : Analyse de la figure complexe (approche mathématique) – 2^e exp. CM2

« Figures simples identifiées »	« Propriétés mobilisées »	« Relations liant ces sous-figures (direction des droites, égalité des mesures, utilisation de points remarquables...) »
Les quatre figures simples sont correctement identifiées (deux triangles équilatéraux, un rectangle, un cercle).	Les 2 mesures de longueurs des côtés du rectangle sont correctes. La mesure d'un seul côté des triangles équilatéraux est suffisante pour les construire. Le centre et le rayon du cercle ne sont pas explicitement donnés mais implicitement donné par la construction du point d'intersection des diagonales et l'inscription des sommets au cercle permet de trouver le rayon.	En nommant les sommets des figures les relations entre chacune d'elle sont correctes et claires.

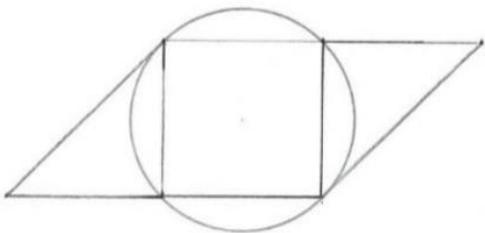
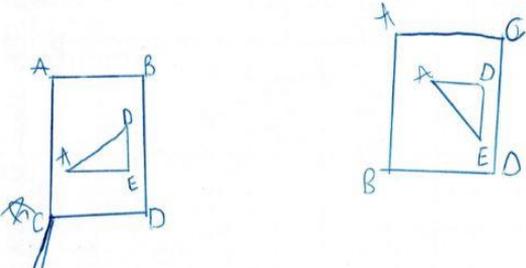
Le programme est correct et fonctionnel. On peut objecter que le tracer des diagonales pour placer le centre du cercle est **un tracé intermédiaire** et il devrait donc être indiqué de l'effacer à la fin du programme. Il est intéressant de noter que le groupe récepteur a indiqué au PE savoir qu'il fallait effacer les diagonales mais ne l'a pas fait pour respecter scrupuleusement les prescriptions du programme.

Tableau 26 : Choix des informations (aspects sémantiques) – 2^e exp. CM2

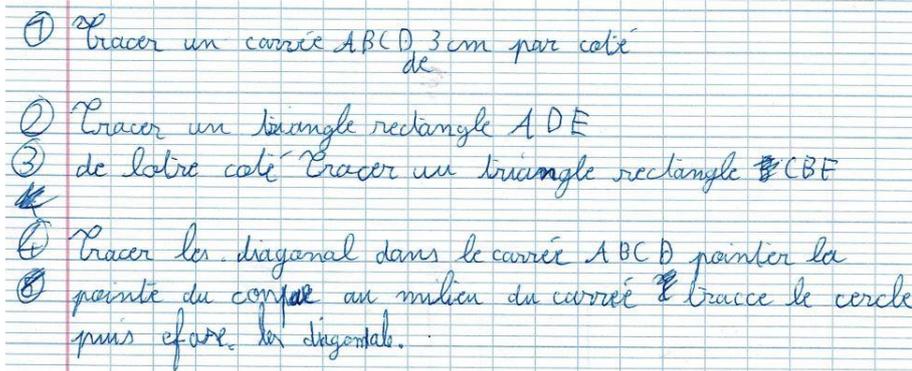
« Texte cohérent »	« Texte complet et autosuffisant »	« Texte pertinent (correspond à 1 figure) »	« Texte économique (pas d'info inutiles) »
Le texte est cohérent.	Toutes les informations contenues dans le texte suffisent à la production d'une figure. Cependant il manque une étape pour obtenir la figure du modèle.	Le texte permet de construire une et une seule figure.	Le texte n'a pas d'informations redondantes ou inutiles.

3.1.5 3^e expérimentation CE2

Tableau 27 : Programmes et figures réalisés par les CE2 – 3^e exp

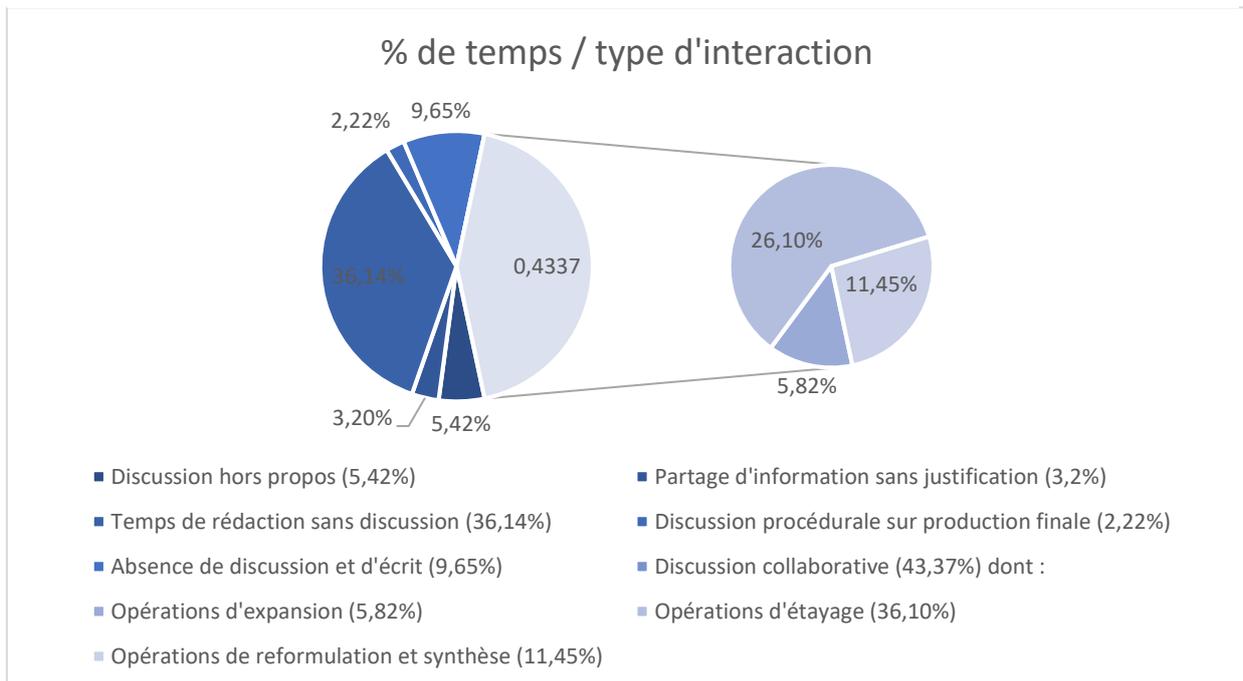
Production des CE2 – 3 ^e expérimentation – 01/04/19	
Figure de départ : 	Figure d'arrivée : 

Programme intermédiaire :



Lors de cette 3^e expérimentation, les % de temps par type d'interaction se sont à nouveau approchés de ceux obtenus lors de la 1^e expérimentation. Le cumul des % de temps des discussions hors propos et des absences de discussion dépasse de peu les 15%, contre 15,1% lors de la 1^e vidéo et 20,1% à la 2^e. De même, les temps de rédaction sans discussion reviennent à 36,14% du temps total de l'exercice contre 36,9% (1^e vidéo) et 55,07% (2^e vidéo).

Graphique 5 : Répartition des interactions – 3^e expérimentation CE2



Au cours des temps de discussion collaborative, la place importante prise par les opérations d'étayage – 60,18% du temps des dites discussions – est liée aux échanges entre les deux élèves à propos de : 1/ l'orientation des figures simples les unes par rapport aux autres, 2/ la nécessité, ou non, de leur dimensionnement et 3/ l'emplacement du centre du cercle. Les différences initiales de point de vue poussent les élèves à débattre de ces sujets en étayant leurs façons d'aborder les

problématiques grâce à certains supports, ou en reformulant leurs propres propos sans ajouter de nouvelles informations.

Notons aussi que les opérations de reformulation et de synthèse n'occupent que 26,39% de temps des discussions collaboratives. Toutefois, il est une nouvelle fois à noter la collaboration du binôme des CE2 lors des phases de rédaction quasi-silencieuses, les deux élèves reformulant ainsi ensemble, au moment même de ce passage à l'écrit.

L'analyse du programme produit (voir le tableau n°27) montre une amélioration par rapport aux séances précédentes notamment grâce aux noms donnés au sommets des figures. Cela permet de les agencer correctement.

Tableau 28 : Analyse de la figure complexe (approche mathématique) – 3^e exp. CE2

« Figures simples identifiées »	« Propriétés mobilisées »	« Relations liant ces sous-figures (direction des droites, égalité des mesures, utilisation de points remarquables...) »	« Vocabulaire adapté d'un point de vue géométrique »
Les quatre figures simples sont correctement identifiées (un carré, deux triangles rectangles et un cercle)	Le cercle n'est pas défini par un rayon. La mesure des côtés des triangles rectangles n'est pas présente. L'angle droit des triangles rectangles n'est pas précisé.	En nommant les sommets des figures et en définissant le centre du cercle il est possible de construire les figures simples dans un assemblage correcte.	Le vocabulaire est adapté.

Il manque toutefois l'indication sur la place de l'angle droit. A l'issue de leur discussion à ce sujet, les élèves pensent que si l'on nomme le triangle rectangle BCF, alors l'angle droit est dans l'angle du sommet C car il cité en deuxième, ou au milieu des 3 lettres. Pour le cercle, le centre est bien indiqué mais il manque toujours l'indication de la mesure de son rayon.

Tableau 29 : Choix des informations (aspects sémantiques) – 3^e exp. CE2

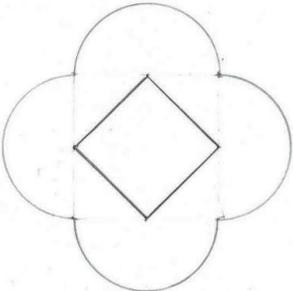
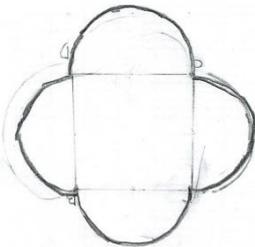
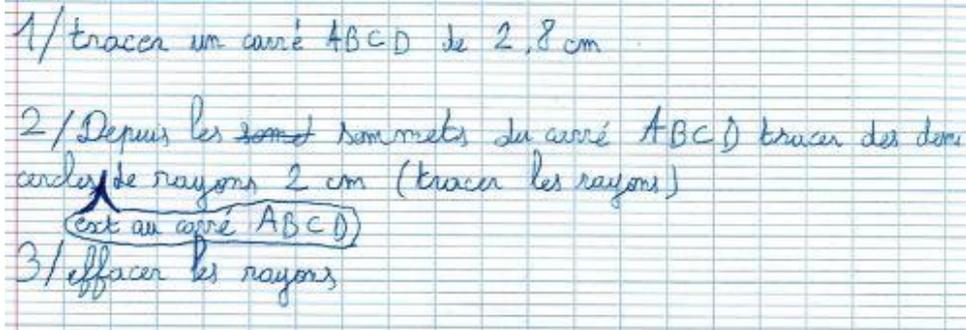
« Texte cohérent »	« Texte complet et autosuffisant »	« Texte pertinent (correspond à 1 figure) »	« Texte économique (pas d'infos inutiles) »
Le texte est cohérent.	Toutes les informations contenues dans le texte suffisent à la production d'une figure.	Plusieurs figures peuvent être obtenues à partir de ce texte. En effet, l'absence de mesure de longueur des triangles rectangles permet d'en tracer une infinité. De même pour le cercle dont seul le centre est défini.	L'emploi de l'expression « de <i>lotre</i> côté » n'est pas justifié car en donnant les sommets correspondants il n'y a qu'un seul côté possible pour la construction du deuxième triangle rectangle.

Comme pour les deux séances précédentes et pour les raisons évoquées précédemment, le texte permet toujours de produire plusieurs figures. On remarque ici la conservation de l'indication

perceptive « de *lotre coté* » bien que cela ne soit pas nécessaire. Il semble que les élèves soient en train de glisser progressivement vers une perception plus géométrique que perceptive des figures ce qui explique la présence simultanée des deux informations. On peut supposer qu'à l'avenir, les élèves garderont seulement l'indication des sommets communs qui est économique et relève exclusivement de la perception géométrique.

3.1.6 3^e expérimentation CM2

Tableau 30 : Programmes et figures réalisés par les CM2 – 3^e exp

Production des CM2 – 3 ^e expérimentation – 18/02/19	
Figure de départ :	Figure d'arrivée :
	
Programme intermédiaire :	
	

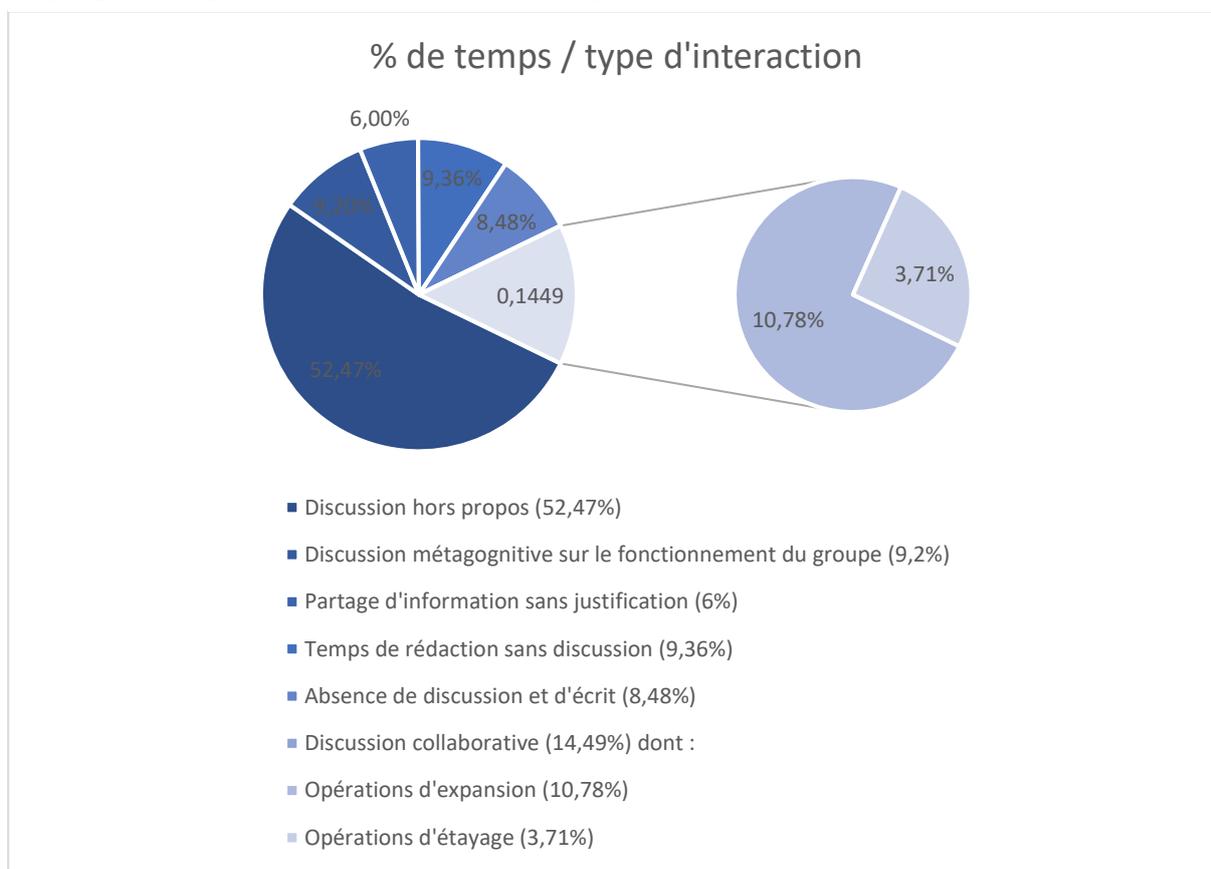
Rappelons que seules les 9 premières minutes et 26 secondes ont été filmées sur les 15 minutes environ dont le groupe a disposé.

Le premier constat est le temps incroyable que le groupe consacre aux discussions hors propos au cours des premières minutes de la vidéo, jusqu'à ce qu'un élève vienne s'en plaindre au PE qui intervient. Au final, ces discussions improductives représentent 52,47% des 9 premières minutes. Associées aux absences de discussion, ces temps sans production orale ni écrite dépassent les 60% du temps total filmé.

Ce constat interroge vivement la décision prise, entre les expérimentations 2 et 3, de rallonger le temps de l'exercice d'émission du programme, de 10 à 15 minutes, afin de permettre aux groupes

de tester leur programme et de le réécrire proprement, puisque dès le départ, la totalité de ce temps supplémentaire a été consacré à des discussions hors propos.

Graphique 6 : Répartition des interactions – 3^e expérimentation CM2



Seul 14,49% du temps est consacré à des discussions collaboratives, essentiellement tournées vers des opérations d'expansion et d'étayage. Aucune opération de reformulation ou de synthèse ne s'entend, à croire que seul l'élève scripteur s'en charge en silence.

On pourrait donc supposer que la partie manquante de la vidéo rééquilibrerait, comparativement aux premières expérimentations, les répartitions obtenues avec la première partie seule. Toutefois, l'analyse du programme produit par le groupe (voir le tableau n°30), et sa baisse de qualité par rapport aux précédents, confirment que l'ambiance au sein du trinôme n'était pas propice à un travail de qualité ce jour-là.

Pour décrire cette figure complexe, un carré ABCD de 4 cm de côté pouvait être décrit comme figure intermédiaire. Cela aurait permis d'indiquer explicitement que les milieux des côtés de ce carré sont les centres des demi-cercles qui en rejoignent, extérieurement au carré, les sommets. Le tracé du carré visible au final consiste à rejoindre les centres des demi-cercles.

Tableau 31 : Analyse de la figure complexe (approche mathématique) – 3^e exp. CM2

« Figures simples identifiées »	« Propriétés mobilisées »	« Relations liant ces sous-figures (direction des droites, égalité des mesures, utilisation de points remarquables...) »
Les cinq figures simples sont correctement identifiées (un carré et quatre demi-cercles).	La mesure des rayons des cercles est correcte. Cependant les cercles doivent aussi se définir par un centre or ici le terme n'apparaît pas.	Les sommets semblent avoir été désignés implicitement pour être le centre des cercles. Mais la relation n'est pas clairement énoncée.

Les élèves sont passés à côté du tracé intermédiaire du premier carré et l'on voit d'ailleurs sur la figure produite par le groupe récepteur que le carré ABCD est tracé comme aurait dû l'être le carré final et non le tracé intermédiaire.

Tableau 32 : Choix des informations (aspects sémantiques) – 3^e exp. CM2

« Texte cohérent »	« Texte complet et autosuffisant »	« Texte pertinent (correspond à 1 figure) »	« Texte économique (pas d'info inutiles) »
Le texte est cohérent.	Le texte est incomplet. Le centres des cercles ne sont pas donnés explicitement. Il est impossible de réaliser la deuxième étape du programme.	Plusieurs figures peuvent être obtenues à partir de ce texte. En effet, les centres des demi-cercles peuvent être placés différemment suivant comment on interprète « depuis les sommets du carrés » faut-il placer le centre au sommet ou bien au centre du côté mais alors comment respecter la taille du rayon ?	Le texte n'a pas d'informations redondantes ou inutiles.

L'analyse de la figure complexe n'a pas été réussie et cela se voit dans le texte produit. La difficulté vient de la figure intermédiaire qui devait permettre de placer le centre et les rayons des demi-cercles. Le texte final est donc confus et incomplet. Pour tracer un cercle, ou un demi-cercle, il est nécessaire d'avoir deux indications : le centre du cercle et la mesure de son rayon. Or ici, ces deux aspects ne sont pas assez clairement énoncés. Cela laisse au récepteur le choix de ne pas réaliser la figure ou de supposer l'emplacement des centres et des rayons de façon aléatoire. Cette supposition peut être liée au contrat didactique et à la mémoire de figures connues.

3.2 L'analyse a posteriori de la séquence

La séquence, ainsi que l'expérimentation, ne se sont pas tout à fait déroulées comme prévu. L'expérimentation s'est heurtée à deux principaux types de difficultés.

