



HAL
open science

L'apprentissage du compas dans les manuels destinés au cours élémentaire deuxième année

Marion Frichet

► **To cite this version:**

Marion Frichet. L'apprentissage du compas dans les manuels destinés au cours élémentaire deuxième année. Education. 2012. dumas-00840671

HAL Id: dumas-00840671

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00840671>

Submitted on 2 Jul 2013

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

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



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

Université Montpellier II
Institut Universitaire de Formation des Maîtres
de l'académie de Montpellier

Master « Métiers de l'Éducation et de la Formation »
Mémoire de recherche de 2^{ème} année

Année universitaire 2011-2012

L'APPRENTISSAGE DU COMPAS
DANS LES MANUELS DESTINÉS AU COURS ÉLÉMENTAIRE DEUXIÈME ANNÉE

Marion FRICHET

Directeur de mémoire : Aurélie Chesnais

Tuteur de mémoire : Jean-Marc Ravier

Assesseur : Aurélie Chesnais

Soutenu en juin 2012

Résumé

Dans le langage courant, le terme « instrument » est souvent employé pour désigner l'objet matériel. Or, la notion d'instrument, telle qu'elle est définie par Pierre Rabardel, prend en compte deux composantes : d'une part, l'artefact qui correspond à l'objet matériel, et d'autre part, les schèmes d'utilisation. Une troisième composante relative à l'instrument peut être ajoutée à savoir : les concepts sous-jacents. Ainsi, dans le cas de l'apprentissage du compas, nous pouvons nous demander si ces trois composantes sont intégrées et font l'objet de mises en relation. L'étude porte d'une part, sur l'évolution des indications relatives au compas dans les programmes officiels, et d'autre part, sur la manière dont les manuels intègrent le compas dans les apprentissages mathématiques. Une analyse des programmes officiels et de manuels nécessite de se placer dans le cadre théorique de la transposition didactique d'Yves Chevallard. L'interprétation des données recueillies révèle qu'au fil des programmes, les indications relatives au compas se sont multipliées et se sont précisées, que les connaissances attendues sont, aujourd'hui, d'ordre fonctionnelle et que le compas s'est vu attribué de nouvelles fonctions. En ce qui concerne les manuels, leur conception est influencée par le rapport qu'entretiennent leurs auteurs avec le savoir, ainsi la manière d'intégrer le compas aux apprentissages mathématiques diffère d'un manuel à l'autre. Cependant, trois éléments ressortent : d'abord, certains manuels intègrent et mettent en relation, dans les apprentissages, les trois composantes de l'instrument « compas » ; ensuite, la fonction du compas, qui consiste à tracer des cercles, est intégrée aux apprentissages relatifs au concept de cercle ; enfin, l'utilisation du compas pour tracer des cercles est davantage travaillée que les autres fonctions constituantes du compas.

Mots clés : instrument ; artefact ; schème d'utilisation ; instrumentation ; instrumentalisation.

Table des matières

Résumé.....	2
Table des matières.....	3
Introduction.....	4
I. Cadre théorique.....	5
a. Présentation et explicitation du cadre théorique d'Yves Chevallard.....	5
b. Présentation et explicitation du cadre théorique de Pierre Rabardel.....	8
c. Hypothèse.....	17
II. Présentation du corpus de données et de la méthodologie suivie.....	17
a. Présentation du corpus de données.....	17
b. Présentation de la méthodologie suivie.....	18
III. Analyse et interprétation des données.....	19
a. Analyse des textes officiels et interprétation des données.....	19
b. Analyse des manuels et interprétation des données.....	32
Conclusion.....	46
Bibliographie.....	47
Annexe 1.....	48
Annexe 2.....	49
Annexe 3.....	50
Annexe 4.....	51
Annexe 5.....	52
Annexe 6.....	53
Annexe 7.....	54
Annexe 8.....	55

Introduction

Au cours d'un stage d'observation et de pratique accompagnée que j'ai effectué dans une classe de CE2, j'ai assisté à une séance introduisant le cercle et dont le contenu intégrait des apprentissages relatifs au compas. Lors de cette séance, j'ai été interpellée par plusieurs éléments : d'une part, les élèves ont directement proposé le compas comme instrument permettant de tracer des cercles, sans être conscient, à mon avis, du lien qui existe entre le compas et le concept de cercle ; d'autre part, les élèves ont rencontré des difficultés, lors de la phase de tracés de cercles à l'aide du compas, tant à cause du maniement de l'objet matériel que du mode opératoire à mettre en œuvre pour tracer un cercle. Ces observations ont été à l'origine de mon choix quant à la thématique de mon mémoire. Je me suis lancée dans une réflexion concernant les difficultés rencontrées par les élèves lors des tracés avec le compas ; j'ai nourri ma réflexion en effectuant des recherches et en lisant des articles. Je me suis posée plusieurs questions :

- Quand le compas est-il introduit en classe ?
- Est-ce que, dans les classes, le compas est travaillé pour lui-même ?
- Comment le compas est-il intégré dans les apprentissages mathématiques, dans les manuels ?
- Quelles préconisations figurent dans les textes officiels ?

