



HAL
open science

La construction du concept de cercle, dans le cadre de la problématisation, chez des élèves de CE1-CE2

Solène Poirier

► **To cite this version:**

Solène Poirier. La construction du concept de cercle, dans le cadre de la problématisation, chez des élèves de CE1-CE2. Education. 2019. dumas-02526872

HAL Id: dumas-02526872

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02526872>

Submitted on 31 Mar 2020

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.

Master MEEF
**« Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation
et de la Formation »**
Mention premier degré

**La construction du concept de cercle, dans le cadre de la
problématisation, chez des élèves de CE1-CE2**

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de master

**Soutenu par
POIRIER Solène**

Le 14 mai 2019

En présence de la commission de soutenance composée de :
Catherine DESSOULLES, directrice de mémoire

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont aidée et soutenue lors de la rédaction de ce mémoire.

Dans un premier temps, j'aimerais remercier ma directrice de mémoire, Catherine Dessoules, pour sa disponibilité, ses encouragements et ses précieux conseils tout au long de ce travail de recherche.

Je remercie également ma collègue de CE1-CE2 qui m'a aidée à trouver du temps pour mettre en place la séquence.

Pour finir, je tiens à remercier ma collègue Hélène Potier avec qui j'ai réalisé une partie de ce mémoire. Cette collaboration nous a permis de croiser nos regards et d'enrichir un peu plus ce travail de recherche.

Tables des matières

Introduction	6
I. Cadre théorique	8
1) Le cadre de la problématisation, selon Christian Orange	8
1.1) Amener les élèves à la construction d'un problème	8
1.1.1) La question ou situation déclenchante.....	8
1.1.2) Les représentations initiales des élèves	9
1.2) L'importance de la construction du problème	10
1.2.1) L'objectif obstacle et la situation-problème	10
1.2.2) La construction de modèles explicatifs par les élèves.....	11
1.2.3) L'analyse a priori pour mesurer le changement conceptuel	12
1.2.4) La place des interactions langagières et des débats dans la construction du problème	13
1.3) Quelles plus-values de la problématisation ?.....	14
2) La notion de cercle.	15
2.1) Les différentes définitions, conceptions du cercle, instruments de tracé et obstacles	15
2.1.1) Définitions et conceptions associées	15
2.1.2) Place des instruments de tracé selon les conception et définition retenues ...	16
2.1.3) Les obstacles que les enfants rencontrent.....	17
2.2) Le cercle dans les programmes et les manuels	18
II. Construction de la problématique et hypothèses de recherche	20
III. Méthodologie de recueil de données et méthodologie d'analyse	22
1) Recueil de données	22
1.1) Contexte de la classe et contexte d'exercice.....	22
1.2) Méthodologie de recueil de données	22
1.3) Analyse a priori de la séquence.....	26
2) Méthodologie de l'analyse	28
2.1) Hypothèses et indicateurs à analyser	28
2.2) Espace de contraintes du cercle.....	29

IV. Analyse	30
1) Hypothèse 1 : En commençant les apprentissages sur le cercle par ses caractéristiques et non son tracé, les élèves construiront ce concept autrement que par sa vision figurative	31
1.1) Mesure de l'écart : Un constat mitigé.....	31
1.1.1) Des élèves qui maintiennent leur vision figurative du cercle	31
1.1.2) Des élèves qui utilisent néanmoins une des nécessités sur le cercle.....	32
1.1.3) Un élève qui construit des nécessités sur le cercle.....	34
1.2) Proposition d'explications	38
1.2.1) La difficulté de se représenter un cercle comme un ensemble de points	38
1.2.2) Le rayon, au cœur des apprentissages sur le cercle.....	39
2) Hypothèse 2 : Mettre les élèves en interaction langagière entre pairs leur permettra de construire des nécessités sur le cercle.....	40
2.1) Mesure de l'écart : Peu d'interactions langagières entre pairs	40
2.2) Proposition d'explications	42
2.2.1) Le registre empirique trop pauvre des élèves sur le sujet.....	42
2.2.2) La place des différents acteurs dans les échanges.....	43
Conclusion	45
Bibliographie	47
Annexes	48
<i>Annexe 1 : Règles de transcription</i>	48
<i>Annexe 2 : Transcription T1, séance 1 (vidéo)</i>	49
<i>Annexe 3 : Transcription T2, séance 1 (enregistrement)</i>	51
<i>Annexe 4 : Transcription T3, extrait de la séance 2 (vidéo)</i>	52
<i>Annexe 5 : Transcription T4, extrait de la séance 2 (vidéo)</i>	54
<i>Annexe 6 : Transcription T7, séance 2 (enregistrement)</i>	56
4^{ème} de couverture	58

Introduction

Michèle Artigue, dans son article A propos des conceptions du cercle : présentation de situation de classes privilégiant certaines de ces conceptions, tiré du Grand N, propose plusieurs conceptions du cercle dont les deux suivantes : Dans l'une, le cercle est abordé comme l'ensemble des points situés à la distance de rayon R du centre O . Dans l'autre, le cercle est une courbe fermée de courbure constante.

Dans les programmes, le cercle est abordé généralement à partir de la deuxième conception et s'intéresse surtout au cercle sous sa forme et sur le tracé à effectuer pour l'obtenir. Peu de choses concernent le cercle en lui-même, ce qu'il est et comment il se compose.

Nous nous sommes justement intéressés à ce sujet puisqu'en voulant l'enseigner à nos élèves de cycle 2, nous nous sommes rendus compte que dans la méthode que nous suivions en mathématique, la méthode heuristique des mathématiques, les notions étaient assez pauvres et tournées exclusivement autour du tracé et du vocabulaire cercle, disque, rayon et centre. Une recherche dans les programmes et sur d'autres manuels scolaires nous a confirmé la vision essentiellement figurative du cercle. Or, une discussion avec notre directrice de mémoire sur le sujet nous a appris que les élèves de collège par la suite ne parvenaient pas à se détacher de la forme géométrique qu'est le cercle pour en utiliser ses propriétés dans d'autres contextes. Nous nous sommes alors posés la question s'il était possible dès le début de l'apprentissage du cercle, d'ouvrir les élèves à une vision différente de la vision figurative du cercle, c'est-à-dire d'être capable de percevoir le cercle comme un ensemble de points à égale distance d'un centre.

L'objectif de cette recherche est donc de se demander comment trouver des séances qui vont permettre de faire construire le concept de cercle à des élèves de cycle 2.

Cette recherche s'inscrit dans le cadre de la problématisation développée par Christian Orange, c'est-à-dire que la construction du problème s'effectue grâce à l'émergence de contraintes et de nécessités.

Nous tenterons de répondre à la problématique suivante : Est-il possible, dans le cadre de la problématisation, de construire et d'analyser des séances sur le concept de cercle permettant à des élèves de CE1-CE2 de passer du simple constat de rondeur à l'ensemble des points situés à égale distance d'un point fixe appelé centre ?

Dans une première partie, nous exposerons le cadre théorique de ce mémoire de recherche avec en premier lieu une explication du cadre de la problématisation de Christian Orange. Puis, nous nous pencherons sur la notion de cercle en s'intéressant aux différentes définitions du cercle, aux obstacles possibles pour les élèves et à la place du cercle dans les programmes et dans les manuels. Dans une deuxième partie, nous présenterons la problématique et les hypothèses de recherche qui y sont associées. Une troisième partie sera consacrée à la méthodologie de recueil de données et à la méthodologie d'analyse. Notre recueil de données se fera dans une classe de CE1-CE2, sur plusieurs séances qui seront filmées ou enregistrées. Nous analyserons alors ces données en s'intéressant aux transcriptions et en particulier aux éléments permettant de mettre en évidence l'espace de contraintes des élèves sur le cercle et de valider ou invalider nos hypothèses. Enfin, nous présenterons les résultats de cette analyse en tentant de trouver des explications à ces résultats.

I. Cadre théorique

1) Le cadre de la problématisation, selon Christian Orange

1.1) Amener les élèves à la construction d'un problème

De nombreux auteurs considèrent que pour faire des sciences, il est nécessaire que les élèves s'engagent dans des problèmes scientifiques.

C'est le cas de Karl Popper qui affirmait que « *La science ne commence que s'il y a un problème* » (Popper, cité par Orange, 2012, p.18) ou encore Gaston Bachelard pour qui « *Toute connaissance est la réponse à une question.* » (Bachelard, cité par Orange, 2005, p.4).

Christian Orange va dans ce sens et même plus loin puisque selon lui, « *le savoir visé ne peut résider uniquement dans la solution de la question posée ; il doit prendre en compte la construction du problème* » (Orange, 2012, p35). C'est la construction de ce problème scientifique qui permet aux élèves de s'engager réellement dans les sciences.

1.1.1) La question ou situation déclenchante

La question ou situation déclenchante, appelée aussi question ou situation de départ, a pour objectif d'engager les élèves dans un problème scientifique pertinent leur permettant d'accéder aux savoirs scientifiques.

Cette question de départ ne correspond pas au problème scientifique en lui-même mais c'est à partir de cette question que le problème va émerger, être construit et travaillé par les élèves, d'où sa grande importance.

Christian Orange distingue plusieurs types de questions qui servent généralement de question de départ. Dans le cas du cercle, il s'agit de questions qui conduisent à décrire le cercle, des questions qui amènent à s'intéresser au tracé du cercle et enfin des questions qui portent plutôt sur l'explication des propriétés du cercle.

Or l'auteur nous dit que « *la recherche d'une explication renvoie toujours à une question sur le fonctionnement* » (Orange, 2012, p18). Il rappelle également ceci : « *Karl Popper affirme que la science ne commence que s'il y a un problème et que ces problèmes sont liés à la recherche d'explications* » (Orange, 2012, p.18).

Il faut donc selon lui, que la question ou situation de départ soit posée de façon à ce que les élèves expliquent. Les engager dans le travail d'un problème scientifique, c'est donc les amener à produire des explications, à s'intéresser réellement au fonctionnement de quelque chose. Pour le cercle, les questions doivent donc porter sur l'explication des propriétés pour que les élèves puissent construire un problème pertinent.

Les élèves doivent être en mesure de s'approprier la question de départ pour arriver à construire le problème qui leur permettra d'accéder aux savoirs que l'on veut leur faire construire.

Ce que nous pouvons alors nous demander est : Comment choisir la question pour qu'elle soit la plus pertinente possible et qu'elle permette aux élèves d'accéder réellement au problème scientifique et donc aux savoirs scientifiques en jeu ?

A cela, Christian Orange répond que pour bien choisir la situation dans laquelle on met les élèves, il est nécessaire de réaliser une analyse didactique a priori, c'est-à-dire qu'il faut « *pour penser les situations d'apprentissage des élèves, étudier finement les savoirs en jeu et leurs liens avec les problèmes du champ disciplinaire* » (Orange, 2012, p.19). Ce travail se fait donc en amont et nécessite de s'intéresser au problème tel qu'il est traité par la communauté scientifique, pour en comprendre les enjeux, même si ce problème sera adapté ensuite au niveau des élèves.

1.1.2) Les représentations initiales des élèves

Les explications que vont produire les élèves viennent en partie de leurs représentations initiales. Quelle place donner à ces représentations ?

Il est d'abord important de souligner que les élèves ont généralement déjà des connaissances ou des idées sur les sujets que nous leur proposons. Comme le dit Gaston Bachelard : un élève arrive « *avec des connaissances empiriques déjà constituées : il s'agit alors, non pas d'acquérir une culture expérimentale, mais bien de changer de culture expérimentale, de renverser les obstacles déjà amoncelés par la vie quotidienne.* » (Bachelard, cité par Orange, 2012, p.28).

La vision empiriste des sciences consistant à observer puis accéder à la connaissance est écartée. Les chercheurs en didactique ont montré que cela ne permettait pas aux élèves d'accéder aux savoirs scientifiques et de changer leurs représentations initiales qui restent

persistantes. Il faut ensuite faire la différence entre deux situations dans lesquelles nous plongeons les élèves : celle où les élèves s'engagent dans la construction d'un problème scientifique et celle appelée « leçon de choses », qui consiste à les faire observer et réaliser des expériences. Pour Christian Orange, cette dernière situation ne leur permet pas de changer leurs représentations puisqu'il faut voir les représentations initiales comme la capacité des élèves à « *développer à partir de leurs connaissances, des explications cohérentes et intelligentes structurées par leur culture quotidienne* » (Orange, 2012, p.30). Les représentations initiales ne sont pas seulement « *des conceptions qui préexistent chez les élèves mais un ensemble de connaissances formées par le vécu quotidien, par les enseignements préalables ou les vulgarisations diverses, qui viennent peupler à la fois leur registre empirique et leur registre explicatif* » (Orange, 2012, p.31). Le registre empirique et le registre explicatif sont des termes qui seront développés dans une prochaine partie.

La construction des problèmes permet de changer les représentations initiales, de modifier ou d'affiner les modèles explicatifs des élèves et ainsi de construire les savoirs scientifiques.

1.2) [L'importance de la construction du problème](#)

1.2.1) **L'objectif obstacle et la situation-problème**

Pour amener l'élève au changement conceptuel, condition de l'apprentissage, il faut réfléchir à la façon d'amener l'élève à changer ses concepts. Deux éléments nous apparaissent dans le but de faciliter ces changements.

Tout d'abord, il y a l'objectif obstacle de Jean-Louis Martinand. Celui-ci s'inspire de la dynamique qui consiste à faire travailler l'élève autour d'objectifs précis. Dans sa démarche, une attention particulière est posée aux différents obstacles qui interviennent chez les élèves lors de leurs apprentissages. Selon l'auteur, à chaque objectif doit être associé un obstacle puisque c'est le dépassement de cet obstacle qui amène l'élève à atteindre l'objectif. Il est conseillé d'expliquer l'objectif d'une séance à l'élève afin qu'il sache ce qui est attendu de lui. Ainsi, cette démarche doit permettre aux élèves de « *dépasser les obstacles de la pensée commune pour aller vers une pensée scientifique* » (Orange, 2012, p.33).