Des difficultés matérielles :

- ✓ La qualité sonore des vidéos : lors de la première expérimentation, les vidéos ont été faites sur des téléphones portables sans micro. Avec le bruit de fond – toute la classe étant en groupe à jouer au même jeu – la bande son ne permet que difficilement de suivre la conversation des deux CE2. Pour le groupe de CM2, le téléphone étant plus éloigné pour que l'image cadre les trois élèves, la qualité du son ne nous a pas permis de procéder à l'analyse fine des types d'opérations langagières mis en œuvre par les élèves.
- ✓ La qualité des copies des figures données aux élèves : lors de la deuxième expérimentation réalisée au retour des vacances d'hiver, les copies des figures, faites sur la nouvelle photocopieuse installée pendant les vacances, n'ont pas respecté les dimensions des figures originales, sans que le PE ne s'aperçoive du changement, introduisant une difficulté supplémentaire de mesure en cm et mm. En effet les mesures prévues étaient des valeurs « rondes » en centimètre. Les nouvelles mesures (1,8 cm au lieu de 2 cm, par exemple) n'ont néanmoins pas semblé déranger les élèves qui ont correctement intégré celles-ci à leurs programmes.

Des difficultés organisationnelles :

- ✓ La multigestion des séances et des apprentissages d'une part, et de l'expérimentation d'autre part : l'organisation de ce type de séance dans une classe à double niveau est déjà délicate, avec 11 groupes d'élèves à gérer, 3 figures distinctes pour les CM2 et 4 pour les CE2, en organisant leurs distributions entre groupes émetteurs et récepteurs et en contrôlant la gestion de classe. Y ajouter l'organisation de l'expérimentation avec la réalisation de vidéos simultanées de deux groupes d'élèves ne permet plus de dégager l'attention et le temps nécessaires à l'étayage dont certains groupes auraient besoin. Cette sollicitation permanente du seul adulte dans la classe ne lui a pas non plus permis de constater l'appel impromptu arrivé sur le téléphone, sur mode silencieux, qui filmait le groupe des CM2 lors de la troisième recherche, appel qui a coupé l'enregistrement après seulement 9 minutes et 25 secondes, soit 62,7 % des 15 minutes dont le groupe a disposé pour réaliser l'exercice.
- ✓ Le statut de PES à mi-temps en classe et l'intercalage des vacances d'hiver en milieu de séquence ont conduit à un étalement des séances dans le temps, peu propice aux apprentissages. Un mois complet s'est écoulé entre la première séance filmée et la deuxième, trois semaines entre la deuxième et la troisième. Ces délais ont toutefois permis une analyse et une adaptation des séances au fur et à mesure.

- ✓ Les séances étaient trop longues et ne permettaient pas d'enchaîner les phases de tissage, de recherches – en émission et en réception – puis d'analyse et de structuration. Nombre d'élèves était déjà fatigué lors de la phase de réception et peinait à rester concentrer sur la tâche.
- ✓ Le temps imparti pour les phases de recherche – 10 minutes – ne semblait pas suffisant lors des deux premières expérimentations. Il ne permettait notamment pas aux élèves de réécrire au propre.

Des gestes professionnels d'ajustement en cours de séquence :

Ces constats ayant été en partie posés au cours de la mise en œuvre de la séquence, certains gestes professionnels d'adaptation ont été faits :

- ✓ Après avoir constaté suite à la première séance de recherche que les élèves n'avaient pas pu procéder à l'analyse du jeu auquel ils venaient de jouer, et que la phase de structuration n'avait pas été possible, la séance 4 a été conçue pour revenir sur cette phase (voir sa description détaillée en annexe 1). De même, une séance supplémentaire a été programmée – la séquence n'en comportait que 6 initialement – après la 2^e recherche, afin, cette fois encore, de permettre aux élèves d'analyser leurs productions et d'en tirer les apprentissages avant la recherche suivante.
- ✓ Après avoir constaté les difficultés rencontrées par les CE2 avec leur deuxième figure, les mêmes figures leur ont été proposées en 3^e recherche, après une phase de structuration, plutôt que les figures initialement envisagées et qui prévoyaient de nouvelles difficultés. Toutefois, il aurait été préférable de proposer aux CE2 une figure avec un cercle dont le centre aurait été placé au milieu d'un segment, côté d'un polygone, sans recours à des tracés intermédiaires.
- ✓ Après la première séance de recherche, les deux groupes participant à l'expérimentation ont été invités à visionner la vidéo les concernant. Les discussions sur leur ressenti ainsi que leurs constats, qui portaient exclusivement sur le fonctionnement du groupe, ont permis de dégager la nécessité de se partager les rôles pour être plus efficace, devançant ainsi la consigne supplémentaire prévue pour la recherche suivante.
- ✓ Enfin, il a été décidé de rallonger de 10 à 15 minutes le temps d'écriture du programme, pour permettre aux élèves de le tester et de le réécrire au propre. Toutefois, après analyse des vidéos, il s'est avéré que ce temps supplémentaire a surtout été occupé par des discussions hors propos.

Des constats a posteriori :

En outre, si les séances se sont à peu près déroulées comme les fiches de préparation le prévoyaient, les élèves n'ont jamais été en mesure de valider l'ensemble des critères de réussite proposés. Des étapes, des étayages et des supports supplémentaires, ainsi que certains ajustements, auraient été nécessaires pour les mener vers la réussite. Les séances d'analyse collective et de mise en commun,

ainsi que l'analyse a posteriori des productions des élèves, mettent en lumière plusieurs difficultés qu'ils ont rencontré et qui n'avaient pas, ou pas suffisamment, été envisagées. Ainsi, bien que les productions des élèves fassent preuve de nombreuses qualités, nous pouvons relever après coup que cette séquence se caractérisait aussi par :

✓ **Un saut de compétences trop important pour les CE2 entre la première et la deuxième recherche :**

- En effet, les diagonales ne sont pas au programme du cycle 2, et bien que présentées comme des segments aux CE2 lors de la phase de dévolution précédant la 2^e recherche (séance 5), leur utilisation, qui plus est comme tracé intermédiaire pour rechercher le centre d'un cercle, dépassait le niveau de compétences des élèves. Cette erreur, dans la conception des figures pour la deuxième recherche des CE2, est en partie liée à la gestion du double-niveau, où les CE2 profitent des apprentissages des CM2.
- De plus, le passage d'un programme de 3 à 7 étapes, du fait des tracés intermédiaires, était lui-aussi trop ambitieux. Cette difficulté n'a pas été rencontrée avec les CM2, pour lesquels le saut de compétences entre les expérimentations n'était pas aussi important que pour les CE2.

✓ **Un manque de variables didactiques de différenciation individuelle :** plutôt que la constitution de groupes hétérogènes, il aurait peut-être été préférable de proposer à certains groupes des variables didactiques de différenciation telles que des figures proposées sur papier quadrillé, des figures complexes composées de figures simples de couleurs distinctes ou encore des figures avec plusieurs étapes de construction représentées.

3.3 Le bilan de la recherche

Globalement, malgré des conditions d'apprentissage et de recherche qui auraient pu être meilleures, et bien qu'aucune association groupe émetteur – groupe récepteur n'ait entièrement réussi la reproduction d'une figure, les productions des élèves ont été pertinentes et plusieurs d'entre elles ont approché une solution possible. Bien que l'ensemble des productions des 11 groupes d'élèves (7 binômes de CE2, 1 trinôme de CE2 et 3 de CM2) n'ait pas fait l'objet d'une analyse approfondie, les programmes rédigés par les deux groupes choisis pour l'expérimentation semblent parmi les meilleures réalisations lors de la première expérimentation – l'effet caméra peut-être ? – alors qu'elles paraissent plus représentatives du groupe classe pour les suivantes.

3.3.1 L'influence des activités langagières sur la qualité des programmes de construction produits

Le croisement des données de nos trois grilles d'analyse, en permettant la comparaison de la qualité des programmes produits par les deux groupes avec les temps qu'ils ont consacrés aux différents types d'interaction lors de leurs rédactions, semble mettre en lumière quelques corrélations :

Tableau 33 : Croisement des données des grilles d'analyse

Expérimentation	Note attribuée au programme	% de temps consacré aux :		
		Discussions collaboratives	dont :	
			Opérations de reformulation	Opérations d'expansion
CE2 – 1 ^e exp.	17/20	48%	19%	26%
CM2 – 1 ^e exp.	16/20	47%	Ø	Ø
CE2 – 2 ^e exp.	14/20	25%	11%	8%
CM2 – 2 ^e exp.	19/20	47%	23%	16%
CE2 – 3 ^e exp.	16/20	43%	11%	6%
CM2 – 3 ^e exp.	13/20	15%	0%	11%
Moyenne (arrondie à l'unité)	16/20	38%	13%	13%

Le premier constat est que, lorsque le temps dédié aux discussions collaboratives est supérieur à la moyenne (38%), la note attribuée au programme est elle-aussi supérieure ou égale à la moyenne des notes (16/20). On peut en penser que plus les élèves passent de temps à coopérer pour essayer de surmonter les difficultés, plus ils approchent d'une solution acceptable. Il semblerait donc que l'effet positif attendu de la discussion collaborative sur le résultat en termes de production se confirme. On peut toutefois penser qu'un optimum de temps de discussion collaborative se situe entre 40% et 50% car les temps restant sont également nécessaires à la production du programme, en particulier le temps de rédaction qui occupe en moyenne 37% du temps (la dernière séance des CM2 n'est pas prise en compte dans le calcul de la moyenne car il manque la fin de la vidéo).

On peut aussi remarquer que, pour des temps de discussion collaborative équivalents (CE2, 1^e exp. ; CM2, 2^e exp. et CE2, 3^e exp.), plus le temps consacré aux opérations de reformulation et de synthèse est long et plus la qualité du programme est élevée. Il semble y avoir une relation forte entre la réussite de l'écriture du programme et le temps de reformulation. On peut penser que ce temps permet au groupe de se mettre d'accord sur des éléments justifiés par l'argumentation, ce qui semble vouloir dire que la reformulation est une opération importante dans les apprentissages. Cette observation rejoint les travaux de Jaubert et Rebière (2001) sur l'importance de la reformulation

dans les apprentissages. Une étude élargie sur un échantillon plus grand pourrait permettre de valider cette tendance.

Par contre, le temps dédié aux opérations d'expansion ne semble pas être corrélé aux résultats. Pour les CE2 par exemple, dont les données sont complètes, on constate que la diminution importante des temps consacrés à ces opérations langagières (26%, 8%, 6%) n'influence pas les notes du programme (17/20, 14/20, 16/20).

Le temps moyen de rédaction est de 37%. Hormis deux cas (CM2-2 : 22% et CE2-2 : 55%), les temps sont très proches de la moyenne. Lors de la 2^e expérimentation, les CE2 ont réécrit leur programme, ce qui explique un temps plus long consacré à cette activité. Les CM2 quant-à-eux profité qu'ils étaient en trinôme pour doubler certains temps d'écriture par des discussions collaboratives. Ce temps de rédaction semble donc stable, sans qu'il n'apparaisse de corrélation entre lui et la réussite du programme.

3.3.2 Les effets du contrat didactique

Le contrat didactique peut être défini comme un ensemble implicite de règles, d'attentes, de rôles et de comportements attendus non seulement des élèves par le PE, mais aussi du professeur par les élèves. Les effets de ce contrat sont parfois surprenants pour le PE, notamment si celui-ci n'anticipe pas les comportements que les élèves attendent de lui.

Dans le cadre de notre expérimentation, l'effet de ces « implicites » est remarquable à plusieurs reprises, et plus particulièrement en ce qui concerne :

- ✓ L'orientation des figures simples les unes par rapport aux autres : de façon systématique, l'analyse des programmes de construction révèle que plusieurs figures peuvent être tracées à partir de ces derniers, notamment du fait de l'absence d'informations sur l'orientation des figures simples les unes par rapport aux autres. Or, les élèves des groupes récepteurs, notamment les CM2, appliquant ce qu'ils ont constaté dans la grande majorité des programmes qu'ils ont rencontrés, font les justes choix d'orientation sans aucune indication, la figure à tracer étant toujours à l'extérieur de la figure précédente avec laquelle elle partage un côté.
- ✓ Le dimensionnement des figures simples et leur proportionnalité les unes par rapport aux autres : dans une moindre mesure, un constat similaire peut être fait à propos des indications de mesure manquantes dans les programmes et pour lesquelles les tentatives de traçage des groupes récepteurs restent dans des proportions pourtant proches de celles de la figure d'origine.

Ainsi, les effets du contrat didactique ont permis aux élèves de faire des choix justes sans pour autant avoir pu identifier les informations qui leur auraient permis de les faire de façon scientifique. Le risque serait donc de croire que les élèves ont compris, non seulement l'importance, mais aussi la façon d'indiquer l'orientation des figures simples les unes par rapport aux autres, puisque le groupe récepteur l'a correctement reproduit, alors qu'il n'en est rien.

A contrario, l'analyse des vidéos nous a aussi permis d'identifier une attente du PE, implicite voire inconsciente au départ de l'expérimentation et qui, ne s'étant pas réalisée, le conduit, lors de la dernière expérimentation, et bien que ce soit sur sollicitation du binôme des CE2, à adopter une attitude qui frôle celle décrite par Brousseau sous le nom d'effet Topaze⁴.

En effet, lors de la découverte des programmes de construction (2^e séance de la séquence – voir le tableau n°7), le programme que les élèves devaient suivre commençait comme ceci :

1. Tracer un carré ABCD de 5 cm de côté.
2. Tracer un triangle ABE, rectangle en A, tel que le point A soit le milieu de [ED].

La 2^e étape de ce programme permettait non seulement de déterminer qu'il s'agissait d'un triangle rectangle en A mais aussi de l'orienter (A étant milieu de [ED], le triangle est forcément extérieur au carré) et de le dimensionner (le côté AB est commun au triangle et au carré, et le segment [AE] est de même dimension que le segment [DA]). Ainsi, et bien qu'il y ait plusieurs solutions pour décrire cette figure, le programme proposé semble être celui dont le texte est le plus économique. Par la suite, plusieurs des figures proposées (figures 1 et 3 des CE2 et figure 1 des CM2) proposaient cette même configuration.

Or, lors de la 3^e expérimentation, et plus spécifiquement en ce qui concerne la longueur des côtés des triangles rectangles (voir la figure et le programme au sein du tableau 27), le binôme de CE2 questionne directement le professeur pour savoir s'il est nécessaire d'indiquer des dimensions. On voit alors, au lieu de répondre un simple « oui », le PE se lancer dans une explication : « et où se trouve ce point par rapport aux deux autres ? » - étonnement des élèves qui ne voient pas forcément le lien avec leur question – le PE place la règle sur le segment et demandent aux élèves de lire les mesures avant de répéter la question puis la réponse des élèves : « et oui, il se trouve au milieu des deux autres », avant de conclure : « vous pouvez effectivement donner des dimensions mais vous pouvez aussi passer par cette propriété : au milieu de ». Le PE donne ainsi la réponse qu'il attendait aux élèves.

⁴ Les « effets » du « contrat didactique », Guy Brousseau. En référence à la pièce de Marcel Pagnol où, Topaze, professeur, fait une dictée à un élève en prononçant le mot « moutons » moutonsse...

Toutefois, il est intéressant de constater que les élèves restent quelques secondes perplexes suite à cette intervention, puis décident tacitement de passer à autre chose en laissant ce problème de dimensionnement de côté, à moins que ce soit l'intervention du PE qui leur ait fait oublier leur question d'origine. L'attente du PE ne sera donc pas exhaussée malgré son insistance ! Ce qui semble confirmer que l'attitude de Topaze n'est pas porteuse de fruits en termes d'apprentissages.

3.3.3 L'influence des activités langagières sur la consolidation ou l'émergence de savoirs

Dans la première séance filmée des CE2, on peut observer un échange intéressant à propos d'un triangle que les élèves identifient comme l'une des figures simples de leur figure complexe. L'élève A propos au second d'écrire : « Trace un triangle ». B lui demande : « Quel triangle ? ». En s'appuyant sur l'affichage de classe, vers lequel les 2 élèves tournent la tête, et sur leur perception visuelle, ils supposent rapidement que le triangle est rectangle. Puis, après un bref échange, ils décident d'utiliser une équerre pour le vérifier. Ce questionnement sur la nature du triangle permet d'imaginer comment se structure la perception du triangle rectangle. En effet, une observation visuelle permet de supposer de la nature du triangle mais il est nécessaire de faire une vérification instrumentée. L'échange entre les deux élèves les a conduits à consolider une démarche (la vérification instrumentée d'une propriété) qui est conforme à celle attendue en géométrie à ce niveau de classe.

Dans la même vidéo, les deux élèves poursuivent leur débat à propos de la rédaction de cette même 2^e étape du programme (le tracé du triangle). Il s'agit maintenant d'expliquer au groupe récepteur comment placer ce triangle rectangle par rapport au rectangle ABCD déjà tracé en étape 1. L'élève A soutient que si l'on nomme les sommets du triangle (dont deux sont communs au rectangle) il n'est pas nécessaire d'indiquer « au-dessus » dans le programme comme le dit l'élève B. Bien que l'élève A fasse une démonstration en traçant le triangle, l'élève B reste sur sa position. Nous pensons pouvoir interpréter cela de deux manières : soit l'élève B a une perception très visuelle et non géométrique de la forme et il ne comprend pas la démonstration de A, soit il veut inscrire la mention « au-dessus » pour indiquer que le triangle est extérieur au rectangle. L'échange se clôt sans que l'on puisse s'avancer sur les conceptions de chacun. Le programme est rédigé selon l'avis de l'élève B (qui joue aussi le rôle de scripteur bien que A intervienne parfois pour quelques ajouts) : « trace un triangle rectangle *odessu* du rectangle ABCD ». De la même manière, lors de la séance 2, les élèves écrivent dans leur programme : « à côté du carré Tracer un rectangle... ». Cette façon d'écrire ne relève pas du langage de la géométrie et le groupe récepteur ne peut pas tracer correctement la figure. À la troisième séance, c'est cette fois l'élève B qui reprend l'argument donné par l'élève A

au cours de la première séance afin de le convaincre qu'il faut nommer les sommets, et de lui rappeler que les mentions « à côté » de leur précédent programme n'étaient pas adéquates. Il se joue ici deux choses dans l'échange, d'une part les arguments et leurs reformulations ont été pris en compte par chacun des élèves car ils sont capables de les réemployer. D'autre part, l'élève B s'appuie sur l'erreur pour se justifier. L'erreur est ici porteuse de sens. Les élèves peuvent s'appuyer dessus pour utiliser une formulation correcte du point de vue de la géométrie. C'est par une opération de reformulation qu'un consensus est trouvé. Cette évolution pourrait expliquer le fait qu'au fil des séances le temps dédié aux opérations d'expansion diminue (comme vu précédemment). Ce temps est alors investi efficacement dans un temps de reformulation qui permet de mettre les membres du groupe d'accord sur un point qui a déjà été vu. On peut supposer qu'à l'avenir les deux élèves sauront indiquer comment placer les figures simples entre elles à un groupe récepteur.

Du côté des CM2, on trouve aussi des situations intéressantes, et plus spécifiquement autour des propriétés des triangles particuliers. Au début de la première vidéo, lors de l'identification des figures simple composant la figure complexe, les élèves cherchent à caractériser les triangles. Il y a dans la figure trois triangles : un rectangle, un isocèle et un équilatéral. L'élève B désigne l'un des triangles comme isocèle et l'élève A lui répond qu'il n'est pas d'accord car il n'a pas les côtés de la même longueur. Il semble qu'il confonde équilatéral et isocèle. L'élève B argumente en s'appuyant sur son sous-main qui contient quelques informations sur les triangles et leurs propriétés. On peut supposer que cet échange aura permis à l'élève A de revenir sur sa définition du triangle isocèle, et peut-être même équilatéral, surtout que l'élève B semble être au sein du groupe une référence. Au final, le groupe identifie le triangle rectangle et le triangle isocèle mais passe à côté du triangle équilatéral, qu'il qualifie de quelconque. Dans la vidéo suivante, la figure est cette fois composée de 2 triangles équilatéraux, ce même type de triangle qui n'avait pas été identifié par les élèves à la séance précédente. Et c'est l'élève A qui dit à B que ce sont des triangles équilatéraux car ils ont les côtés de même longueur. On peut supposer que la séance précédente a permis à cet élève de modifier et consolider sa connaissance des propriétés du triangle équilatéral. Il peut alors formuler avec assurance qu'un triangle est équilatéral, ce qui n'était pas le cas à la séance 1. On voit alors l'élève C reformuler la propriété d'égalité de longueur des côtés pour que l'élève B, toujours armée de son sous-main, confirme. Ainsi, l'élève C a pris le soin de reformuler la pensée de A pour qu'elle soit validée par C. On peut donc supposer que la conception des élèves va être consolidée par cet échange au cours duquel tous se sont mis d'accord sur la nature du triangle.

