

PENSER UNE PROGRESSION EN GÉOMÉTRIE EN FORMATION DES ENSEIGNANTS

Alain KUZNIAK

Professeur, Université Paris Diderot
Laboratoire de Didactique André Revuz
alain.kuzniak@univ-paris-diderot.fr

Assia NECHACHE

Doctorante, Université Paris Diderot
Laboratoire de Didactique André Revuz
Assia.nechache@hotmail.fr

Résumé

Lors des formations continues des enseignants du premier degré, la question du travail géométrique global à mener dans les classes est souvent posée. En effet, certains enseignants ne perçoivent pas la finalité et l'organisation générale des différentes ressources qui leur sont proposées. Dans cet atelier, nous avons souhaité initier une réflexion sur les éléments qui pourraient être donnés en formation aux enseignants pour les aider à voir une cohérence globale dans l'enseignement de la géométrie.

Nous avons choisi de lancer cette réflexion à partir de l'analyse d'une séquence d'enseignement de la géométrie proposée à des élèves de CM1 – CM2.

Cette analyse s'appuie principalement sur le modèle des Espaces de Travail Géométrique (Kuzniak, 2006) utilisé comme outil pour construire et structurer un enseignement cohérent de la géométrie.

Après avoir rappelé les objectifs de l'atelier, nous présentons tout d'abord le modèle des Espaces de Travail Géométrique (ETG) et la notion de paradigmes géométriques (Kuzniak, 2006). Par la suite, nous rendons compte de l'analyse faite avec les participants d'une séquence d'enseignement en géométrie. Cette analyse s'appuie principalement sur le modèle des ETG et nous permet de mettre en évidence certains points essentiels pour penser l'enseignement de la géométrie à l'école élémentaire.

I - INTRODUCTION ET OBJECTIFS

1 Les constats

Enseignante dans une ESPE, l'une des auteurs (Assia Nechache) a animé plusieurs formations continues pour les enseignants du premier degré, notamment en géométrie. Diverses ressources ont été utilisées pour construire ces formations, comme : l'ouvrage *Concertum* de la Copirelem, les revues *Grand N*, des brochures d'IREM, etc. Cette année, il lui a fallu concevoir une formation de six jours consacrée à la géométrie, destinée à des enseignants du cycle 2 et 3. Diverses situations ont été proposées aux enseignants comme la reproduction et la restauration de figures simples et ou complexes. Les enseignants stagiaires ont manifesté un réel intérêt pour ces situations qu'ils découvraient pour la première fois. Par la suite, une discussion autour de la mise en place de ces situations en classe a été initiée. Cette discussion a débouché sur la question plus globale de la manière de concevoir une progression pour enseigner la géométrie à l'école élémentaire.

De fait, si les travaux didactiques concernant des situations géométriques à mettre en place en classe sont relativement nombreux et aisément accessibles dans les diverses ressources que nous avons signalées, il y a en a très peu qui concernent directement la construction d'une progression en géométrie pour l'école.

Comment dans ces conditions, le formateur d'enseignants peut-il aider les enseignants à intégrer dans une progression les situations intéressantes à la fois du point de vue mathématique et du point de vue didactique qu'il a pu proposer aux enseignants. Comment peut-il les aider à structurer cette progression en assurant sa cohérence ?

Dans le cadre de nos travaux de recherche en géométrie, nous utilisons le modèle des Espaces de Travail Géométrique (ETG) pour structurer les manières de penser l'enseignement de la géométrie au collège et au Lycée. Nous nous sommes demandés si ce modèle pouvait être un outil pour aider à penser des éléments d'une progression en géométrie dans le cadre de la formation des enseignants du premier degré ?

2 Objectifs et travail de l'atelier

Le but de cet atelier a donc été de fournir, en peu de temps, aux formateurs d'enseignants des éléments pour avancer sur les questions précédentes relatives à la géométrie et à son enseignement. Pour cela, l'atelier était divisé en deux temps principaux :

- introduire en premier lieu le modèle des Espaces de Travail Géométrique et la notion de paradigmes géométriques ;
- dans un second temps, en s'appuyant sur l'analyse d'une séquence de géométrie, mener une réflexion autour de la manière de penser une progression dans l'enseignement de la géométrie.

II - ESPACES DE TRAVAIL ET PARADIGMES GÉOMÉTRIQUES

Les paradigmes géométriques et les usages possibles de cette notion en formation des enseignants ont déjà fait l'objet de plusieurs présentations à l'occasion des colloques de la Copirelem. Pour une présentation complète, nous renvoyons plus particulièrement aux articles de Kuzniak et Rauscher (2003, 2004). Quant au modèle des Espaces de Travail Géométrique (ETG), son usage en formation des enseignants est notamment illustré dans l'article de Gomez-Chacon et Kuzniak (2011). Il s'inscrit désormais dans le cadre plus large des Espaces de Travail Mathématique (ETM) qui a fait l'objet d'une communication (Kuzniak) dans ce même colloque de la Copirelem.

1 Les Espaces de Travail Géométrique

Le modèle des Espaces de Travail Géométrique (ETG) se propose de décrire les formes du travail géométrique effectué par les élèves dans le cadre scolaire. Comme son nom l'indique, il place le travail géométrique au centre de la réflexion sur l'enseignement et l'apprentissage. Dans ce contexte, les institutions scolaires et les professeurs ont pour finalité première de développer un environnement qui doit permettre aux élèves de résoudre de manière adaptée des problèmes mathématiques, dans notre cas géométriques.

Pour décrire cette activité finalisée des élèves, les ETG sont organisés en deux niveaux. Le niveau dit épistémologique (Fig.1 plan épistémologique) définit les attentes *a priori* sur cette activité par rapport aux exigences de la discipline même. Pour l'étudier, nous avons identifié trois composantes caractéristiques de l'activité géométrique dans sa dimension purement mathématique :

- Un espace réel et local comme support matériel avec un ensemble d'objets concrets et tangibles qui dans le cas de la géométrie seront des figures ou des dessins ;
- Un ensemble d'artefacts tels que des instruments de dessin ou des logiciels ;
- Un système théorique de référence basé sur des définitions et des propriétés.

La géométrie enseignée n'est pas un corpus désincarné de propriétés et d'objets réduits à des signifiants manipulables par des systèmes formels, elle est d'abord et principalement une activité humaine. Ainsi, il est essentiel de comprendre comment des communautés d'individus mais aussi des individus particuliers utilisent et s'approprient les connaissances géométriques dans leur pratique de la discipline. Cela nous a conduits à introduire un niveau dit cognitif (Fig1. Plan cognitif) qui rend compte du travail

mené par l'élève pendant l'activité de résolution d'un problème. Nous avons retenu trois processus cognitifs en interaction :

- un processus de visualisation en relation avec la représentation de l'espace et le support matériel ;
- un processus de construction déterminé par les instruments utilisés (règles, compas, etc.) et les configurations géométriques ;
- un processus discursif qui produit des argumentations et des preuves.

Cet ensemble de relation peut être visualisé grâce au diagramme suivant qui fait de plus apparaître les relations entre les deux niveaux avec différentes dimensions ou genèses : sémiotique, discursive, instrumentale.

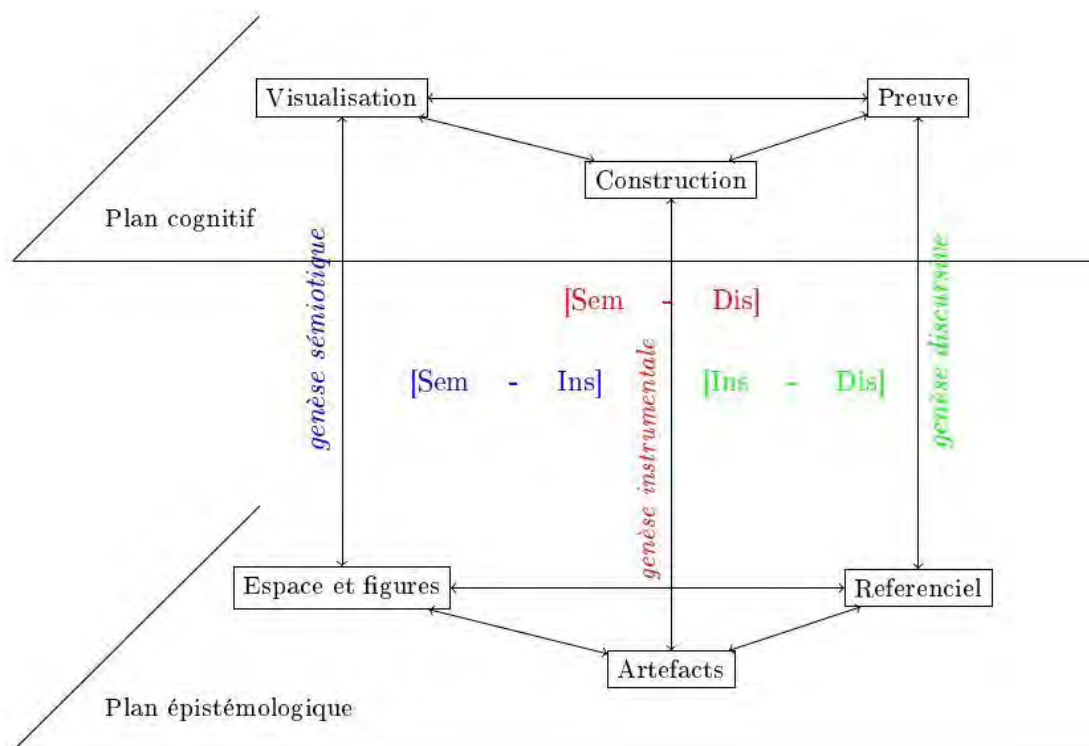


Figure 1. Diagramme général des Espaces de Travail Géométrique

2 Les différentes entrées dans le travail géométrique

Le diagramme précédent fait apparaître trois dimensions particulières du travail géométrique qui nécessiteront trois genèses particulières.