Le deuxième élément concerne la notion de situation-problème. De nombreux didacticiens se sont penchés sur cette notion, notamment Philippe Meirieu. La situation-problème est une situation dans laquelle l'élève est confronté à un problème à sa portée, qu'il ne peut résoudre seul mais qui lui permet quand même de s'engager pleinement. Le but de cette situation-

problème est que l'élève surmonte le problème, et le résolve. Ce dépassement du problème conduira à un apprentissage. Nous pouvons voir ce franchissement du problème comme le dépassement d'un obstacle et ainsi faire un lien avec l'objectif obstacle de Jean-Louis Martinand.

1.2.2) La construction de modèles explicatifs par les élèves

Afin que les élèves puissent construire leur modèle explicatif, il est nécessaire pour eux d'identifier et de mettre en évidence deux éléments : les contraintes du problème, c'est-à-dire de se demander pourquoi ce n'est pas possible comme ça, mais aussi les nécessités, c'est à dire pourquoi ça ne peut pas être autrement. En effet, il est nécessaire que la problématisation aboutisse à des nécessités afin de construire les concepts. Les contraintes vont, elles, aider les élèves à déconstruire leurs concepts afin de permettre l'émergence de nouveaux concepts.

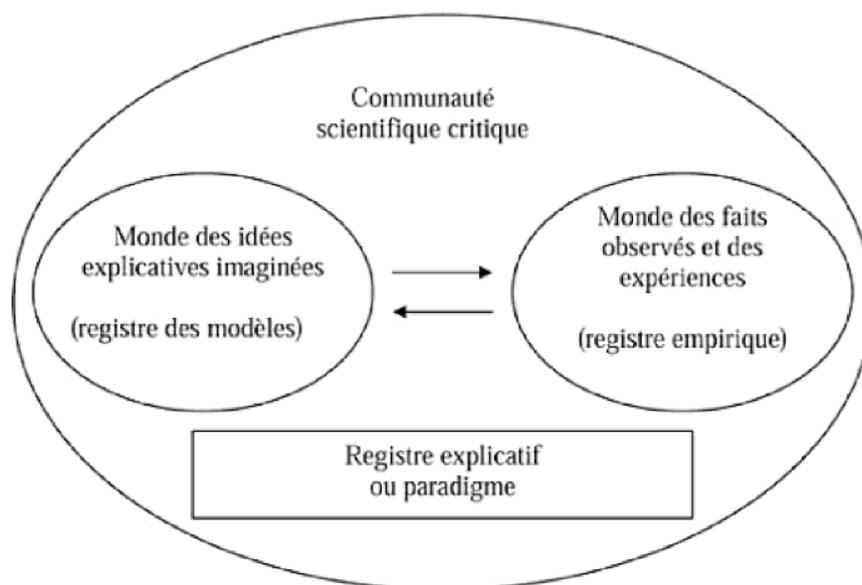
La recherche des nécessités permet à l'élève de construire un savoir apodictique, c'est-à-dire un savoir construit. L'élève réfléchit et construit son concept et c'est à ce moment-là que le savoir scientifique se construit comme nous le dit Gaston Bachelard : « *Ce qui caractérise un savoir, c'est son apodicticité* » (Bachelard, 1949, cité par Orange, 2012, p.39).

Lors de l'identification des contraintes et la mise en évidence des nécessités, les élèves font intervenir trois registres : le registre des modèles, le registre empirique et le registre explicatif.

Le registre empirique correspond aux informations que l'on peut ressortir des faits observés et des expériences vécues. Le registre des modèles quant à lui, convoque le monde des idées, l'imaginaire, le fait d'essayer d'expliquer ce que l'on observe. C'est tout ce qu'imaginent les élèves pour expliquer une situation ou répondre à une question.

Grâce à des allers-retours entre ces deux modèles¹, les élèves peuvent faire ressortir des contraintes et des nécessités et donc les concepts scientifiques. Tout ce qu'ils vont convoquer et confronter pour produire des modèles explicatifs fait partie du registre explicatif.

¹ Schéma de l'activité scientifique prenant en compte les trois registres, page 12.



Orange 2012 p. 27 - Schéma de l'activité scientifique prenant en compte les trois registres

L'émergence des contraintes et des nécessités permet à l'élève de délimiter le champ des possibles qui balisent les apprentissages.

1.2.3) L'analyse a priori pour mesurer le changement conceptuel

Le changement conceptuel s'effectue lorsque les élèves sont confrontés à d'autres conceptions que les leurs. C'est là qu'intervient la fissuration. Lorsque celle-ci est en place, l'élève doit faire intervenir un nouveau concept pour franchir le problème.

Pour que celui-ci s'opère, il faut que la situation-problème mise en place par l'enseignant permette aux élèves d'aboutir à ce changement conceptuel.

Pour cela, il est important en amont de réfléchir aux conceptions éventuelles que pourraient évoquer les élèves. De cette façon, l'enseignant peut adapter les activités pour que les élèves puissent en tirer un apprentissage. C'est le principe de l'analyse a priori. De plus, cette réflexion permet d'anticiper le cheminement réflexif des élèves et de se demander comment leurs concepts antérieurs vont pouvoir influencer leurs recherches. Cela permet également de s'interroger sur les concepts finaux que l'enseignant veut faire atteindre aux élèves.

Puis, en comparant les conceptions des élèves avant la séquence d'apprentissage et après, il est possible de mesurer les progrès qu'ils ont pu faire et évaluer si le changement conceptuel s'est opéré.

1.2.4) La place des interactions langagières et des débats dans la construction du problème

Il faut d'abord distinguer deux types de débats : les débats qui se basent sur des questions socialement vives, c'est-à-dire qui mènent à des prises de position différentes des chercheurs et de la société en général et les débats qui portent sur la recherche d'explications scientifiques et « dont le but est de faire construire des savoirs actuellement stabilisés dans la communauté scientifique » (Orange, 2012, p.48). Les didacticiens, dont Christian Orange, les appellent « *débats scientifiques dans la classe* » (Orange, 2012, p.48). Ce sont ces débats qui nous intéressent puisque c'est eux qui permettent la construction de problèmes scientifiques et des savoirs.

Au sein de ces débats scientifiques dans la classe, Christian Orange s'intéresse précisément, non pas à ceux qui ont pour objectif de mettre en place des protocoles d'expériences ou d'étudier des documents, mais à ceux qui, comme dit auparavant, amènent les élèves à construire des modèles explicatifs. Ce type de débats, qui poussent à expliquer des faits ou des phénomènes, est appelé débats explicatifs. L'auteur nous en donne les caractéristiques :

« - ce sont des débats qui portent sur des problèmes scientifiques : il s'agit avant tout de comprendre des phénomènes ou des événements ;
- les élèves s'y engagent avec leurs idées qu'ils défendent (seuls ou en groupes) ;
- ces débats se passent en classe, généralement collectivement, et sont conduits par l'enseignant ; celui-ci intervient pour organiser le débat, parfois pour poser des questions d'explicitation mais jamais pour valider telle ou telle idée. » (Orange, 2012, p.49).

Ces débats doivent aider les élèves à construire le problème, en délimitant le champ des possibles, c'est-à-dire en identifiant les contraintes et en faisant émerger les nécessités.

Après avoir bien identifié de quel débat il est question, il faut s'intéresser à ce qu'il apporte dans la construction du problème. Pour cela, Christian Orange propose d'analyser le processus d'argumentation qui se met en place au sein d'un débat. L'argumentation est en effet essentielle. Le fait de devoir argumenter pousse l'élève à expliciter ses représentations initiales. Celles-ci se retrouvent alors confrontées à celles des autres. L'élève fait ainsi face à des contraintes qu'il n'avait pas envisagées lorsqu'il a produit son explication et qui la remet en doute. Ces temps de débats sont donc des temps de remise en question de ses conceptions qui aboutissent normalement à l'émergence de nécessités et à la construction du problème.

L'argumentation se met en place sous forme d'interactions entre élèves pendant le débat. Pour expliquer cette dynamique argumentative qui permet de rendre un débat efficace, Christian Orange évoque le modèle du trilogue de Christian Plantin. Selon Christian Plantin, au cours d'un débat, plusieurs actions sont possibles : proposer une explication à la question posée en l'appuyant par des arguments (thèse), contredire cette explication à l'aide d'arguments (objections) et ne pas prendre position. A cela, il identifie « *trois rôles argumentatifs : celui de proposant, celui d'opposant et celui de tiers* » (Orange, 2012, p.52). Il précise que les trois rôles peuvent être à même de mener les trois actions explicitées précédemment, un rôle n'étant pas associé à une action particulière.

Enfin, Christian Plantin donne une importance au rôle du tiers qui selon lui, « *prend en charge la question, et la fait vivre au sein du débat* » (Orange, 2012, p.58). Il permet finalement de prendre un peu de recul sur le débat pour faire le point, en organisant les arguments proposés et en faisant avancer la construction du problème.

Il est donc primordial pour que le débat amène les élèves à construire le problème, que des explications soient remises en question par d'autres explications pour que des conditions de possibilité ou d'impossibilité soient identifiées. Ces échanges alimentés par des thèses, des objections, des prises de position étayées par des arguments, sont appelés objets épistémolangagiers. Ce sont ces objets épistémolangagiers qui jouent un rôle fondamental dans la problématisation autrement dit dans la construction du problème. C'est donc ce qu'il faut retrouver dans un débat pour que celui-ci soit utile et efficace.

1.3) Quelles plus-values de la problématisation ?

Si la problématisation est mise en avant par les auteurs, c'est bien qu'elle apporte une plus-value dans l'approche et la construction que les élèves vont avoir des savoirs enseignés. Elle est à différencier de la situation-problème dont nous avons parlé plus haut. La problématisation est « *l'étude d'un problème de façon à explorer le champ des possibles pour les solutions. Dans le meilleur des cas, la problématisation conduit à identifier et à thématiser les conditions de possibilités de ces solutions sous forme de nécessités.* » (Orange, 2012, p. 131). Ainsi, en procédant de cette manière, les élèves vont pouvoir prendre conscience que leurs réponses doivent absolument prendre en compte les contraintes et les nécessités. Ces contraintes et ces nécessités émergeront de leur réflexion, de leur travail ce qui, contrairement à des connaissances apportées de manière magistrale, assertorique, aura plus de sens pour eux et donnera du sens à leurs apprentissages.

De plus, la problématisation amène les élèves à développer des compétences scientifiques telles que construire un raisonnement. En effet, ils sont en situation de produire des explications, même si elles ne sont pas toujours et totalement correctes. C'est en les mettant en position d'expliquer leur réponse, de clarifier et de devoir justifier leurs arguments, et les confronter aux autres, qu'ils vont pouvoir se rendre compte des limites de ces explications et commencer à dégager les contraintes et nécessités répondant au problème qui leur est proposé. Comme le soulignent Françoise Beorchia, Yann Lhoste et Denise Orange Ravachol, « *cet accès aux nécessités caractérise un dépassement de la connaissance commune et l'accès aux savoirs scientifiques.* » (Orange, 2005). La problématisation met donc en jeu une implication plus large des élèves. Pour Yves Girault et Catherine Lapérouse ou encore Jean-Marie Boilevin, elle permet la formulation et la représentation des problèmes par les élèves, une modélisation du problème (Orange, 2005).

Précisons que, selon Christian Orange, la problématisation n'a de sens que dans un cadre défini : Thomas Kuhn parle d'un paradigme, Jean Piaget d'un cadre épistémique tandis que Françoise Beorchia, Yann Lhoste, Denise Orange Ravachol utilise le terme de registre explicatif. (Orange, 2005) Ce cadre a une grande importance dans la manière dont les élèves construisent des problèmes puisque c'est ce qui leur donnera des repères pour comprendre les explications et les solutions trouvées au problème de départ.

2) La notion de cercle.

2.1) Les différentes définitions, conceptions du cercle, instruments de tracé et obstacles

2.1.1) Définitions et conceptions associées

Dans son article, Michèle Artigue propose six définitions du cercle dont les deux définitions suivantes :

- 1) Le cercle de centre O et de rayon R est, dans le plan, l'ensemble des points situés à la distance R de O.
- 2) Le cercle est une courbe fermée de courbure constante.

Ici, la définition (1) présente le cercle comme un ensemble de points, alors que dans la deuxième, c'est une courbe. Notons que la première définition est celle trouvée généralement dans les manuels scolaires. L'auteur précise que « *ce sont deux points de vue distincts du*

cercle : l'un ponctuel (1), l'autre global ou local (2). » En effet, dans la définition (1), le cercle est présenté comme un ensemble de points, alors que dans la définition (2), il l'est en tant que courbe : l'ensemble des points est vu comme une unité et perçu globalement. Nous voyons bien ainsi, comment se distinguent ces définitions et à quelle conception du cercle elles se rapportent (les points de vue évoqués). Ces différentes définitions, bien que portant sur un même objet mathématique, sont liées à des conceptions du cercle différentes et qui « *correspondent à des façons différentes de percevoir le cercle, d'utiliser ses propriétés* ». « *[Elles] mettent l'accent sur des éléments géométriques, des relations entre ces éléments, différents.* » (C.Bulf et V. Celi, 2016, Grand N, 97, p.23).

Il paraît alors important, pour que les élèves puissent adopter différents points de vue, de ne pas se focaliser sur une seule définition du cercle. Leur donner accès à différentes conceptions, c'est aussi leur fournir plusieurs outils d'analyse de cet objet géométrique, pour leur permettre de faire du lien entre les éléments et relations qui les composent. Aussi, un enseignement pluri-conceptuel participera à ce que Raymond Duval appelle le « *changement de regard sur les figures* », c'est-à-dire ne plus regarder une figure comme une forme unique, mais comme un assemblage d'éléments ayant des relations propres entre eux. L'auteur argumente que cette prise de conscience par les élèves les amène à mieux percevoir et comprendre les propriétés géométriques travaillées à l'école.