Conclusion générale

Après le visionnage d'un film d'une situation de résolution de problèmes en classe, nous nous sommes interrogés sur les apports du travail en groupe dans les apprentissages. À la lecture de travaux de recherches sur ce sujet, nous avons affiné notre questionnement sur les enjeux des activités langagières entre pairs dans l'acquisition et la consolidation de connaissances en géométrie. Notre attention s'est portée en particulier sur la rédaction en groupe de programmes de construction, situation où les élèves doivent mettre en œuvre une large variété d'opérations langagières.

La mise en place de notre expérimentation avec des élèves de CE2 et de CM2 s'est appuyée sur des outils développés par des chercheurs et professeurs. En les adaptant, nous avons pu analyser différentes composantes du langage, écrit et oral, et leurs effets sur les apprentissages. Toutefois, les contraintes rencontrées, qu'elles soient matérielles ou temporelles, ainsi que le faible volume des données recueillies, invitent à prendre les résultats de notre recherche avec précaution. L'analyse a posteriori de notre séquence a montré qu'il serait pertinent d'améliorer les conditions et les aspects techniques du protocole d'expérimentation, en utilisant notamment un matériel d'enregistrement plus perfectionné : un grand angle pour la caméra par exemple permettrait de voir sur la vidéo les affichages de classe sur lesquels travaillent les élèves ; un micro de meilleure qualité aurait permis une analyse peut-être plus fine, ou du moins plus aisée, des débats entre les élèves.

La production d'un programme de construction est une situation qui met en jeu de nombreux savoirs et compétences. Le premier de nos constats a été relatif à la forte influence du contrat didactique sur les élèves, ce qui pourrait être plus finement questionné afin de donner à l'enseignant des pistes de travail aussi bien sur l'évolution de ses apports au fil des séances que sur sa posture. En effet, il semble que les élèves réussissent certaines parties de l'exercice en répondant à des attentes plutôt qu'en comprenant réellement les propriétés des figures. Cela s'est illustré en particulier pour l'orientation et la taille des figures. Lorsque ces informations n'étaient pas données, les groupes récepteurs ont produit des figures relativement proches de des figures originales bien qu'ils aient manqué d'information.

Néanmoins, les résultats semblent montrer que les discussions collaboratives participent positivement à la construction du savoir. Plus spécifiquement, elles permettraient de consolider les savoirs lors des opérations de reformulation et de synthèse. En effet, on constate que le débat mathématique au sein des groupes a permis aux élèves de verbaliser leurs conceptions et de les modifier en fonction des arguments apportés par les autres membres du groupe. Les élèves changent de représentation au fil des séances pour tendre vers une conception de la géométrie plus conforme

aux attendus pour ces niveaux de classe. On remarque aussi une amélioration de la reconnaissance des figures simples et de leurs propriétés, ainsi que l'emploi d'un vocabulaire plus précis.

Ainsi, nos données confirment ce que la recherche avance sur l'importance des opérations de reformulation par les élèves dans leurs apprentissages. Il serait donc pertinent, pour affiner nos connaissances à ce sujet, d'analyser si d'autres critères, tel que l'âge des élèves, la taille du groupe ou encore son organisation, influence, positivement ou négativement, cette forte relation entre opérations de reformulation et acquisition des savoirs. La taille de notre échantillon ne nous a pas permis de dégager des constantes de comparaison qui nous permettraient quelques supputations à ce propos. Nos données demanderaient à être complétées avec un échantillon d'élèves plus grand.

Quoi qu'il en soit, ce travail confirme le fort intérêt du travail en groupe puisqu'il est créateur d'échanges entre pairs et de confrontation des savoirs. Toutefois, le nombre d'enfant par groupe peut être une variable didactique importante qui mériterait d'être approfondie, la communication semblant plus aisée dans le binôme que dans le trinôme.

Ainsi, ce travail aura grandement nourri notre réflexion sur l'acquisition de compétences en géométrie par les élèves de l'école élémentaire et sur l'importance de l'organisation de la communauté discursive que forme la classe.

Bibliographie

Baines E., Rubie-Davis C. & Blatchford P. (2009). *Improving pupil group work interaction and dialogue in primary classrooms: results from a year-long intervention study*. Article in Cambridge Journal Education.

<https://www.researchgate.net/publication/238399851>

Baker, M.J. (2008). *Formes et processus de la résolution coopérative de problèmes : des savoirs aux pratiques éducatives*. In Y. Rouiller & K. Lehraus (Eds.), *Vers des apprentissages en coopération : rencontres et perspectives*, pp. 107-130. Berne : Peter Lang.

<file:///C:/Users/pesmo/Documents/FAC/Mémoire/Mémoire%20version%20finale/Bibliographie/2008%20Baker.pdf>

Brousseau, Guy (1983). *Les « effets » du « contrat didactique »*. 2^e école d'été de didactique des mathématiques (Olivet).

<file:///C:/Users/pesmo/Documents/FAC/Mémoire/Mémoire%20version%20finale/Bibliographie/82-83-effet-de-contrat.pdf>

Bulf Caroline, Coulange Lalina, L'Hoste Yann et Rebière Maryse (2014). *Apprentissages et langage(s) dans les disciplines d'enseignement - Exemple en sciences de la vie et de la terre et en mathématiques* - Actes du séminaire national de l'ARDM.

https://www.researchgate.net/publication/315652275_Apprentissages_et_langages_dans_les_disciplines_d'enseignement_-_Exemples_en_sciences_de_la_vie_et_de_la_Terre_et_en_mathematiques

Celi Valentina et Bessot Annie : “Statut et rôle du dessin dans la formulation d'un programme de construction au collège” dans petit x n°77.

http://www-irem.ujf-grenoble.fr/revues/revue_x/fic/77/77x3.pdf

Duval, Raymond (1994). *Les différents fonctionnements d'une figure dans une démarche géométrique*. Repères-IREM, N°17, p. 121-138. 1994.

<http://numerisation.univ-irem.fr/WR/IWR97117/IWR97117.pdf>

Duval Raymond & Godin Marc (2005). *Les changements de regard nécessaires sur les figures*. Grand N n° 76. Pages 7 à 27.

http://www-irem.ujf-grenoble.fr/revues/revue_n/fic/76/76n2.pdf

Grandaty, M. (2001). *Les divers types d'énonciations dans les textes injonctifs*. Pratiques, Les textes de consignes, n°111-112.

https://www.persee.fr/doc/prati_0338-2389_2001_num_111_1_2426

Jaubert Martine, Rebière Maryse (2001). *Pratiques de reformulation et construction de savoirs*. ASTER N° 33, p.81-110. Ecrire pour comprendre les sciences, INR.

http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/aster/ASTER_2001_33_81.pdf

Jaubert Martine, Rebière Maryse et Bernié Jean-Paul (2012). *Communautés discursives scolaires et construction de savoirs : l'hypothèse énonciative*. Forumlecture.ch.

https://www.leseforum.ch/myUploadData/files/2012_3_Jaubert_Rebiere_Bernier.pdf

Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Décret n°2015-372 du 31 mars 2015 relatif au socle commun de connaissances, de compétences et de culture (JO du 2-4-2015 ; BOEN n°17 du 23-4-2015).

Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Texte consolidé du cycle 3 à partir du programme au BOEN spécial n°11 du 26 novembre 2015, des nouvelles dispositions publiées au BOEN n°30 du 26 juillet 2018.

Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Texte consolidé du cycle 2 à partir du programme au BOEN spécial n°11 du 26 novembre 2015, des nouvelles dispositions publiées au BOEN n°30 du 26 juillet 2018.

Pierrard Alain (2004). *Des écrits pour représenter des dessins géométriques*, IUFM de Grenoble, Grand N n°74, p.7-32.

<http://www-irem.ujf-grenoble.fr/spip/spip.php?rubrique21&num=74>

Reverdy Catherine (2016). *La coopération entre élèves : des recherches aux pratiques*. Dossier de veille de l'IFÉ, Institut français de l'Éducation, pp.1-32.

<http://ife.ens-lyon.fr/vst/DA/detailsDossier.php?parent=accueil&dossier=114&lang=fr>

Annexes

Annexe 1 : Listes paginées des tableaux, figures et graphiques

Tableau 1 : Grille d'analyse générale des interactions	13
Tableau 2 : Grille d'analyse des discussions collaboratives.....	13
Tableau 3 : Grille d'analyse des programmes de construction.....	14
Tableau 4 : La séquence – 1 ^e partie	17
Tableau 5 : La séquence – 2 ^e partie	18
Tableau 6 : Les prérequis	19
Tableau 7 : Suivi d'un programme de construction	21
Tableau 8 : Evaluation des productions (suivi d'un programme)	22
Tableau 9 : Productions du binôme des CE2 – Suivi d'un programme	22
Tableau 10 : Production du trinôme de CM2 – Suivi d'un programme	23
Tableau 11 : Analyse des figures proposées – CE2	24
Tableau 12 : Analyse des figures proposées – CM2	25
Tableau 13 : Evolution des consignes	27
Tableau 14 : Caractéristiques du texte (aspects pragmatiques et morphosyntaxiques).....	28
Tableau 15 : Programmes et figures réalisés par les CE2 – 1 ^e exp.	29
Tableau 16 : Analyse de la figure complexe (approche mathématique) – 1 ^e exp. CE2.....	30
Tableau 17 : Choix des informations (aspects sémantiques) – 1 ^e exp. CE2.....	30
Tableau 18 : Programmes et figures réalisés par les CM2 – 1 ^e exp.	31
Tableau 19 : Analyse de la figure complexe (approche mathématique) – 1 ^e exp. CM2	33
Tableau 20 : Choix des informations (aspects sémantiques) – 1 ^e exp. CM2.....	33
Tableau 21 : Programmes et figures réalisés par les CE2 – 2 ^e exp	34
Tableau 22 : Analyse de la figure complexe (approche mathématique) – 2 ^e exp. CE2.....	35
Tableau 23 : Choix des informations (aspects sémantiques) – 2 ^e exp. CE2.....	36
Tableau 24 : Programmes et figures réalisés par les CM2 – 2 ^e exp	36
Tableau 25 : Analyse de la figure complexe (approche mathématique) – 2 ^e exp. CM2	38
Tableau 26 : Choix des informations (aspects sémantiques) – 2 ^e exp. CM2.....	38
Tableau 27 : Programmes et figures réalisés par les CE2 – 3 ^e exp	38
Tableau 28 : Analyse de la figure complexe (approche mathématique) – 3 ^e exp. CE2.....	40
Tableau 29 : Choix des informations (aspects sémantiques) – 3 ^e exp. CE2.....	40
Tableau 30 : Programmes et figures réalisés par les CM2 – 3 ^e exp	41
Tableau 31 : Analyse de la figure complexe (approche mathématique) – 3 ^e exp. CM2	43
Tableau 32 : Choix des informations (aspects sémantiques) – 3 ^e exp. CM2.....	43
Tableau 33 : Croisement des données des grilles d'analyse.....	47

Figure 1 : perception d'une figure	9
Figure 2 : appréhension opératoire	10
Figure 3 : 1 ^e figure CE2.....	24
Figure 4 : 2 ^e figure CE2.....	24
Figure 5 : 3 ^e figure CE2.....	24
Figure 6 : 1 ^e figure CM2.....	25
Figure 7 : 2 ^e figure CM2.....	25
Figure 8 : 3 ^e figure CM2.....	25

Graphique 1 : Répartition des interactions – 1 ^e expérimentation CE2	29
Graphique 2 : Répartition des interactions – 1 ^e exp. CM2	32
Graphique 3 : Répartition des interactions – 2 ^e expérimentation CE2	34
Graphique 4 : Répartition des interactions – 2 ^e expérimentation CM2.....	37
Graphique 5 : Répartition des interactions – 3 ^e expérimentation CE2	39
Graphique 6 : Répartition des interactions – 3 ^e expérimentation CM2.....	42

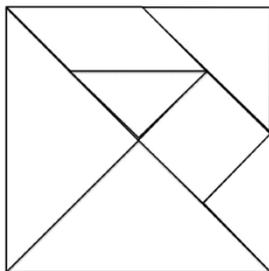
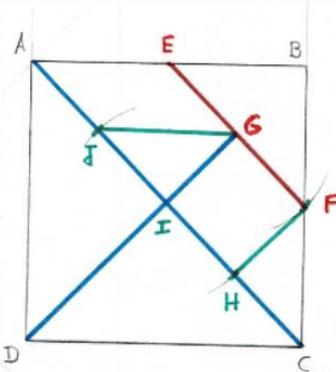
Annexe 2 : Les fiches de préparation de la séquence

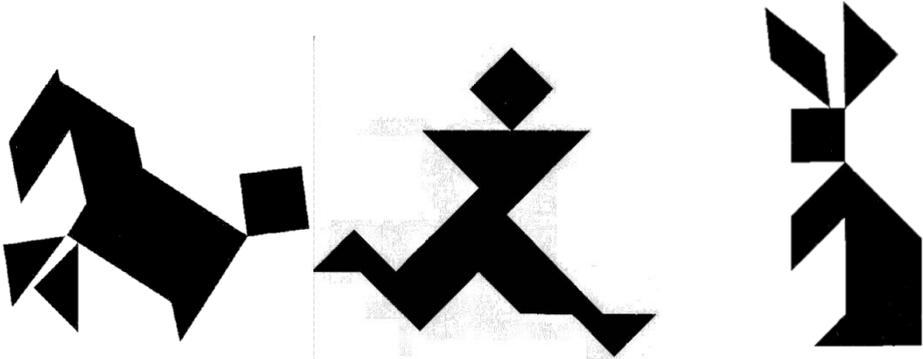
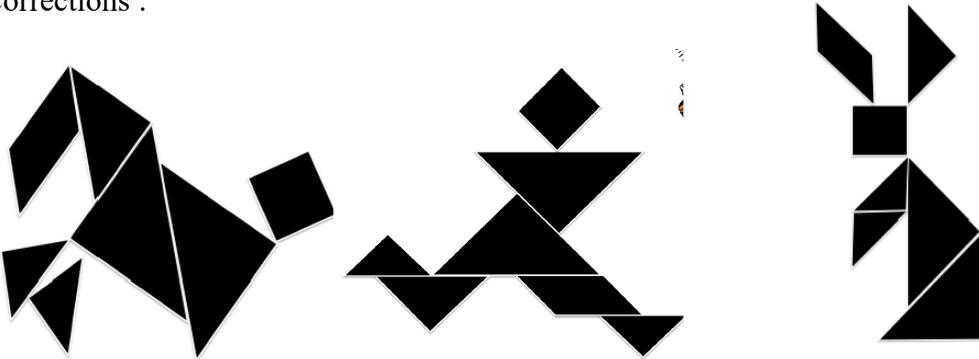
<p>Périodes 3 et 4 (7 séances) Durée des séances : 40 à 50 min. Tous les lundis</p>	<p style="text-align: center;">SEQUENCE « Programmes de construction de figures complexes »</p> <p>Niveau : Cycle 2 (CE2) & 3 (CM2) <u>Matière</u> : Mathématiques <u>Domaine</u> : Géométrie <u>Réf au socle</u> : Comprendre, s'exprimer en utilisant les langages mathématiques <u>Objectif</u> : Écrire de façon collaborative un programme cohérent de construction d'une figure complexe composée de figures simples connues. <u>Compétences</u> : Au terme de la séquence, les élèves devront être capables de : <ul style="list-style-type: none"> - Lire un programme de construction en géométrie, - Décrire une figure complexe en utilisant les figures simples connues qui la composent, - Produire un écrit prescriptif, - Travailler en groupe. </p>
<p>Séance 1 : 04/02</p>	<p>Objectif : Construire une figure complexe (un tangram) à partir d'un programme (phase de découverte d'un programme de construction en géométrie).</p>
<p>Séance 2 : 11/02</p>	<p>Objectif : Construire une figure complexe à partir d'un programme (phase d'entraînement) – CAP MATH.</p>
<p>Séance 3 : 18/02</p>	<p>Objectif : Écrire, en groupe, un programme pour construire une figure complexe – décrire pour construire (phase de recherche avec les polygones, expérimentation). 1e vidéos.</p>
<p>Séance 4 : 11/03</p>	<p>Objectif : Écrire un programme pour décrire une figure complexe : maîtriser le type d'écrit spécifique – Tissage important après les vacances d'hiver.</p>
<p>Séance 5 : 18/03</p>	<p>Objectif : Écrire, en groupe, un programme pour construire une figure complexe – décrire pour construire (phase de réinvestissement, 2^e recherche avec ajout des cercles). Un rôle est donné à chaque élève du groupe. 2e vidéo.</p>
<p>Séance 6 : 25/03</p>	<p>Objectif : Connaître les étapes de construction d'un programme dont les tracés intermédiaires – Phase de structuration – Analyse des programmes produits à la séance précédente.</p>
<p>Séance 7 : 01/04</p>	<p>Objectif : Écrire, en groupe, un programme pour construire une figure complexe – décrire pour construire (phase de consolidation). Support supplémentaire (trace écrite des apprentissages antérieurs). 3e vidéo.</p>

SEANCE 1 : Découverte d'un programme de construction géométrique à travers le Tangram

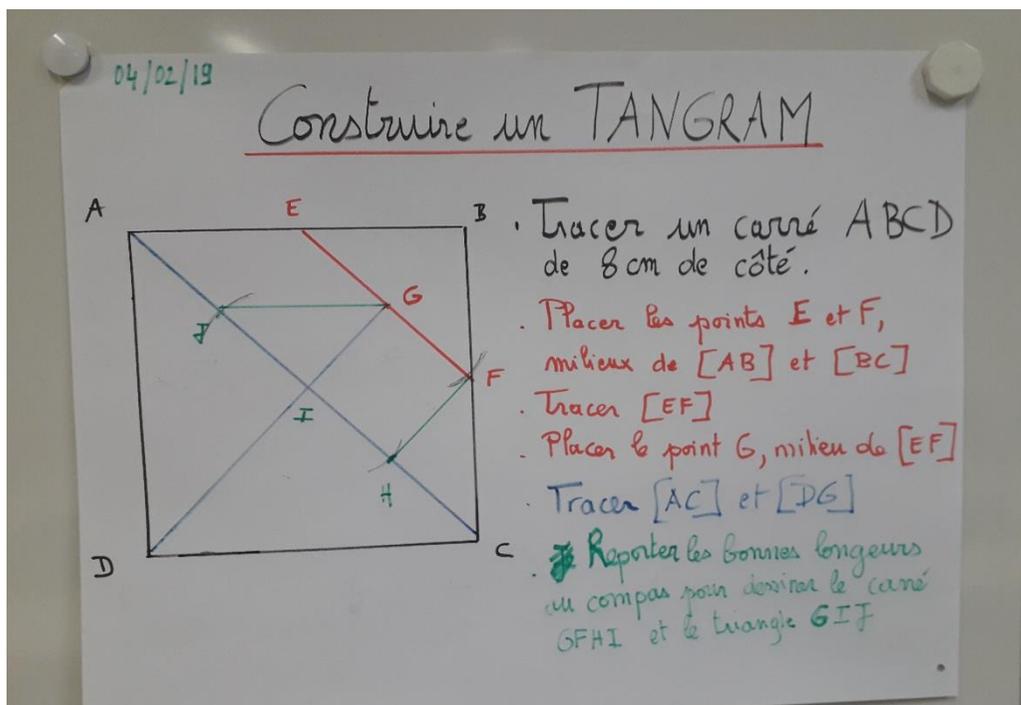
Durée : 40 min – Date : le 04/02/19 - Dispositif commun aux élèves de CE2 et CM2

Objectif : construire une figure complexe à partir d'un programme – Phase de découverte d'un programme de construction en géométrie.