J'ai alors formulé une problématique de recherche :

Comment les manuels, destinés au CE2, intègrent-ils le compas dans les apprentissages mathématiques ?

En vue de répondre à cette problématique, j'évoquerai, dans une première partie, le cadre théorique dans lequel je vais me placer pour ma recherche ainsi que mes hypothèses, puis, dans une deuxième partie, je présenterai le corpus de données et la méthodologie suivie, enfin, dans une troisième partie, j'exposerai l'analyse et l'interprétation des données recueillies.

I. Cadre théorique

Afin d'apporter une réponse à ma problématique, je vais être amenée à étudier, dans divers manuels, les activités intégrant l'utilisation du compas. Par conséquent, je vais placer ma recherche à la fois dans le cadre théorique de la transposition didactique d'Yves Chevallard et dans celui développé par Pierre Rabardel pour l'analyse et la conceptualisation des activités avec instrument.

a. Présentation et explicitation du cadre théorique d'Yves Chevallard

Le concept de transposition didactique a été introduit par Michel Verret, en 1975, dans son ouvrage *Le temps des études*, puis il a été repris par Yves Chevallard, en 1985, avec *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*.

Yves Chevallard définit la transposition didactique de deux manières : au sens restreint et au sens large. Selon Chevallard (1991, p20), la transposition didactique désigne, au sens restreint, « le passage du savoir savant au savoir enseigné ». Quant au sens large, il schématise la transposition didactique ainsi :

objet de savoir → objet à enseigner → objet d'enseignement (Chevallard, 1991, p39)

La transposition didactique comporte deux phases : la première, nommée transposition didactique externe, assure la transformation du savoir savant en savoir à enseigner. Quant à la deuxième phase, appelée transposition didactique interne, elle concerne le passage du savoir à enseigner au savoir enseigné. Lors de chacune de ces deux phases, l'objet du savoir subit des modifications qui le font passer d'un statut à l'autre.

Yves Chevallard explique que deux facteurs sont à l'origine de l'évolution des savoirs à enseigner : d'une part, l'évolution des savoirs savants et, d'autre part, l'idéologie et la pratique sociale. Nous retrouvons l'influence de la société lorsqu'il emploie les termes de « projet social d'enseignement et d'apprentissage » (1991, p39).

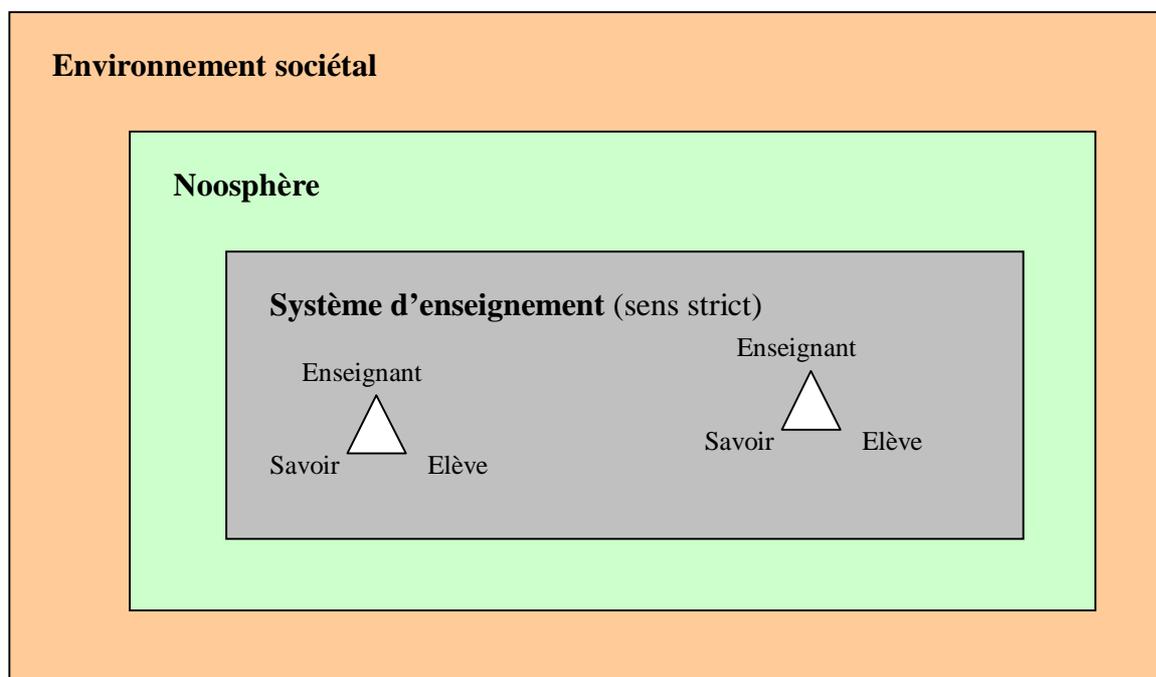
Je vais exposer plus en détail le concept de transposition didactique en précisant chacune des deux phases.