2.1.2) Place des instruments de tracé selon les conceptions et définitions retenues

Nous pouvons citer deux grands instruments utilisés pour tracer le cercle : le gabarit (ou pochoir) et le compas, instrument de prédilection en géométrie à l'école. Ceux-ci sont utilisés en fonction de la définition du cercle choisie. Le choix du gabarit implique que le rayon est déjà matérialisé alors qu'avec le compas, c'est l'élève qui doit lui-même le définir.

Si l'on voit le cercle comme une forme géométrique représentant un objet physique, une « figure à bords arrondis », le tracé pourra être effectué à l'aide d'un gabarit. Cet instrument permet de reproduire la forme globale, sans mettre en évidence ses propriétés géométriques. En effet, il n'y a nul besoin de savoir ce qu'est le rayon, le diamètre, ni même le centre d'un cercle et les relations qui lient tous ces éléments.

En revanche, à partir du moment où le compas est introduit, les relations entre le centre du cercle, les points qui constituent ce cercle et le rayon seront abordés. Dans son article, Michèle Artigue indique que « *le fait d'utiliser le compas accorde, au moment du tracé, une*

importance particulière au centre », mais qu'une fois le cercle tracé, ce centre, « *intermédiaire du tracé, [est] aussitôt oublié* ». (Artigue, 1982, Grand N, 27, p.48). Ici, l'auteur montre que les éléments qui constituent le cercle et ses propriétés doivent être travaillés pour eux-mêmes afin que les élèves ne les considèrent pas seulement comme une aide au tracé, mais bien comme des éléments constitutifs de cette figure. L'utilisation du compas qui est proposée aux élèves a alors toute son importance. Ceux-ci doivent être confrontés à des situations dans lesquelles cet instrument est outil de tracé, mais également de report de longueurs, de recherche de points communs à deux droites (pour le tracé d'un triangle par exemple) ou de recherche de tous points à égale distance d'un point donné. Ainsi, ces situations ne doivent pas se limiter à des reproductions ou compléments de figures, mais doivent mettre les élèves en réelles situations de recherche, les confrontant aux relations et propriétés géométriques de cette figure particulière.

2.1.3) Les obstacles que les enfants rencontrent

Selon l'article de Raymond Duval et Marc Godin, les pratiques enseignantes actuelles amènent les élèves à porter un regard perceptif sur les formes (théorie gestaltiste/ « ambivalence gestaltiste »). C'est cette « *priorité cognitive des figures 2D sur les figures 1D* » qui empêcherait les élèves de décomposer les figures en éléments 1D (lignes et points), qui permettent de mettre un sens sur les propriétés géométriques enseignées à l'école. (Duval et Godin, 2005, Grand N, 76, 7-27). Ainsi, les élèves ne percevraient le cercle que sous une conception globale. Cette perception globale, inhérente au stade de développement de l'enfant, constitue bien un obstacle à la construction des différentes conceptions du cercle et cet obstacle se trouve renforcé lorsque les pratiques enseignantes ne permettent pas aux élèves de rencontrer d'autres conceptions.

Un autre obstacle est l'utilisation conventionnelle des instruments de tracés. En effet, comme nous l'avons souligné précédemment, le compas est, de manière générale, présenté comme un outil de tracé de cercles mais n'est pas identifié comme utilisable pour reporter des longueurs, par exemple. De même, le gabarit permet le tracé dans une perception globale de la figure, sans même avoir besoin de situer son centre selon la situation proposée. L'utilisation de la règle est, quant à elle, souvent cantonnée au report de longueur et tracé de diamètre ou rayon.

Enfin, comme les soulignent les auteurs des articles cités précédemment, les situations didactiques préconisées par les manuels et les programmes, viseraient surtout à la reproduction ou au complément de figures à partir de gabarits complets ou partiels, ou de

points à relier à l'aide d'un compas. Ceci viendrait conforter les représentations et conceptions déjà préexistantes chez les élèves, conceptions globales qui ne tiennent pas compte des éléments en 1D et 2D, tels que les définit Raymond DUVAL, et de leurs relations. Ainsi, les enseignements en géométrie, de par leur mise en œuvre, constitueraient un obstacle didactique à la construction du concept de cercle chez les élèves de primaire.

2.2) Le cercle dans les programmes et les manuels

Dans les programmes des trente dernières années, le cercle n'a pas occupé une grande place, contrairement à d'autres figures géométriques telles que le triangle ou le rectangle.

Ce n'est qu'à partir des programmes de 2002 que des apprentissages concernant le cercle (le « rond » au cycle 1) sont explicitement formulés: « En fin de cycle 1 (3-5 ans), l'élève doit *«être capable de reconnaître, classer et nommer [le] rond »* ; au cycle 2 (5-8 ans), *« bien qu'aucune compétence spécifique ne soit mentionnée concernant le cercle, les élèves sont initiés à la manipulation du compas pour tracer un cercle de centre donné »* ; en cycle 3 (8-11 ans), *« pour le cercle, diverses constructions sont envisagées : à partir de la donnée du centre et de la longueur du rayon ou du diamètre, à partir de la donnée du centre et d'un point du cercle, à partir de la donnée d'un diamètre »* » (C. Bulf et V. Celi, 2016, Grand N,97, p. 23).

A partir de 2008, les instructions officielles parlent également de « rond » au cycle 1, la construction du cercle à l'aide d'un compas est prescrite au CE2 et les notions de centre, rayon et diamètre sont enseignées en CM1, niveau dans lequel le compas est introduit comme un outil de vérification de la nature d'une figure ou encore pour reporter et/ou comparer des longueurs.

Dans les programmes de 2015 :

Le terme « cercle » apparaît au cycle 1. Bien que les enseignants n'obligent pas les enfants à utiliser ce terme et acceptent le « rond », ils l'utilisent. Mais, si un vocabulaire plus spécifique est préconisé, les formes présentées en maternelle sont surtout des disques ou des anneaux puisque, à ce stade, les enfants ont besoin de manipuler des solides en 3D ou des figures sur papier.

Au cycle 2, les apprentissages liés au cercle se font surtout sur le tracé, la construction de cette figure avec un apport de vocabulaire : *« Construire un cercle connaissant son centre et*

un point, ou son centre et son rayon. » ; « *Vocabulaire approprié pour décrire les figures planes usuelles [...] cercle, disque, rayon, centre.* » Nous pouvons remarquer que le cercle, ou le disque, ne sont abordés que d'un point de vue descriptif. Importance est donnée au développement du « *langage géométrique* ». Le compas y est introduit comme un outil de tracé, au même titre que les gabarits : « *Utiliser la règle, le compas ou l'équerre comme instrument de tracé.* » (MEN, 2015, B.O. n°2, p.72).

Au cycle 3, le cercle est caractérisé « *comme un ensemble de points situés à une distance donnée d'un point donné* ». Il est attendu que les élèves puissent « *reconnaître, nommer, vérifier et comparer* ». Ils passent ainsi à une analyse plus fine de cette figure, en commençant à en appréhender certaines relations géométriques. Le vocabulaire s'enrichit du terme « *diamètre* ».

Ainsi, nous pouvons en conclure qu'une part importante est faite au tracé et au vocabulaire : centre, rayon, diamètre, sans pour autant amener les élèves à voir tous ces éléments, ces propriétés géométriques comme des lignes ou des points assemblés. Le cercle est enseigné pour lui-même, mais n'est pas mis en relation avec d'autres figures et les relations entre les éléments qui les composent ne sont pas travaillées.

II. Construction de la problématique et hypothèses de recherche

Dans nos classes, en mathématiques, nous avons adopté la méthode heuristique des mathématiques. En arrivant au module où le cercle était abordé, nous avons trouvé que les contenus étaient assez pauvres et se limitaient au tracé du cercle. Nous nous sommes alors demandé si ce constat était propre à la méthode heuristique des mathématiques ou si c'était également le cas dans d'autres méthodes. Pour cela, nous avons observé la place du cercle, d'abord dans les programmes de mathématiques, puis, nous nous sommes intéressés à plusieurs manuels scolaires de cycle 2. Nous avons fait le même constat.

De ce fait, nous avons échangé avec notre directrice de mémoire sur le sujet. Elle nous a ainsi expliqué que les élèves de collège parvenaient difficilement à se détacher de la forme géométrique qu'a le cercle pour le voir comme un ensemble de points à égale distance d'un centre. Par conséquent, il leur est difficile de l'utiliser ensuite dans des situations diverses telles que la construction d'un triangle. Ensemble, nous nous sommes demandé s'il y avait un lien entre la façon d'aborder le cercle en cycle 2 et le fait que les élèves se cantonnent à sa forme géométrique et au tracé dans la suite de leur scolarité. Serait-il possible et pertinent d'aborder, dès le cycle 2, le cercle non pas comme une simple forme géométrique tracée à l'aide d'un compas, mais comme un ensemble de points à égale distance d'un centre ?

Cela soulève aussi une interrogation sur la capacité des élèves de cet âge à appréhender des notions abstraites. En effet, le degré d'abstraction des enfants de cycle 2 est-il suffisamment élevé pour qu'ils puissent construire le concept de cercle, au-delà de sa représentation globale, c'est-à-dire telle qu'ils la perçoivent de manière intuitive dès leur plus jeune âge ? Comment rendre ce concept plus concret pour eux ? Enfin, ce questionnement nous amène à la réalisation d'une séquence ayant pour objectif de faire problématiser les élèves pour qu'ils puissent construire le concept de cercle.

Nous allons donc nous intéresser à la problématique suivante et tenter d'y répondre : Est-il possible, dans le cadre de la problématisation, de construire et d'analyser des séances sur le concept de cercle permettant à des élèves de CE1-CE2 de passer du simple constat de rondeur à l'ensemble des points situés à égale distance d'un point fixe appelé centre ?

En réfléchissant à la construction de notre séquence et aux situations à proposer aux élèves pour atteindre notre objectif, nous sommes parvenus à identifier deux hypothèses qui tentent

de répondre à cette problématique. La première hypothèse est la suivante : Nous pensons qu'en commençant les apprentissages sur le cercle par ses caractéristiques et non son tracé, les élèves construiront ce concept autrement que par sa vision figurative. La deuxième hypothèse consiste à penser que mettre les élèves en interaction langagière entre pairs leur permettra de construire des nécessités sur le cercle.

Ce sont ces deux hypothèses que nous allons chercher à valider ou invalider dans la suite de ce mémoire, grâce à l'analyse des séances menées en classe.

III. Méthodologie de recueil de données et méthodologie d'analyse

1) Recueil de données

1.1) Contexte de la classe et contexte d'exercice

Dans le cadre de ce mémoire, les données qui vont être présentées et analysées ont été recueillies auprès d'une classe de CE1-CE2. Cette classe se situe en milieu rural dans une école primaire de 4 classes. Elle compte dix-huit élèves dont douze CE1 (neuf garçons et trois filles) et six CE2 (deux garçons et quatre filles).

De façon générale, le niveau des élèves est assez hétérogène. L'appellation « cercle » est connue de la plupart des élèves mais le « rond » pour désigner le cercle, est présent en début de séquence chez la plupart d'entre eux.

Avant cette recherche, les CE1 n'avaient pas travaillé sur le cercle en particulier mais l'avaient abordé comme une figure géométrique parmi les autres. Ils ont participé peu avant le début de cette séquence à une séance sur le tracé de cercles à l'aide d'objets divers (bouteille, colle, tasse etc). Les connaissances des CE2 sont un peu plus présentes mais restent tournées autour de l'utilisation du compas pour tracer un cercle.

1.2) Méthodologie de recueil de données

Cette séquence a été réalisée sur une période de cinq semaines à raison d'une fois par semaine, en milieu de matinée, pendant quarante à cinquante minutes. Elle a débuté au cours de la période trois (début janvier) et s'est achevée au cours de la période quatre (fin février). Des petites situations-problèmes faisant intervenir le concept de cercle seront proposées de temps en temps aux élèves après la séquence pour remobiliser la notion et vérifier que les élèves sont en mesure de la réutiliser dans des situations où l'utilisation de cette notion n'est pas explicitée.

Cette séquence a pour objectif de développer des compétences en lien avec le bulletin officiel spécial numéro 30 du 26 juillet 2018, compétences liées surtout au tracé et à l'utilisation du compas. Mais ce ne sont pas ces aspects qui nous intéresseront dans l'analyse. L'objectif de la séquence est d'aller plus loin que ces compétences et d'aborder le cercle à travers sa

définition, c'est-à-dire l'ensemble des points à égale distance d'un centre. Cette séquence tente de faire construire cette conception du cercle à des élèves de cycle 2.