Phase - durée	Dispositif	Activités (PE, élèves) - Supports	Remarques / différenciation
1 – Tissage et annonce des critères de réussite - 5'	Groupe classe	<p><i>La dernière fois, nous avons découvert le jeu des Tangram.</i> Projeter le Tangram ci-dessous au tableau :</p>  <p>Faire rappeler aux élèves ce que nous avons fait en faisant ressortir la définition d'une figure complexe. <i>Aujourd'hui, nous allons reprendre ce jeu mais, avant de découper le Tangram, vous allez devoir en dessiner un de 6 cm de côté.</i></p>	<p><u>Critères de réussite :</u> CM2 : 2 Tangrams à dessiner et 2 figures à reproduire CE2 : 1 Tangram – 1 figure</p> <p><i>Vérifier et compléter le matériel des élèves : règle, équerre, compas, ciseaux, colle, crayon bien taillé, gomme.</i></p>
2 – Recherche et manipulation - 5'	Individuel	<p><i>Votre objectif est de dessiner un Tangram semblable, de 6 cm de côtés. Comment allez-vous vous y prendre ? Par où allez-vous commencer ? Quel segment allez-vous tracer en 1e ? en 2e ? y-a-t-il un ordre préférable à un autre pour ne pas se tromper ? Vous avez 5 minutes de réflexion et après, on cherchera la meilleure stratégie ensemble.</i></p>	<p><i>Entraînement sur cahier de brouillon.</i></p>
3 – Structuration - 10'	Groupe classe – manipulation individuelle	<p>Construire pas-à-pas, au tableau, l'affiche ci-dessous avec les élèves :</p>  <p>Construire un TANGRAM</p> <p>Tracer un carré ABCD de 8 cm de côté (voir les étapes de construction d'un carré dans le cahier de leçons) Placer les points E et F aux milieux de [AB] et de [BC] et tracer le segment [EF]. Placer le point G au milieu de [EF]. Tracer les segments [AC] et [DG]. Compléter le Tangram en reportant les bonnes longueurs au compas pour dessiner le carré GFHI et le triangle GIJ.</p>	<p><i>Distribution des feuilles de papier unies (jaune).</i></p>

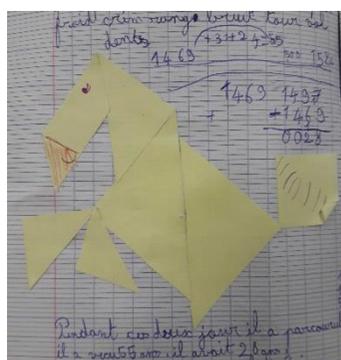
Phase - durée	Dispositif	Activités (PE, élèves) - Supports	Remarques / différenciation
4 – Entraînement - 15'	Binômes d'entraide – manipulation individuelle	<p>Les élèves dessinent leurs Tangrams, les découpent et cherchent à reproduire une (ou 2 pour les CM2) figures ci-dessous (à projeter au tableau) :</p>  <p>Corrections :</p> 	<p><i>Passer dans les rangs, repérer les élèves en difficulté et dont l'aide du binôme ne suffit pas, et les prendre à la table d'aide.</i></p> <p><i>Projeter les corrections 3' avant la fin du temps imparti (auto-validation).</i></p>
-5 - Structuration	Groupe classe	<p>Faire rappeler aux élèves les différentes étapes de la séance. Revenir sur l'affiche : à quoi ressemble ce type d'écrits ? (recette de cuisine, manuel de montage etc...). Dans notre cas, c'est ce qu'on appelle un programme de construction en géométrie. Ouvrir sur l'utilité de ce type d'écrit, des programmes : ouvrir sur la technologie et l'informatique.</p>	<p>Chercher à impliquer le plus d'élèves possibles dans la discussion.</p>

Affiche faite en classe avec les élèves :



Paroles des élèves en fin de séance pour qualifier ce type d'écrit : « - Ça ressemble à une notice, - des instructions, - une notice de montage, - une recette de cuisine » => découverte du terme « programme de construction en géométrie ».

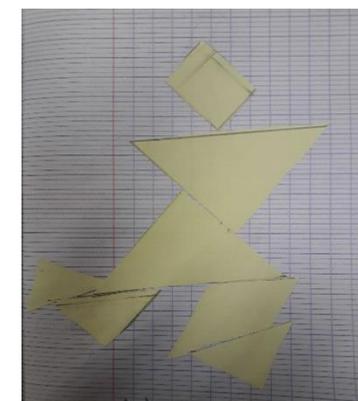
Exemples de production finale (100% des élèves ont réussi à tracer leur tangram, de façon plus ou moins précise, mais seul un peu plus de la moitié est parvenue à reproduire une figure sans avoir l'aide de sa décomposition (appelée « corrections » dans la fiche de préparation de la séance) :



Le cheval



Le lapin

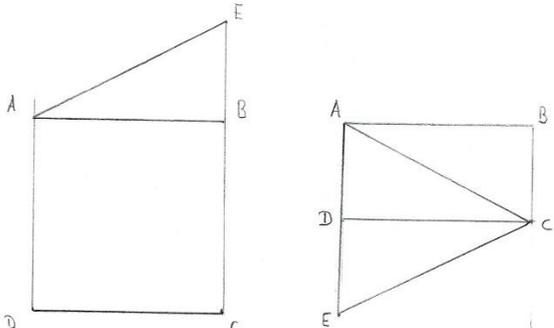


L'homme qui court

SEANCE 2 : Construire une figure complexe à partir d'un programme

Durée : 40 min – Date : le 11/02/19 - Dispositif commun aux élèves de CE2 et CM2

Objectif : Dessiner une figure complexe à partir d'un programme. Phases de recherche et d'entraînement.

Phase - durée	Dispositif	Activités (PE, élèves) - Supports	Remarques / différenciation
1 – Tissage et annonce des critères de réussite - 5'	Groupe classe	<p><i>La dernière fois, nous avons dessiner un Tangram. Comment avions-nous procédé ? Comment est construite une figure complexe ?</i></p> <p>Faire rappeler aux élèves les étapes de construction du Tangram puis ramener l'affiche de la fois précédente au tableau.</p> <p><i>Quelqu'un se souvient-il de comment on appelle ce type d'écrit ?</i></p> <p>Rappel du lexique : programme de construction. Écrit prescriptif de type recette de cuisine, instructions de montage, règles de jeux etc.</p> <p><i>Aujourd'hui, vous allez essayer de construire une figure complexe, sans la voir avant, en suivant un programme.</i></p>	
2 – Recherche et manipulation - 8'	Individuel	<p>Écrire successivement les programmes suivants au tableau :</p> <p>Tracer un carré ABCD</p> <p><i>Mise en commun en revenant sur le fait que les sommets ABCD sont consécutifs.</i></p> <p>Tracer un carré ABCD</p> <p>Tracer un triangle ABE, rectangle en B</p> <p><i>Mise en commun (le triangle peut être dessiné dans les 2 sens)</i></p> <p>Tracer un rectangle ABCD</p> <p>Tracer [AC] – <i>Pause (validation)</i></p> <p>Tracer un triangle CDE rectangle en D, tel que D soit le milieu de [AE]</p> <p><i>Mise en commun</i></p> <p>Corrections :</p> 	<p><i>Essai, découverte sur ardoises pointées, à main levée, sans dimensions.</i></p> <p><i>Même méthode que pour le calcul mental – tous les élèves lèvent l'ardoise en même temps. 2 min de réflexion après chaque lecture de programme.</i></p>

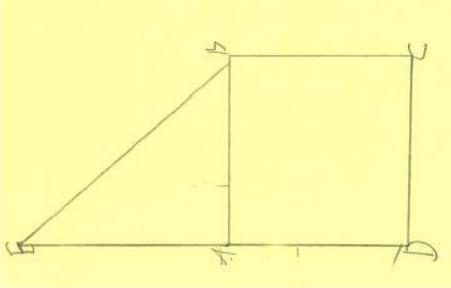
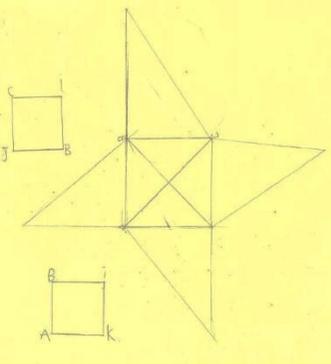
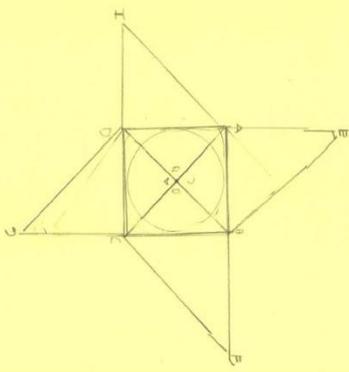
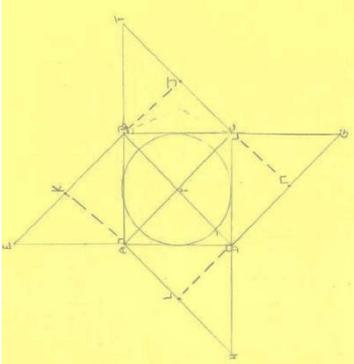
Phase - durée	Dispositif	Activités (PE, élèves) - Supports	Remarques / différenciation
3 – Entraînement - 17'	Binômes d'entraide – manipulation individuelle	<p><i>Vous allez maintenant suivre un programme de construction dont les dimensions des figures vous seront données. Quelle stratégie allez-vous adopter ? Allez-vous vous lancer directement ?</i></p> <p>Faire ressortir la stratégie de l'écrit intermédiaire à main levée au départ.</p> <p>Partie 1 : Tracer un carré ABCD de 5 cm de côté. Tracer un triangle ABE, rectangle en A, tel que le point A soit le milieu de [ED]. Tracer un triangle BCF, rectangle en B, tel que le point B soit le milieu de [AF]. Tracer un triangle CDG, rectangle en C, tel que le point C soit le milieu de [BG]. Tracer un triangle DAH, rectangle en D, tel que le point D soit le milieu de [CH].</p> <p>Partie 2 : Tracer les diagonales du carré ABCD. Nommer I leur point d'intersection. Tracer un cercle de centre I et de rayon 2 cm et 5 mm</p> <p>Partie 3 : Tracer les carrés CIBJ, BIAK, AIDL et DICM.</p>	<p><i>Distribution des feuilles de papier unies (jaune) et programme à projeter.</i></p> <p><i>Critères de réussite CE2 : partie 1</i></p> <p><i>Critères de réussite CM2 : parties 1 et 2</i></p> <p><i>Les CE2 qui réussissent la partie 1 en avance peuvent se lancer dans la partie 2.</i></p> <p><i>Pour les plus avancés : partie 3. Passer dans les rangs, repérer les élèves en difficulté et dont l'aide du binôme ne suffit pas, et les prendre à la table d'aide.</i></p>

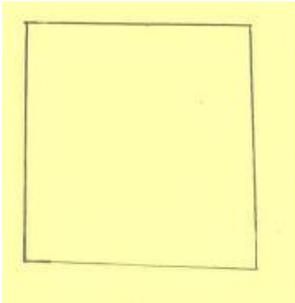
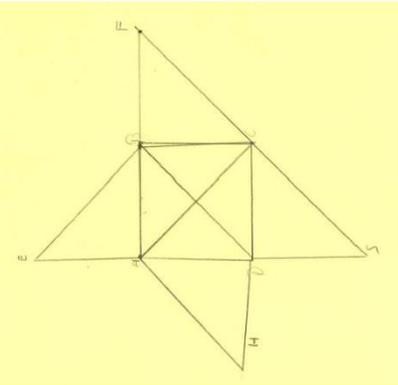
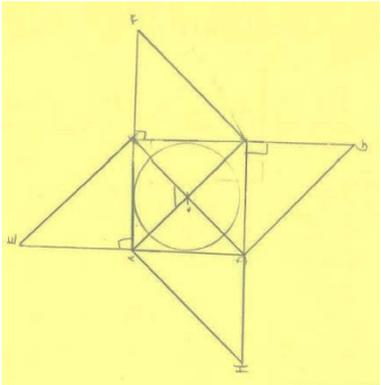
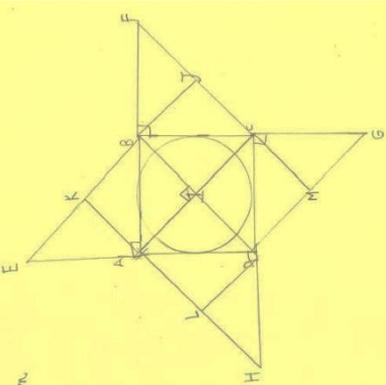
Phase - durée	Dispositif	Activités (PE, élèves) - Supports	Remarques / différenciation
4 – Structuration – 10 min	Groupe classe	Amener les élèves à expliquer leurs démarches. <i>D'autres ont fait différemment ?</i> Les comparer entre elles. <i>Si vous aviez eu à écrire le programme de construction de la partie 1, auriez-vous écrit le même texte ? Pouvez-vous en proposer d'autres ? Et si vous aviez eu à écrire un programme pour la figure 3, quelle est la difficulté principale à laquelle vous vous seriez confrontés ?</i> Faire ressortir l'importance de la décomposition des figures complexes en figures simples. Résumer les meilleurs stratégies au tableau.	Mise en commun finale : relever aussi le lexique au tableau.

Résultats des élèves (1 absent – 25 élèves présents : 9 CM2 et 16 CE2)

Étape atteinte :		Nombre d'élèves par niveau de classe		% moyen (/25)
		CE2 (/16)	CM2 (/9)	
N'a pas atteint le niveau 1		1	2	12%
A atteint le niveau 1	Critères de réussite CE2	1	1	8%
A atteint le niveau 2	Critères de réussite CM2	6	1	28%
A atteint le niveau 3	Champions	8	5	52%
Total :		16	9	100%

Exemples de productions des élèves :

CM2			
Niveau 1 non atteint	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
			

CE2			
Niveau 1 non atteint	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
			

SEANCE 3 : Écrire un programme pour construire une figure complexe

Durée : 45 min – Date : le 18/02/19 - Dispositif commun aux élèves de CE2 et CM2

Objectif : écrire un programme de construction en géométrie – Phase de recherche. **le vidéos pour le mémoire (1 CM2 & 1 CE2).**

Phase - durée	Dispositif	Activités (PE, élèves) - Supports	Remarques / différenciation
1 – Tissage et critères de réussite - 10'	Groupe classe	<p><i>Rappel de la séance passée par les élèves.</i> => suivi d'un programme de construction pour tracer une figure complexe sans la voir au préalable. <i>Aujourd'hui, nous allons jouer en sens inverse. Je vais vous donner une figure complexe et vous devrez chercher à écrire le programme qui permettra à quelqu'un d'autre de la tracer.</i></p> <p>Exemple pour s'entraîner : <i>Dessiner 2 rectangles l'un sur l'autre au tableau (main levée, sans mesure). Laisser 2 minutes de réflexion aux élèves et ouvrir les échanges. 2e exemple avec 1 rectangle surmonté d'un triangle isocèle dont la base est le côté supérieur du rectangle.</i></p> <p>Étayage : <i>Projeter la figure complète de la séance précédente pour mettre en lumière la nécessité de décomposer la figure complexe en figures simples et de nommer les sommets consécutifs des figures simples dans l'ordre alphabétique.</i></p> <p>Composition des groupes de travail : Prévoir 3 figures pour les CM2 (3 groupes de 3 élèves, 1 figure différente par groupe) et 4 pour les CE2 (7 groupes de 2 élèves, 1 groupe de 3, soit 8 groupes, 2 d'entre eux ayant la même figure) – <i>faire le tableau de répartition des figures au tableau.</i> <i>Expliquer les règles du jeu (on doit pouvoir calquer les figures – les dimensions comptent). Voir les figures en annexe.</i></p>	<p>Penser à intervertir les groupes A...../M..... et N...../AR..... (AR absente la dernière fois et N..... un peu à la traîne, A..... et M..... en réussite). N..... et M..... échangent temporairement leur place.</p> <p>Distinguer l'écrit descriptif du programme (écrit prescriptif).</p> <p>Écrire la stratégie au tableau : 1/ décomposer les figures complexes en figures simples 2/ nommer les sommets des figures simples (Laisser l'exemple au tableau)</p>
2 – Entraînement - 20'	Groupes de 3 ou binômes	<p><i>Le jeu des figures smartphonées !</i></p> <p><i>Étape 1 – 10' : chaque groupe essaye d'écrire un programme.</i></p>	<p>Ne pas oublier les vidéos ! Penser à installer le matériel avant l'entrée en classe.</p>

Phase - durée	Dispositif	Activités (PE, élèves) - Supports	Remarques / différenciation
		<p><i>A écrire sur feuille simple (Noms des élèves, date, nom de la figure)</i></p> <p>Étayage après 5 min : <i>quelle est la première étape de votre réflexion ?</i></p> <p>Décomposition en figures simples et possibilité de nommer les sommets de ces figures simples.</p> <p>Étape 2 - 10' : <i>échange des programmes entre groupes et tentative de traçage.</i></p> <p><i>A tracer sur feuille unie (Noms des élèves, date, nom de la figure)</i></p>	<p><i>Pas de distribution de rôles entre les membres de ces groupes (variable didactique qui sera introduite dans la séance suivante – voir si les élèves le font par habitude ?)</i></p>
3 – Structuration - 10'	Groupe classe	<p>Vérification des groupes qui ont réussi à reproduire la figure. Interrogation des élèves qui avaient écrit les programmes qui ont le mieux marché : quelles stratégies ont-ils utilisées ? Pour s'organiser au sein du groupe, pour écrire leur programme. Et pour les groupes qui n'ont pas réussi ? Ont-ils compris pourquoi ? Que feraient-ils la prochaine fois ?</p> <p>Écrire le résumé des meilleures stratégies au tableau.</p>	<p>Penser à récupérer les programmes et le dessin des figures correspondantes.</p>

Propositions de programmes correspondant (exemple de correction possible) :

Figure 1 – CE2 :

- Tracer un carré ABCD de 5 cm de côté
- Tracer un triangle ABE, rectangle en B, tel que B est le milieu de [CE]
- Tracer un triangle ADF, rectangle en D, tel que D est le milieu de [CF]

Figure 2 – CE2 :

- Tracer un rectangle ABCD de 6 cm de longueur et de 4 cm de largeur
- Tracer un triangle ABE, rectangle en B, tel que B est le milieu de [CE]
- Tracer un triangle DCF, rectangle en C, tel que C est le milieu de [BF]

Figure 3 – CE2 :

- Tracer un carré ABCD de 5 cm de côté
- Tracer un triangle BCE, rectangle en B, tel que B est le milieu de [AE]
- Tracer un triangle ADF, rectangle en D, tel que D est le milieu de [CF]

Figure 4 – CE2 :

- Tracer un rectangle ABCD de 8 cm de longueur et 4 cm de largeur
- Tracer un triangle ABE, rectangle en A, tel que A est le milieu de [DE]
- Tracer un triangle CDF, rectangle en C, tel que C est le milieu de [BF]

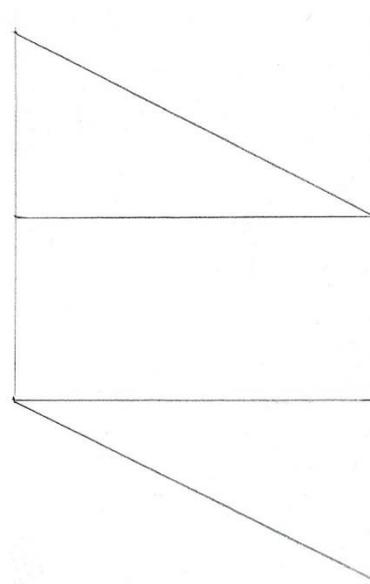


Figure 4 - CE2

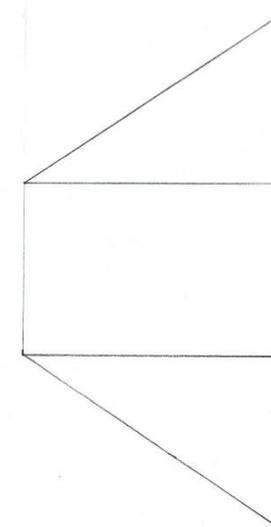


Figure 2 - CE2

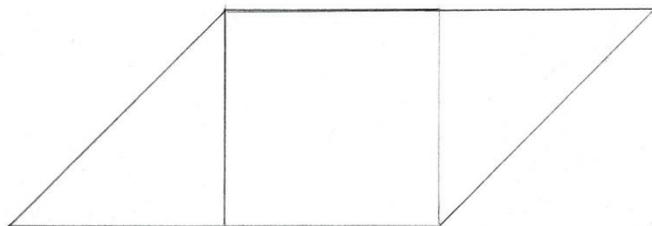


Figure 3 - CE2

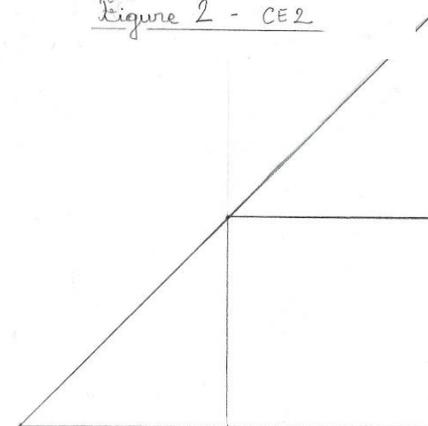


Figure 1 - CE2

Propositions de programmes correspondant (exemple de correction possible)