Première phase : la transposition didactique externe

La transposition didactique externe constitue le passage du savoir savant, défini comme savoir de référence, au savoir à enseigner qui correspond au savoir inscrit dans les programmes officiels. D'après Chevallard (1991, p39/40), ce « premier chaînon marque le passage de l'implicite à l'explicite, de la pratique à la théorie, du préconstruit au construit ».

La transposition didactique externe s'effectue dans un espace auquel Chevallard a attribué le nom de noosphère. La noosphère est un lieu de réflexion sur le fonctionnement didactique où interagissent le système d'enseignement et l'environnement sociétal. Afin de mieux comprendre la position de cette sphère, il convient de définir les systèmes qui l'entourent.

Le système d'enseignement, au sens strict, est l'ensemble des systèmes didactiques. Le système didactique est constitué de trois éléments entretenant des rapports les uns avec les autres : l'enseignant, les élèves et le savoir enseigné. L'environnement sociétal, quant à lui, regroupe les parents, les savants ainsi que les instances politiques (ministère de l'éducation nationale). Le schéma suivant permet d'avoir une vue globale de la disposition de tous ces éléments.



Parmi les acteurs de la noosphère nous pouvons donc citer : les parents d'élèves, le ministère de l'éducation nationale, les savants, les concepteurs de manuels et les enseignants. Toutes ces personnes n'agissent pas de la même manière : ceux qui appartiennent aux commissions interviennent directement alors que les autres interviennent indirectement en faisant part de leur avis.

Lorsqu'un chercheur met à jour un nouvel objet de savoir, il doit d'abord convaincre la communauté de ses pairs de son bien fondé. Ensuite si cet objet de savoir est reconnu par la communauté et par la société alors il peut être désigné par la noosphère comme objet à enseigner, c'est le point de départ du processus de la transposition didactique externe.

Un contenu de savoir ayant été désigné comme savoir à enseigner subit dès lors un ensemble de transformations adaptatives qui vont le rendre apte à prendre place parmi les objets d'enseignement (Chevallard, 1991, p39).

Ce travail est réalisé par les commissions dont les protagonistes doivent avoir une expérience d'enseignant et des compétences au niveau de l'objet de savoir ; lors d'échanges avec les commissions, les autres acteurs de la noosphère réagissent et donnent leur opinion. La finalisation de cette phase correspond à l'élaboration des programmes qui doivent obtenir un statut officiel. Les auteurs de manuels entrent alors en jeu, en interprétant les programmes afin de concevoir leurs manuels.

Deuxième phase : la transposition didactique interne

La transposition didactique interne correspond à la transformation du savoir à enseigner en savoir enseigné qui correspond au savoir réellement transmis par l'enseignant aux élèves lors des cours. Selon Yves Chevallard, le savoir enseigné doit répondre à une double contrainte : il doit être assez proche du savoir savant pour rester légitime aux yeux des savants tout en étant accessible aux élèves et il doit être éloigné du savoir des parents afin de ne pas être perçu comme un savoir socialement ordinaire.

Cette phase se déroule au sein du système d'enseignement et plus précisément du système didactique. Elle est assurée par les enseignants et s'établit réellement dans la classe lors des cours. L'enseignant prend connaissance de l'objet à enseigner tel qu'il est inscrit dans les programmes officiels, puis il l'interprète, ensuite il prépare la séance qu'il va mener en intégrant ce qui lui semble essentiel, en élaborant des activités...et enfin il mène sa séance. C'est le savoir qui est réellement communiqué aux élèves lors de la séance qui est qualifié de savoir enseigné.

Contextualisation dans le cadre du mémoire

Dans le cadre de ma recherche, je vais mener une étude portant sur l'évolution des indications relatives au compas dans les programmes officiels puis, j'analyserai les activités intégrant l'utilisation du compas dans divers manuels.