Mathématiques Espace et géométrie	Séquence : Le concept de cercle	CE1-CE2
		Nombre de séances : 5
Attendus de fin de cycle : Reconnaître, nommer, décrire, reproduire, construire quelques figures géométriques.		
<u>Compétences :</u>		
<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser le compas comme instrument de tracé. - Reconnaître, nommer les figures usuelles : le cercle. - Construire un cercle connaissant son centre et un point, ou son centre et son rayon. - Maîtriser le vocabulaire approprié pour décrire les figures planes usuelles : cercle, disque, rayon, centre. - Comprendre le lien entre propriétés géométriques et instruments de tracé : cercle et compas. 		
Séances Objectifs visés	Déroulement	Recueil de données
<p>Séance 1 (35 min)</p> <p>Faire découvrir le concept de cercle aux élèves en leur faisant vivre une situation dans la cour.</p> <p><u>Matériel :</u> Craie, corde, rouleaux, appareil photo.</p>	<p><u>Phase 1 : Dans la cour</u></p> <p>1 - L'enseignante trace un point A sur la cour.</p> <p>2 - Consigne aux élèves : « Vous allez chacun vous placer à 2 rouleaux du point A ». Les élèves se placent les uns après les autres.</p> <p>3 - Phase de vérification : quand ils sont tous placés, un élève vérifie si tous les élèves sont bien placés à 2 rouleaux du point A (le faire sur quelques exemples – choisir des exemples qui fonctionnent et d'autres qui ne fonctionnent pas).</p> <p>4 - Les élèves doivent repérer que cela forme un cercle. L'enseignante les fait expliciter sur le lien entre leur position (tous à la même distance du point A) et la formation du cercle.</p> <p>5 - L'enseignante fait une croix à la craie devant chaque élève puis avec une corde, l'un d'eux trace le cercle.</p>	<p>-Temps dans la cour filmé (toute la classe a été filmée). Caméra placée dans un coin de la cour.</p> <p>-Photo en fin de séance de la trace écrite.</p> <p>-Enregistrement en classe d'un élève faisant un résumé de la séance (un élève de CE2 qui s'est porté volontaire).</p>

	<p><u>Phase 2</u> : En classe</p> <p>Institutionnalisation orale : leur faire expliciter ce qu'ils ont fait dans la cour.</p>	
<p>Séance 2 (35 min)</p> <p>Même situation que la séance 1 mais elle se fait sur feuille, en classe.</p> <p><u>Matériel</u> : Feuilles, transparent.</p>	<p><u>Phase 1</u> : Autour d'une table</p> <p>1 - L'enseignante distribue une feuille à chaque élève avec un point A sur la feuille.</p> <p>Consigne : « Placer un point B à 8 cm du point A ».</p> <p>2 - Mise en commun des points sur la feuille transparente. L'enseignante fait expliciter ce que cela représente.</p> <p>3 - Un élève trace le cercle (en utilisant une ficelle ou le compas s'il est mentionné). L'enseignante amène le vocabulaire centre et rayon.</p> <p><u>Phase 2</u> : Institutionnalisation</p> <p>Sur une affiche, l'enseignante met la photo prise dans la cour et la feuille transparente. Elle amène les élèves à la définition du cercle.</p>	<p>-Plusieurs films de la séance (toute la classe a été filmée). Caméra placée face au tableau en début de séance (passation des consignes) et en fin de séance (bilan de séance) puis caméra placée à la table où les élèves se sont regroupés.</p> <p>-Affiche (trace écrite)</p>
<p>Séance 3 (45 min)</p> <p>Remobiliser la définition du cercle dans différents exercices. Utiliser le compas.</p> <p><u>Matériel</u> : Compas, gabarit.</p>	<p><u>Phase 1</u> : Au tableau, en collectif</p> <p>L'enseignante reprend l'affiche et demande aux élèves d'expliquer ce qu'ils ont découvert.</p> <p><u>Phase 2</u> : Au tableau, en collectif</p> <p>1 - L'enseignante trace un cercle de rayon 6 cm avec le centre A indiqué et le rayon.</p> <p>Consigne : « Placer un point B à 6 cm du centre A. »</p> <p>2 - L'enseignante fait un point C au tableau.</p> <p>Consigne : « Trouver tous les points qui sont à 4 cm du point C. »</p> <p>3 - L'enseignante rappelle la façon de tracer un cercle de rayon 5cm.</p> <p>Consigne : « Comment tracer un cercle de 5 cm de rayon ? »</p>	<p>-Enregistrement de deux élèves expliquant la situation 2 (phase 2). Nous avons choisi ces deux élèves car ils ont fait des remarques pertinentes pendant la séance.</p>

<p>Séance 4 (25 min)</p> <p>Faire émerger une définition du cercle par les élèves.</p> <p><i>Lien avec l'art plastique</i></p> <p><u>Matériel :</u> Deux tableaux du peintre Kandinsky.</p>	<p><u>Phase 1 : Au tableau, en collectif</u></p> <p>1 - L'enseignante affiche le premier tableau (celui où ce sont des ronds). Les élèves décrivent le tableau.</p> <p>2 - L'enseignante ajoute le deuxième tableau (celui constitué de cercles).</p> <p>En fonction des réactions des élèves, l'enseignante les amène à se demander si dans les deux tableaux ce sont des cercles et pourquoi, ou si dans un seul tableau il y en a et pourquoi. Qu'est-ce qui leur fait dire que c'est un cercle ? Comment peut-on le vérifier ? (rappel avec le rayon et le centre).</p> <p><u>Phase 2 : Institutionnalisation</u></p> <p>L'enseignante écrit au tableau la question suivante : Qu'est-ce qu'un cercle ?</p> <p>Les élèves répondent à la question en reprenant ce qui a été dit pendant la séance.</p>	<p>-Enregistrement de la séance.</p>
<p>Séance 5 (40 min)</p> <p>Remobiliser la définition du cercle dans différents exercices. Utiliser le compas.</p> <p><u>Matériel :</u> Compas, gabarit.</p>	<p>Même séance que la séance 3.</p>	

Nous avons filmé les séances 1 et 2 et enregistré la séance 4. Les séances se sont toujours déroulées en classe entière. Nous avons ensuite enregistré des interventions d'élèves à la séance 3, en les prenant à part. Nous avons choisi ces élèves car leurs interventions en classe étaient pertinentes mais nous n'avons pas pu filmer ou enregistrer cette séance. Nous leur avons donc demandé de nous réexpliquer après la séance ce qu'ils avaient pu expliquer en classe.

1.3) Analyse a priori de la séquence

Lors de la construction de notre séquence, nous avons décidé de mettre en place des situations d'apprentissages durant lesquelles nos élèves utiliseraient leur corps, dans un environnement à une échelle plus grande que celle d'une feuille ou d'une table. Une de nos hypothèses est que ce passage par le corps favoriserait chez eux, la construction du cercle comme un ensemble de points à égale distance d'un point fixe. Ces situations nous paraissaient plus concrètes pour des élèves de cycle 2 qui, à leur âge, n'ont pas encore une abstraction très développée. De même, nous avons construit nos situations sous forme de jeu, l'aspect ludique rendant les situations plus motivantes et donc plus impliquantes pour nos élèves. Ainsi, lors de ces phases en extérieur, ludiques et à leur échelle, nous nous attendions à ce que nos élèves entrent facilement dans les activités et surtout, mémorisent plus efficacement ce qui a été travaillé.

Nos élèves sont en cycle 2, CE1-CE2 plus précisément. Nous avons donc supposé que tous reconnaîtraient le cercle une fois placé autour du point fixe et que nous pourrions donc nous appuyer sur cette connaissance commune de la forme géométrique pour les faire travailler sur les caractéristiques autres que figuratives.

Durant la première séance sur la cour, dans laquelle les élèves devaient se placer à une distance donnée d'un point fixe (distance matérialisée par 2 rouleaux), nous nous attendions à ce que certains, après s'être placés, bougent. Du fait de ce déplacement, ils ne seraient plus sur le tracé du cercle, ce qui engendrerait des remarques d'autres élèves. En effet, ces élèves, ayant bougé, tous les points ne seraient plus à la même distance du centre du cercle. Cette constatation pourrait être reprise à la deuxième séance si certains points tracés par les élèves ne se retrouvaient pas sur le tracé du cercle. Par ces observations, nous souhaitons faire construire à nos élèves la nécessité que tous les points soient à une même distance du point fixe donné.

Pour chacune des séances, le tracé des points s'est fait à partir d'un point fixe donné. Nous avons choisi de leur donner ce point à chaque fois et de le nommer « centre » lorsque nous traçons le cercle. En fixant ce point au préalable, le travail des élèves était centré sur les points formant le cercle et nous nous assurons d'avoir un point fixe commun à tous les points construits par les élèves. De cette manière, nous voulions construire la nécessité d'avoir un point fixe à partir duquel tous les autres points seraient tracés et apporter le mot "centre", qui fait partie du lexique indispensable lors de l'apprentissage des caractéristiques du cercle.

Un autre de nos choix pédagogiques a été de réaliser la plupart des phases de cette séquence en classe entière :

Pour les séances 1 et 4, nous avons fait ce choix pour qu'il y ait beaucoup d'élèves à se placer. Ainsi, nous voulions faire vivre et constater par les élèves qu'il y avait beaucoup de points possibles sur le tracé d'un cercle et faire émerger la nécessité d'un ensemble de points à la même distance d'un point fixe.

De même, si chaque élève a tracé son propre point avec son gabarit ou la règle, en séance 2, leurs productions individuelles ont été mises en commun sur le transparent : ici, c'est aussi l'ensemble des points qui, bien que tracés séparément, se sont retrouvés sur le tracé parce que la distance utilisée par chacun était la même. Cette séance a été pensée pour remobiliser ce qui avait été constaté en séance 1 sur un support beaucoup plus petit et dans une situation plus abstraite. Ainsi, nous avons pour objectif de faire entrer nos élèves dans un processus d'abstraction leur permettant de se détacher de leur vécu sur la cour et, à plus long terme, de généraliser leurs constats à toute situation demandant de tracer plusieurs points à égale distance d'un point fixe.

Dans la quatrième séance, nous avons choisi de leur faire comparer deux œuvres du peintre W.Kandinsky. Notre objectif était de les mettre en débat sur ce qu'ils considéraient comme étant des cercles et quelles différences ils faisaient entre un cercle et un rond. Les interactions langagières allaient nous permettre de faire émerger leurs représentations et les arguments qu'ils opposaient pour justifier leurs idées. L'utilisation de différents gabarits avait pour objectif de leur montrer que, à la différence d'un rond qui peut être fait à main levée, le cercle se trace à l'aide d'instruments dont le plus pertinent est le compas.

De manière générale, chacune de nos séances a été construite avec des phases de manipulation et des phases de mise en commun ou de questionnement en groupe classe. Lors de ces phases d'interactions langagières, nous nous attendions à voir émerger les représentations initiales de nos élèves. Puis, au fur et à mesure de la séquence, ces interactions nous permettraient de constater les évolutions de leurs représentations, leurs schémas explicatifs et l'apparition éventuelle des nécessités que nous avons déterminées préalablement comme indispensables à la construction du concept de cercle.

2) Méthodologie de l'analyse

2.1) Hypothèses et indicateurs à analyser

Rappelons que nous tentons de répondre à la problématique suivante : Est-il possible, dans le cadre de la problématisation, de construire et d'analyser des séances sur le concept de cercle permettant à des élèves de CE1-CE2 de passer du simple constat de rondeur à l'ensemble des points situés à égale distance d'un point fixe appelé centre ?

Avant de commencer notre analyse, voici ce que nous cherchons dans nos données pour valider ou invalider nos hypothèses :

Hypothèses	Recueil de données	Ce que je recherche (Indicateurs)
Hypothèse 1 : En commençant les apprentissages sur le cercle par ses caractéristiques et non son tracé, les élèves construiront ce concept autrement que par sa vision figurative.	- Vidéo de la séance 1 - Vidéo de la séance 2 - Enregistrements d'élèves de la séance 3 - Enregistrement de la séance 4	<i>Dans les transcriptions</i> : recherche de connecteurs, de thèses, de références à l'outil (compas).
Hypothèse 2 : Mettre les élèves en interaction langagière entre pairs leur permettra de construire des nécessités sur le cercle.	- Vidéo de la séance 1 - Vidéo de la séance 2 - Enregistrement de la séance 4	<i>Dans les transcriptions</i> : recherche de connecteurs, de thèses, de propositions de définition.

2.2) Espace de contraintes du cercle

Nous nous attendons à ce que les élèves construisent des contraintes et des nécessités à partir de leur registre empirique ce qui leur permettra ensuite de construire un modèle explicatif. Le schéma suivant expose ce cheminement.

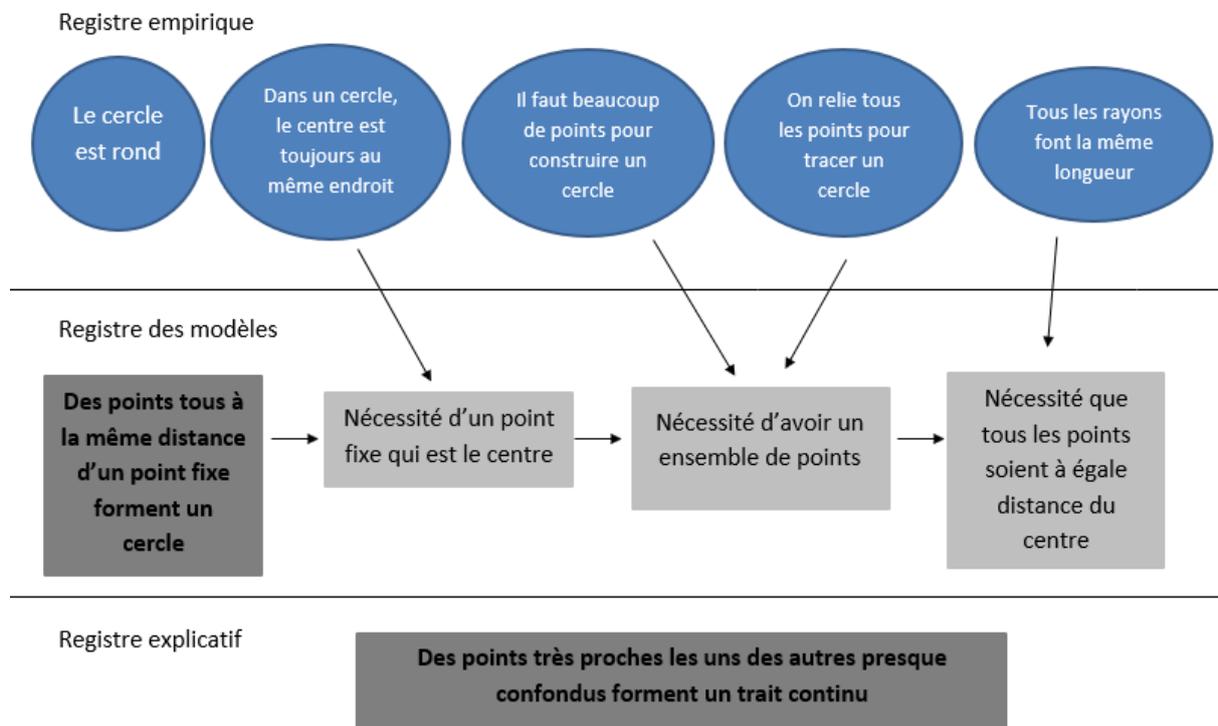


Schéma de l'espace de contraintes a priori du cercle

IV. Analyse

Rappelons la problématique que nous traitons : Est-il possible, dans le cadre de la problématisation, de construire et d'analyser des séances sur le concept de cercle permettant à des élèves de CE1-CE2 de passer du simple constat de rondeur à l'ensemble des points situés à égale distance d'un point fixe appelé centre ?