Figure 1 – CM2 :

- Tracer un carré ABCD de 5 cm de côté
- Tracer un triangle équilatéral ABE
- Tracer un triangle ADF, rectangle en A, tel que A est le milieu de [BF]
- Tracer le segment [EF]

Figure 2 – CM2 :

- Tracer un rectangle ABCD de 6 cm de longueur et de 4 cm de largeur
- Tracer un triangle équilatéral BCE
- Tracer un triangle CDF, rectangle en C, tel que C est le milieu de [BF]
- Tracer le segment [EF]

Figure 3 – CM2 :

- Tracer un carré ABCD de 5 cm de côté
- Tracer un triangle ABE, rectangle en B, tel que B est le milieu de [CE]
- Tracer un triangle BCF, rectangle en B, tel que B est le milieu de [AF]
- Tracer le segment [EF]

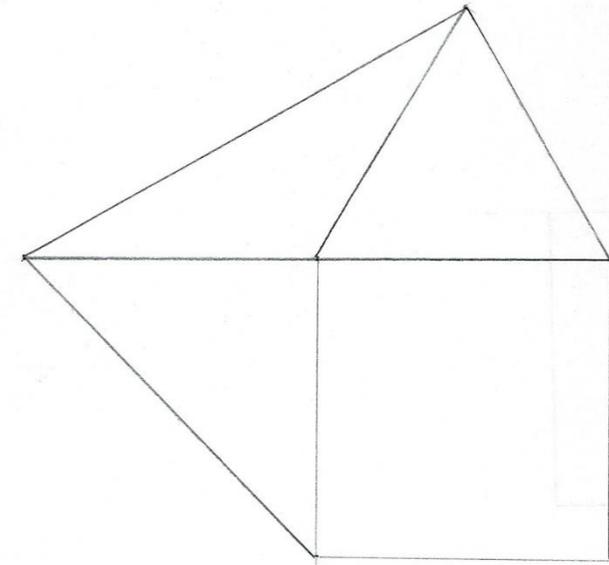


Figure 1 - CM2

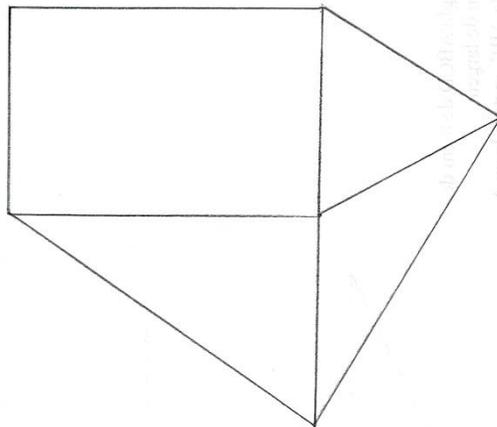


Figure 2 - CM2

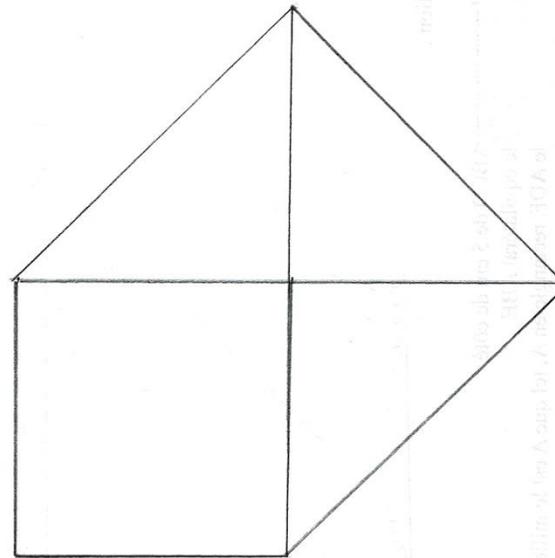


Figure 3 - CM2

Productions des élèves (les deux groupes ci-dessous ont été filmés) :

CE2 – figure 4

Tracer un rectangle ABCD côté de 4 cm et 8 cm

Tracer un triangle rectangle adossé au rectangle ABCD

Tracer un triangle rectangle adossé au rectangle ABCD

CM2 – figure 2

Lundi 18 février 2019

Géométrie

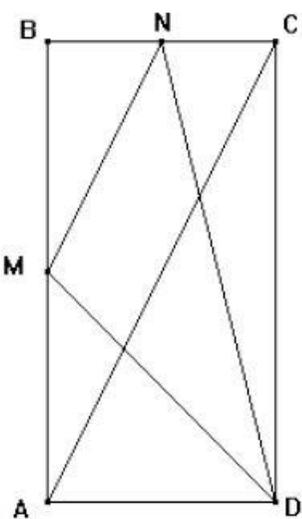
- 1/ Tracer un rectangle A, B, C, D de 6 cm et 4 cm
- 2/ Tracer un triangle-rectangle D, C, E rectangle en C
- 3/ Tracer un triangle quelconque B, C, F
- 4/ Tracer triangle isocèle E, C, F

SEANCE 4 : Un programme pour quelle figure ?

Durée : 40 min – Date : le 11/03/19 - Dispositif commun aux élèves de CE2 et CM2 (figures et programmes différenciés)

Objectif : Écrire un programme pour décrire une figure complexe, identifier un programme correspondant à une figure (phase de structuration et d'entraînement).

Phase - durée	Dispositif	Activités (PE, élèves) - Supports	Remarques / différenciation
1 – Tissage et annonce de la séance - 5'	Groupe classe	Après les vacances, faire rappeler les deux dernières séances par les élèves (suivi d'un programme, écriture d'un programme) : les activités, les apprentissages (appréhensions discursive et séquentielle d'une figure complexe, texte injonctif à l'infinif...)	<i>Vérifier et compléter le matériel des élèves : règle, équerre, compas, ciseaux, colle, crayon bien taillé, gomme.</i>
2 – Recherche 1 et manipulation – 1 ^{ière} hypothèses – 10'	Individuel puis par groupe de niveau	1 ^{er} entraînement et mise en activité : <i>Votre objectif est de retrouver le programme qui correspond à chacune des deux figures qui vous sont présentées. Les CE2, vous commencez à chercher le programme correspondant à votre première figure. Vous avez 3 minutes de réflexion et après, on cherchera la meilleure stratégie ensemble. Les CM2, vous avez 5 minutes de réflexion pour vos deux figures. Vous devez justifier par une phrase écrite votre réponse. Mise en commun dans 5 minutes !</i> Lancer les CE2 sur leur 2 ^e cas pendant la mise en commun avec les CM2. Mises en commun : amener les élèves à comparer les programmes et à identifier ce qui ne fonctionne pas dans les programmes erronés.	<i>Voir les exercices différenciés par niveau ci-après. Entraînement sur cahier de brouillon. Proposer à Ja. et Jos. de faire l'exo 1 des CE2 pour se rassurer avant de passer à ceux des CM2.</i>
3 – Recherche 2 - 20' Nouvelles hypothèses.	Groupes de 3 pour les CM2 et binômes pour les CE2 – puis groupe classe	Groupes CM2 : penser à mélanger les groupes par rapport à la séance 3. Exercices 2 (voir ci-après). PE annonce : retour sur la séance précédente. Organisation des groupes. Projection d'un cas CM2 au TBI et explication des attentes. Les élèves doivent analyser les 2 cas pour CE2 et 3 pour CM2. Quels conseils donner aux groupes émetteurs et récepteurs ? Les groupes font un tableau à 2 colonnes et classent les améliorations qu'ils proposent. Distribution des exercices (1 copie / élèves pour les CM2 et 1 par binômes pour les CE2). Mise en commun CE2 après 10 min. Puis exercice du cas 3. Mise en commun CM2 dans la foulée. Ecriture d'une affiche : conseils pour l'écriture d'un programme de construction en géométrie. Essayer de retrouver des termes liés ou relatifs à ceux de Pierrard (pour la partie émetteur) : - Principe de cohérence du texte : ne mélange-t-il pas des cadres de savoirs	<i>Passer dans les rangs, repérer les groupes en difficulté et leur proposer une répartition des rôles ou un changement de positionnement si nécessaire, un étayage...</i>

Phase - durée	Dispositif	Activités (PE, élèves) - Supports	Remarques / différenciation
		<p>différents ?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principe de complétude du texte : est-il autosuffisant ? - Principe d'économie (notamment par la comparaison des 2 programmes fonctionnels pour une même figure en phase 2) ; - Le texte répond-il aux critères attendus pour un programme (suite d'actions commençant par un verbe à l'infinitif) ? - Les actions sont-elles correctement ordonnées ? - Vocabulaire, propriétés géométriques mobilisées ? - Figures simples identifiées ? 	
<p>4 – 1^{er} réinvestissement - 5'</p>	<p>Individuel puis groupe classe</p>	<p>Corriger un programme de construction (exemple donné par Pierrard, 2004) :</p>  <p>1/ Tracer le rectangle ABCD tel que [AB] mesure 6 cm et [BC] 4 cm, 2/ Tracer la diagonale [AC], 3/ Placer M au milieu de [BC] et N au milieu de [CD], 4/ Tracer [MN], [MD] et [NB].</p> <p>Laisser trois minutes de réflexion aux élèves puis leur demander d'écrire le numéro de l'étape du programme où se trouve l'erreur (visualiser d'un coup d'œil le niveau de compréhension des élèves).</p>	<p><i>Exercice à projeter et à corriger directement en groupe classe.</i></p>

Exercices phase 2 – 1^e recherche CM2 :

Exercice 1 : Trouve le programme correspondant à la figure 1 – choix entre 2 programmes :

Programme 1 :

1/ Tracer un triangle rectangle isocèle ABC tel que :

- A soit le sommet de l'angle droit ;
- [AB] et [AC] mesurent 4 cm ;

2/ Tracer un rectangle BCDE de largeur 2 cm tel que le rectangle et le triangle soient de part et d'autre de [BC] ;

3/ Tracer un triangle rectangle isocèle DEF tel que :

- F soit le sommet de l'angle droit ;
- [EF] et [DF] mesurent 4 cm ;

Programme 2 :

1/ Tracer un triangle rectangle isocèle ABC tel que :

- A soit le sommet de l'angle droit ;
- [AB] et [AC] mesurent 4 cm ;

2/ Tracer un rectangle BCDE de largeur 2 cm tel que le rectangle et le triangle soient de part et d'autre de [BC] ;

3/ Tracer un triangle rectangle isocèle DEF tel que :

- F soit le sommet de l'angle droit ;
- [EF] et [DF] mesurent 4 cm ;
- Le rectangle et le triangle DEF soient de part et d'autre de [DE].

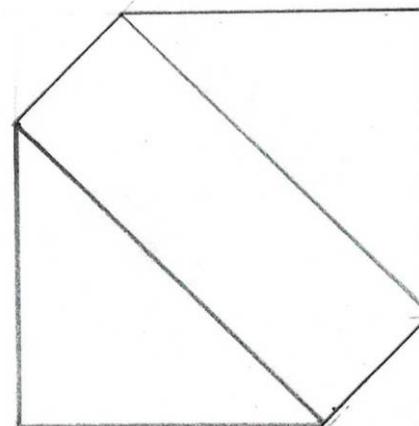


Figure 1 - CM2

Exo 2 : Idem figure 2 – choix entre 3 programmes (2 bons).

Programme 1 :

- 1/ Tracer un triangle équilatéral ABC de 3 cm de côté ;
- 2/ Tracer un carré BCDE tel que le triangle et le carré soient de part et d'autre du segment [BC] ;
- 3/ Tracer un triangle équilatéral DEF tel que le carré et le triangle DEF soient de part et d'autre de [DE].

Programme 2 :

- 1/ Tracer un carré ABCD de 3 cm de côté ;
- 2/ De part et d'autre de ce carré, tracer 2 triangles équilatéraux dont l'un des côtés est AB pour l'un et CD pour l'autre.

Programme 3 :

- 1/ Tracer un carré ABCD de 3 cm de côté ;
- 1/ Tracer un triangle équilatéral ABE de 3 cm de côté tel que le carré et le triangle ABE soient de part et d'autre de [AB] ;
- 3/ Tracer un triangle équilatéral BCF tel que le carré et le triangle BCF soient de part et d'autre de [BC].

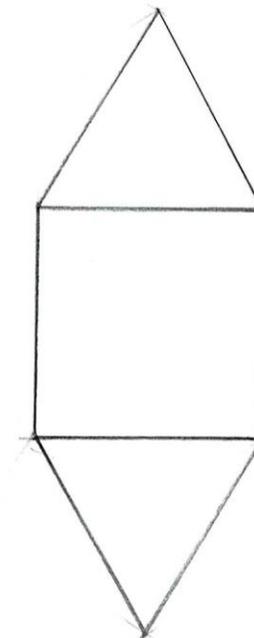


Figure 2 - C172

Exercices phase 2 – 1^e recherche CE2 :

Exercice 1 : Trouve le programme correspondant à la figure 1 – choix entre 2 programmes :

Programme 1 :

1/ Tracer un triangle rectangle ABC tel que :

- A soit le sommet de l'angle droit ;
- [AB] et [AC] mesurent 4 cm ;

2/ Tracer un carré ACDE tel que le carré et le triangle soient de part et d'autre de [AC] ;

3/ Tracer un triangle DEF tel que :

- [DF] mesure 4 cm ;

Programme 2 :

1/ Tracer un triangle rectangle ABC tel que :

- A soit le sommet de l'angle droit ;
- [AB] et [AC] mesurent 4 cm ;

2/ Tracer un carré ACDE tel que le carré et le triangle soient de part et d'autre de [AC] ;

3/ Tracer un triangle rectangle DEF tel que :

- D soit le sommet de l'angle droit ;
- [DF] mesure 4 cm ;

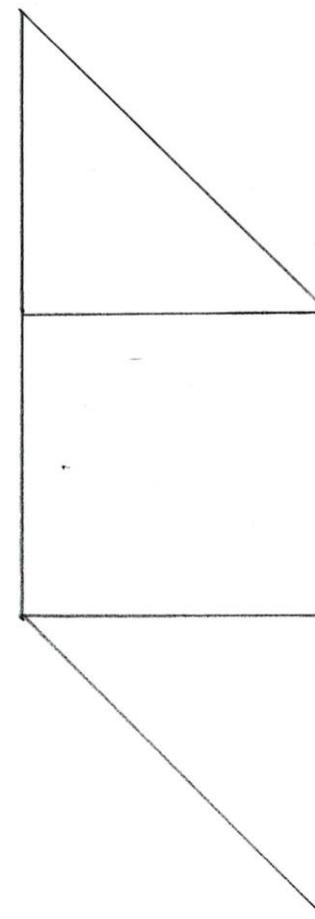


Figure 1 - CE2

Exercice 2 : Idem figure 2 – choix entre 3 programmes (2 bons).

Programme 1 :

1/ Tracer un triangle rectangle ABC tel que :

- A soit le sommet de l'angle droit ;
- [AB] mesure 4 cm et [AC] mesure 3 cm ;

2/ Tracer un rectangle ABDE tel que :

- [BD] mesure 3 cm ;
- le rectangle et le triangle soient de part et d'autre de [AB] ;

3/ Tracer un triangle rectangle DEF tel que :

- D soit le sommet de l'angle droit
- [DF] mesure 3 cm ;
- Le rectangle et le triangle rectangle soient de part et d'autre de [DE].

Programme 2 :

1/ Tracer un triangle rectangle ABC tel que :

- A soit le sommet de l'angle droit ;
- [AB] mesure 4 cm et [AC] mesure 3 cm ;

2/ Tracer un rectangle ABDE tel que :

- [BD] mesure 3 cm ;
- le rectangle et le triangle soient de part et d'autre de [AB] ;

3/ Tracer un triangle rectangle DEF tel que :

- D soit le sommet de l'angle droit
- [DF] mesure 4 cm ;
- Le rectangle et le carré soient de part et d'autre de [BE].

Programme 3 :

1/ Tracer un rectangle ABCE tel que :

- [AB] mesure 4 cm et [BC] mesure 3 cm ;

2/ De part et d'autre du rectangle, tracer les triangles rectangles ABE et CDF tel que :

- A et D soient les sommets de leurs angles droits ;
- [AE] et [DF] mesurent 3 cm ;

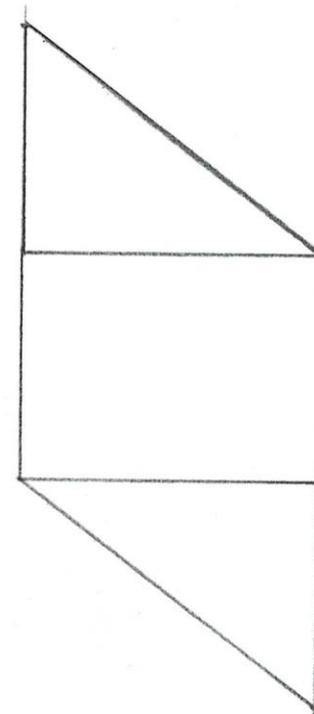


Figure 2 - CE2

Exercice phase 3 : retour sur les programmes écrits lors de la séance précédente – CM2

Figure de départ

Programme proposé

Figure d'arrivée

CAS 1 :

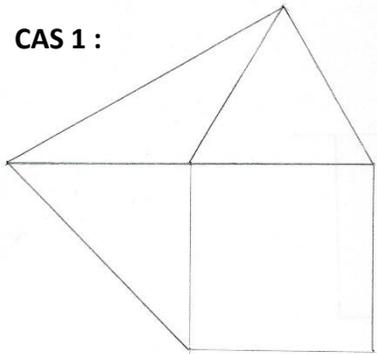
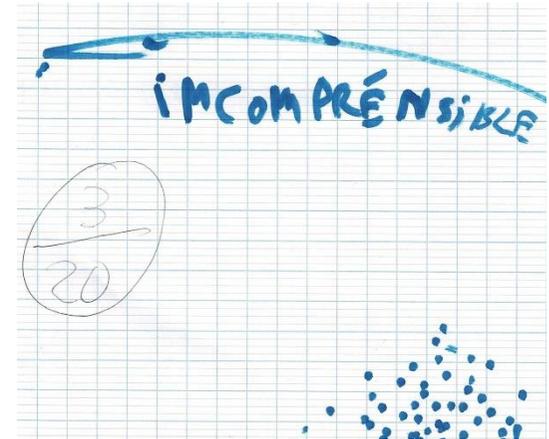


Figure 1 - CM2

Tracer un carré a b c d de 5 cm de côté,
 Tracer un triangle équilatéral de 5 cm
 et touchant ~~sur~~ une des face du carré
 prolongé le segment a b de 5 cm et
 appeler la fin du segment E oel



CAS 2 :

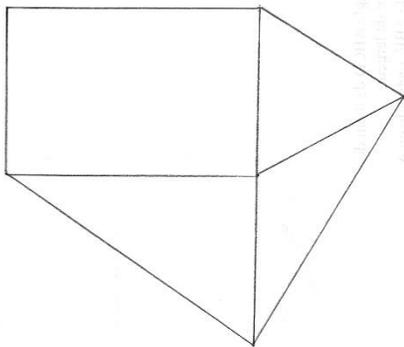
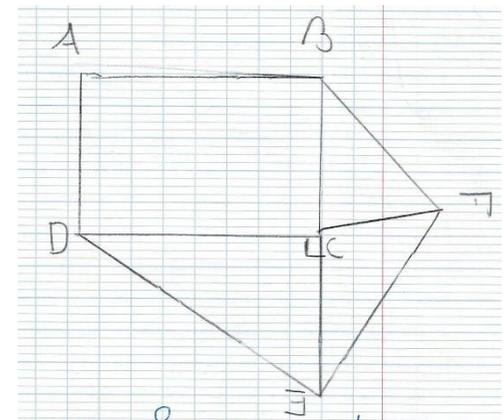