La relation qui lie les programmes au savoir est claire puisqu'ils fixent le savoir à enseigner. En revanche, le rapport qu'entretiennent les manuels avec le savoir est plus ambigu. En effet, en premier lieu, les manuels constituent des propositions de programmation et de mise en œuvre du savoir à enseigner. En second lieu, dans le cas où l'enseignant les choisit comme support de son enseignement, ils peuvent correspondre au savoir enseigné. Ainsi, les manuels se situent à la frontière entre le savoir à enseigner et le savoir enseigné. Par ailleurs, il ne faut pas omettre que le rapport qu'entretiennent les auteurs de manuel avec le savoir influence leur interprétation des programmes et donc la conception de leurs manuels. Pour mon mémoire, dans un premier temps, je vais m'intéresser aux programmes officiels, puis dans un second temps, je vais analyser des activités proposées par les manuels, mais sans étudier l'utilisation concrète qu'en font les enseignants dans leur classe. Par conséquent, je situe ma recherche dans le cadre de la transposition didactique externe.

Dans mon étude, je considère que le savoir savant est la notion d'instrument telle qu'elle est définie par Pierre Rabardel (cf. partie suivante). Ce savoir savant a été adapté pour devenir un savoir à enseigner. Ce dernier est celui que nous pouvons trouver dans les programmes officiels. En ce qui concerne ma recherche, le savoir à enseigner correspond donc aux indications relatives au compas inscrites dans les programmes. Ce savoir à enseigner est, ensuite, interprété par les concepteurs de manuels. Ainsi, j'analyserai les différentes propositions que les manuels font pour le compas en termes de programmation, de progression, d'activités... Enfin, le savoir à enseigner devient le savoir enseigné lorsque l'enseignant le met en œuvre dans sa classe. Cette étape correspond à la phase de transposition didactique interne ; elle ne fera pas l'objet d'une étude dans le cadre de ma recherche.

b. Présentation et explicitation du cadre théorique de Pierre Rabardel

Dans son ouvrage *Les hommes et les technologies : une approche cognitive des instruments contemporains*, Pierre Rabardel a élaboré un cadre théorique relatif à la notion d'instrument. D'abord, il donne une définition de la notion d'instrument et présente un modèle pour l'analyse des situations d'activités instrumentées, ensuite, il s'intéresse aux genèses instrumentales, enfin, il met en avant des concepts permettant d'examiner les effets de l'utilisation de l'instrument sur l'activité du sujet.

a) Définition de la notion d'instrument

Pierre Rabardel définit l'instrument comme une entité mixte :

Un instrument est [...] formé de deux composantes :

- d'une part, un artefact, matériel ou symbolique, produit par le sujet ou par d'autres ;
- d'autre part, un ou des schèmes d'utilisation associés, résultant d'une construction propre du sujet, autonome ou d'une appropriation de ShSU [schèmes sociaux d'utilisation] déjà formés extérieurement à lui (1995a, p. 95).

Dans la plupart des conceptualisations, la composante « schème » est ignorée et le terme « instrument » est employé pour désigner l'artefact. Dans cette perspective, une action instrumentée est uniquement caractérisée par le fait que le sujet associe un artefact à son action. Pierre Rabardel propose un point de vue plus large de la notion d'instrument. Selon lui, une action instrumentée relève à la fois du sujet, à travers les schèmes d'utilisation qu'il met en œuvre, et de l'artefact.

Dans le cadre de ma recherche, je considérerai le compas en tant qu'instrument tel qu'il est défini par Pierre Rabardel. En vue d'éclairer cette définition, il convient d'apporter des précisions sur chacune des deux composantes.

L'artefact

L'artefact est un dispositif matériel ou symbolique « susceptible d'un usage, [et élaboré] pour s'inscrire dans des activités finalisées » (Rabardel, 1995a, p.49). En d'autres termes, les concepteurs prévoient et déterminent, à l'avance, les transformations qu'un artefact peut effectuer sur l'objet de l'activité, néanmoins, celles-ci peuvent s'actualiser au cours de l'utilisation. Pour le compas, l'artefact correspond donc à l'objet matériel constitué de deux branches articulés par un pivot et conçu pour tracer des cercles, des arcs de cercle, pour comparer et reporter des longueurs. Pierre Rabardel présente trois types de relations susceptibles de lier le sujet et l'artefact.