Dans cette partie, nous allons d'abord faire un constat général sur ce qui a été construit par les élèves. Puis nous nous intéresserons à chacune de nos hypothèses qui peuvent expliquer ce constat. Nous verrons si elles se sont révélées correctes ou non et nous essaierons alors de comprendre pourquoi.

Pour faire référence aux transcriptions des vidéos et enregistrements, nous spécifierons la transcription dont il est question et la séance associée, le tour de parole et le locuteur. Les interventions seront présentées ainsi : Pe4, T1, TP9. Les transcriptions sont présentes en annexes en intégralité.

Les transcriptions dont il sera question sont au nombre de sept :

- T1 : vidéo de la séance 1 (dans la cour).
- T2 : enregistrement de la séance 1.
- T3 : vidéo de la séance 2.
- T4 : vidéo de la séance 2.
- T5 : enregistrement d'une élève pendant la séance 3.
- T6 : enregistrement d'un élève pendant la séance 3.
- T7 : enregistrement de la séance 4.

1) Hypothèse 1 : En commençant les apprentissages sur le cercle par ses caractéristiques et non son tracé, les élèves construiront ce concept autrement que par sa vision figurative

1.1) Mesure de l'écart : Un constat mitigé

1.1.1) Des élèves qui maintiennent leur vision figurative du cercle

Alors que nous pensions obtenir des élèves la construction de plusieurs nécessités, il s'est finalement avéré que pour la plupart d'entre eux, la séquence ne leur a pas permis d'aller au-delà de la simple vision figurative du cercle. Certes, les élèves ont acquis du vocabulaire notamment les termes de « centre » et de « rayon » au fur et à mesure des séances mais ils en sont restés à leur idée principale, pour définir le cercle, qui est qu'un cercle se définit par sa rondeur.

En effet, à la première séance, nous pouvions nous attendre à voir émerger le terme de rond au lieu de celui du cercle et que les élèves ne fassent pas de différence entre ces termes et s'en tiennent à la rondeur. C'est justement ce qui allait nous permettre de problématiser par la suite et de travailler sur le concept de cercle. Dans la transcription de la séance 1, nous voyons les deux termes apparaître au cours de la séance. Par exemple, deux élèves se rendent compte que les élèves ainsi placés vont former un cercle (E8 « *On va bientôt faire un cercle* », T1, TP37 ; E9 « *ça fait un cercle* », T1, TP39). Puis, quelques échanges après, deux élèves mentionnent le terme rond (Aure1 « *ça va faire bientôt un rond avec la maitresse* », T1, TP108 ; Damien5 « *si la maitresse se met là ça fait un rond* », T1, TP110). D'ailleurs, à la question de l'enseignante sur ce que les élèves viennent de former, ceux-ci ne sont pas d'accord entre cercle et rond mais l'enseignante ne demande pas de justification.

Pendant la séance 2, la confusion entre cercle et rond est toujours présente et nous observons le même genre de remarques qu'à la séance 1. A la séance 3, lorsqu'il a fallu utiliser une des nécessités du cercle, celle des points du cercle placés à égale distance du centre, nous remarquons que pour une élève qui a compris comment utiliser cette nécessité, le terme de rond est toujours utilisé et elle ne parle pas des points du cercle mais de ceux du rond (Aure1 « *bah parce que et bah là sur le rond c'était hum six centimètres* » T3, TP2).

Pour finir, la séance 4, où l'objectif était de définir ce qu'est un cercle, a révélé que cette caractéristique de rondeur était toujours ancrée chez une grande majorité des élèves, avec des

explications un peu différentes mais toujours tournée sur cette question de rondeur. En voici quelques exemples : Pe6 « *comment on sait que c'est un cercle ?* » Dimitri1 « *bah ya pas de côté* » ; E1 « *il a pas de côté* » (T7, TP22 à 24) ; Noah4 « *bah faut que c'est bien rond* » (T7, TP26) ; Zoé1 « *si parce que ya pas de pointe dans le cercle ya pas de pointe* » (T7, TP30). C'est d'ailleurs l'un des éléments que les élèves retiennent quand, lors de la trace écrite, ils doivent résumer ce qu'est un cercle : Damien2 « *bah qu'un cercle ça a pas de petites pointes et c'est rond* ».

Par conséquent, après avoir fait ce constat et en reprenant le schéma de l'espace de contraintes du cercle, nous nous rendons compte que les élèves en sont restés dans leur registre empirique au fait que le cercle est rond. Ils n'ont pas fait émerger d'autres contraintes et n'ont donc pas construit de nécessités. La vision figurative du cercle n'a pas été dépassée. Et comme nous l'avions anticipé dans notre schéma, l'idée de rondeur ne permet pas de construire de nécessités sur le cercle.

1.1.2) Des élèves qui utilisent néanmoins une des nécessités sur le cercle.

Même si, nous venons de l'expliquer, les élèves n'ont pas réussi à construire de nécessités sur le cercle et donc, à voir le cercle autrement que sous son aspect de rondeur, il faut noter que l'une des nécessités est utilisée par plusieurs élèves pour justifier la mesure d'un point. La nécessité utilisée est la suivante : la nécessité que tous les points soient à égale distance du centre.

C'est le cas à la séance 2. Suite à la consigne « Placer une croix à 8 centimètres du point A », les élèves ont placé leur croix sur le papier transparent. Puis l'enseignante montre plusieurs points en demandant s'ils sont sur le cercle et s'ils sont à 8 centimètres. Ce à quoi plusieurs élèves répondent dont Damien :

14	Pe5 : est-ce que celui-ci il est sur le cercle ?
15	Eee3 : non
16	E1 : bah non
17	Pe6 : donc ça veut dire qu'il est est-ce qu'il est à 8cm ?
18	Eee4 : non
19	Mathéo2 : il est à 9 surtout
20	Damien2 (<i>en montrant</i>) : celui-là il est sur le cercle donc il est à 8cm

21	Pe7 (<i>en montrant le même point que Damien</i>) : celui-là ?
22	Eee5 : oui
23	Pe8 : et celui-là est-ce qu'il est sur le cercle ?
24	Eee6 : non
25	Damien3 : donc il est pas à 8cm

Transcription 4

Le connecteur « donc » est intéressant ici car il montre le lien que fait cet élève entre le fait que le point soit sur le cercle et que par conséquent, il peut connaître sa mesure car il a compris que tous les points sur ce cercle font tous 8 centimètres.

Nous faisons le même constat à la séance 3. Nous avons enregistré à la suite de la séance, deux élèves, une élève en CE1 et un élève en CE2 qui ont également ce raisonnement. La situation que nous leur avons proposée était la suivante : L'enseignante avait fait au tableau un cercle de rayon 6 centimètres avec le centre A indiqué et le rayon. Elle a ensuite demandé aux élèves de placer un point B à 6 centimètres du centre. Voici les réponses des deux élèves, juste après la séance, quand l'enseignante leur a demandé d'expliquer leur raisonnement :

1	Pe1 : pourquoi tu avais placé le point B ici ? vas-y dis moi
2	Aure1 : bah parce que et bah là sur le rond c'était hum six six centimètres et bah du coup et bah on peut le placer là là là (<i>en montrant des endroits sur le cercle</i>) et bah ça sera toujours six centimètres
3	Pe2 : partout sur le cercle ce sera six centimètres c'est ça ?
4	Aure2 : oui

Transcription 5

1	Pe1 : on avait mis le point B j'avais demandé de mettre le point B à six centimètres du point A pourquoi pourquoi on l'avait mis là
2	Nolan1 : bah parce que euh par exemple on a le centre A et puis euh bah si c'est six centimètres un rayon de six centimètres juste à un endroit par exemple celui-là là
3	Pe2 : hum

4	Nolan2 : et bah ça peut être six centimètres partout parce que bah sinon ce serait pas un cercle par exemple là y'a un six centimètres ça commence à être un cercle pi là il est à huit centimètres c'est pas un cercle donc ça doit être six centimètres partout
5	Pe3 : donc si je le mets euh par exemple le point D est-ce qu'il est à six centimètres ?
6	Nolan3 : bah non là il est à deux ou trois centimètres
7	Pe4 : comment tu sais
8	Nolan4 : il est dans le
9	Pe5 : sans le mesurer
10	Nolan5 : il est dans le cercle et six centimètres je sais que c'est là (en montrant le cercle) donc euh ça peut pas être six centimètres

Transcription 6

Grâce à cette nécessité, ces élèves sont capables de justifier qu'un point est à telle distance du centre. Cet élément nous permet de penser que ces élèves sont dans la bonne direction quant à la compréhension de cette nécessité. Il ne leur manque qu'à associer ces points au cercle et à la formation de ce cercle.

1.1.3) Un élève qui construit des nécessités sur le cercle.

Un élève, tout au long des séances, a utilisé son registre empirique et a fait émerger des nécessités. Il n'a pas construit totalement le concept de cercle mais son évolution est intéressante et nous avons donc décidé de nous pencher un peu plus sur ses interventions au sein de la séance.

Au cours de la première séance déjà, il est le seul élève, à la question « comment sommes-nous placés ? », à se détacher de la réponse « à deux rouleaux du point A » pour dire en parlant des élèves, que « *ils sont tous à la même longueur* » (Nolan9, T1, TP155). Dans cette séance, il fait également référence au compas avec la pointe qui va au milieu et le fait de devoir tourner (T1, TP129 à 132).

Pendant la deuxième séance, il explique qu'il faut tracer un trait avec les croix pour terminer le cercle et il fait de nouveau référence au compas (T3, TP40 à 49). Il fait appel à un élément du registre empirique auquel nous avons pensé².

C'est à la séance 3 que nous pouvons vraiment nous rendre compte que cet élève est en train de construire une nécessité sur le cercle, celle d'avoir tous les points à égale distance du centre. En effet, rappelons le passage en question :

1	Pe1 : on avait mis le point B j'avais demandé de mettre le point B à six centimètres du point A pourquoi pourquoi on l'avait mis là
2	Nolan1 : bah parce que euh par exemple on a le centre A et puis euh bah si c'est six centimètres un rayon de six centimètres juste à un endroit par exemple celui-là là
3	Pe2 : hum
4	Nolan2 : et bah ça peut être six centimètres partout parce que bah sinon ce serait pas un cercle par exemple là y'a un six centimètres ça commence à être un cercle pi là il est à huit centimètres c'est pas un cercle donc ça doit être six centimètres partout
5	Pe3 : donc si je le mets euh par exemple le point D est-ce qu'il est à six centimètres ?
6	Nolan3 : bah non là il est à deux ou trois centimètres
7	Pe4 : comment tu sais
8	Nolan4 : il est dans le
9	Pe5 : sans le mesurer
10	Nolan5 : il est dans le cercle et six centimètres je sais que c'est là (en montrant le cercle) donc euh ça peut pas être six centimètres

Transcription 6

Dans cet extrait, l'élève passe par un exemple qui n'aboutira pas à la formation d'un cercle pour nous expliquer la nécessité d'avoir tous les points à égale distance d'un centre.

Cette avancée dans son raisonnement ne l'empêche pas, à la question « pourquoi ce n'est pas un cercle ? », de répondre en premier lieu « *c'est pas tout à fait rond* » (T7, TP6). La rondeur

² Schéma de l'espace de contraintes du cercle, page 29

est toujours assez présente. Mais ce qui est très intéressant, c'est qu'au cours de l'échange avec l'enseignante et les autres élèves, cet élève se rend compte que cette rondeur n'est pas suffisante. En effet, pendant cette quatrième séance, il s'agissait pour les élèves de comparer un rond et un cercle et d'expliquer pourquoi l'un était un cercle et pas l'autre et comment il pouvait l'affirmer. Observons le cheminement de l'élève en question :

12	Pe4 : (en dessinant une autre forme) est-ce que c'est un cercle ?
13	Noah2 : là c'est un rond
14	Nolan4 : Ah ça c'est un cercle
15	Eee3 : Oui
16	Noah3 : un ptit peu
17	Pe5 : comment on sait que c'est un cercle ?
18	Nolan5 : ah que c'est rond que c'est rond l'autre il est euh
19	E2 : y'a pas de côté
20	Damien1 : il est pas rond
21	Nolan6 : il est on dirait une patate l'autre
22	Pe6 : comment on sait que c'est un cercle ?
23	Dimitri1 : bah y'a pas de côté
24	E3 : il a pas de côté
25	Nolan7 : non on sait pas si
26	Noah4 : bah faut que c'est bien rond
27	Nolan8 : on sait pas si c'est un cercle
28	E4 : bah si
29	Nolan9 : on sait pas combien ça mesure
30	Zoé1 : si parce que y'a pas de pointe dans le cercle y'a pas de pointe
31	Pe7 : y'a pas de pointe mais comment on sait que c'est un cercle ?
32	Noah5 : bah déjà
33	Nolan10 : faut le mesurer
34	Noah6 : faut que c'est bien rond
35	Nolan11 : il faut le mesurer
36	Pe8 : qu'est-ce qu'on va mesurer ?
37	Nolan12 : bah les rayons
38	Léna2 : Les rayons

39	Nolan13 : les rayons du cercle il faut d'abord trouver le centre
40	Pe9 : et qu'est-ce qu'on fait si on trouve le centre
41	Nolan14 : bah ...
42	Pe10 (en redessinant) : comment on sait que ce n'est pas un cercle si le centre est là ?
43	Eee4 : ah non / parce que
44	Nolan15 (en montrant) : parce que là c'est plus écarté que l'autre côté-là c'est plus écarté du centre que l'autre côté
45	Pe11 : ça ça s'appelle comment ?
46	Nolan16 : le un rayon
47	Pe12 : donc là le rayon il est comment ?
48	Nolan17 : il est plus grand que l'autre
49	Pe13 : et faut pas que ce soit plus grand ?
50	Nolan18 : bah non il faut que ce soit de la même longueur de la même taille
51	Pe14 : pourquoi ?
52	Nolan19 : bah parce que sinon c'est pas un cercle
53	E5 : ce sera un ovale sinon
54	Nolan20 : il faut que tous les rayons ils soient de la même longueur ... par exemple y'a un rayon de 6cm l'autre il doit être de 6cm l'autre aussi

Transcription 7

L'élève se rend compte qu'il ne peut pas affirmer que c'est un cercle car il lui manque des données (T7, TP25 à 27). Il fait alors référence à la mesure et avec l'aide de l'enseignante, verbalise qu'il lui manque une information sur le rayon pour savoir s'il peut dire que c'est un cercle. Puis, il explicite, au tour de paroles 54, une des contraintes du cercle, celle que tous les rayons soient de la même longueur.