Figure 2 - CM2

1/ Tracer un rectangle A, B, C, D de 6 cm L et
 4 cm l
 2/ Tracer un triangle-rectangle D, C, E rectangle en
 C
 3/ Tracer un triangle quelconque B, C, F
 4/ Tracer triangle isocèle E, C, F



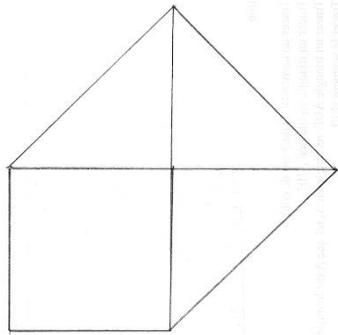
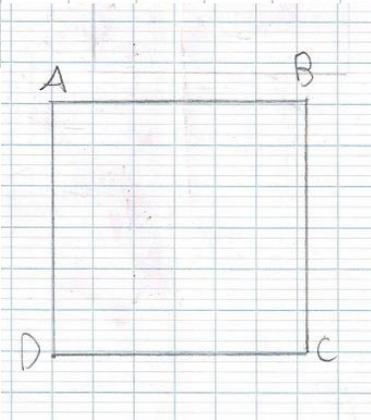


Figure 3 - CM 2

Il faut tracer un carré A-B-C-D et tracer un triangle ^{en} ~~à l'intérieur~~ du carré qui mesure 5 cm et autre ^{de 7 cm} ~~de 7 cm~~
 triangle ABE

à côté du premier triangle qui mesure 5 cm et 7 cm et on trace du deuxième triangle un autre triangle
 EFG

BCG qui mesure 5 cm 7 cm et 2 mm



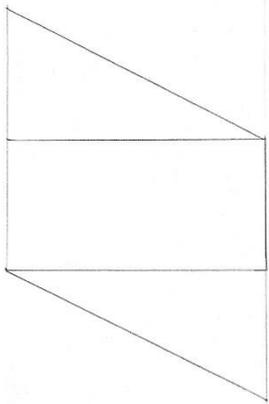
Exercice phase 3 : retour sur les programmes écrits lors de la séance précédente – CE2

Figure de départ

Programme proposé

Figure d'arrivée

CAS 1 :



Trace un rectangle ABCD côté de 9 cm et 8 cm
 Trace un triangle rectangle adossé au rectangle ABCD de 4 cm sur 9 cm
 Trace un triangle rectangle adossé au rectangle ABCD de 4 cm sur 9 cm

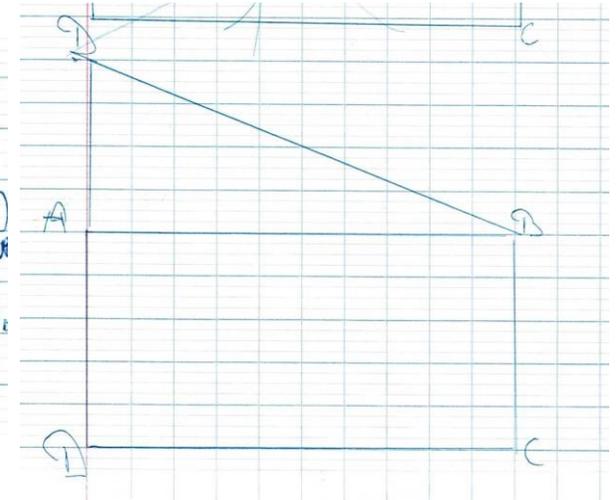
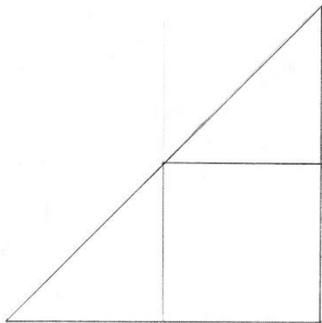


Figure 4 - CE2

CAS 2 :



Trace la ligne du haut de 14 cm min AB
 Trace la ligne BC de 10 cm
 Trace la ligne CD de 10 cm
 Dans le triangle trace un carré de 5 cm

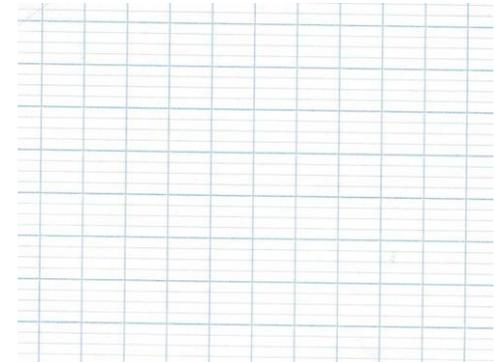


Figure 1 - CE2

CAS 3 : Essai de corriger ce programme

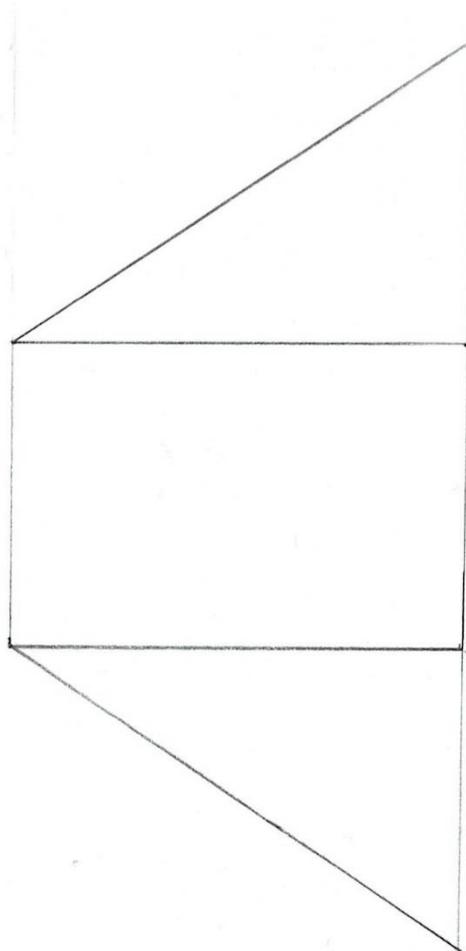


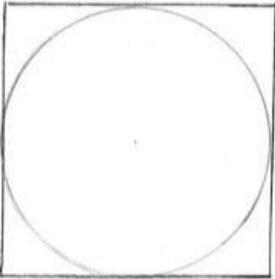
Figure 2 - CE2

- 1/ Tracer un rectangle de ^{largeur} 4 sur ^{longueur} 6 cm ABCD, tel que B est au milieu de CD.
- 2/ Tracer un triangle rectangle ABE, rectangle en B, tel que le point D est au milieu de BE.
- 3/ Tracer un triangle rectangle CDE, rectangle en D.

SEANCE 5 : Écrire un programme pour construire une figure complexe – 2^{ème} recherche : les tracés intermédiaires.

Durée : 45 min – Date : le 18/03/19 - Dispositif commun aux élèves de CE2 et CM2 – Figures différenciées

Objectif : écrire un programme de construction en géométrie avec tracés intermédiaires – Phase de recherche. **2e vidéos pour le mémoire (1 CM2 & 1 CE2).**

Phase - durée	Dispositif	Activités (PE, élèves) - Supports	Remarques / différenciation
1 – Tissage et critères de réussite - 10'	Groupe classe	<p><i>Rappel des séances passées par les élèves.</i></p> <p>Exemples pour s'entraîner :</p> <p>1/ <i>Dernier exercice de la séance précédente (voir phase 4 - non fait par manque de temps à la séance 4)</i></p> <p>2/ <i>Dessiner un carré avec cercle inscrit (main levée, sans mesure). Quel programme ?</i></p> <p><i>Laisser 2 minutes de réflexion aux élèves et ouvrir les échanges.</i></p> <p>Étayage :</p> <p><i>Quelles sont les figures simples ? Par laquelle devrait-on commencer ?</i></p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p><u>Programme possible :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1/ <i>Tracer un carré de 4 cm de côté</i> 2/ <i>Tracer les diagonales du carré</i> 3/ <i>Placer le point O au point d'intersection des diagonales</i> 4/ <i>Tracer le cercle de centre O et de diamètre 4 cm</i> 5/ <i>Effacer les diagonales</i> </div> </div> <p><i>Composition des groupes de travail :</i></p> <p>Prévoir 3 figures pour les CM2 (3 groupes de 3 élèves, 1 figure différente par groupe) et 4 pour les CE2 (7 groupes de 2 élèves, 1 groupe de 3, soit 8 groupes, 2 d'entre eux ayant la même figure) – <i>faire le tableau de répartition des figures au tableau.</i></p> <p><i>Expliquer les règles du jeu (on doit pouvoir calquer les figures – les dimensions comptent).</i></p> <p><i>Voir les figures ci-après.</i></p>	<p>Distinguer l'écrit descriptif du programme (écrit prescriptif).</p> <p>Écrire la stratégie au tableau :</p> <p>1/ <i>décomposer les figures complexes en figures simples</i></p> <p>2/ <i>nommer les sommets des figures simples</i></p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>3/ <i>passer si nécessaire par des tracés intermédiaires à effacer ensuite.</i></p> <p>(Laisser l'exemple 2 au tableau)</p>

Phase - durée	Dispositif	Activités (PE, élèves) - Supports	Remarques / différenciation
2 – Entraînement - 25'	Groupes de 3 ou binômes	<p><i>Le jeu des figures smartphonées !</i></p> <p><i>Étape 1 – 10' : chaque groupe essaye d'écrire un programme.</i></p> <p><i>A écrire sur feuille simple (Noms des élèves, date, nom de la figure)</i></p> <p>Étayage après 5 min : <i>quelle est la première étape de votre réflexion ?</i> Décomposition en figures simples et possibilité de nommer les sommets de ces figures simples.</p> <p><i>Étape 2 - 10' : échange des programmes entre groupes et tentative de traçage.</i></p> <p><i>A tracer sur feuille unie (Noms des élèves, date, nom de la figure)</i></p>	<p>Ne pas oublier les vidéos ! Penser à installer le matériel avant l'entrée en classe.</p> <p><i>Distribution de rôles entre les membres des groupes de CM2 : 1 facilitateur, 1 scripteur, 1 gardien du temps.</i></p>
3 – Structuration - 10'	Groupe classe	<p>Mélange des groupes :</p> <p>CE2 : groupe de 4 : réunion des groupes émetteurs et des groupes récepteurs.</p> <p>CM2 : 1 élève de chaque groupe récepteur rejoint les 2 élèves restants du groupe</p> <p>A-t-on réussi à reproduire la figure ? Quelle stratégie a-t-on utilisée pour réussir ? Et pour les groupes qui n'ont pas réussi ? Ont-ils compris pourquoi ? Que feraient-ils la prochaine fois ?</p> <p>Écrire le résumé des meilleures stratégies au tableau.</p>	<p>Penser à récupérer les programmes et le dessin des figures correspondantes.</p>

Figures séance 5 :

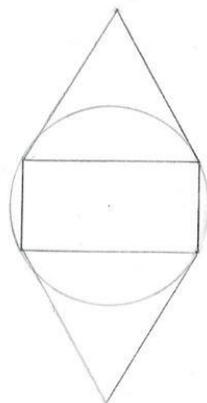


Figure 1 - CM2

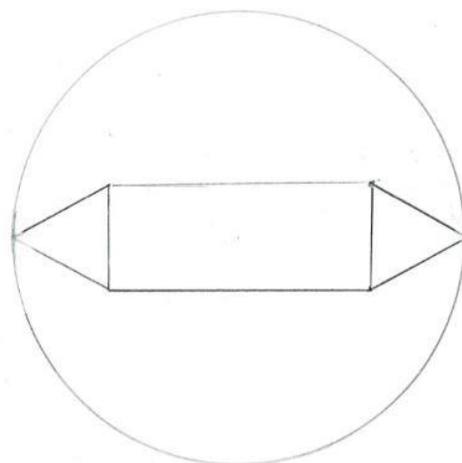


Figure 2 - CM2

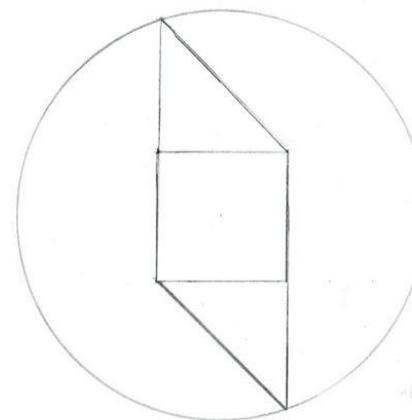


Figure 3 - CM2

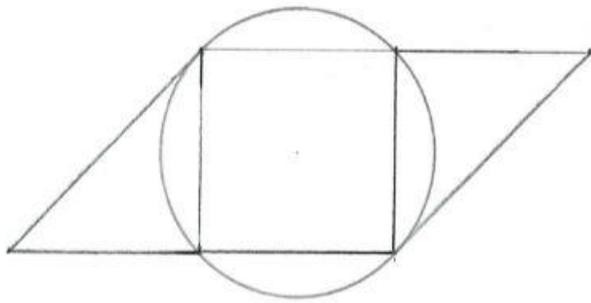


Figure 1 - CE2

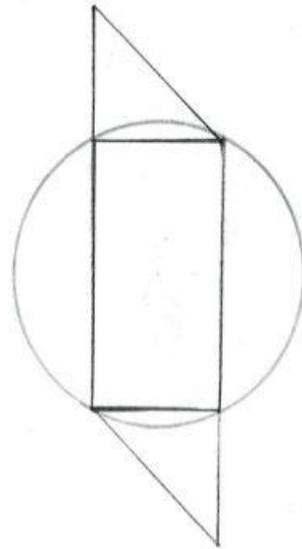


Figure 2 - CE2

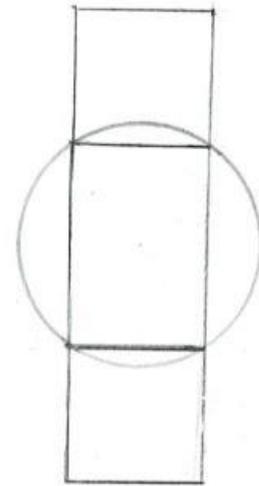


Figure 3 - CE2

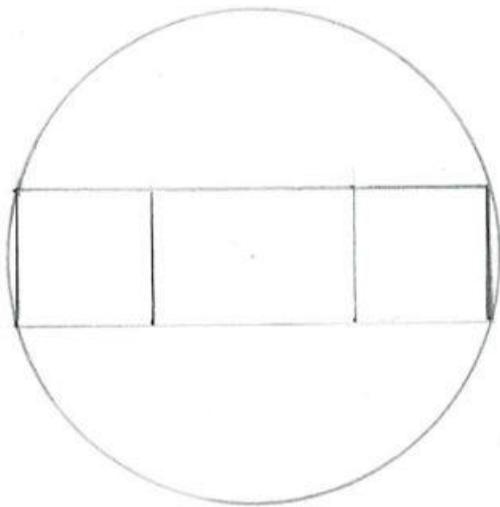


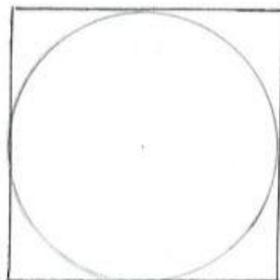
Figure 4 - CE2

SEANCE 6 : Correction de programme et stratégie d'écriture

Durée : 40 min – Date : le 25/03/19 - Dispositif commun aux élèves de CE2 et CM2

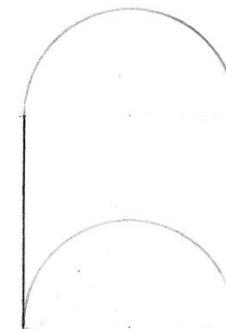
Objectif : Corriger un programme de construction d'une figure complexe, en tirer des stratégies et recommandations (traces écrites).

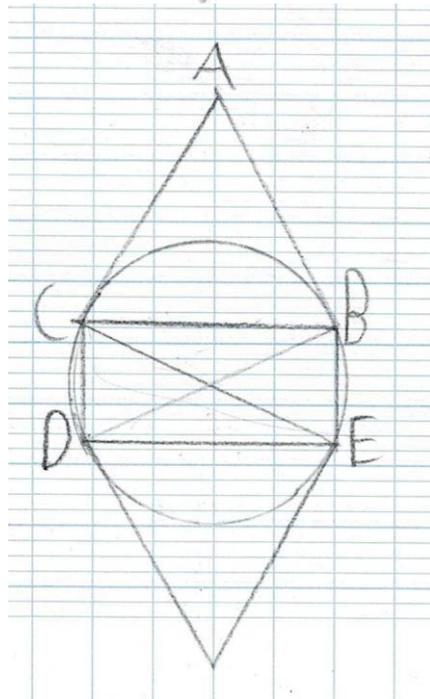
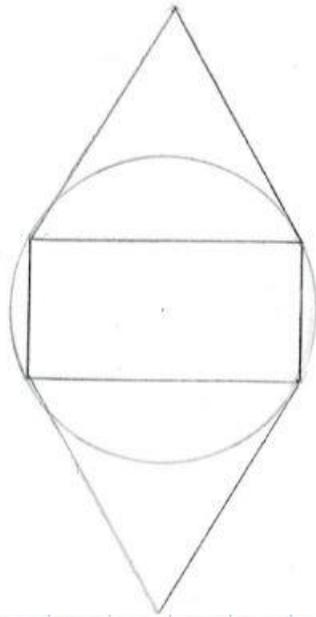
Phase - durée	Dispositif	Activités (PE, élèves) - Supports	Remarques / différenciation
1 – Tissage, annonce de la séance et retour sur le tracé d'un cercle - 10'	Groupe classe puis binômes	Faire rappeler les dernières séances par les élèves. <i>Nous avons joué au jeu des figures à 2 reprises. Quel était la difficulté supplémentaire la 2^e fois ?</i> Projeter les premières figures. ⇒ Les tracés intermédiaires Mettre les élèves en binômes et demander à l'un des 2 de tracer un cercle sur son cahier de brouillon. En prenant une intersection de lignes comme centre et un nb de carreaux à l'horizontal comme rayon. Le 2 ^e élève doit ensuite reproduire ce même cercle au même endroit. Demander comment ils ont fait. Placer un centre et un point du cercle (la distance entre le centre et 1 point quelconque du cercle s'appelle le rayon (rappel)). Retour sur la découverte de la séance précédente. 2 ^e figure et programme.	<i>Vérifier et compléter le matériel des élèves : règle, équerre, compas, crayon bien taillé, gomme.</i> <i>Retour sur le cercle suite aux prescriptions très vagues des programmes de la séance précédente (tracer un cercle autour du carré par ex.)</i>
2 – Recherche 1 et manipulation – 1 ^{ière} hypothèses – 10'	Individuel puis en groupe classe	Projeter l'exemple Gr émetteur (SJJ) – Gr récepteur (AJJ). Donner un temps d'analyse détaillée (3'). La reprendre en groupe classe en le corrigeant. Idem avec le 2 ^e exemple Gr émetteur (SN). Mettre en avant les soucis de précision, de nomination des sommets, de tracés intermédiaires, ainsi que d'orientation et de dimensions	<i>Ecrire sur le petit tableau les difficultés rencontrées.</i>
3 – Recherche 2 - 5' Hypothèses.	Individuel puis en groupe classe	Projeter la figure suivante. Temps de réflexion. Ecriture du programme en commun. Mise en valeur des tracés intermédiaires.	
4 – 1 ^{ier} réinvestissement - 10'	Groupe classe	Constituer la trace écrite (voir ci-après) à distribuer aux élèves lors de la prochaine séance - relecture commune en rappelant les exemples rencontrés précédemment et en interpellant la compréhension des élèves.	<i>Traces écrites du tableau à noter pour la trace écrite y consécutive.</i>



Programme possible :

- 1/ Tracer un carré de 4 cm de côté
- 2/ Tracer les diagonales du carré
- 3/ Placer le point O au point d'intersection des diagonales
- 4/ Tracer le cercle de centre O et de diamètre 4 cm
- 5/ Effacer les diagonales





1 Tracer un triangle équilatéral ABC de 3,5 cm de côté

2 Tracer un rectangle CBDE de 3,5 cm de largeur et de 1,75 cm de hauteur

3 Tracer un triangle équilatéral DEF de 3,5 cm de côté

4 Tracer les diagonales du rectangle CBDE

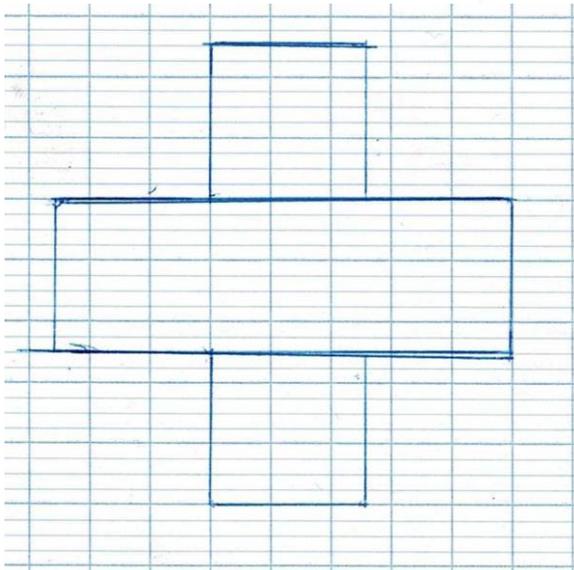
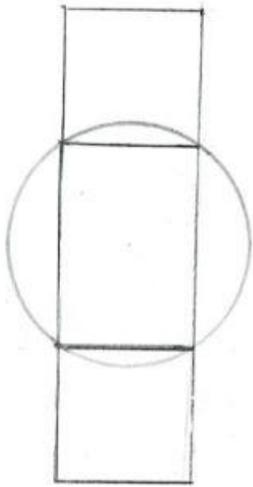
5 Tracer le point d'intersection des diagonales

6 Faire un cercle touchant les sommets du rectangle CBDE

2/ BCDE plutôt que CBDE 2/ et 3/ : précision de l'orientation ; 3/, 4/ et 5/ : verbes à l'infinitif ;

5/ : Nommer plutôt que tracer 6/ précision centre et rayon

Effacer les tracés intermédiaires



1. Tracer un rectangle de 6 cm de longueur et de 2 cm de largeur.

2. Tracer carré en dessous du rectangle qui mesure 2 cm.

3. au dessus du carré de 2 cm de longueur metre le même carré au dessus

Les sommets ne sont pas nommés, ce qui ne permet pas d'orienter. Correction d'orthographe : Majuscule. Longueur. Virgule. Mètre.