- Premièrement, l'artefact peut être considéré en tant que système technique : dans ce cas, l'objectif du sujet est de connaître l'artefact en vue de pouvoir répondre à des attentes précises, lors de son utilisation. Dans le cas du compas, cela peut se traduire par le fait de connaître suffisamment l'artefact pour pouvoir être capable, par exemple, de le bloquer dans une position donnée (si l'artefact comporte une molette).
- Deuxièmement, l'artefact peut être appréhendé du point de vue de ses fonctions : il s'agit alors de s'intéresser aux transformations qu'il peut produire sur les objets de l'activité et notamment au processus de ces transformations et aux changements d'états successifs des objets. Ainsi, si nous considérons la composante « artefact » du compas d'un point de vue de ses fonctions, il en ressort que cet artefact permet notamment de tracer des cercles, de reporter et de comparer des longueurs.
- Troisièmement, l'artefact peut être considéré comme un moyen d'action : dans ce cas, c'est un rapport instrumental qui le lie au sujet, par conséquent, l'attention porte sur l'activité du sujet et

l'utilisation de l'artefact dans son action. Une étude sur la composante « artefact » du compas en tant que moyen d'action nécessite d'une part, de déterminer l'activité dans laquelle l'artefact s'inscrit, par exemple une activité de tracé de cercle, et d'autre part, d'observer la manière dont le sujet utilise l'artefact, par exemple, il peut enfoncer la pointe sèche de l'artefact dans la feuille et faire tourner cette dernière autour de cette pointe.

Pierre Rabardel précise que ces relations ne s'excluent pas les unes les autres mais, au contraire, sont complémentaires.

Le passage de l'artefact à l'instrument est institué par le sujet qui attribue à l'artefact le statut de moyen pour réaliser une action finalisée. Aussi, lorsqu'un sujet prend l'objet matériel « compas » dans l'optique de reporter une longueur avec, l'objet matériel devient alors un instrument.

Les schèmes d'utilisation

Pierre Rabardel définit les schèmes d'utilisation « dans la tradition piagétienne comme l'ensemble structuré des caractères généralisables des activités d'utilisation des instruments » (1995b, p. 63). Autrement dit, les schèmes d'utilisation constituent, pour le sujet, une base stable de modes d'utilisation des instruments dans des activités faisant appel à leur usage. Ils ont donc un lien avec les artefacts qui peuvent être des moyens d'action ainsi qu'avec les objets sur lesquels ces artefacts agissent. Pierre Rabardel décline les schèmes d'utilisation selon trois niveaux : les schèmes d'usage, les schèmes d'action instrumentée et les schèmes d'activité collective instrumentée.

- Les schèmes d'usage se rapportent aux « tâches secondes », c'est-à-dire qu'ils correspondent aux actions liées à la gestion des spécificités de l'artefact, à savoir ses caractéristiques et ses propriétés. Ainsi, un schème visant à tenir l'objet matériel « compas » de manière à ne pas modifier l'écartement relève de la catégorie des schèmes d'usage.
- Les schèmes d'action instrumentée sont relatifs aux « tâches premières » : ils visent les transformations effectuées sur l'objet de l'activité, avec l'artefact comme moyen d'action. Les schèmes d'usage sont donc des constituants des schèmes d'action instrumentée. Dans une activité ayant pour finalité de tracer un cercle de centre O et de rayon 3 cm, un schème d'action instrumentée relatif au compas peut se formuler de la manière suivante : « Marquer un point O sur une feuille ; prendre un écartement des branches du compas de 3 cm ; enfoncer la pointe du compas sur le point O ; faire tourner le compas autour de ce point. »
- Les schèmes d'activité collective instrumentée soulignent le caractère collectif dont peut relever une activité avec instrument. Ces schèmes sont relatifs aux situations dans lesquelles des sujets réalisent une activité collective en utilisant le même artefact ou des artefacts d'une même classe. Ils portent donc à la fois sur les spécificités de ce type d'activité et sur la coordination des actions individuelles.

Pierre Rabardel emploie également l'expression de « schèmes sociaux d'utilisation », avec le terme « sociaux » il met ainsi en avant leur dimension sociale. En effet, différents acteurs comme les utilisateurs et les concepteurs interviennent dans l'élaboration des schèmes d'utilisation, ce qui implique que ces schèmes soient transmis, transférés selon diverses modalités.

Selon Pierre Rabardel, la composante « artefact » et la composante « schème » de l'instrument sont « associées l'une à l'autre, mais elles sont également dans une relation d'indépendance relative » (1995a, p.95). Il explique qu'un même artefact peut être intégré dans divers schèmes d'utilisation qui lui assigneront des significations voire des fonctions différentes. De même, il indique qu'un schème d'utilisation peut s'appliquer à plusieurs artefacts de classes plus ou moins proches.

D'après la définition de Pierre Rabardel, l'instrument est caractérisé par ses deux composantes à savoir l'artefact et les schèmes d'utilisation, cependant, il est possible d'ajouter une troisième composante relative aux concepts sous-jacents. Dans cette perspective, nous sommes donc amenés à considérer, dans le cas du compas, le concept de cercle.