1. Une genèse *sémiotique* qui donne du sens aux dessins et plus généralement aux objets tangibles de l'ETG. Cette genèse sera en grande partie basée sur les registres de représentation sémiotique qui confèrent à ces objets leur statut d'objets mathématiques opératoires ;
2. Une genèse *instrumentale* qui permet de rendre opératoire les artefacts et les instruments de dessins dans le travail autour des constructions particulièrement crucial dans le cas de la géométrie ;
3. Une genèse *discursive* de la preuve qui utilise les propriétés réunies dans le référentiel théorique pour les mettre au service du raisonnement mathématique et d'une validation non exclusivement iconique, graphique ou instrumentée.

Les entrées dans le travail géométrique peuvent donc se faire à travers l'une des trois dimensions associée à chacune des genèses (sémiotique, instrumentale et discursive), ou à travers l'articulation de

deux d'entre elles : sémiotique et instrumentale, sémiotique et discursive, ou discursive et instrumentale. Ces différentes articulations définissent ainsi trois plans verticaux que l'on note respectivement :

[Sem-Ins], [Sem-Dis] et [Ins-Dis].

L'observation des modalités d'entrée dans le travail géométrique sera particulièrement importante pour décrire et organiser dans sa globalité la géométrie enseignée. Il s'agira de savoir quelle(s) dimension(s) particulière(s) sera privilégiée pour initier le travail, et si possible d'analyser la manière dont les trois dimensions interagissent afin de constituer un travail géométrique complet. Notons, que cette approche rappelle les points de vue précisés dans les programmes autour du perceptif, de l'instrumenté et du déductif.

Le diagramme de la figure 1 fait apparaître un certain nombre de plans qui correspondent aux connexions entre ces entrées, et qui nous permettront dans la suite de préciser la circulation du travail géométrique dans l'ETG, autrement dit, la manière dont le travail géométrique s'effectue. Ces trois plans peuvent être identifiés par les genèses qu'ils mettent en œuvre [Sem-Ins] (en bleu), [Ins-Dis] (en rouge) et [Sem-Dis] (en vert). Un des objectifs de la mise en situation lors de l'atelier était précisément de comprendre la nature et le fonctionnement de ces différents plans à l'occasion de la résolution d'une suite de problèmes géométriques.

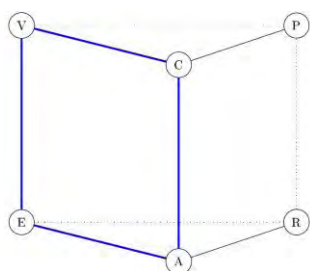


Figure 2. [Sem-Ins]

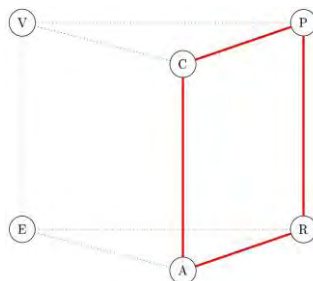


Figure 3. [Ins-Dis]

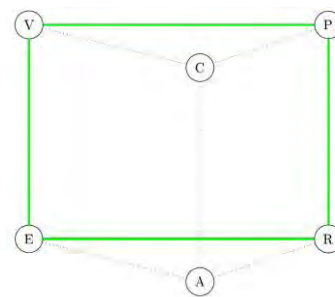


Figure 4. [Sem-Dis]

3 Les paradigmes géométriques

Il nous reste à préciser le rôle des paradigmes géométrique dans ce modèle. Sous le terme de géométrie se cache une grande diversité de conceptions et d'idées différentes qui renvoient à ce que Kuhn (1966) appelle des paradigmes. Selon lui, un paradigme désigne l'ensemble des croyances, des techniques et des valeurs que partage un groupe scientifique. Cette notion permet ainsi de regrouper les théories et plus généralement les connaissances d'un groupe qui travaille sur le même sujet. En se situant dans le même paradigme, les personnes peuvent ainsi se comprendre car elles utilisent un vocabulaire et des concepts communs qui leur permettent d'envisager et de traiter un problème de la même manière. A contrario, lorsque les individus ne se réfèrent pas au même paradigme géométrique, des malentendus vont apparaître, souvent source d'une réelle incompréhension.

Dans le cadre de l'enseignement, il est possible d'identifier trois paradigmes géométriques (Houdement et Kuzniak, 2006) dont seuls les deux premiers nous concernent au niveau de la scolarité obligatoire. Le premier définit une géométrie qui s'intéresse au monde de la pratique, au monde des dessins, des objets réels, il s'agit de ce qu'on peut appeler la géométrie naturelle (ou Géométrie I). Cette géométrie a pour source de validation la réalité et le monde sensible. D'une certaine façon, tous les types d'arguments sont permis pour justifier une affirmation et convaincre un interlocuteur. Le deuxième paradigme renvoie à une géométrie axée sur la démonstration, très attentive aux propriétés, aux théorèmes, aux relations entre les définitions des objets. Il s'agit de la géométrie axiomatique naturelle (ou Géométrie II). La Géométrie II est bâtie sur une schématisation de la réalité mais une fois les axiomes fixés, les démonstrations doivent se situer à l'intérieur du système des axiomes pour être certaines. Enfin, pour

être complet, il faut évoquer la Géométrie axiomatique formaliste (Géométrie III), qui privilégie essentiellement les relations entre les axiomes définissant les objets sans se préoccuper de leur relation avec la réalité.

Actuellement, dans la scolarité obligatoire, seules, les deux premières géométries sont prises en compte dans l'enseignement de la géométrie. Il est important de comprendre qu'elles ne sont pas hiérarchisées. L'une n'est pas meilleure que l'autre, elles n'ont tout simplement pas les mêmes fonctions et la même finalité : pratique et technologique dans le cas de la Géométrie I, axiomatique et logique dans celui de la Géométrie II.

L'école élémentaire a pour but de mettre en place les bases de la première géométrie sans perdre de vue que la seconde sera privilégiée dans l'enseignement secondaire. Les paradigmes serviront donc de boussole permettant d'identifier la nature épistémologique du travail réellement effectué dans le cadre de l'enseignement. Ils permettront ainsi de caractériser de manière générale les ETG mis en place, mais également la circulation du travail géométrique en fonction des différentes entrées.

III - MISE EN SITUATION

1 La séquence étudiée dans l'atelier

Il s'agit d'analyser une séquence d'enseignement en géométrie en utilisant les ETG et la notion de paradigmes géométriques. Cette analyse vise à permettre de caractériser l'ETG mis en place par les auteurs dans leur ouvrage.

Présentation de la séquence et analyse de la séquence du point de vue des ETG

Nous avons proposé d'analyser la séquence « Le cercle sans tourner en rond » (Fénichel & Taveau, 2009) destinée à des élèves de CM1-CM2. Elle est composée de huit séances. L'objectif de cette séquence est d'introduire le cercle comme un ensemble de points équidistants d'un point donné ; d'utiliser cette propriété pour résoudre des problèmes de distance ; et enfin d'utiliser le compas comme report de distance pour construire des figures géométriques particulières (triangle, losange, hexagone régulier, etc.).

Pour nous, l'enseignement de la géométrie à l'école élémentaire doit se situer dans le paradigme de la Géométrie I dont il s'agit de mettre en place les bases. Cette mise en place de la Géométrie I fait appel à la coordination de la vue, de l'action et de la réflexion sur des objets visibles et constructibles. Ceci renvoie alors aux trois composantes cognitives de l'ETG, à savoir : la visualisation, la construction et le raisonnement discursif. De ce point de vue, les objectifs de la séquence choisie pour l'étude sont *a priori* particulièrement en phases avec cette conception d'un travail géométrique complet au niveau de l'enseignement primaire puisqu'il s'agit de jouer sur la reconnaissance visuelle et sur l'usage des artefacts pour dégager la notion de cercle comme outil notionnel susceptible dans un deuxième temps de contribuer à la résolution de problèmes géométriques liés à la distance. D'autre part, il sera également intéressant de voir la manière dont le travail de la Géométrie I se met en place en relation avec les différents types d'activités, centrés sur le travail de la description, de la construction et de la reconnaissance des objets géométriques.