Au cours de cet échange, nous voyons aussi apparaître l'idée que le centre est nécessaire à la construction du cercle et que tout part du centre (T7, TP39 à 44).

A la suite de toutes les interventions de cet élève, nous pouvons synthétiser son cheminement de pensée en réalisant le schéma de l'espace de contraintes du cercle construit par cet élève. Nous le présentons ci-après :

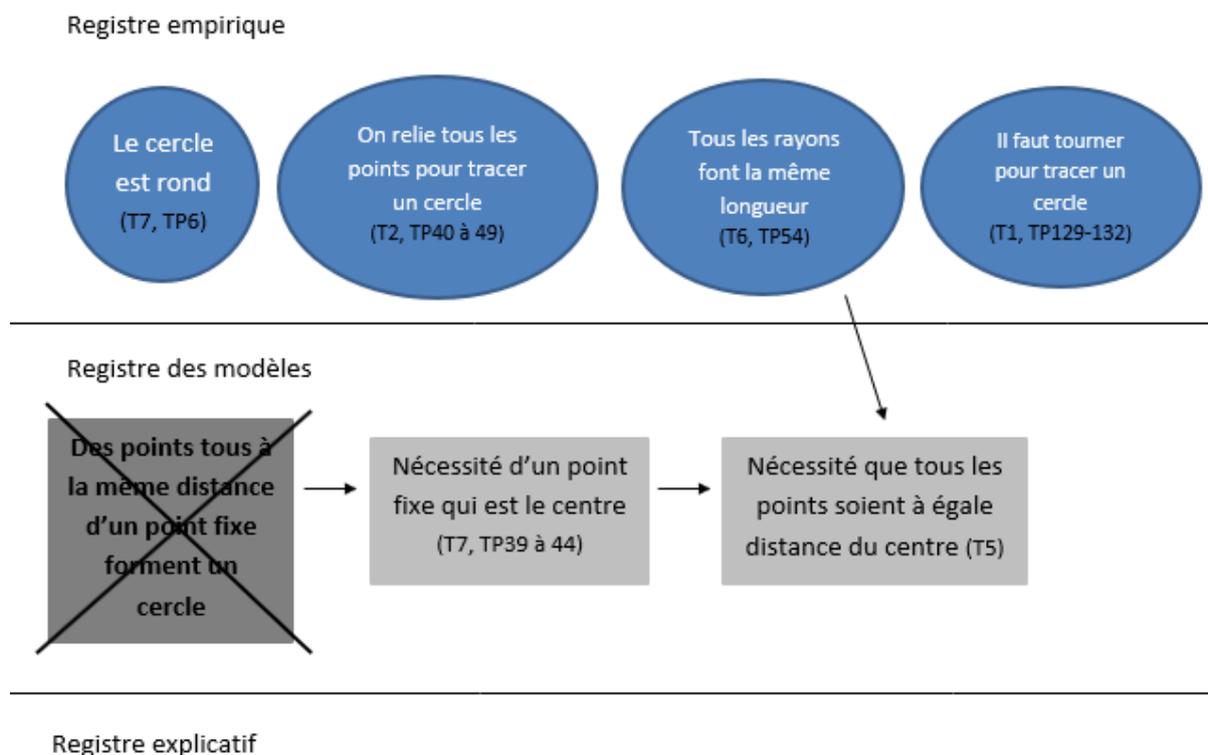


Schéma de l'espace de contraintes du cercle d'après Nolan

Même si cet élève a commencé à construire des nécessités sur le cercle, il lui manque une nécessité essentielle qu'il n'a pas réussie à construire, celle d'avoir un ensemble de points pour former un cercle. C'est pour cela, que selon nous, il revient à la rondeur du cercle en premier lieu pour le définir puisqu'il lui manque un élément pour construire totalement le concept de cercle comme un ensemble de points à égale distance d'un point fixe appelé centre.

Le constat global est donc mitigé puisque même si un élève a construit des nécessités sur le cercle et que certains sont capables d'utiliser une de ces nécessités dans des situations d'exercices, les élèves restent à une vision figurative du cercle.

1.2) Proposition d'explications

1.2.1) La difficulté de se représenter un cercle comme un ensemble de points

A la question « qu'est-ce qu'une droite ? », aucun des élèves de cette classe n'a su répondre autre chose qu'un trait. Aucun n'a défini une droite comme un ensemble de points. Si nous demandions à des élèves de cycle 3 ou 4 de répondre à cette question, le constat serait sans

doute le même. Il est très compliqué de percevoir une droite comme une infinité de points, nous le voyons avant tout dans sa perception globale. Raymond Duval fait le même constat sur le cercle. Comme la droite, les élèves ne perçoivent le cercle que comme une courbe mais pas comme un ensemble de points.

Cette difficulté trop importante à dépasser pour des élèves de cycle 2, explique le fait que les élèves n'aient pas réussi à construire le concept de cercle comme un ensemble de points à égale distance d'un point fixe. D'ailleurs, l'élève qui a réussi à construire quelques nécessités sur le cercle, n'a pas non plus été en mesure d'appréhender cet obstacle.

Le niveau d'attente par rapport à cette conception du cercle était donc trop élevé. Les élèves de cycle 2 ne sont pas encore capables de faire preuve d'autant d'abstraction et de se détacher de la perception globale du cercle ou en tout cas pas totalement puisque nous l'avons vu, ils y reviennent constamment. C'est finalement la perception la plus concrète pour eux et c'est pour cela qu'ils ont autant de mal à s'en détacher.

De plus, le fait de commencer les apprentissages par les caractéristiques du cercle, en essayant de le faire construire aux élèves et de leur faire prendre conscience de la façon dont il est construit, ne permet pas forcément de se détacher de la vision figurative du cercle. En effet, dès lors que nous mettons en place une situation, même si notre point de départ n'est pas la forme du cercle, nous aboutissons au final à celle-ci. Or, les élèves reconnaissent cette forme et s'y raccrochent si bien qu'elle devient une référence lorsque nous abordons de nouveau le sujet. Cela a été le cas au cours de la première séance. Les élèves se sont positionnés selon une consigne qui leur permettait de construire un cercle. Quand ils ont remarqué que leur positionnement faisait penser à un cercle, il a été difficile ensuite de se détacher de cette forme et de les faire réfléchir sur la façon dont ils l'avaient construite.

Cependant le fait d'utiliser des situations différentes du simple tracé de figures a tout de même permis de faire apparaître des éléments intéressants sur le cercle et qui dépassent le tracé, notamment autour du rayon.

1.2.2) Le rayon, au cœur des apprentissages sur le cercle

Le rayon est l'élément qui est le plus ressorti pendant les séances et les temps d'échange. Il a été matérialisé à chaque séance, soit par des rouleaux, par une corde ou par un segment. Les élèves l'ont comparé à l'aiguille de l'horloge par exemple.

L'élève, ayant construit des nécessités, a notamment construit celle qui consiste à dire que tous les rayons du cercle doivent être de la même longueur. C'est d'ailleurs de cette façon qu'il définit le cercle et non pas comme un ensemble de points à égale distance d'un centre.

Il est vrai que le rayon apparaît comme un des éléments les plus concrets pour caractériser le cercle. C'est l'élément qui fait le lien entre le centre et l'ensemble des points du cercle et qui leur permet de construire cette figure géométrique. Il est plus facile à appréhender pour les élèves que les points.

Pour conclure sur cette hypothèse 1, malgré des réussites par rapport au rayon notamment, le fait de commencer les apprentissages par les caractéristiques du cercle et non son tracé n'a pas permis aux élèves de construire plus facilement ce concept.

2) Hypothèse 2 : Mettre les élèves en interaction langagière entre pairs leur permettra de construire des nécessités sur le cercle

2.1) Mesure de l'écart : Peu d'interactions langagières entre pairs

Au cours de la séquence et en particulier des trois séances dans lesquelles il était attendu des interactions langagières entre élèves leur permettant de construire des nécessités, il y en a eu finalement très peu.

Les élèves interagissent avant tout avec l'enseignante qui mène les échanges. Quand les élèves interagissent entre eux, c'est surtout pour marquer leur accord avec ce que dit un élève. Les quelques moments de désaccord ne mènent pas à un vrai débat.

De plus, les moments où il pourrait y avoir débat, nous nous rendons compte que les élèves ne se répondent pas. Ils ne prennent pas forcément en compte ce que disent les autres. Une situation de la quatrième séance est assez révélatrice de ce manque d'interactions et de débats entre les élèves.

En effet, durant la séance, l'enseignante pose la question « comment sait-on que c'est un cercle ? ». Ce à quoi les élèves tentent de répondre. La plupart des élèves restent d'abord centrés sur la thèse de la rondeur du cercle avec différents arguments. Puis un élève s'en détache pour finalement mettre une condition au fait de dire que ce qui ressemble à un cercle en est vraiment un : celle de devoir mesurer le rayon pour le savoir. Ce passage de la séance peut être représenté par un schéma que voici :

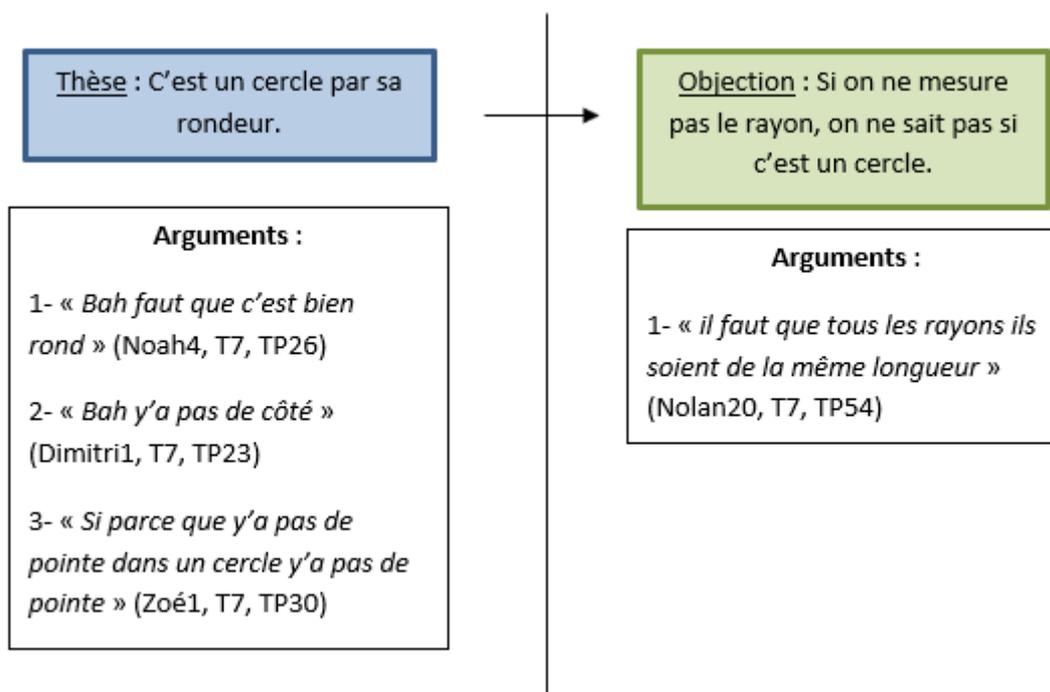


Schéma d'un début de débat au cours de la séance 4.

Mais nous nous rendons finalement compte que lorsque l'élève qui tient le rôle d'opposant d'après Christian Plantin, explicite son argumentation, avec l'aide de l'enseignante, les autres élèves qui ont proposé la thèse de départ ne réagissent pas aux arguments de l'élève proposant et le débat ne se met pas en place. Ce manque de débat se ressent aussi à la fin de la séance puisque lorsque l'enseignante demande aux élèves de reprendre l'explication sur ce qu'est-ce un cercle et comment nous pouvons savoir si une forme géométrique est vraiment un cercle, un élève répond : « *Bah qu'un cercle ça a pas de petites pointes et c'est rond* » et « *que les rayons doivent faire la même taille* » (Damien2 et 3, T7, TP58 et 60). Sa réponse est très révélatrice du fait que les deux thèses ont été juxtaposées pendant le débat sans jamais être confrontées ou remises en question par le camp adversaire. En définitive, chacun est resté sur son idée et notamment, les élèves qui ont proposé la thèse de la rondeur restent encore sur cette idée de rondeur et n'ont pas dépassé cette perception globale.

Notre hypothèse qui consistait à penser que les interactions langagières entre élèves allaient permettre de construire des nécessités n'est donc pas validée puisque ces nécessités n'ont pas été construites chez les élèves par manque d'interactions langagières.