Le concept mathématique de cercle est caractérisé par une distance constante et un point fixe. Le cercle, en lui-même, peut être défini de différentes manières, en voici quelques-unes :

- La définition d'Euclide : « Le cercle est la figure plane comprise sous une seule ligne, telle que toutes les lignes droites tombant sur cette ligne d'un des points placés à l'intérieur de la figure sont égales entre elles. Ce point est appelé le centre du cercle. » (Stella Baruk, 1995, p194)
- « Un cercle est une ligne plane et fermée dont tous les points sont à égale distance d'un même point appelé centre. » (Stella Baruk, 1995, p188)
- « Un cercle est l'ensemble des points du plan équidistants d'un point fixé de ce plan : ce point est le centre du cercle, et cette distance son rayon. » (Stella Baruk, 1995, p189)

De manière générale, mathématiquement, le cercle est défini comme étant l'ensemble des points situés à égale distance d'un point donné.

Dans les manuels, le cercle est défini comme ceci : le cercle de centre O et de rayon R est l'ensemble des points situés à la distance R de O. Cette définition est proche de la définition générale citée au-dessus, elle en est une explicitation.

En 1985, Rabardel et Vérillon ont créé le modèle des Situations d'Activités Instrumentées (S.A.I.) qui précise la place de l'instrument au sein des situations d'activités avec instrument. Il s'agit d'un modèle triadique qui, comme son nom l'indique, possède trois pôles : le sujet, l'instrument et

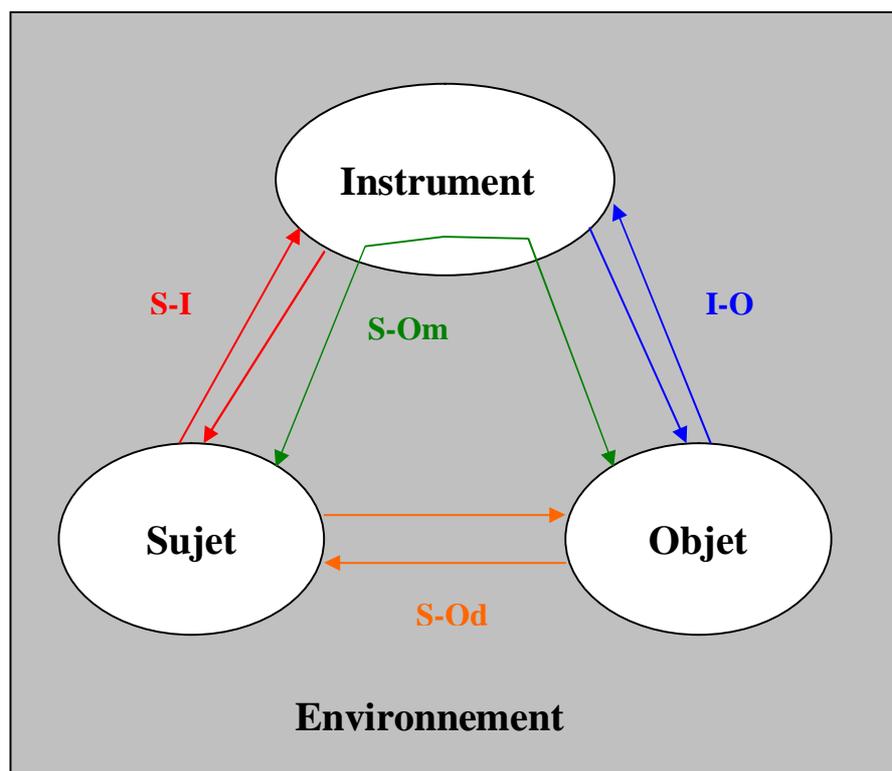
l'objet vers lequel l'action instrumentée est dirigée. Il met en évidence les différentes interactions existant entre les trois pôles :

- les interactions directes sujet-objet (S-Od)
- les interactions entre le sujet et l'instrument (S-I)
- les interactions entre l'instrument et l'objet (I-O)
- les interactions sujet-objet médiatisées par l'instrument (S-Om)

Dans le cas des interactions médiatisées par l'instrument, Pierre Rabardel propose de faire une distinction entre une médiation pragmatique et une médiation épistémique. La médiation pragmatique correspond à l'interaction qui part du sujet en direction de l'objet, l'instrument est alors un moyen d'action permettant une transformation de l'objet. Quant à la médiation épistémique, elle correspond à l'interaction qui part de l'objet en direction du sujet, l'instrument est alors un moyen permettant de connaître l'objet.

Pierre Rabardel ajoute que « cet ensemble est plongé dans un environnement constitué par l'ensemble des conditions dont le sujet doit tenir compte dans son activité finalisée » (1995a, p. 52).

Voici un schéma représentant le modèle S.A.I.