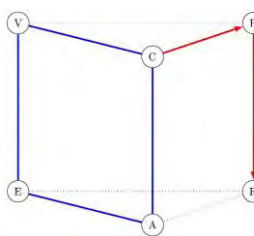
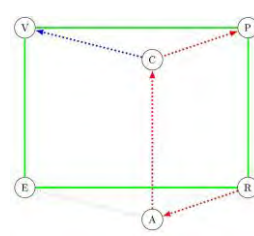
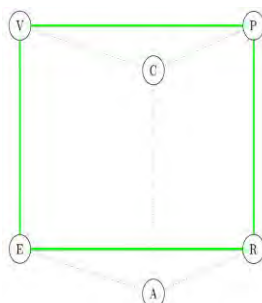
Sur le temps de l'atelier, nous avons fait le choix d'analyser plus finement les séances 1, 2, 3, 4 et 7 (Voir l'annexe). Pour chacune des cinq situations retenues nous avons proposé aux participants de les analyser en utilisant le modèle des ETG. En particulier il leur était demandé d'identifier, si possible, les différentes entrées (sémiotique, instrumentale, discursive) avec les plans privilégiés plan [Sem-Ins], plan [Sem-Dis] et plan [Ins-Dis]. Cette identification visait à mettre en évidence la dynamique du travail géométrique dans les différentes séances étudiées, et permettre de caractériser l'ensemble de l'ETG mis en œuvre.

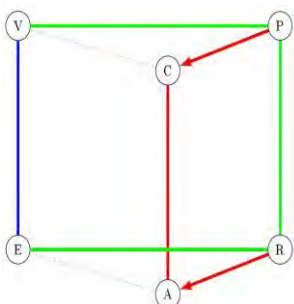
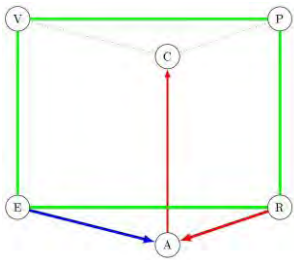
2 Déroulement et mise en commun

Les participants sont invités à se mettre par groupe de 3 ou 4. Il leur est demandé de prendre connaissance de chacune des séances et de faire une analyse *a priori* du travail géométrique attendu par le professeur. Cette analyse est centrée sur l'identification des différentes entrées dans le travail géométrique de chacune des séances que nous avons rappelées plus haut.

Une première mise en commun a permis d'identifier les différentes entrées dans le travail mathématiques de chacune des séances. Nous résumons ces entrées en lien avec le diagramme de l'ETG dans le tableau ci-dessous.

Afin de faciliter la lecture des diagrammes du tableau ci-dessous, nous avons utilisé les lettres V, C, P, A, R, S qui correspondent respectivement aux différentes composantes de l'ETG : Visualisation, Construction, Preuve, Artefact, Référentiel, Espaces et figures.

Séances	Entrée dans le travail géométrique	Diagrammes
Séance 1 <i>Objectif :</i> Introduire le cercle comme ensemble de points équidistants d'un point donné	Le travail géométrique commence dans le plan [Sem-Ins] et il se conclut par l'énoncé de la caractérisation du cercle comme ensemble de points équidistants d'un point donné. Cette propriété vient enrichir le référentiel de l'ETG. Ce dernier est constitué des propriétés et définitions des différentes figures utilisées à ce niveau de la scolarité. Il faut noter que la plupart du temps, les figures sont définies par ostension, ce n'est pas le cas ici et la séance proposée est clairement en rupture avec les séances traditionnelles	 [Sem-Ins] → Dis
Séance 2 <i>Objectif :</i> Résoudre un problème géométrique en utilisant la propriété énoncée dans la séance 1	Il s'agit d'utiliser la nouvelle propriété du référentiel pour résoudre un problème. L'entrée dans le travail est dans un premier temps plutôt <i>sémiotique</i> mais elle nécessite l'usage du <i>discursif</i> pour la validation. L'utilisation des instruments de dessin dépend fortement du traitement fait à partir de la propriété énoncée précédemment dans la définition du cercle. Ils sont souvent proposés comme outils, facultatif, de vérification une fois la tâche résolue dans le plan [Sem-Dis].	 [Sem-Dis] (→ Ins)
Séance 3 <i>Objectif :</i> Donner du sens à la propriété énoncée dans la séance 1 en la faisant fonctionner sur des dessins à main levée	Le travail géométrique se situe cette fois dans le plan [Sem-Dis] mais avec une entrée nettement <i>discursive</i> puisque le travail s'effectue sur des dessins à main levée qui apparaissent comme des signes symboliques. Les instruments de dessin ont été quasiment évacués et la seule façon d'évoluer pour répondre à la consigne est de mobiliser le niveau discursif. L'idée est de montrer que le « cercle » n'est plus seulement un objet lié visuellement et instrumentalement à un dessin mais qu'il est aussi lié à une propriété. Le discours de la preuve est un discours argumentatif correspondant au niveau de classe, et il est dirigé par le paradigme GI mais prépare l'entrée dans la GII qui sera l'enjeu du collège. Comme précédemment, les auteurs se réservent la possibilité d'un retour à une validation expérimentale si	 [Sem-Dis]

	elle apparaît nécessaire pour certains élèves. Dans ce cas, on obtient un diagramme semblable à celui de la séance 2.	
Séance 4 <i>Objectif :</i> Faire découvrir l'usage du cercle et l'usage du disque pour résoudre des problèmes d'équidistance	Il s'agit cette fois d'un travail de modélisation d'une situation nécessitant une construction. Une fois l'énoncé interprété dans le plan [Sem-Dis], le travail géométrique se situe principalement dans le plan [Dis-Ins] avec une utilisation du référentiel : la propriété caractéristique du cercle comme un outil théorique permettant de construire la solution. Les données sont fournies dans le registre sémiotique. La propriété du cercle va permettre de contrôler la validité de la solution.	 [Sem-Dis] → [Dis-Ins]
Séance 7 <i>Objectif :</i> Construire des triangles en utilisant la propriété énoncée dans la séance 1, et présenter le compas comme un outil de report de distance	Cette fois, l'accent est mis sur un nouveau rôle du compas. Considéré initialement comme un outil pour tracer des cercles, le compas doit devenir aussi un instrument pour reporter des longueurs et pour construire d'autres figures géométriques, comme les triangles. Le travail propose un enrichissement de l'artefact en relation avec le référentiel et la figure objet cercle. Le travail commence dans le plan [Sem-Dis] pour nourrir la dimension instrumentale à partir d'un travail initial dans le plan épistémologique.	 [Sem-Dis] → Ins

Les participants ont affirmé que le modèle des ETG pouvait être un outil intéressant, car il permet à la fois de donner une vision globale du travail géométrique, et de prendre conscience de l'existence des différentes entrées dans le travail géométrique. De plus ils soulignent la nécessité d'articuler les différentes dimensions (sémiotique, instrumentale et discursive) donnant lieu à divers parcours décrivant la circulation du travail géométrique. Ces divers parcours prennent en compte le niveau de difficultés et de connaissances des élèves. Ce qui permet d'affirmer que l'ETG reste un outil assez flexible.

D'un point de vue méthodologique, il était intéressant de vérifier si les participants parvenaient aux mêmes résultats que ceux obtenus par les deux auteurs lors de leur analyse a priori des situations. Cette correspondance entre les diverses analyses que nous avons pu vérifier dans l'atelier, est un élément qui renforce la validité du cadre d'analyse.

3 Un essai de caractérisation de l'ETG de la séquence étudiée

Dans la séquence analysée du point de vue des intentions du professeur, le travail géométrique est centré sur le développement de la notion de cercle (simultanément avec l'usage du compas) comme l'ensemble des points équidistants d'un point donné, qui est son centre. L'ETG peut être caractérisé comme lié au travail sur le champ conceptuel « cercle » associé au triplet (cercle, compas, équidistance). Le travail des concepteurs de cette séquence s'appuie, dans un premier temps, sur des outils matériels pour faire émerger une propriété et un outil théorique. Puis, ces outils matériels sont progressivement mis en arrière-plan pour favoriser un raisonnement discursif utilisant la notion de cercle associé à l'équidistance.

Pour résumer, nous proposons, ci-dessous, cette caractérisation de l'ETG autour de l'objet « cercle » associé à l'utilisation de l'outil compas et à la propriété caractéristique du cercle.