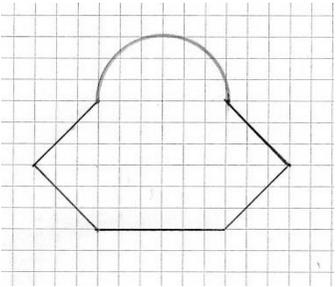
Écrire un programme de construction d'une figure complexe :

- 1/ Décomposer la figure complexe en plusieurs figures simples en les mesurant (dimensions et angles droits) et en ajoutant des tracés intermédiaires si nécessaire,
- 2/ Nommer les sommets des polygones (sommets successifs dans l'ordre de l'alphabet),
- 3/ Pour les cercles et demi-cercles : nommer et indiquer l'emplacement de leur centre, en passant par des tracés intermédiaires si nécessaire, puis indiquer leur rayon (dimension ou segment),
- 4/ Décomposer le programme en plusieurs étapes successives,
- 5/ Écrire le programme sous la forme d'un texte prescriptif (verbes à l'infinitif),
- 6/ Être précis sur le sens ou l'orientation des figures simples les unes par rapport aux autres (Ex : de part et d'autre du segment $[AB]$, à l'extérieur du carré, à l'intérieur de...) ainsi que sur leurs dimensions,
- 7/ Tester son programme (en le réalisant soi-même) et le corriger,
- 8/ Réécrire le programme lisiblement en n'oubliant pas l'étape pour effacer les tracés intermédiaires.

SEANCE 7 : Écrire un programme pour construire une figure complexe – 2^{ième} recherche : les tracés intermédiaires.

Durée : 45 min – Date : le 01/04/19 - Dispositif commun aux élèves de CE2 et CM2 – Figures différenciées

Objectif : écrire un programme de construction en géométrie avec tracés intermédiaires – Phase de recherche. **3e vidéos pour le mémoire (1 CM2 & 1 CE2).**

Phase - durée	Dispositif	Activités (PE, élèves) - Supports	Remarques / différenciation
1 – Tissage et critères de réussite - 10'	Groupe classe	<p><i>Rappel des séances passées par les élèves. Distribution et lecture de la trace écrite issue des apprentissages précédents.</i></p> <p>Exemples pour s'entraîner :</p> <p>1/ Dessiner un cercle avec un carré inscrit dans le cercle (main levée, sans mesure). Quel programme ? Laisser 2 minutes de réflexion aux élèves et ouvrir les échanges.</p> <p>Étayage : Quelles sont les figures simples ? Par laquelle commencer ? (voir l'exemple de la séance 5 : idem).</p> <p>2/</p>  <p>1/ Tracer un carré ABCD 2/ Tracer un triangle isocèle BCE, ext. au carré 3/ Tracer un triangle isocèle DAF ext. au carré 4/ Placer le G au milieu de [AB] 5/ Tracer le demi-cercle de centre G, de rayon [GA], ext. au carré 6/ Effacer [AB], [BC] et [DA]</p> <p>Prévoir 3 figures pour les CM2 (3 groupes de 3 élèves, 1 figure différente par groupe) et 4 pour les CE2 (7 groupes de 2 élèves, 1 groupe de 3, soit 8 groupes, 2 d'entre eux ayant la même figure) – faire le tableau de répartition des figures au tableau. Expliquer les règles du jeu (on doit pouvoir calquer les figures – les dimensions comptent). Idem séances précédentes avec 5 minutes de + pour tester et réécrire le programme. Voir les figures ci-après.</p>	<p>Copies à coller dans les cahiers de leçons.</p> <p>Amener les élèves à reprendre la trace écrite de la séance précédente.</p> <p>Étayage ex 2 : matérialiser les sommets du carré avec des points rouges.</p> <p>(Laisser l'exemple 2 au tableau)</p>

Phase - durée	Dispositif	Activités (PE, élèves) - Supports	Remarques / différenciation
2 – Entraînement - 35'	Groupes de 3 ou binômes	<p><i>Le jeu des figures smartphonées !</i></p> <p><i>Étape 1 – 15' : chaque groupe essaye d'écrire un programme.</i></p> <p><i>A écrire sur feuille simple (Noms des élèves, date, nom de la figure)</i></p> <p><i>Étayage après 5 min : quelle est la première étape de votre réflexion ? Décomposition en figures simples et possibilité de nommer les sommets de ces figures simples.</i></p> <p><i>Rappel au bout de 10 min : il est temps de tester son programme et de le réécrire lisiblement.</i></p> <p><i>Étape 2 - 15' : échange des programmes entre groupes et tentative de traçage.</i></p> <p><i>A tracer sur feuille unie (Noms des élèves, date, nom de la figure)</i></p>	<p>Ne pas oublier les vidéos ! Penser à installer le matériel avant l'entrée en classe.</p> <p><i>Distribution de rôles entre les membres des groupes de CM2 : 1 facilitateur, 1 scripteur, 1 gardien des procédures.</i></p> <p><i>Organiser la première étape avant la récré et la seconde après.</i></p>
3 – Structuration - 10'	Groupe classe	<p>Mélange des groupes :</p> <p>CE2 : groupe de 4 : réunion des groupes émetteurs et des groupes récepteurs.</p> <p>CM2 : 1 élève de chaque groupe récepteur rejoint les 2 élèves restants du groupe</p> <p>A-t-on réussi à reproduire la figure ? Quelle stratégie a-t-on utilisée pour réussir ? Et pour les groupes qui n'ont pas réussi ? Ont-ils compris pourquoi ? Que feraient-ils la prochaine fois ?</p> <p>Écrire le résumé des meilleures stratégies au tableau et compléter la trace écrite de la séance précédente.</p>	<p>Penser à récupérer les programmes et le dessin des figures correspondantes.</p> <p>Possibilité d'organiser une séance spécifique de clôture de la séquence.</p>

CE2 : reprise des figures de la séance 5 avec les répartitions suivantes :

Trio : Cassandra – Loris – Charlotte => figure 2 ;

Duos : Pauline – Roméo => figure 3 ; Jules – Lorenzo => figure 1 ; Noah – Margot => figure 1 ; Ambre – Anna-Rose => figure 4 ; Rose – Alice => figure 4 ; Sara – Anna => figure 4 ; Sacha – Nohé => figure 2

Figures et propositions de programme pages suivantes pour les CM2.

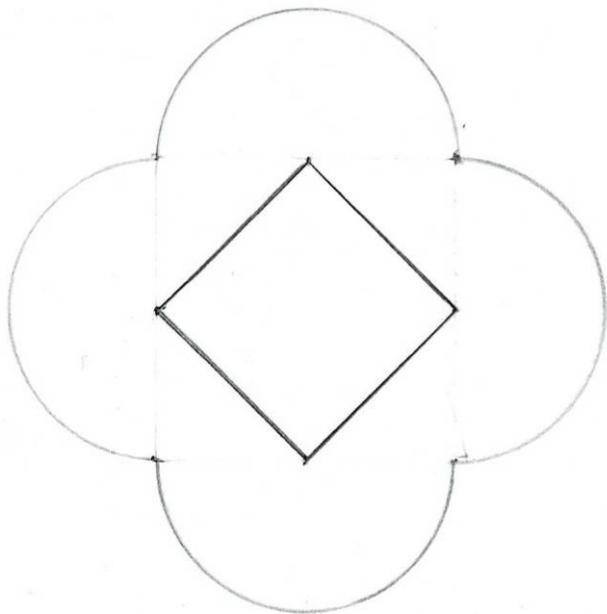


Figure 1 - CM2

Programme possible :

- 1) Tracer un carré $ABCD$ de 4 cm de côté
- 2) Placer E, F, G et H respectivement au centre des segments $[AB], [BC], [CD]$ et $[DA]$
- 3) Tracer un demi-cercle de centre E , de rayon $[EB]$, extérieur au carré $ABCD$
- 4) Reproduire le tracé du point 3) sur chacun des 3 autres côtés du carré
- 5) Tracer les segments $[EF], [FG], [GH]$ et $[HE]$
- 6) Effacer les segments $[AB], [BC], [CD]$ et $[DA]$

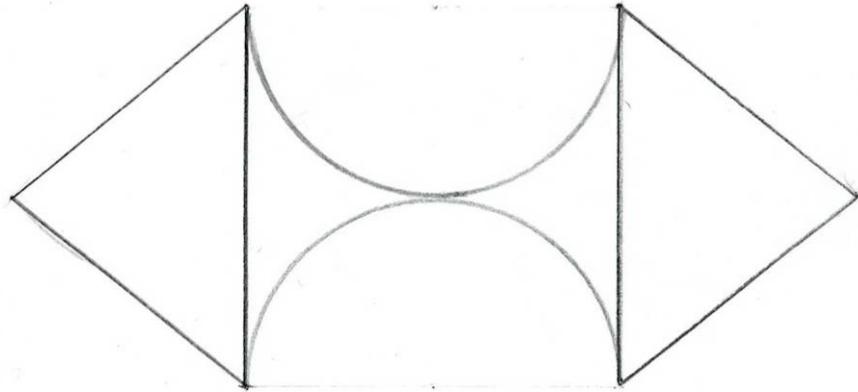


Figure 2 - CM2

Programme possible

- 1/ Tracer un carré ABCD de 5 cm de côté
- 2/ Placer E et F respectivement au centre de [AB] et [CD]
- 3/ Tracer un demi-cercle de centre E, de rayon [EB], intérieur au carré ABCD
- 4/ Tracer un demi-cercle de centre F, de rayon [FD], intérieur au carré ABCD
- 5/ Effacer les segments [AB] et [CD]
- 6/ Tracer un triangle isocèle ADG, extérieur au carré ABCD tel que AG et DG mesurent 4 cm
- 7/ Idem de l'autre côté.



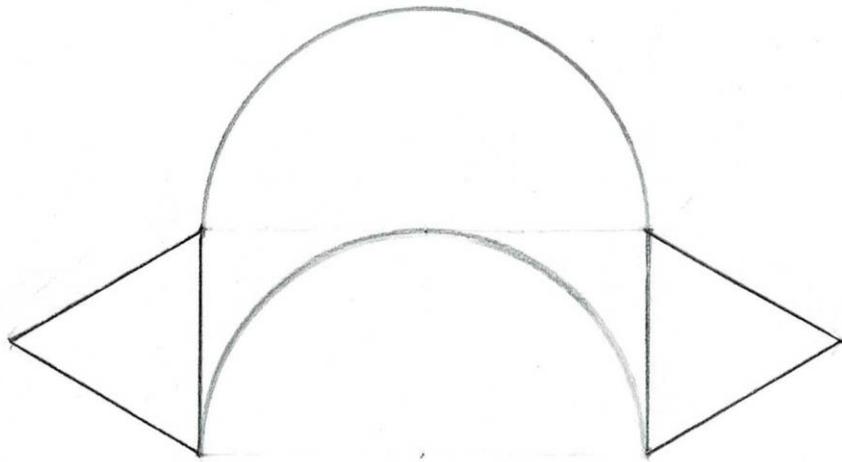


Figure 3 - C112

Programme possible

- 1/ Tracer un rectangle ABCD de 6 cm de longueur et de 3 cm de largeur tel que $[AB]$ et $[CD]$ mesurent 6 cm
- 2/ Placer E et F respectivement au centre des segments $[AB]$ et $[CD]$
- 3/ Tracer un demi-cercle, de centre E et de rayon $[EB]$ extérieur au rectangle
- 4/ Tracer un demi-cercle de centre F et de rayon $[FC]$, intérieur au rectangle
- 5/ Tracer un triangle équilatéral ADG extérieur au rectangle
- 6/ Tracer un triangle équilatéral BCH extérieur au rectangle
- 7/ Effacer les segments $[AB]$ et $[CD]$

Annexe 3 : Les grilles détaillées d'analyse des vidéos

Grille d'analyse générale des interactions langagières au sein des groupes de travail

Code des types d'interactions :

Code	Type d'interactions	Code	Type d'interactions
1	Discussion hors propos	5	Discussion conflictuelle pour défendre sa position sans recherche de compromis
2	Discussion collaborative	6	Temps de rédaction sans discussion
3	Discussion métacognitive sur le fonctionnement du groupe	7	Discussion procédurale relative à la production finale
4	Partage d'informations sans raisonnement ou justification	8	Absence de discussion et d'autres actions

L'analyse de la vidéo commence au moment où les élèves découvrent la figure qu'ils ont à décrire. Les phases de discussion collaborative sont détaillées dans la 2^e grille en page suivante.

Timing vidéo	Durée (s)	Type d'interactions								Observations Remarques	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
2'20 – 3'00	40									X	Les élèves (A et B) observent la figure.
3'01 – 3'16	16		X								
3'17 – 3'25	9										X
3'26 – 4'06	41		X								
4'07 – 4'13	7	X									A demande une équerre au PE.
4'14 – 7'40	207		X								
7'41 – 8'29	49										X
8'30 – 8'40	11		X								
8'41 – 8'53	13						X				A ne fait rien pendant que B rédige à nouveau la 1 ^e étape de leur programme
8'54 – 9'59	66						X				
10'00 – 10'37	38		X								
10'38 – 11'15	38						X				A lit ce qu'écrit B. Il le complète.
11'16 – 11'38	23		X								
11'39 – 14'00	141						X			X	A et B finalisent l'écrit. A ajoute des mesures puis son nom sur la feuille. B rédige leur 3 ^e étape et changeant « au-dessus » par « en-dessous ». Ils attendent le ramassage de leur programme.

Au total, les élèves auront donc disposé de 11 minutes et 40 secondes pour écrire leur programme.

% de temps passé par les élèves par type d'interaction :

Code	Durée totale / % de temps	Code	Durée totale / % de temps
1	7 s. / 1%	5	
2	336 s. / 48 %	6	258 s. / 36,9 %
3		7	
4		8	99 s. / 14,1 %

Total : 700 s. / 100%

Grille d'analyse des discussions collaboratives

Type d'opérations cognitives – langagières

Code des opérations cognitives - langagières :

Code	Type d'opérations	Code	Type d'opérations
A	Opérations d'expansion	C	Opérations d'étagage
B	Opérations de contraction	D	Opérations de reformulation et de synthèse

Timing vidéo	Durée (s)	Type d'opérations				Observations Remarques
		A	B	C	D	
3'01 – 3'16	16	X				A a pris la figure devant lui et apporte un premier élément. Il propose de commencer par tracer un rectangle ABCD. B commence à écrire sans parler, alors qu'on ne les voit à aucun moment se partager les rôles dans le groupe.
3'26 – 3'43	18	X				A enchaîne sur la 2 ^e figure simple et annonce un triangle, puis commence à en mesurer l'un des côtés.
3'44 – 4'00	17			X		B lui demande : « c'est quoi comme triangle ? ». A le lui montre sur la figure puis les 2 se retournent vers l'affiche de la classe sur les triangles.
4'01 – 4'06	6	X				A conclut : « c'est un triangle rectangle, regarde, il a un angle droit ».
4'14 – 4'48	35				X	B regarde A vérifier l'angle droit avec une équerre et se met à écrire la 2 ^e étape de leur programme. A l'interrompt et propose un libellé : « Trace un triangle ... » B ajoute « rectangle » A ajoute en mesurant : « de 4 cm de côté ». B écrit pendant que A lit par-dessus son épaule en soufflant.
4'49 – 5'15	27	X				Retour sur la première étape du programme. Discussion autour de la mesure des côtés du rectangle qui n'avait pas été précisée. A mesure avec B qui vérifie. Puis B écrit pendant que A l'encourage « Va-z-y, Va-z-y » et ajoute le point final.
5'16 – 5'25	10				X	Retour à la 2 ^e figure. A propose : « Trace un triangle rectangle de 4 cm... ».
5'26 – 5'40	15	X				A demande comment appeler ce trait en montrant la figure. Discussion autour des mots vertical et horizontal.
5'41 – 5'50	10				X	Reprise de la formulation de la phrase.
5'51 – 6'00	10	X				A ajoute le nom des sommets du triangle : AEB
6'01 – 6'55	55				X	B écrit la phrase pendant que A lit par-dessus son épaule, souffle et commente.
6'56 - 7'40	45	X				A veut enchaîner sur la 3 ^e étape mais B l'interrompt pour introduire la notion de dessus et dessous par rapport au rectangle. Discussion : A parle de nommer les sommets pour positionner le triangle par rapport au rectangle. B n'est pas convaincu et décide de reprendre la formulation de leur programme sur une nouvelle feuille.
8'30 – 8'40	11				X	Reprise de la discussion précédente où A s'est rangé à l'avis de B et reformule leur 2 ^e étape avec le triangle « au-dessus » du rectangle.
10'00 – 10'37	38	X				A veut nommer le triangle ABE mais B a déjà écrit qu'il était au-dessus du rectangle et précise que le rectangle c'est ABCD.

Timing vidéo	Durée (s)	Type d'opérations				Observations Remarques
		A	B	C	D	
11'16 – 11'25	10	X				A ajoute des éléments de mesure.
11'26 – 11'37	13				X	A reformule la dernière étape, similaire à la 2 ^e .

% de temps passé par les élèves par type d'opérations cognitives – langagières :

Code	% de temps	Code	% de temps
A	185 s. / 55%	C	17 s. / 5,1%
B		D	134 s. / 39,9%

336 s. / 100%

Grille d'analyse générale des interactions langagières au sein des groupes de travail

Code des types d'interactions :

Code	Type d'interactions	Code	Type d'interactions
1	Discussion hors propos	5	Discussion conflictuelle pour défendre sa position sans recherche de compromis
2	Discussion collaborative	6	Temps de rédaction sans discussion
3	Discussion métacognitive sur le fonctionnement du groupe	7	Discussion procédurale relative à la production finale
4	Partage d'informations sans raisonnement ou justification	8	Absence de discussion et d'écrits

L'analyse de la vidéo commence au moment où les élèves découvrent la figure qu'ils ont à décrire.