2.2) Proposition d'explications

Nous venons donc de constater que les interactions langagières et le débat qui aurait dû se mettre en place n'ont pas été au rendez-vous. Selon nous, deux explications sont envisageables.

2.2.1) Le registre empirique trop pauvre des élèves sur le sujet

Dans le cadre de la problématisation, la construction du problème et donc la construction de contraintes et de nécessités s'effectuent grâce à la confrontation des modèles explicatifs des élèves. Ces modèles sont alimentés en grande partie par le registre empirique.

Or, l'absence de débat et de construction de modèles explicatifs autour du cercle peut s'expliquer par un manque d'éléments constituant le registre empirique des élèves.

Il est vrai que lorsque nous tentons, en analysant les séances, de relever les éléments appartenant au registre empirique mobilisés par les élèves, nous nous rendons compte que celui-ci apparaît très peu. Il apparaît seulement sous deux formes au cours des séances.

D'une part, certains élèves font référence à des objets de la vie quotidienne ayant la forme d'un cercle ou à des outils en rapport avec le cercle. Ils font notamment référence à l'horloge au cours de la première séance sur la cour (E29 « *Oh en horloge en horloge* », T1, TP146). Un élève évoque en particulier l'idée de l'aiguille de l'horloge qui tourne (Noah7 « *donc du coup c'est xxx ça fait un rond comme si c'était une aiguille qui tournait xxx* », T1, TP122). Un autre élève, quant à lui, compare la situation qu'ils sont en train de vivre à l'utilisation du compas (Nolan5 « *c'est comme si c'était un compas la pointe elle va au milieu et puis on tourne et ça fait euh* », T1, TP132).

D'autre part, les élèves font référence, au cours de la séquence, à la situation qu'ils ont vécue dans la cour, durant la première séance. C'était justement l'objectif de cette situation, c'est-à-dire de permettre aux élèves d'enrichir leur registre empirique sur le cercle. Dès la deuxième séance, les élèves se sont rendu compte que la situation que nous leur faisons vivre en classe se rapprochait grandement de celle vécue dans la cour.

16	Nolan6 : Oh comme dehors !
17	E1 : Où ?
18	Luca1 : Comme dehors on a fait des croix
19	Nolan7 : Comme dehors
20	Luca2 : On a fait des croix et ça a fait un rond

Transcription 3

Malgré ces quelques références exprimées par les élèves, ce qui appartient au registre empirique n'est pas suffisant pour lancer un débat ou l'alimenter. Nous comprenons alors pourquoi les élèves ne cherchent pas à exprimer leur accord ou leur désaccord avec l'objection que fait l'élève dans la séance 4. Ils n'ont pas forcément d'arguments, de contre-arguments ou de situations à proposer pour réagir, par manque de situations de référence, de vécu sur le sujet.

La première raison qui constitue un obstacle à l'émergence d'interactions langagières entre pairs et de débat concluant est donc le manque de registre empirique des élèves.

2.2.2) La place des différents acteurs dans les échanges

Intéressons-nous d'abord à la place de l'enseignante durant les échanges. Concernant la répartition de la parole pendant les séances, les prises de paroles de l'enseignante sont assez importantes et constituent 35% du total des prises de paroles à la première séance, 31% et 40% durant les deux temps d'échange de la deuxième séance et 28% pour la quatrième. Cela peut s'expliquer par le manque d'interactions entre les élèves et donc le besoin pour l'enseignante de créer du lien entre ce qu'ils disent et de faire avancer les séances. L'enseignante prend le rôle de tiers, c'est-à-dire celui de faire avancer le débat et la construction du problème. Elle permet également de faire expliciter les élèves sur les arguments qu'ils avancent.

Par ailleurs, il est important de mettre en évidence la place que prend un élève à lui seul dans les échanges. En effet, si à la première séance, la répartition de la parole entre élèves est assez équilibrée, à la deuxième séance, 37% du temps de paroles des élèves est associé à cet élève et 49% pour la quatrième séance. Cet élève est celui pour lequel nous avons constaté l'émergence de contraintes et de nécessités dans son raisonnement au cours des séances. La

place importante qu'il a prise lors des échanges peut expliquer en partie cette avancée dans son raisonnement.

Deux acteurs ont donc réellement été identifiés dans ces échanges. Même si certains élèves ont pu participer également, ils ont été peu nombreux et les échanges vraiment pertinents dans la construction de nécessités se sont beaucoup menés entre l'enseignante et cet élève et non pas entre les élèves comme nous en avions émis l'hypothèse. Or, ce résultat n'a pas permis aux élèves dans l'ensemble de progresser dans leur raisonnement.

La deuxième raison pour laquelle les interactions langagières n'ont pas contribué à la construction de nécessités s'explique donc par le fait que deux acteurs seulement du groupe classe, l'enseignante et un élève, ont réellement pris part aux échanges : l'enseignante en jouant le rôle de tiers et l'élève en tentant de s'appuyer sur les quelques remarques de ses camarades et de son registre empirique.

Conclusion

L'objectif de ce mémoire était de s'interroger sur la possibilité, dans le cadre de la problématisation, de construire et d'analyser des séances sur le concept de cercle permettant à des élèves de CE1-CE2 de passer du simple constat de rondeur à l'ensemble des points situés à égale distance d'un point fixe appelé centre. En effet, le cercle est abordé généralement au cycle 2 par sa vision figurative et non pas comme l'ensemble des points à égale distance d'un centre. Grâce à la mise en place de ce travail de recherche, nous voulions voir s'il était envisageable d'aborder le cercle différemment. Pour cela, nous avons pensé à deux hypothèses permettant de répondre à cette problématique. La première était de penser qu'en commençant les apprentissages sur le cercle par ses caractéristiques et non par son tracé, les élèves seraient à même de construire ce concept autrement que par sa vision figurative. La deuxième hypothèse avançait l'idée que mettre les élèves en interaction langagière entre pairs leur permettrait de construire des nécessités sur le cercle.

La première hypothèse n'est pas validée puisque les élèves n'ont pas construit de modèle explicatif en ce qui concerne le cercle. Cependant, un élève a commencé à construire des nécessités sur le cercle. D'autres élèves n'ont pas réussi à construire de nécessités mais ils ont tout de même compris l'utilité de l'une d'entre elle, la nécessité que tous les points soient à égale distance du centre, puisqu'ils l'ont utilisée dans d'autres situations pour connaître la mesure d'un point situé sur un cercle et dans d'autres cas. Mais la difficulté pour les élèves de se représenter une droite ou une courbe comme un ensemble de points n'a pas permis à la plupart des élèves de se détacher de la vision figurative du cercle. Nous remarquons cependant la place importante que prend le rayon dans la possible construction du concept de cercle.

La deuxième hypothèse n'a pas non plus été validée puisque, malgré ce que nous avons pensé et imaginé, les interactions langagières entre pairs ont été peu nombreuses pour deux raisons, que sont la faiblesse du registre empirique des élèves et la place des différents acteurs dans les échanges. Ces raisons n'ont finalement pas permis de mettre en place de véritables débats au sein des séances et n'ont donc pas privilégié la construction de nécessités sur le cercle.

Il est donc très difficile, dans le cadre de la problématisation, de construire et d'analyser des séances sur le concept de cercle qui permettent à des élèves de CE1-CE2 de percevoir le cercle comme un ensemble de points à égale distance d'un centre.

Cependant, la portée de cette recherche reste limitée puisque le temps que nous avons eu pour la mener a été court et ne nous a pas permis de tester plus de séances, ce qui aurait été nécessaire pour approfondir nos résultats. Nous n'avons pas assez de recul sur ces résultats qui mériteraient d'être alimentés par davantage de données. Il serait intéressant de poursuivre cette recherche sur un temps plus long, en développant d'autres situations permettant aux élèves de vivre le cercle par le corps, à des échelles différentes et en privilégiant la construction du cercle plutôt que le tracé. Enfin, le cycle 2, choisi pour cette recherche, n'était peut-être pas le plus approprié pour travailler cette construction du cercle, du fait du niveau d'abstraction encore faible des élèves. Il pourrait aussi être intéressant de transposer cette recherche au cycle 3.

Bibliographie

ARTIGUE, M. (1982). A propos des conceptions du cercle : présentation de situation de classes privilégiant certaines de ces conceptions (CE2 et CM). *Grand N*, 27.

BULF, C. CELI, V. (2016). Essai d'une progression sur le cercle pour l'école primaire une transition clé : du gabarit au compas. *Grand N*, 97, 21-58.

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

FABRE, M. MUSQUER A. (2009). Comment aider les élèves à problématiser ? Les inducteurs de problématisation. *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ere nouvelle*, L'autorité à l'heure de la démocratie, vol. 42, n°3, 111-129.

ORANGE, C. (2005). Problème et problématisation dans l'enseignement scientifique. *Aster*, 40.

ORANGE, C. (2012). *Enseigner les sciences problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*. Bruxelles : De Boeck

MEN (2015). *Horaires et programmes d'enseignement de l'école primaire*, BO n° 2, 25 mars 2015.

Annexes

Annexe 1 : Règles de transcription.

Les règles des transcriptions sont les suivantes :

- E : un élève non identifié.
- Eee : plusieurs élèves parlent en même temps.
- xxx : les paroles ne sont pas compréhensibles.
- (...) : information sur le ton ou les gestes effectués par le locuteur.
- / : deux interventions en même temps.
- ... : pause dans le discours.

Annexe 2 : Transcription T1, séance 1 (vidéo).

31	PE 14 : Luca (<i>se place</i>) Aure (<i>se place</i>) vas-y Romain
32	Noah2 : Il est trop près de moi
33	Eee 5 : (<i>rire les rouleaux bougent</i>)
34	Noah3 : Vas-y je tiens
35	PE 15 : Kilian tu xx tu essaies ?
36	Eee 6 : xxx
37	E 8 : On va bientôt faire un cercle
38	Eee 7 : xxx oh ça fait xxx
39	E 9 : Ça fait un cercle
40	PE 16 : Eh on va se calmer et Mayline
41	Romain1 : Mais non tu dois xxx (<i>à Mayline</i>)
42	PE 17 : Je répète la consigne il faut se placer à deux rouleaux du point A de la croix
43	Noah4 : Il faut que tu mettes de travers xxx l'autre tu peux mettre de travers
44	PE 18 : Ok tout le monde tout le monde s'est placé à deux rouleaux du point A ?
45	Eee 8 : Non non Justin Justin et Lucie
46	PE 19 : Alors donc vous me dites Justin pour vous il est pas à deux rouleaux du point A
47	Eee 9 : Non xxx oui
48	PE 20 : Damien est ce que tu pourrais vérifier si Justin est à deux rouleaux du point A
49	Damien1 : Bah non puisque en fait il est il était parti de Nolan il était parti de Nolan et il était pas parti de la croix
50	PE 21 : Alors montre moi
51	Damien2 : En fait il était
52	PE 22 : Mesure avec les rouleaux
53	Damien3 : (<i>en mettant les rouleaux</i>) Sauf que lui en fait il allait derrière Nolan
54	PE 23 : Alors Justin est ce que tu pourrais essayer de te replacer à deux rouleaux du point A

108	Aure1 : Ça va faire bientôt un rond avec la maitresse
109	PE40 : Alors
110	Damien5 : Si la maitresse se met là ça fait un rond
111	E21 : Bah non
112	PE41 : Qu'est-ce que ça a formé là ?
113	Eee20 : Un rond / un cercle un cercle
114	Pe42 : Un cercle ?
115	Eee21 : Oui xxx
116	Noah6 : On peut essayer de faire une autre forme
117	E22 : Un rectangle un carré
118	PE43 : Donc là vous me dites qu'on a formé
119	Eee22 : Un cercle
120	PE44 : Un cercle comment on l'a formé ce cercle ? comment on s'est placé ? Bastien
121	Bastien8 : En faisant avec les rouleaux on les a mis en ligne comme ça et ensuite

	après on on a mis aussi deux xxx deux rouleaux et on s'est mis derrière
122	Noah7 : Donc du coup c'est xxx ça fait un rond comme si c'était une aiguille qui tournait xxx
123	E23 : Voilà
124	Bastien9 : Ouais
125	E24 : Comme si c'était une aiguille
126	E25 : Oh ça peut faire une aiguille
127	PE45 : Nolan
128	Damien6 : Mais maitresse
129	Nolan4 : C'est comme si c'était un compas
130	Eee23 : xxx
131	PE46 : Ecoutez non non non non vous écoutez pas Nolan là
132	Nolan5 : C'est comme si c'était un compas la pointe elle va au milieu et puis on tourne et ça fait euh
133	Noah8 : Ça fait une aiguille
134	E26 : Une ronde
135	Eee24 : xxx
136	PE47 : Donc toi tu me dis
137	Eee25 : xxx
138	Pe48 : Tu me dis que ça te fait penser au compas quand tu traces un cercle c'est ça ?
139	Nolan6 : Oui
140	Pe49 : Mais comment il est formé là le cercle comment on s'est placé ?
141	E27 : xxx
142	PE50 : On s'est placé à deux rouleaux on est tous placé au même endroit
143	Eee26 : Non
144	Eee27 : xxx
145	E28 : On a pris xxx
146	E29 : Oh en horloge en horloge
147	Aure2 : Oui en horloge
148	Noah9 : Y'a pas sept y'a pas sept
149	Justin2 : Un deux trois quatre cinq six sept huit
150	Pe51 : Nolan
151	Nolan7 : Bah euh
152	Eee28 : xxx
153	Nolan8 : Ils sont ils sont tous c'est tous la même euh
154	PE52 : Justin tu vas te mettre au mur stp
155	Nolan9 : Ils sont tous la même longueur c'est euh c'est

Annexe 3 : Transcription T2, séance 1 (enregistrement).