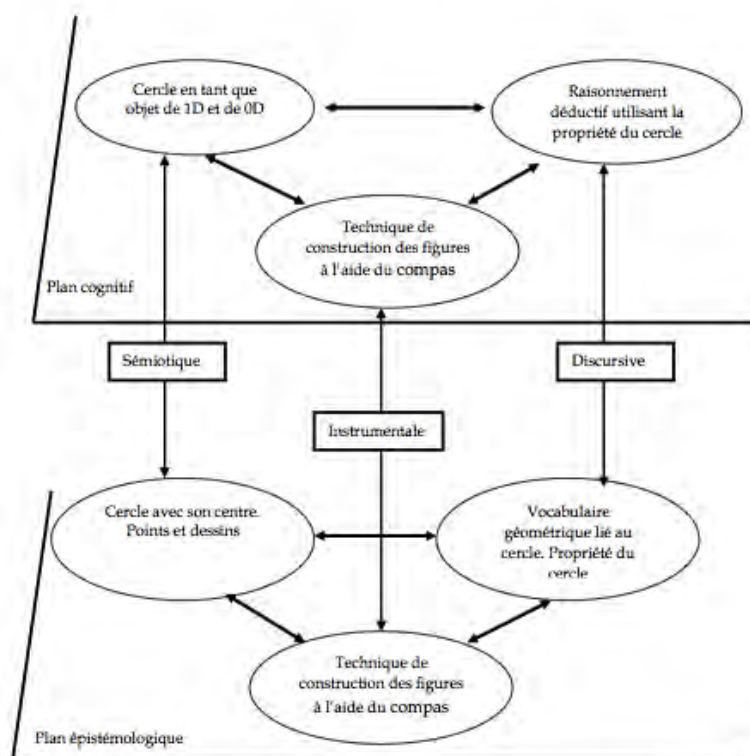


Figure 5. ETG de la séquence « Le cercle sans tourner en rond »

4 Quelle articulation des différentes entrées de l'ETG avec le programme de l'école élémentaire ?

Dans les programmes, le travail géométrique est traditionnellement structuré autour de l'étude des grandes entités : **objets géométriques** et des **relations entre ces objets** et il est articulé avec le travail sur **les grandeurs et mesures**. Par ailleurs, l'utilisation avec précision et soin des outils géométriques constitue l'un des objectifs du travail géométrique, ce qui nous amène à prendre en compte le travail de **l'approximation** dans celui de la géométrie. Nous considérons que ; l'approximation correspond à un *ajustement des mesures* liées aux instruments (*approximation instrumentale*), mais dans certains cas cet ajustement est contrôlé uniquement par la vue (*approximation visuelle*).

Au cours de cet atelier nous avons proposé aux participants de poursuivre la réflexion autour de l'articulation des différentes entrées de l'ETG (sémiotique, instrumentale, discursive), ainsi que des différents éléments concernant le travail géométrique décrit dans les programmes de CM1-CM2 (objets géométriques, relations entre les ces objets, les grandeurs et mesures et l'approximation). Pour ce faire nous avons repris l'analyse de la séquence faite précédemment autour de la notion du cercle, de l'outil compas et de la propriété d'équidistance des points situés sur le cercle.

Le tableau ci-dessous résume le travail autour de l'articulation des différentes entrées et les éléments du programme relative au triplet (cercle, compas, équidistance) :

Entrée dans le travail géométrique Programmes	Sémiotique	Instrumentale	Discursive
<i>Objet géométrique</i>	Cercle comme objet de 0D et 1D	Double fonction du compas : tracer un cercle et reporter des longueurs	La caractérisation du cercle comme ensemble de points équidistants d'un point donné (le centre) et sa réciproque
<i>Relations entre objets</i>	Points appartenant à un cercle sont à égale distance de son centre	Règle et le compas dans leur dimension de report de longueur	Équidistance entre deux points
<i>Liens avec les grandeurs</i>	Comparaison de longueurs	Règle et le compas dans leur dimension de report de longueur	La distance entre deux points est la longueur du segment dont les extrémités sont définies par ces deux points. La notion en jeu est la longueur d'un segment
<i>Approximation</i>	Ajustement Approximation visuelle et instrumentale		Discours implicite à travers la précision d'un dessin.

Le tableau ci-dessus a permis de mettre en évidence un lien entre l'analyse du travail géométrique de la séquence analysée précédemment en termes d'entrée (sémiotique, instrumentale et discursive) et les diverses entités du programme de CM1-CM2. Nous supposons que cette analyse croisée du travail géométrique peut être conduite avec d'autres entités du programme.

Nous posons comme principe qu'un travail géométrique complet suppose l'organisation d'un triplet de type (objet géométrique, artefacts, propriétés) à travers les entrées sémiotiques, instrumentales et discursives. Par conséquent, il nous semble qu'une progression en géométrie doit passer par l'identification des grandes entités du programme, et ensuite par une analyse du travail lié à ces entités en termes d'entrées dans le travail géométrique. Dans une certaine mesure, le but de ce travail est de constituer un champ conceptuel autour de ces entités.

Quelques exemples de grandes entités :

1. (Droites, règle non graduée et équerre, orthogonalité) ;
2. (Points, règle non graduée, alignement) ;
3. (Quadrilatère, règle non graduée et équerre, parallélisme).

Le travail global sur le programme n'a pu être mené pendant le temps de l'atelier.

IV - CONCLUSION

Notre question initiale portait sur la manière de penser une progression en géométrie à l'école élémentaire. Le modèle théorique des ETG nous semble donner aux enseignants (ou, tout au moins dans un premier temps, aux formateurs d'enseignants) une ressource intéressante pour structurer une vision globale du travail géométrique. L'analyse des différentes entrées dans le travail géométrie articulées avec la mise en place de la dialectique entre les différentes genèses de l'ETG peut permettre de penser une progression cohérente de l'enseignement de la géométrie.

Ainsi, l'analyse de cette séquence nous a permis d'identifier les différentes entrées privilégiées dans le travail mathématique et de constater que l'ETG idoine proposé par les auteurs est structuré autour d'un ensemble de tâches relatives au triplet (cercle, compas, équidistance). Cet ensemble de tâches mobilise les différentes genèses (sémiotique, instrumentale et discursive) et une réelle dynamique est planifiée entre ces différentes genèses.

Nous n'avons pas abordé la question de l'enseignement de la géométrie en maternelle. Ce choix est justifié par le fait qu'en maternelle, la géométrie étudiée est plutôt une pré géométrie liée au spatial. Le modèle des ETG concerne le travail d'une géométrie qui est reconnue comme domaine mathématique ce qui n'est pas le cas pour la pré-géométrie et une réflexion sur la maternelle doit s'intégrer plus largement dans une réflexion sur le travail mathématique voire le travail scolaire attendu à ce niveau.

Pour en revenir à la formation continue, il nous semble utile de fonder les progressions en géométrie sur l'identification des entrées dans la géométrie en insistant sur la nécessité de travailler et d'articuler les trois dimensions et genèses du travail géométrique (sémiotique, instrumentale et discursive) sur un ensemble de tâches. Ceci constitue alors le point de départ pour une pensée organisée du travail géométrique. Cela ne nécessite pas forcément d'entrer de manière théorique avec les stagiaires dans le détail des ETG. Mais notre réflexion sur la transposition didactique de ce modèle est loin d'être finie, puisque rappelons que cet atelier visait à initier cette réflexion. Les échanges fructueux autour de cette question nous ont permis de prendre conscience de la nécessité de continuer à approfondir ce type d'analyse à l'aide des ETG avec d'autres notions géométrique enseignées à l'école élémentaire. Mais également de penser sur le long terme l'analyse du travail géométrique en rapprochant les ETG de l'école élémentaire et du collège.

V - BIBLIOGRAPHIE

DUVAL, R. & Godin, M. (2005). Les changements de regard nécessaires sur les figures, *Grand N*, **76**, 7-27.

FENICHEL, M. & Taveau, C. (2009). Enseigner les mathématiques au cycle 3. Le cercle sans tourner en rond, DVD, *CRDP Créteil*.

GOMEZ-CHACON, I. & KUZNIAK, A. (2011). Les Espaces de Travail Géométriques de futurs professeurs en contexte de connaissances technologiques et professionnelles, *Annales de didactique et de sciences cognitives*, **16**, 187-216.

KUHN, T.S. (1966). *The structure of scientific revolutions*, 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press.

HOUEMENT, C. & KUZNIAK, A. (2006). Les paradigmes géométriques et enseignement de la géométrie, *Annales de didactique et de sciences cognitives*, **11**, 175-193.

KUZNIAK, A. (2006). Paradigmes et espaces de travail géométriques. Éléments d'un cadre théorique pour l'enseignement et la formation des enseignants en géométrie. *Canadian Journal of Science and Mathematics Education*, vol **6.2**, 167-188.

KUZNIAK, A. (2011). L'Espace de Travail mathématique et ses genèses, *Annales de didactique et de sciences cognitives*, **16**, 19-24.

KUZNIAK, A. & RAUSCHER, J-C (2003). Autour de quelques situations de formation en géométrie pour les professeurs d'école, *Actes du Colloque de la COPIRELEM, mai 2002, La Roche sur Yon*.

KUZNIAK, A. & RAUSCHER, J-C (2004). Un exemple de sensibilisation des étudiants PE1 à la géométrie en tant qu'objet à enseigner. *Actes du Colloque de la COPIRELEM, mai 2003, Avignon*

~~Document 1~~ La séquence « Le cercle sans tourner en rond »

Séance 1.

Objectifs

Mettre en évidence que l'ensemble des points équidistants d'un point définit un cercle.

Faire faire le lien entre *ces points* et *ce cercle*, entre *la distance* et *le rayon du cercle*.

Tâche des élèves

Construire des points à égale distance d'un point donné. Construire des points à une distance supérieure ou inférieure à une distance donnée.

Matériel

- Bande de papier, feuille de papier calque, ficelle, équerre, compas. *Même matériel pour le maître.*
- Feuille blanche de format A3.
- Feutres de couleur.

Déroulement

Phase 1 (par binôme) : **15 points à la même distance du point A**

Chaque binôme dispose de l'ensemble du matériel et d'une feuille format A3.

Il s'agit de faire construire, par une méthode personnelle, 15 points équidistants d'un point donné.