Modèle S.A.I. d'après Rabardel et Vérillon, 1985

Le modèle S.A.I. permet d'analyser les situations d'activités instrumentées.

La notion d'instrument étant définie, Pierre Rabardel aborde la notion de permanence d'un instrument. Il explique qu'un instrument peut soit être éphémère soit présenter un caractère plus permanent. Dans le premier cas, il est caractéristique d'une situation singulière et ne peut être associé à aucune autre. Dans le deuxième cas, il peut faire l'objet d'un réinvestissement, nécessitant son évolution ou non, dans d'autres situations. Cette notion de permanence conduit Pierre Rabardel à poser le problème de la genèse de l'instrument.

b) Les genèses instrumentales

Pierre Rabardel soutient l'idée que les utilisateurs participent à la conception des instruments. Il indique que deux processus émanant du sujet sont à l'origine de l'émergence et de l'évolution des instruments : le processus d'instrumentalisation et le processus d'instrumentation. C'est l'orientation de ces processus qui les distinguent, en effet, l'instrumentalisation est tournée vers l'artefact tandis que l'instrumentation est dirigée vers le sujet lui-même et plus précisément vers ses schèmes d'utilisations.

Processus d'instrumentalisation

D'après Pierre Rabardel, « l'instrumentalisation peut être définie comme un processus d'enrichissement des propriétés de l'artefact par le sujet » (1995a, p. 114). Il explique que, lors de ce processus, le sujet part des propriétés intrinsèques de l'artefact et leur attribue des fonctions, selon la situation et l'activité. Il distingue deux types d'instrumentalisation qu'il décline également en deux sous-ensembles.

- Le premier type d'instrumentalisation correspond à un enrichissement des propriétés de l'artefact, avec un apport de la part du sujet de propriétés extrinsèques nouvelles, sans transformation matérielle de l'artefact. Cette instrumentalisation peut se situer à deux niveaux. Le premier niveau concerne l'instrumentalisation momentanée, c'est-à-dire que la fonction attribuée à l'artefact est caractéristique d'une action singulière et des conditions de son déroulement. Le deuxième niveau concerne l'instrumentalisation durable ou permanente, dans ce cas, la fonction attribuée est conservée et instituée comme propriété de l'artefact liée à une classe de situations, d'activités ou encore d'objets de l'activité.

- Le deuxième type d'instrumentalisation implique une transformation matérielle de l'artefact. D'une part, cette transformation peut résulter de l'utilisation de l'artefact et donc figurer sous forme de traces. D'autre part, cette transformation a pu être anticipée : le sujet, dans ce cas, a volontairement modifié l'artefact afin de l'adapter à sa nouvelle fonction.

Pierre Rabardel rend compte de cette instrumentalisation en employant les expressions « fonctions constituantes » et « fonctions constituées ». Les fonctions constituantes correspondent aux fonctions

attribuées à l'artefact lors de sa conception tandis que celles qualifiées de constituées correspondent à celles élaborées lors de l'instrumentalisation.

Voici un exemple de processus d'instrumentalisation pour le compas. L'objet matériel « compas » peut se voir attribuer différentes fonctions : d'une part, en lien avec le concept de cercle, il peut être utilisé d'abord pour tracer des cercles quelconques, puis pour tracer des cercles de centre et de rayon donnés, et enfin pour tracer des arcs de cercle. D'autre part, son usage peut se rapporter à la notion de distance, il est alors utilisé pour reporter ou comparer des longueurs.

Processus d'instrumentation

Le processus d'instrumentation est dirigé vers le sujet lui-même et vise plus particulièrement ses schèmes d'utilisation :

La genèse des schèmes, l'assimilation de nouveaux artefacts aux schèmes [...], l'accommodation des schèmes [...], sont constitutifs de cette seconde dimension de la genèse instrumentale : les processus d'instrumentation (Rabardel, 1995a, p. 117).

En d'autres termes, lors du processus d'instrumentation, le sujet peut être amené à créer de nouveaux schèmes, à insérer de nouveaux artefacts dans les schèmes ou encore à modifier, adapter des schèmes relativement à des classes d'activités. Ainsi, Pierre Rabardel met en évidence que bien que des modes opératoires soient prédéfinis lors de la conception, les schèmes d'utilisation peuvent soit s'inscrire dans leur continuité soit être en rupture avec ceux-ci.