Timing vidéo	Durée (s)	Type d'interactions								Observations Remarques
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1'45 – 2'25	40		X							Les élèves, A, B et C échangent autour de la figure et cherchent à la décomposer en figures simples. Echanges inaudibles dans le détail.
2'26 – 2'40	15								X	
2'41 – 4'08	88		X							B est allée chercher son sous-main où sont indiqués les différents triangles. Elle le montre à A et C pour leur montrer le type de triangles qui composent la figure. Elle mesure les côtés en donnant les mesures aux autres pour vérifier ses hypothèses.
4'09 – 4'32	24	X								A se plaint d'un coup de pied sous la table de la part de C.
4'33 – 5'53	81						X			B écrit sur son cahier de brouillon, A est allé chercher une feuille, C refait les mesures des côtés des triangles.
5'54 – 6'43	50		X							Discussion autour du vocabulaire et de la formulation adéquate.
6'44 – 7'45	62						X			
7'46 – 8'05	20			X						A et B échangent sur le rôle de scripteur. B s'y met avec autorité sans trop laisser d'opportunité à A, qui boude.
8'06 – 8'50	45	X					X			B est seul à écrire. A et C se chamaillent.
8'51 – 9'30	40								X	Longs silences entrecoupés par quelques rares propos inaudibles.
9'31 – 10'10	40						X			
10'11 – 10'50	40		X							Discussion assez inaudible à propos de la 2 ^e étape du programme.
10'51 – 11'00	10	X								Reprise des chamailleries entre A et C.
11'01 – 13'30	150		X				X			Les 3 élèves échangent sur la suite de leur programme et B l'écrit par intermittence (propos inaudibles pour la plupart).
13'31 – 14'00	30	X								
14'01 – 14'50	50						X			

Au total, les élèves auront donc disposé de 13 minutes et 5 secondes.

% de temps passé par les élèves par type d'interaction :

Code	% de temps	Code	% de temps
1	64 s. / 8,2%	5	
2	368 s. / 46,9%	6	278 s. / 35,4%
3	20 s. / 2,5%	7	
4		8	55 s. / 7%

Observations générales complémentaires :

L'analyse des interactions au sein d'un trinôme s'avère plus complexe que pour un binôme, notamment du fait que lorsque 2 élèves échangent de façon collaborative, le 3^e peut être en dehors de la discussion, ce qui change de façon importante la qualité des échanges sans que cela n'apparaisse dans notre grille d'analyse.

Malheureusement, la piètre qualité sonore de l'enregistrement (filmé avec un téléphone, sans micro et plus loin que pour les CE2 qui n'étaient que 2 à devoir entrer dans le cadre) ne nous a pas permis de procéder à l'analyse fine des temps d'échanges collaboratifs.

Grille d'analyse générale des interactions langagières au sein des groupes de travail

Code des types d'interactions :

Code	Type d'interactions	Code	Type d'interactions
1	Discussion hors propos	5	Discussion conflictuelle pour défendre sa position sans recherche de compromis
2	Discussion collaborative	6	Temps de rédaction sans discussion
3	Discussion métacognitive sur le fonctionnement du groupe	7	Discussion procédurale relative à la production finale
4	Partage d'informations sans raisonnement ou justification	8	Absence de discussion et d'autres actions

L'analyse de la vidéo commence au moment où les élèves découvrent la figure qu'ils ont à décrire. Les phases de discussion collaborative sont détaillées dans la 2^e grille en page suivante.

Timing vidéo	Durée (s)	Type d'interactions								Observations Remarques
		1	2	3	4	5	6	7	8	
0'36 – 1'10	34	X								A s'occupe de son compas.
1'11 – 1'26	16		X							
1'27 – 1'53	27						X			
1'54 – 3'21	88								X	A s'occupe de remonter son compas et B attend.
3'22 – 4'14	53		X							
4'15 – 4'43	29						X			B rédige la 1 ^e étape de leur programme
4'44 – 5'27	44								X	
5'28 – 6'24	57		X							
6'25 – 8'10	106						X			A lit et commente ce que B écrit en lui précisant les longueurs des figures simples
8'11 – 8'50	40		X							
8'51 – 10'34	104						X			B ajoute la mesure du rectangle et du second carré.
10'35-10'47	13				X					A dit à B ce qu'il doit écrire pour l'étape suivante, qu'il annonce comme la dernière.
10'48 – 11'50	63						X			B écrit sous le contrôle de A. Puis B reprend la feuille pour finir la rédaction.

Au total, les élèves auront donc disposé de 11 minutes et 14 secondes pour écrire leur programme.

% de temps passé par les élèves par type d'interaction :

Code	Durée totale / % de temps	Code	Durée totale / % de temps
1	34 s. / 0,5%	5	
2	166 s. / 24,63%	6	329 s. / 55,07%
3		7	
4	13 s. / 0,2%	8	132 s. / 19,6 %

Total : 674 s. / 100%

Grille d'analyse des discussions collaboratives

Type d'opérations cognitives – langagières

Code des opérations cognitives - langagières :

Code	Type d'opérations	Code	Type d'opérations
A	Opérations d'expansion	C	Opérations d'étayage
B	Opérations de contraction	D	Opérations de reformulation et de synthèse

Timing vidéo	Durée (s)	Type d'opérations				Observations Remarques
		A	B	C	D	
1'11 – 1'26	16	X				A demande à B d'écrire la première étape du programme : trace un rond...
3'22 – 3'37	16	X				B relance la formulation
3'37 – 4'14	38				X	A et B reformulent à plusieurs reprises la mesure du carré.
5'28 – 5'34	7				X	B relit la 1 ^e phrase du programme
5'35 – 5'56	22	X				B : à côté d'un rectangle de combien de cm ? A mesure. ;
5'57 – 6'24	28			X		A et B discutent sur la distinction de la largeur et de la longueur du rectangle
8'11 – 8'50	10			X		A indique les mesures à B en se trompant entre mm et cm.
8'21 – 8'50	29				X	S'en suit une discussion qui se conclut par la bonne formulation de la mesure : 1 cm et 8 mm

% de temps passé par les élèves par type d'opérations cognitives – langagières :

Code	% de temps	Code	% de temps
A	54 s. / 32,5%	C	38 s. / 22,9%
B		D	74 s. / 44,6%

166 s. / 100%

Grille d'analyse générale des interactions langagières au sein des groupes de travail

Code des types d'interactions :

Code	Type d'interactions	Code	Type d'interactions
1	Discussion hors propos	5	Discussion conflictuelle pour défendre sa position sans recherche de compromis
2	Discussion collaborative	6	Temps de rédaction sans discussion
3	Discussion métacognitive sur le fonctionnement du groupe	7	Discussion procédurale relative à la production finale
4	Partage d'informations sans raisonnement ou justification	8	Absence de discussion et d'écrits

L'analyse de la vidéo commence au moment où les élèves découvrent la figure qu'ils ont à décrire.

Timing vidéo	Durée (s)	Type d'interactions								Observations Remarques
		1	2	3	4	5	6	7	8	
0'25 – 0'34	10			X						B prête sa montre à A qui doit assumer le rôle de gardien du temps.
0'35 – 1'50	76	X								A et C sont hors propos, B tente de les remobiliser.
1'51 – 2'35	45		X							
2'36 – 3'00	25	X	X							B et C travaillent en annotant la figure. A est hors propos.
3'01 – 3'24	24	X								C lance une discussion hors propos, A abonde, B remobilise son groupe.
3'25 – 4'57	93		X							
4'58 – 5'43	46	X								B dit un gros mot ce qui déstabilise et déconcentre le groupe.
5'44 – 6'16	33						X			C écrit la 1 ère étape du programme.
6'17 – 6'35	19		X							
6'36 – 8'10	95						X			C termine la rédaction de l'étape 1, assistée par B qui corrige au fur et à mesure.
8'11 – 8'35	25			X						A donne le temps et se fait reprocher par B et C de ne pas participer. Un micro débat naît sur les rôles au sein du groupe.
8'36 – 11'14	159		X				X			C rédige l'étape 2 du programme sous la dictée de A et B. C rédige l'étape 3 sous la dictée de B.
11'15 – 11'27	13	X								B et C échangent sur le temps qu'il reste à l'activité.
11'28 – 11'38	11						X			C termine la rédaction de l'étape 3.
11'39 – 11'49	11		X							
11'50 – 12'06	17		X				X			C commence la rédaction de l'étape 4 sous la dictée de B.
12'07 – 12'17	11						X			C poursuit la rédaction de l'étape 4.
12'18 – 12'35	18							X		B demande s'il faut tout de suite passer à l'étape 5. En l'absence de réponse L'élève considère que l'étape 4 est complète.
12'36 – 13'16	41				X					B dicte l'étape 5 à C qui se met à rédiger.

Timing vidéo	Durée (s)	Type d'interactions								Observations Remarques
		1	2	3	4	5	6	7	8	
13'17 – 13'45	29		X				X			C poursuit la rédaction de l'étape 5 pendant que A et B discutent à propos de l'étape 6 et du rayon du cercle.
13'46 – 13'56	11							X		B questionne le groupe sur la formule à adopter pour l'étape 6.
13'57 – 14'39	44						X			Le groupe s'étant mis d'accord, C rédige l'étape 6.

Au total, les élèves auront donc disposé de 14 minutes et 15 secondes.

En cas de temps de discussion collaborative associé à des temps d'écriture, c'est le temps de discussion qui est compté pour être analysé.

% de temps passé par les élèves par type d'interaction :

Code	% de temps	Code	% de temps
1	159 s. / 18,57%	5	
2	398 s. / 46,50%	6	194 s. / 22,66%
3	35 s. / 4,09%	7	29 s. / 3,39%
4	41 s. / 4,79%	8	

856 s. / 100%

Grille d'analyse des discussions collaboratives Type d'opérations cognitives – langagières

Code des opérations cognitives - langagières :

Code	Type d'opérations	Code	Type d'opérations
A	Opérations d'expansion	C	Opérations d'étayage
B	Opérations de contraction	D	Opérations de reformulation et de synthèse

Timing vidéo	Durée (s)	Type d'opérations				Observations Remarques
		A	B	C	D	
1'51 – 3'00	70	X				Découverte de la figure. Décomposition en figures simples.
3'25 – 4'07	43	X				A, B et C proposent un ordre différent pour les étapes du programme.
4'08 – 4'18	11			X		A reprend son argumentaire pour convaincre C de l'ordre des étapes du programme.
4'19 – 4'57	39				X	C se range à l'avis de ses camarades. B et C nomment les sommets sur la figure d'origine.
6'17 – 6'35	19			X		Intervention du PE qui questionne les élèves pour leur faire identifier la nature d'un triangle.
8'36 – 11'14	159				X	C écrit pendant que A et B discutent et indiquent à C ce qu'il faut écrire. Ils reformulent à plusieurs reprises les mêmes informations et synthétisent pour B qui écrit.
11'39 – 12'06	28	X				B propose le tracé des diagonales du rectangle. A intervient pour indiquer qu'il faut chercher le rayon du cercle.
13'17 – 13'45	29			X		A justifie la nécessité d'indiquer le rayon.

% de temps passé par les élèves par type d'opérations cognitives – langagières :

Code	% de temps	Code	% de temps
A	141 s. / 35,43%	C	59 s. / 14,82%
B		D	198 s. / 49,75%

398 s. / 100%

Grille d'analyse générale des interactions langagières au sein des groupes de travail

Code des types d'interactions :

Code	Type d'interactions	Code	Type d'interactions
1	Discussion hors propos	5	Discussion conflictuelle pour défendre sa position sans recherche de compromis
2	Discussion collaborative	6	Temps de rédaction sans discussion
3	Discussion métacognitive sur le fonctionnement du groupe	7	Discussion procédurale relative à la production finale
4	Partage d'informations sans raisonnement ou justification	8	Absence de discussion et d'autres actions

L'analyse de la vidéo commence au moment où les élèves découvrent la figure qu'ils ont à décrire. Les phases de discussion collaborative sont détaillées dans la 2^e grille en page suivante.

Timing vidéo	Durée (s)	Type d'interactions								Observations Remarques
		1	2	3	4	5	6	7	8	
0'25 – 1'02	38		X							
1'03 – 1'35	33						X			B écrit les prénoms des membres du groupe et le nom de la figure.
1'36 – 1'58	23	X								
1'59 – 2'30	32				X		X			A nome les sommets du carré et demande à B de les écrire dans le programme (1 ^e étape)
2'31 – 3'28	58		X							
3'29 – 4'25	57						X			Rédaction 2 ^e étape.
4'26 – 5'17	52		X							
5'18 – 5'49	32						X			Rédaction 3 ^e étape.
5'50 – 6'36	47		X							
6'37 – 7'19	43						X			Reprise de la rédaction de l'étape 3.
7'20 – 8'28	69		X							
8'29 – 8'37	9						X			Fin de la rédaction de l'étape 3 à propos de la nomination du triangle.
8'38 – 9'31	54		X							
9'32 – 10'02	31	X								Temps mort suite à une sollicitation du PE par A (qui se déplace pour demander si les mesures sont importantes).
10'03 – 10'59	57		X							
11'00 – 11'19	20						X			B complète l'étape 1 en précisant la mesure des côtés du carré.
11'20 – 11'29	10							X		
11'30 – 11'51	22							X		B relit la première étape, qu'il vient de compléter par la mesure des côtés du carré.
11'52 – 12'33	42		X							
12'34 – 13'29	56								X	Intervention du PE pour répondre à une question de A à propos de l'emplacement des points E et F. Le PE demande aux élèves

Timing vidéo	Durée (s)	Type d'interactions								Observations Remarques
		1	2	3	4	5	6	7	8	
										où se trouve le point B par rapport à A et F ? (au milieu de...). Il indique aux élèves que pour dimensionner le triangle, ils peuvent donner une mesure ou passer par cette propriété. Au final, cet étayage s'avère assez mauvais puisque les élèves font mine de comprendre puis passent à autre chose en laissant ce problème de côté !
13'30 – 13'44	15		X							
13'45 – 14'14	30								X	
14'15 – 17'00	166						X			Finalisation de la rédaction à 2 mains.

Au total, les élèves auront donc disposé de 16 minutes et 36 secondes pour écrire leur programme.

% de temps passé par les élèves par type d'interaction :

Code	Durée totale / % de temps	Code	Durée totale / % de temps
1	54 s. / 5,42%	5	
2	432 s. / 43,37%	6	360 s. / 36,14%
3		7	22 s. / 2,22%
4	32 s. / 3,2%	8	96 s. / 9,65%

Total : 996 s. / 100%

Grille d'analyse des discussions collaboratives Type d'opérations cognitives – langagières

Code des opérations cognitives - langagières :

Code	Type d'opérations	Code	Type d'opérations
A	Opérations d'expansion	C	Opérations d'étayage
B	Opérations de contraction	D	Opérations de reformulation et de synthèse

Timing vidéo	Durée (s)	Type d'opérations				Observations Remarques
		A	B	C	D	
0'25 – 0'54	30	X				A et B discutent des figures simples et de l'ordre pour les tracer.
0'55 – 1'02	8			X		B demande la nature du triangle. B vérifie s'il a un angle droit.
2'31 – 3'28	58			X		A et B discutent de la 2 ^e étape du programme, nomment les sommets du triangle rectangle ADE.
4'26 – 5'17	52				X	A et B discutent de la formulation la plus appropriée pour décrire le tracé du 2 ^e triangle CBF en étape 3.
5'50 – 6'36	47			X	X	A propose d'ajouter que les figures sont collées entre elles. B reformule ce qu'il a déjà écrit, en s'appuyant sur les noms des sommets pour expliquer à A que les 2 figures ayant un côté en commun, elles le sont forcément. Pas besoin de préciser qu'elles sont collées.
7'20 – 8'28	69			X		Discussion autour de l'orientation du triangle CBF et l'emplacement de son angle droit. Il semble que les élèves s'entendent sur le fait que

Timing vidéo	Durée (s)	Type d'opérations				Observations Remarques
		A	B	C	D	
						l'angle droit doit être le sommet du milieu lorsque l'on nomme le triangle. Pour eux, dans le triangle rectangle CBF, l'angle droit est forcément en B. Pas besoin de la préciser. De même, malgré une bonne discussion à ce propos, A et B concluent que le triangle sera forcément extérieur au carré.
8'38 – 8'51	14	X				Discussion autour du cercle. B propose le tracé des diagonales du carré.
8'52 – 9'17	26			X		Explication sur le centre du cercle.
9'18 – 9'31	14	X				Précision de A sur le rayon. Question sur les mesures.
10'03 – 10'59	57			X		Discussion autour des mesures qu'il est nécessaire de préciser (notamment celles du carré).
11'52 – 12'33	42			X		A et B débattent sur la nécessité d'indiquer les mesures des côtés des triangles rectangles. Ils décident que ce n'est pas nécessaire !
13'30 – 13'44	15				X	Reprise de l'étape suivante avec le tracé des diagonales.

% de temps passé par les élèves par type d'opérations cognitives – langagières :

Code	% de temps	Code	% de temps
A	58 s. / 13,43%	C	260 s. / 60,18%
B		D	114 s. / 26,39%

432 s. / 100%

Grille d'analyse générale des interactions langagières au sein des groupes de travail

Code des types d'interactions :

Code	Type d'interactions	Code	Type d'interactions
1	Discussion hors propos	5	Discussion conflictuelle pour défendre sa position sans recherche de compromis
2	Discussion collaborative	6	Temps de rédaction sans discussion
3	Discussion métacognitive sur le fonctionnement du groupe	7	Discussion procédurale relative à la production finale
4	Partage d'informations sans raisonnement ou justification	8	Absence de discussion et d'écrits

L'analyse de la vidéo commence au moment où les élèves découvrent la figure qu'ils ont à décrire.

Timing vidéo	Durée (s)	Type d'interactions								Observations Remarques
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1'00 – 1'08	9	X								
1'09 – 1'29	21		X							
1'30 – 2'09	40	X								
2'10 – 2'40	31		X							
2'41 – 3'17	37								X	
3'18 – 7'06	229	X								
7'07 – 7'25	19	X								Intervention du PE sur le fonctionnement du groupe après demande de B qui se plaint de A.
7'26 – 7'59	34				X					Précision sur les dimensions du carré.
8'00 – 8'10	11								X	
8'11 – 8'49	39			X						A se plaint des autres qui ne le laissent rien faire.
8'50 – 9'19	30		X		X					
9'20 – 10'12	53						X			C rédige seul sans discussion.
10'13 – 10'25	13	X		X						

Au total, les élèves auront disposé d'environ 15 minutes. Malheureusement, seules les 9 premières minutes et 26 secondes ont été filmées, un appel téléphonique impromptu étant venu interrompre l'enregistrement.

% de temps passé par les élèves par type d'interaction :

Code	% de temps	Code	% de temps
1	297 s. / 52,47%	5	
2	82 s. / 14,49%	6	53 s. / 9,36%
3	52 s. / 9,2%	7	
4	34 s. / 6%	8	48 s. / 8,48%

566 s / 100%

Grille d'analyse des discussions collaboratives

Type d'opérations cognitives – langagières

Code des opérations cognitives - langagières :

Code	Type d'opérations	Code	Type d'opérations
A	Opérations d'expansion	C	Opérations d'étayage
B	Opérations de contraction	D	Opérations de reformulation et de synthèse

Timing vidéo	Durée (s)	Type d'opérations				Observations Remarques
		A	B	C	D	
1'09 – 1'29	21			X		Discussion autour des losanges et des carrés pour déterminer la nature d'une figure simple.
2'10 – 2'40	31	X				Discussion sur l'ordre des étapes.
8'50 – 9'19	30	X				Recherche de l'emplacement des centres des demi-cercles. A ajoute la dimension du rayon du cercle.

% de temps passé par les élèves par type d'opérations cognitives – langagières :

Code	% de temps	Code	% de temps
A	61 s. / 74,39%	C	21 s. / 25, 61%
B		D	

82 s. / 100%