Consigne : « Placez un point sur votre feuille. Appelez-le **A** (repassez-le en couleur **rouge** par exemple). Positionnez-le plutôt au centre de votre feuille. Puis placez, d'une autre couleur (bleu par exemple), un second point (différent de **A**) sur votre feuille. Appelez-le **B**. »

Le maître place lui aussi en même temps, sur une feuille fixée au tableau, les points A et B.

« Maintenant placez **15 autres points** sur votre feuille de telle sorte que leur distance au point A soit la même que la distance du point B à A. Mettre tous ces points de la même couleur que B.

Vous pouvez utiliser tout le matériel dont vous disposez sur la table.

Vous devrez ensuite être capable d'expliquer comment vous avez fait et pourquoi. »

Remarque : les feutres en couleurs permettent de mieux voir les productions affichées pour la mise en commun.

Phase 2 (collective) : **mise en commun et analyse des productions d'élèves**

Le maître choisit quelques productions de groupes d'élèves qu'il expose au tableau en demandant, pour chaque cas, le matériel utilisé et l'allure des points « bleus » tracés sur la feuille.

- Faire valider la notion de cercle évoquée par les élèves, par la construction effective de celui-ci sur chaque production.
- Faire argumenter sur l'imprécision des tracés par le fait que des points ne sont pas sur le cercle alors qu'ils devraient l'être.
- Faire émerger la notion d'équidistance à un point comme les points situés sur un même cercle.
- Réactiver les termes de *centre* et *rayon* du cercle.

Phase 3 (par binôme) : *réinvestissement*

Le maître veut évaluer l'appropriation de cette notion de façon immédiate. Les élèves disposent toujours de l'ensemble du matériel.

Consigne : « Maintenant je vous demande de mettre encore dix autres points **C** avec un stylo vert, à la même distance de **A** que la distance de **B** à **A**. Allez-y ! »

La procédure attendue est le tracé immédiat des dix points sur le cercle, qui vient d'être construit précédemment, sans avoir recours aux instruments de construction (ficelle, compas, bande de papier).

Phase 4 (collective puis par binôme) : *mise en commun et notion de disque*

Analyse collective concernant le tracé de ces dix nouveaux points et reformulation du lien entre l'équidistance de points et les points du cercle.

Puis compléter la construction de la notion par la consigne suivante :

« Construire, d'une nouvelle couleur, **cinq points** tels que leur distance au point **A** soit plus **grande** que la longueur de **A** à **B** et en changeant de couleur, **cinq autres points** tels que leur distance au point **A** soit plus **petite** que la longueur de **A** à **B**. »

Phase 5 (collective) : *mise en commun et synthèse*

La mise en commun à partir de productions d'élèves doit permettre d'avancer vers la synthèse qui constituera la phase d'institutionnalisation.

Synthèse

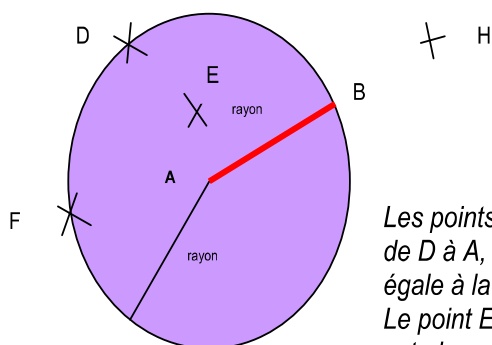
- Tous les points **B** qui sont situés à égale distance de **A** sont tous sur le **cercle** de centre **A** et de rayon **AB** (par exemple).
- Tous les points qui ont leur distance à **A** plus petite que la longueur du rayon sont situés dans le **disque** de centre **A** et de rayon **AB**.
- Tous les points qui ont leur distance à **A** plus grande que la longueur du rayon sont situés à l'extérieur du disque de centre **A** et de rayon **AB**.
- La surface limitée par le cercle est appelée *disque* (le colorier). Le cercle représente la frontière du disque.

Trace écrite à envisager : [affiche synthèse](#)

« Le cercle est constitué d'un ensemble de points (une infinité) qui sont tous situés à la même distance du centre. Cette distance est appelée le rayon du cercle. »

« Tous les points du cercle sont situés à égale distance du centre. »

Dessin illustrant cette propriété.



Les points **D**, **F** et **B** sont sur le cercle de centre **A** car la distance de **D** à **A**, de **F** à **A** et de **B** à **A** est la même. Cette distance est égale à la longueur du rayon du cercle.

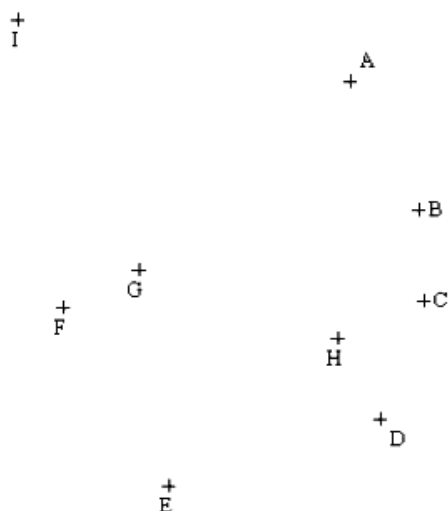
Le point **E** est dans le disque de centre **A** car la distance de **E** à **A** est plus petite que la longueur du rayon du cercle.

Le point **H** est à l'extérieur du disque de centre **A** car la distance de **H** à **A** est plus grande que la longueur du rayon du cercle.

Atelier 33. Colloque de la Copirelem 2014

Exercice 1

Les points A, B, C et D sont sur un même cercle.
 Le centre de ce cercle est l'un des points de la figure.
 En utilisant **ta règle graduée**, trouve le centre de ce cercle.



Le centre du cercle est le point :
 Explique comment tu as trouvé :

..
 ..

Phase 2 bis (collective) : **mise en commun et résolution de l'exercice**

L'énoncé agrandi de l'exercice est accroché au tableau.

- Les élèves donnent leurs réponses et argumentent sur la validité de leurs procédures. L'ensemble de la classe participe au débat sur la validité des résultats.
- L'enseignant propose de vérifier la réponse en prenant le compas.

Conclusion : Retour sur la propriété caractéristique des points du cercle introduite à la séance 1.

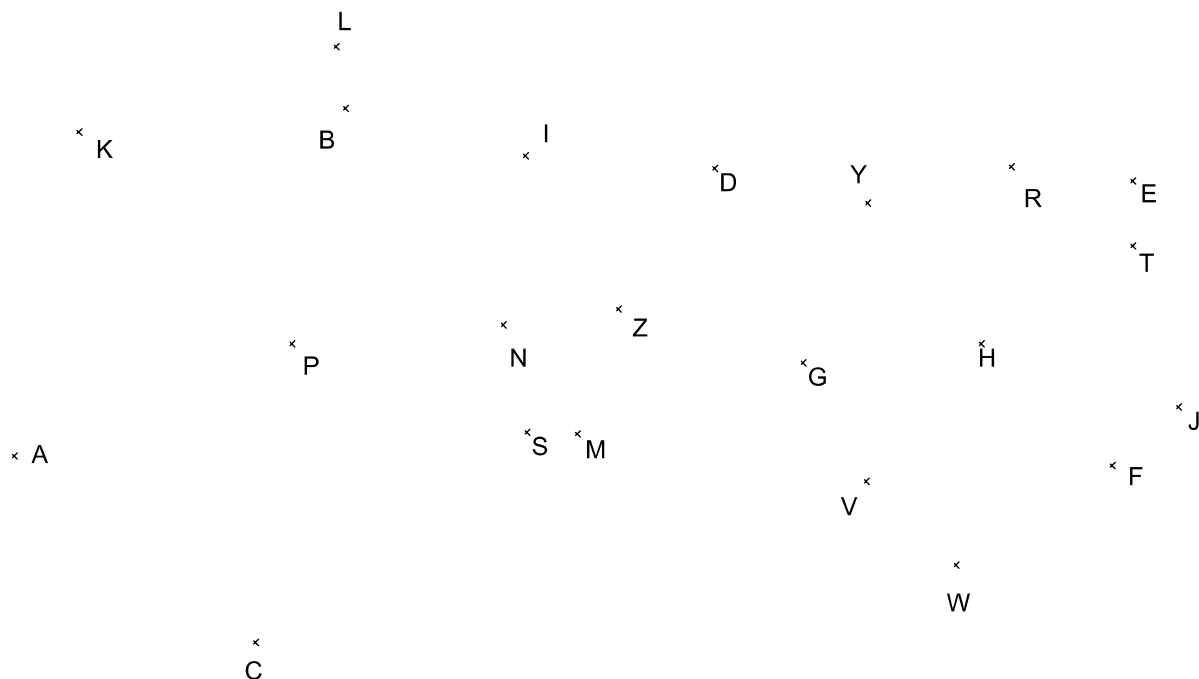
Phase 3 (individuelle) : **résolution de l'exercice 2**

Matériel : l'ensemble des outils de construction est laissé à la disponibilité des élèves.

L'objectif de cet exercice est de réinvestir le lien entre les points d'un cercle et la notion d'équidistance.
 Même déroulement que pour l'exercice 1.

Exercice 2

1) Parmi les points tracés sur la feuille, repasse en rouge tous ceux qui sont situés à 5 cm du point **P**. Explique comment tu les as trouvés.