Tours de paroles	Interventions
1	Pe1 : Alors qui est ce qui peut me réexpliquer ce qu'on a fait là dehors ... Bastien
2	Bastien1 : On a fait des maths
3	Pe2 : Hum hum
4	Bastien2 : Filmé à la caméra
5	Pe3 : Et qu'est-ce qu'on a fait ?
6	Bastien3 : Et en fait on a fait un cercle avec nous parce que en fait y'avait deux rouleaux et on devait se placer à deux rouleaux et donc on s'est placé à deux rouleaux et après Lena elle est venue elle a fait des croix à notre place et après Lola elle est venue elle a mis puisque t'avait ramené un fil elle avait mis son pied sur le fil et moi j'avais y'avait le fil et après j'ai j'ai tracé j'ai fait des croix et après j'ai tracé
7	Pe4 : D'accord
8	Bastien4 : Et après ça fait un cercle
9	Pe5 : Donc comment il était constitué le cercle ? comment il était fait ?
10	Bastien5 : Euh avec des croix
11	Pe6 : Avec des croix et elles étaient placées comment les croix ?
12	Bastien6 : En rond à deux à deux ah à deux tuyaux comme ça un et deux (en mimant) après on a continué on a fait des croix ainsi de suite après on a fait des ronds ça a fait un rond
13	Pe7 : Est-ce que quelqu'un veut rajouter quelque chose ?

Annexe 4 : Transcription T3, extrait de la séance 2 (vidéo).

Tours de paroles	Interventions
1	Pe1 : Qu'est-ce que vous venez de faire ? oui Nolan
2	Nolan1 : On vient de
3	Mathéo1 : xxx les points
4	Nolan2 : Prendre du papier en plastique et le mettre sur notre feuille et mettre le point sur une feuille transparente et mettre comme mettre le point euh
5	Pe2 : Ok ils sont placés comment les points ? comment vous les avez placé ?
6	Nolan3 : A 8cm
7	Kilian1 : A 8cm
8	Pe3 : Tous les points sont à 8cm ?
9	Eee1 : Non non
10	Nolan4 : Y'en a 2 qui sont à 1cm
11	Pe4 : Mais la consigne c'était ?
12	Eee2 : 8cm
13	Pe5 : 8cm. Ok qu'est-ce que ça nous donne là ?
14	Nolan5 : Euh un rond un cercle
15	Damien1 : Moi je vois un Y
16	Nolan6 : Oh comme dehors !
17	E1 : Où ?
18	Luca1 : Comme dehors on a fait des croix
19	Nolan7 : Comme dehors
20	Luca2 : On a fait des croix et ça a fait un rond
21	Kilian2 : Oh non c'est un arbre
22	Pe6 : Ça a fait un rond ?
23	Kilian3 : Non ça fait un arbre
24	Pe7 : Comment on appelle ça ?
25	Damien2 : Un cercle
26	E2 : Le cercle
27	Pe8 : Un cercle
28	Kilian4 : Mais ça c'est pas un rond
29	Pe9 : On a commencé là à faire un cercle (<i>en montrant sur la feuille</i>) et comment il est composé le cercle ?
30	Eee3 : De croix
31	Pe10 : Des croix des croix qui sont
32	Damien3 : A 8cm
33	Pe11 : Qui sont ?
34	Eee4 : A 8cm
35	Pe12 : Toutes à 8cm
36	Nolan8 (<i>en montrant</i>) : Non y'en a deux qui sont à 1cm
37	Pe13 : Alors comment alors moi je parle des croix qui sont à 8cm
38	Mathéo2 (<i>en montrant sur la feuille</i>) : Là là là et pas là pas là
39	Nolan9 : Elles sont toutes à 8cm
40	Pe14 : Comment on pourrait terminer le cercle là ?
41	Mathéo3 : Bah avec que des
42	Nolan10 : Non en traçant un trait comme ça (<i>en montrant le cercle</i>) avec les croix

43	Pe15 : En traçant un trait ?
44	Nolan11 : Non un
45	Lucie1 : Un cercle
46	Kilian5 : Ah des croix comme ça là
47	Damien4 : En traçant un cercle
48	Pe16 : En traçant un cercle ?
49	Nolan12 : Non ici là avec le compas !
50	Pe17 : Alors on pourrait utiliser un compas
51	Kilian6 : Non
52	Florian1 : Si
53	Eee5 : Si
54	Damien5 : Si comme dehors
55	Pe18 : Alors est-ce que quelqu'un peut me donner un compas est-ce que quelqu'un à un compas
56	Eee6 : Moi j'en ai un /moi aussi
57	Pe19 : Tiens Aure elle en a un
58	E3 : Mais ya pas de crayon
59	E4 : C'est pas grave
60	Nolan13 : Bah j'en ai un
61	Pe20 : Hop ce crayon là on va prendre sinon ça ne va pas marcher
62	Florian2 : Trop cool
63	Eee7 : (<i>rires</i>)
64	Nolan14 : Mais le crayon il est trop grand là ça va pas pouvoir tourner
65	Pe21 : Si t'inquiète pas
66	Nolan15 : A 8cm
67	Pe22 : Alors comment on fait ?
68	Nolan16 : Bah on prend la règle et on
69	Pe23 : Alors vas-y Nolan
70	Lena1 : Par contre il faut que tu nous expliques en faisant
71	Nolan17 : On met le on met la pointe à 0cm
72	Mathéo4 : Jusqu'à 8
73	Nolan18 : Jusqu'à 8cm
74	Florian3 : Et après on tourne
75	Nolan19 : Comme ça et ensuite là on a 8cm
76	Pe24 : Vas-y fais le
77	Nolan20 : Ensuite là la pointe on va le mettre sur le la
78	Pe25 : Alors fais-le sur notre calque
79	Nolan21 : Sur le point A
80	Pe26 : Fais-le sur le calque de la classe
81	Nolan22 : Sur le point A et puis ensuite on va tourner

Annexe 5 : Transcription T4, extrait de la séance 2 (vidéo).

Tours de paroles	Interventions
1	Pe1 : Tous les points sur ce cercle sont à 8cm
2	Nolan1 : Non pas celui-là
3	Pe2 : Ecoute bien tous les points qui sont sur ce cercle sont à 8cm
4	Nolan2 : Non
5	Mathéo1 : Pas tout
6	Damien1 : Si
7	Nolan3 : Bah celui-là celui-là celui-là (<i>en montrant</i>)
8	Pe3 : Est-ce que celui là il est sur le cercle ?
9	Eee1 : Oui
10	Nolan4 : Oui il touche
11	Pe4 : Ah il touche mais est-ce qu'il est sur le cercle ?
12	Eee2 : Non
13	Nolan5 : Bah non
14	Pe5 : Est-ce que celui-ci il est sur le cercle ?
15	Eee3 : Non
16	E1 : Bah non
17	Pe6 : Donc ça veut dire qu'il est est-ce qu'il est à 8cm ?
18	Eee4 : Non
19	Mathéo2 : Il est à 9 surtout
20	Damien2 (<i>en montrant</i>) : Celui-là il est sur le cercle donc il est à 8cm
21	Pe7 (<i>en montrant le même point que Damien</i>) : Celui-là ?
22	Eee5 : Oui
23	Pe8 : Et celui-là est-ce qu'il est sur le cercle ?
24	Eee6 : Non
25	Damien3 : Donc il est pas à 8cm
26	Pe9 : Et ceux qui sont là à côté ?
27	Eee7 : Non
28	Pe10 : Donc
29	Mathéo3 : Et celui-là
30	Pe11 : Donc le cercle
31	Lucie1 : Mais on peut encore faire des croix là
32	Pe12 : C'est l'ensemble des points qui sont à la même distance du centre. Le point A on l'appelle le centre par exemple là les points tous les points (<i>en montrant sur le transparent</i>) ils sont à la même distance du centre d'accord le point qui est au milieu comme ça on l'appelle le centre
33	Lucie2 : On peut encore faire des petites croix
34	Pe13 : On peut encore faire des croix. Vas-y fais nous une croix sur le cercle
35	Lucie3 : Où ça ?
36	E2 : Bah où tu veux
37	Pe14 : Est-ce qu'il est sur le cercle ?
38	Eee8 : Oui
39	Pe15 : Il est à combien de centimètres alors du centre ?
40	Eee9 : 8
41	Pe16 : Fais-en un autre (<i>Lucie fait un point sur le cercle</i>) et lui il est à combien ?

42	Lucie4 : 10
43	Eee10 : 8
44	Pe17 : Il est à 10cm ?
45	Eee11 : Non
46	Pe18 : Comment les autres vous savez qu'il est à 8cm ?
47	Kilian1 : Parce qu'il touche le cercle
48	Pe19 : Parce qu'il est sur le cercle

Annexe 6 : Transcription T7, séance 2 (enregistrement).

Tours de parole	Interventions
1	Pe1 : (<i>en dessinant un rond sous les tableaux</i>) : C'est un cercle ?
2	Eee1 : Non
3	Noah1 : On dirait un ovale
4	Pe2 : Pourquoi c'est pas un cercle ?
5	Nolan1 : C'est pas tout à fait rond
6	Eee2 : xxx
7	Nolan2 : Ya un ... c'est pas tout à fait rond
8	Léna1 : C'est pas un cercle parce que en fait ya un ya un côté sur euh sur ton cercle bah en fait c'est un peu triangle là (<i>en se déplaçant pour montrer au tableau</i>)
9	Pe3 : Ok
10	E1 : Et à la fin c'est pointu aussi
11	Nolan3 : Mais non c'est parce que non elle a essayé de représenter le premier mais y'a pas de triangle sur le premier
12	Pe4 : (<i>en dessinant une autre forme</i>) Est-ce que c'est un cercle ?
13	Noah2 : Là c'est un rond
14	Nolan4 : Ah ça c'est un cercle
15	Eee3 : Oui
16	Noah3 : Un ptit peu
17	Pe5 : Comment on sait que c'est un cercle ?
18	Nolan5 : Ah que c'est rond que c'est rond l'autre il est euh
19	E2 : Ya pas de côté
20	Damien1 : Il est pas rond
21	Nolan6 : Il est on dirait une patate l'autre
22	Pe6 : Comment on sait que c'est un cercle ?
23	Dimitri1 : Bah y'a pas de côté
24	E3 : Il a pas de côté
25	Nolan7 : On on sait pas si
26	Noah4 : Bah faut que c'est bien rond
27	Nolan8 : On sait pas si c'est un cercle
28	E4 : Bah si
29	Nolan9 : On sait pas combien ça mesure
30	Zoé1 : Si parce que y'a pas de pointe dans le cercle y'a pas de pointe
31	Pe7 : Y'a pas de pointe mais comment on sait que c'est un cercle ?
32	Noah5 : Bah déjà
33	Nolan10 : Faut le mesurer
34	Noah6 : Faut que c'est bien rond
35	Nolan11 : Il faut le mesurer
36	Pe8 : Qu'est-ce qu'on va mesurer ?
37	Nolan12 : Bah les rayons
38	Léna2 : Les rayons
39	Nolan13 : Les rayons du cercle il faut d'abord trouver le centre
40	Pe9 : Et qu'est-ce qu'on fait si on trouve le centre
41	Nolan14 : Bah ...

42	Pe10 (en redessinant) : Comment on sait que ce n'est pas un cercle si le centre est là ?
43	Eee4 : Ah non / parce que
44	Nolan15 (en montrant) : Parce que là c'est plus écarté que l'autre côté-là c'est plus écarté du centre que l'autre côté
45	Pe11 : Ça ça s'appelle comment ?
46	Nolan16 : Le un rayon
47	Pe12 : Donc là le rayon il est comment ?
48	Nolan17 : Il est plus grand que l'autre
49	Pe13 : Et faut pas que ce soit plus grand ?
50	Nolan18 : Bah non il faut que ce soit de la même longueur de la même taille
51	Pe14 : Pourquoi ?
52	Nolan19 : Bah parce que sinon c'est pas un cercle
53	E5 : Ce sera un ovale sinon
54	Nolan20 : Il faut que tous les rayons ils soient de la même longueur ... par exemple y'a un rayon de 6cm l'autre il doit être de 6cm l'autre aussi
55	Pe15 : Donc si je pose la question (en l'écrivant)
56	Nolan21 : Qu'est-ce qu'un cercle ?
57	Pe16 : Qui peut me dire ce que c'est qu'un cercle alors avec ce qu'on vient de dire ?
58	Damien2 : Bah qu'un cercle ça a pas de petites pointes et c'est rond
59	Pe17 : Oui
60	Damien3 : Que les rayons doivent faire la même taille

4^{ème} de couverture

Mots clés : cercle, problématisation, nécessités, contraintes, cycle 2

Résumé en français :

Ce mémoire de recherche s'intéresse à la construction du concept de cercle chez des élèves de CE1-CE2. Le cercle peut être appréhendé dans sa perception globale comme une courbe fermée mais il peut aussi être défini comme l'ensemble des points à égale distance d'un point fixe appelé centre. Chez les élèves, c'est cette perception globale du cercle qui reste présente.

La finalité de cette recherche est de comprendre s'il est possible, dans le cadre de la problématisation que propose Christian Orange, c'est-à-dire, basé sur l'émergence de contraintes et de nécessités, de faire évoluer la perception des élèves sur le cercle. L'objectif est de les faire passer, pour définir le cercle, du simple constat de rondeur à l'ensemble des points à égale distance d'un point fixe appelé centre.

La recherche s'est effectuée à partir de la mise en place d'une séquence dans une classe de CE1-CE2.

Résumé en anglais :

This research paper focuses on the construction of the circle concept in CE1-CE2 students. The circle can be understood in its overall perception as a closed curve but it can also be defined as all the points at equal distance from a fixed point called a centre. For the students, it is this overall perception of the circle that remains present.

The purpose of this research is to understand whether it is possible, within the framework of the problematization proposed by Christian Orange, i.e., based on the emergence of constraints and necessities, to change the students' perception on the circle. The objective is to move them, to define the circle, from a simple observation of roundness to all the points at equal distance from a fixed point called the center.

The research was carried out by setting up a sequence in a class of CE1-CE2.