2) Parmi les points tracés sur la feuille, repasse en bleu tous ceux qui sont situés à 3 cm du point **H**. Explique comment tu les as trouvés.

Phase 4 (individuelle) : résolution de [l'exercice 3](#)

Matériel : seul le compas est laissé à la disposition des élèves

Même déroulement que pour l'exercice 1.

Exercice 3

On a tracé le segment $[KL]$. Sa longueur est de 5 cm.

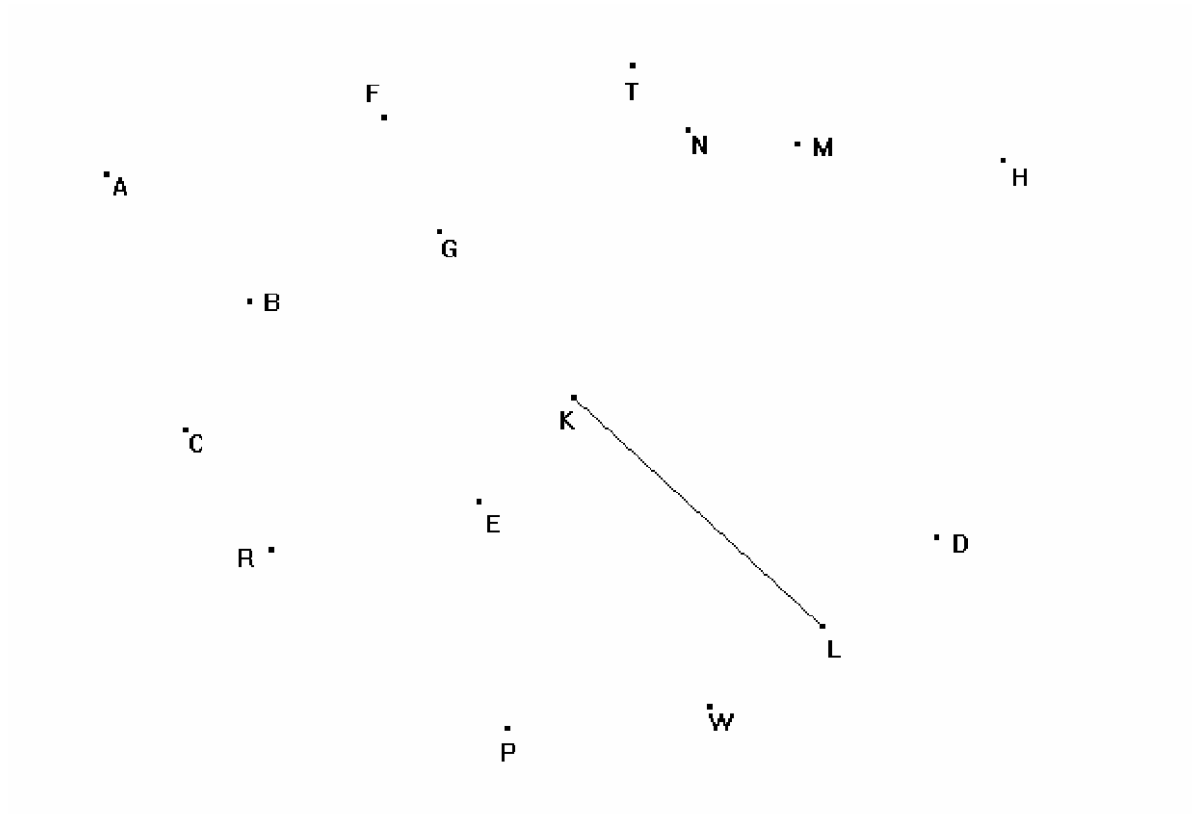
Sans utiliser la règle graduée, peux-tu donner la longueur des segments :

$[KB]$: $[KA]$: $[KM]$: $[KE]$: $[HD]$: $[KT]$:

$[KR]$: $[BC]$: $[KF]$: $[GE]$:

Explique ta méthode :

Peux-tu donner les longueurs d'autres segments ? si oui lesquelles ?



Remarque : suite à l'analyse a posteriori nous proposons une modification de l'énoncé de l'exercice 3 : [exercice 3 modifié](#).

Exercice 3 modifié

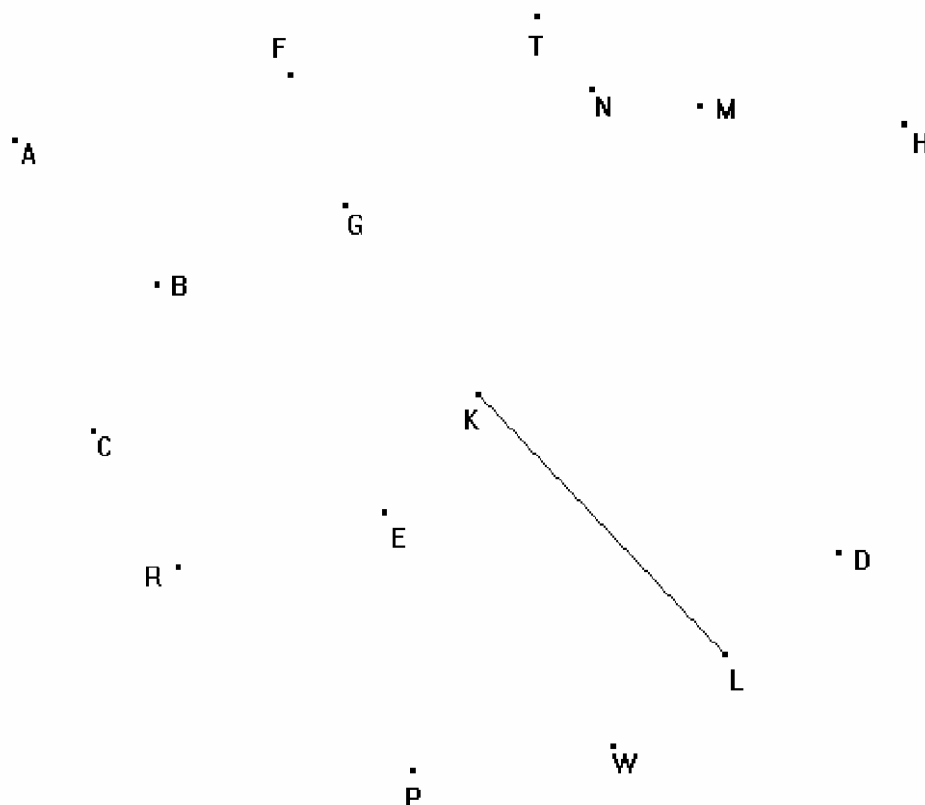
On a tracé le segment $[KL]$. Sa longueur est de 5 cm.

Sans utiliser la règle graduée, range, dans les colonnes ①②③, les segments suivants $[KB]$, $[KA]$, $[KM]$, $[KE]$, $[HD]$, $[KT]$, $[KR]$, $[BC]$, $[KF]$, $[GE]$ selon leur longueur :

①	②	③
Les segments dont la longueur est plus petite que 5 cm.	Les segments dont la longueur est exactement 5 cm.	Les segments dont la longueur est plus grande que 5 cm.

Explique ta méthode :

Peux-tu donner d'autres longueurs de segments ? si oui lesquelles ?



Phase 4 bis (collective) : ***mise en commun et résolution de l'exercice***

Même démarche que pour l'exercice 1.

Phase 5 (collective) : ***synthèse de la séance***

Faire formuler par les élèves les notions travaillées pendant cette séance et insister sur le rôle des instruments de construction. Montrer que la propriété d'équidistance des points d'un cercle permet de résoudre des problèmes de distance sans avoir à recourir nécessairement à des instruments de mesurage, mais uniquement en s'appuyant sur un raisonnement. Ainsi il est possible de résoudre vite et sûrement des problèmes de distance qui prendraient du temps si on utilisait une règle graduée par exemple.

Atelier 33. Colloque de la Copirelem 2014

Séance 3.**Objectifs**

- Introduire des dessins à main levée.
- Donner du sens à la propriété caractéristique du cercle en la faisant fonctionner sur des dessins à main levée.

Tâche des élèves

Résoudre des problèmes.

Matériel

Différent selon les phases du déroulement de la séance.

Organisation

Travail individuel, avec mise en commun.

Déroulement**Phase 1** (collective) : **énoncer les enjeux de la séance**

Consigne : « Pendant les séances précédentes, nous avons vu la propriété des points d'un cercle. Quelle est-elle ? »

Le maître attend que les élèves énoncent le fait que tous les points d'un cercle sont à égale distance du centre de ce cercle. Il peut renvoyer à [l'affiche de référence](#) de la séance 1.

Puis « Aujourd'hui, nous allons utiliser cette propriété pour trouver la longueur de segments sans avoir recours aux instruments. Vous aurez à résoudre deux exercices. »

Phase 2 (collective puis individuelle) : **résolution de l'exercice 1**

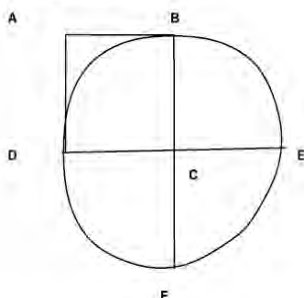
- Distribuer [l'exercice 1](#) et laisser les élèves prendre individuellement connaissance de l'énoncé. La même figure est reproduite agrandie au tableau.
- Puis faire reformuler par les élèves le problème posé en aidant à l'appropriation de celui-ci par un questionnement étayé :
« Qu'est-ce qu'un dessin à main levée ? »
C'est un dessin qui n'est pas précis mais qui permet de raisonner grâce à des informations qui sont données en plus.
« De quoi est composée cette figure ? »
Un cercle de centre C et de rayon (ou d'un diamètre) et d'un carré ABCD
« Quelle est l'unité de mesure utilisée dans cet exercice ? »
L'unité de mesure est « le carreau ».
« Pour la question 1, que devez-vous trouver ? » etc.
- Préciser que les questions doivent être traitées dans l'ordre de l'énoncé.

Remarque concernant le matériel : le maître peut ne donner aucune consigne concernant le matériel autorisé et il observera son usage pendant le travail des élèves. Il peut aussi décider d'interdire dès le début l'usage de la règle graduée en rappelant que sur un dessin à main levée il est impossible de mesurer puisque les tracés ne sont pas précis.

Alain Kuzniak & Assia Nechache

Exercice 1

On a dessiné à main levée la figure suivante :



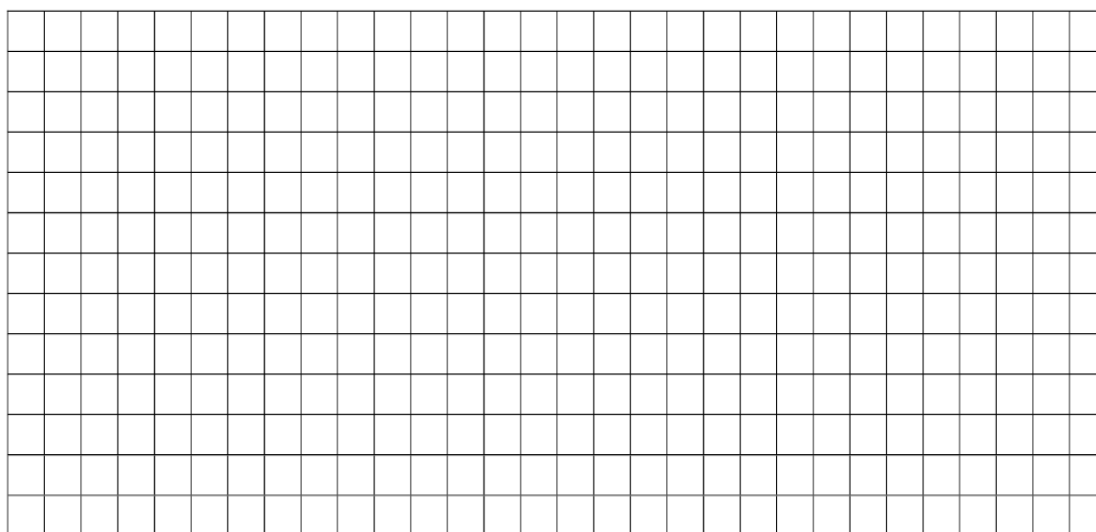
On sait que :

- ABCD est un carré dont la longueur des côtés est de 5 carreaux ;
- Le cercle est de centre C et de rayon CD ;
- Les points B, C et F sont alignés ;
- Les points D, C et E sont aussi alignés.

1) Peux-tu donner la longueur du segment [CF] ? du segment [CE] ? du segment [DE] ? du segment [BF] ?

Explique tes réponses

2) Construis aux vraies dimensions la figure sur le papier quadrillé ci-dessous.

**Phase 3** (collective) : ***mise en commun***

Les observations des procédures des élèves durant la résolution vont permettre au maître de choisir une stratégie pour la mise en commun.

Les réponses attendues concernant les longueurs des segments sont uniques mais risquent d'être très diverses de la part des élèves, il faudra donc bien savoir, d'une part, qui a raison et d'autre part, comment en être sûr.

Il sera alors pertinent de faire un « listing » des valeurs trouvées pour la longueur d'un même segment, de demander aux élèves de présenter leurs procédures et de faire argumenter sur la validité de leurs réponses. La construction, sur papier quadrillé et aux vraies dimensions, de la figure permet une validation pour tous (réponse à la question 2).

Phase 4 (collective et individuelle) : ***réinvestissement de l'usage de la propriété d'équidistance pour l'exercice 2***

Cet exercice est issu des évaluations nationales de 6^e (1997 et 1998).

Le déroulement de cette phase est identique à celui de la phase 2.

Séance 4

Objectif du maître

Faire découvrir l'usage du cercle et l'usage du disque pour résoudre des problèmes d'équidistance.

Tâche des élèves

Modéliser une situation de la vie réelle et la résoudre.

Institutionnalisation

Le cercle est un outil pour résoudre des problèmes d'équidistance.

Matériel

- Le compas, règle non graduée et papier calque
- Les mêmes énoncés agrandis au tableau pour le maître

Organisation

Travail individuel, échange avec les voisins de proximité puis mise en commun.

Déroulement

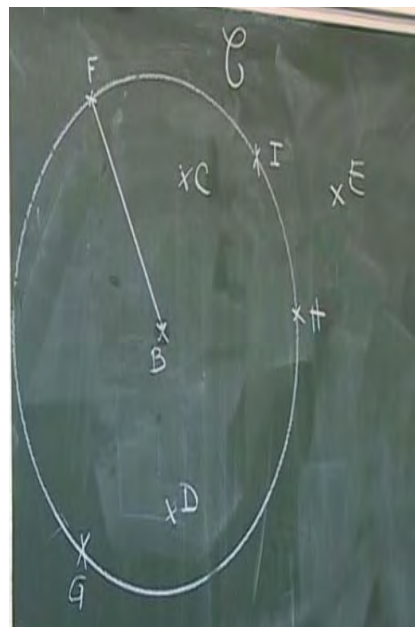
Phase 1 : rappel des propriétés des points du cercle

À partir d'une figure constituée d'un cercle et de points situés sur le cercle, de points situés sur le disque et de points situés hors du disque, faire rappeler les liens avec la position et la distance de ces points au centre du cercle.

« Que peut-on dire des longueurs BF , BI , BH et BG ? »

« Où est situé le point E ? Que peut-on dire de la longueur BE ? »

etc.



Phase 2 : le problème de la recherche des bijoux

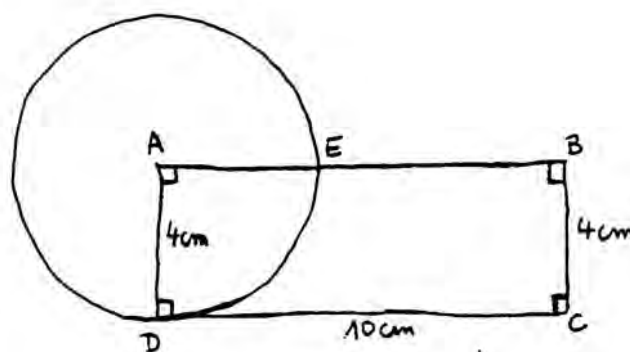
Le plan agrandi est reproduit au tableau

- Faire lire silencieusement l'énoncé puis faire reformuler la tâche.
- Vérifier la compréhension de la situation et du plan représenté dans l'énoncé.
- Mettre les élèves au travail tout en observant les différentes procédures.

Exercice 2

Sur ce dessin à main levée, on a représenté un rectangle ABCD et le cercle de centre A qui passe par D.

Ce cercle coupe le segment [AB] au point E.



Quelle est la longueur du segment [EB] ?

Justifie ta réponse :

.....

.....

Phase 5 (collective) : ***mise en commun***

Identique à la phase 3.

Phase 6 (collective) : ***synthèse***

La synthèse portera sur le fait que grâce à la propriété de l'équidistance des points appartenant à un même cercle, il est possible de donner la longueur de segments sans avoir besoin de les mesurer. Cela sera aussi l'occasion de mettre en évidence la validité d'un résultat à partir d'un raisonnement, ce qui incite les élèves à ne plus utiliser la perception ni les instruments pour résoudre un problème de géométrie et ce qui les prépare à la géométrie pratiquée au collège.

C'est aussi l'occasion de retravailler sur le statut des dessins à main levée.

Atelier 33. Colloque de la Copirelem 2014

Les bijoux

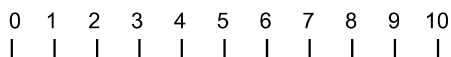
Un plan a été retrouvé dans la cave désignant l'emplacement des bijoux cachés par des familles pendant la 2ème guerre mondiale. Voici le plan et les indications fournies.

« Aller au jardin du Luxembourg. Les bijoux sont enterrés à 4 mètres du grand sapin et à 7 mètres de la statue du Dieu Apollon. »

Voici un plan du Luxembourg et une échelle des longueurs. Où faut-il creuser pour récupérer les bijoux ?

X La statue

Le sapin X



échelle des longueurs en mètres

Phase 2 bis : mise en commun et synthèse

Présentation des différentes procédures en argumentant la validité des solutions trouvées (deux endroits sont possibles pour trouver les bijoux).

La synthèse mettra en évidence que les points cherchés sont situés à l'intersection des deux cercles : celui de centre *le sapin* et de rayon 4 m et celui de centre *la statue* et de rayon 7 m. Cette synthèse devrait permettre de généraliser la construction de points qui sont situés à deux distances données de deux autres points.

Phase 3 : le problème du placement de la mangeoire des chèvres⁵

Une feuille de papier quadrillé est affichée au tableau

- Faire lire silencieusement l'énoncé puis faire reformuler la tâche.
- Vérifier la compréhension de la situation et répondre aux questions des élèves.
- Mettre les élèves au travail tout en observant les différentes procédures.

En fonction des difficultés rencontrées par les élèves durant la recherche, donner une aide concernant la représentation de la situation afin de relancer la recherche.

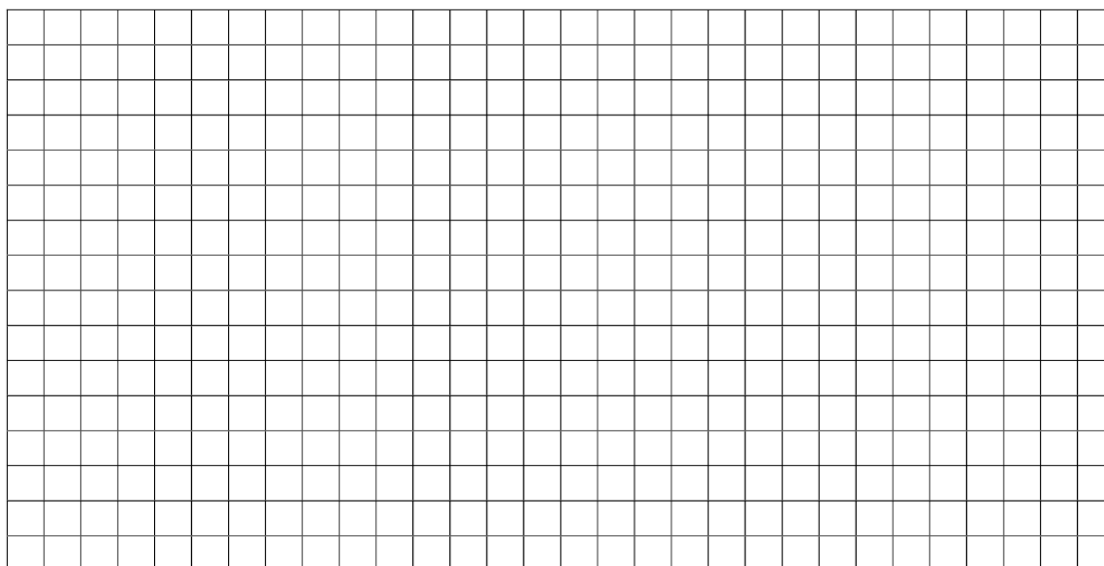
La mangeoire des chèvres

Dans un enclos, deux chèvres sont attachées chacune, par une corde, à un piquet différent. Le fermier ne dispose que d'une mangeoire. Il se demande où il pourrait la placer pour que ses deux chèvres puissent aller y manger en même temps. Pourriez vous l'aider ?

Voici des informations

Les deux piquets sont espacés de 16 carreaux. La corde d'une des chèvres est longue de 9 carreaux et l'autre corde est longue de 10 carreaux.

Faire un croquis qui donne l'emplacement possible de la mangeoire.



Phase 3 bis : mise en commun et synthèse

Présentation des différentes procédures en argumentant la validité des solutions trouvées : ici ce ne sont plus des points isolés qui sont solutions mais une surface du plan, intersection des deux disques.

Analyse de ces solutions en fonction de celles trouvées dans l'exercice précédent, rôle du cercle et rôle du disque.

Reprendre ce même problème en modifiant des longueurs :

« Et si la corde de la deuxième chèvre avait pour longueur 4 carreaux au lieu de 10 que se passerait-il ? »

ou bien

« Et si les deux cordes avaient pour longueur 8 carreaux que se passerait-il ? »

etc.

La mangeoire des chèvres (énoncé modifié)

Dans un pré, deux chèvres sont attachées chacune, par une corde, à un piquet différent. Le fermier ne dispose, comme mangeoire, que d'un petit seau pour nourrir ses animaux. Il se demande où il pourrait le placer pour que ses deux chèvres puissent aller y manger en même temps. Pourriez vous l'aider ?

Voici des informations

Les deux piquets sont espacés de 16 mètres. La corde d'une des chèvres est longue de 9 mètres et l'autre corde est longue de 10 mètres.

En utilisant l'échelle des longueurs ci dessous, faire un croquis précis qui donne les emplacements possibles de la mangeoire.

Séance 7.**Objectifs du maître :**

- Réinvestir la propriété caractéristique du cercle pour faire construire des triangles dont la longueur des côtés est donnée.
- Présenter le compas comme un outil de report de distance.

Tâche de l'élève :

Construire à l'aide du compas des triangles de dimension donnée.

Institutionnalisation :

- Construction de triangles à l'aide du compas
- Le compas : outil de report de distance.

Déroulement

Matériel : Compas, règle non graduée, feuille quadrillée, crayon à papier.

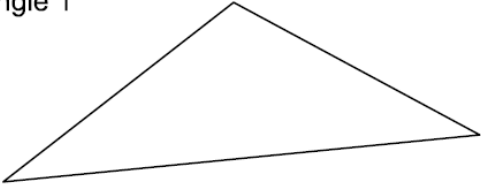
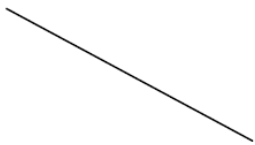
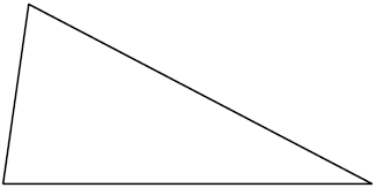
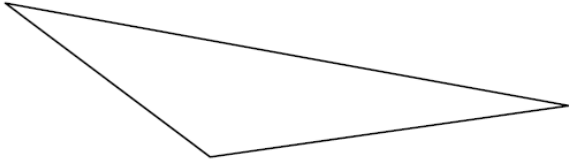
Phase 1 : rappel de la propriété caractéristique du cercle et présentation de l'enjeu de la séance.

« Où sont situés tous les points équidistants de ? »

« Pendant cette séance nous allons apprendre à construire des triangles. »

Phase 2 : reproduire des triangles

Sur papier uni, trois triangles sont tracés et les élèves doivent finir leur reproduction à partir de l'élément déjà tracé en utilisant le compas et la règle non graduée.

Triangles à reproduire	Continue la reproduction du triangle
Le triangle 1 	Le triangle 1 
Le triangle 2 	Le triangle 2 
Le triangle 3 	Le triangle 3 

Mise en commun

Le calque permet de valider la justesse des constructions. Chaque élève dispose donc d'un morceau de papier calque et effectue la validation de sa construction.

Synthèse

Elle portera sur la façon de reproduire un triangle à l'aide du compas en faisant le lien avec les points équidistants et le cercle.

On privilégiera le fait de dire aux élèves que l'on construit deux cercles dont les centres sont les extrémités du segment déjà construit et que l'on obtient deux triangles possibles, symétriques l'un de l'autre.

Phase 3 : construire des triangles

On donne aux élèves du papier quadrillé et on leur demande de construire des triangles dont les dimensions sont données par la longueur des côtés en carreaux.

L'enseignant proposera une aide en faisant le lien avec la situation précédente : faire un dessin à main levée, indiquant les informations données dans le texte.

Trace les triangles dont les côtés font :

- | | |
|----------------|------------------------------------|
| - triangle n°1 | 5 carreaux, 7 carreaux, 8 carreaux |
| - triangle n°2 | 4 carreaux, 5 carreaux, 4 carreaux |
| - triangle n°3 | 3 carreaux, 4 carreaux, 5 carreaux |

Validation à l'aide du papier calque sur lequel le maître aura photocopié les solutions.

Synthèse

Expliciter la méthode de construction des triangles à l'aide du compas en favorisant, avant de se lancer dans la construction, l'utilisation de dessins à main levée sur lesquels les élèves reportent les longueurs données des côtés des triangles.

Atelier 33 Colloque de la Copirelem 2014

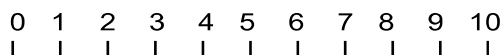
Les plots

Sophie veut placer 3 plots sur le terrain de sport.

Elle sait que :

- le plot **A** doit être à 5 mètres du plot **B** et à 8 mètres du plot **C**.
- le plot **B** doit être à 6 mètres du plot **C**.

En utilisant l'échelle des longueurs, représente, sur la feuille, la disposition des 3 plots.



Pour réaliser cette construction, il suffit de construire un triangle dont l'ensemble des longueurs des côtés a été fourni. La difficulté réside dans la compréhension du problème et dans sa modélisation. Le maître doit encourager les élèves à avoir recours au dessin à main levée, sur lequel toutes les informations données pourront être indiquées.

La modélisation étant réalisée par le dessin, la solution au problème n'est qu'un réinvestissement de la construction de triangle.