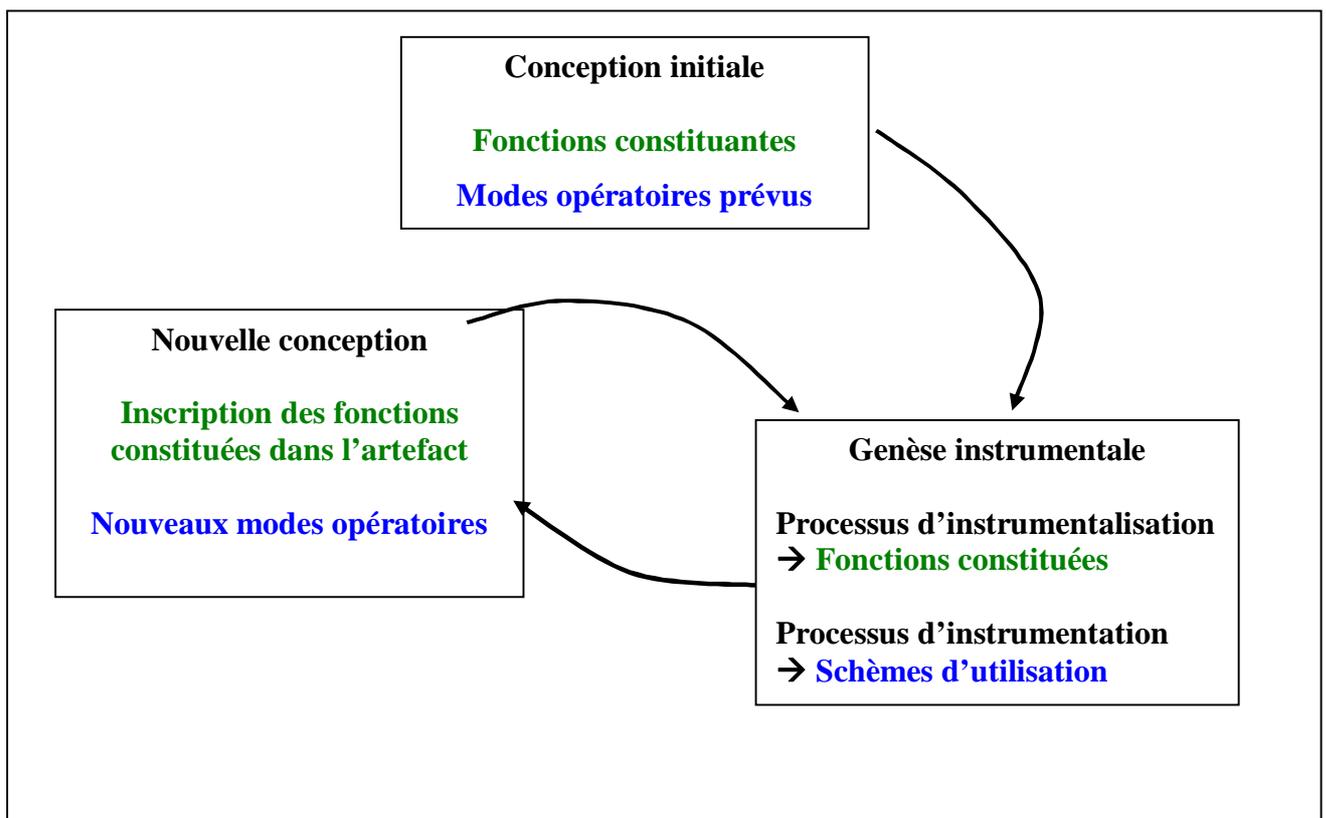
Afin d'explicitier le processus d'instrumentation, voici un exemple d'évolution des schèmes d'utilisation relatifs au compas, lors d'une activité ayant pour finalité de tracer un cercle de centre O et de rayon 5 cm.

Schème d'utilisation 1 : « Prendre une ouverture de compas de 5cm ; marquer un point O sur une feuille ; enfoncez la pointe sèche du compas sur le point O ; tenir le compas par la branche enfouie ; faire tourner la feuille autour de cette branche. »

Schème d'utilisation 2 : « Prendre une ouverture de compas de 5cm ; marquer un point O sur une feuille ; enfoncez la pointe sèche du compas sur le point O ; tenir le compas par le pivot (point articulant les deux branches) ; faire tourner le compas d'un demi-tour autour du point O dans la direction opposée à notre corps ; poser le compas sans modifier l'écartement ; faire tourner la feuille pour avoir le demi-cercle, déjà tracé, dirigé vers notre corps ; enfoncez de nouveau la pointe sèche du compas sur le point O ; faire tourner le compas autour du point de manière à terminer le cercle. »

Schème d'utilisation 3 : « Prendre une ouverture de compas de 5cm ; marquer un point O sur une feuille ; enfoncez la pointe sèche du compas sur le point O ; tenir le compas par le pivot, uniquement avec le pouce et l'index ; faire tourner le compas autour de ce point. »

Les processus d'instrumentalisation et d'instrumentation témoignent donc de la participation de l'utilisateur à la conception des instruments. De plus, les modifications apportées par les utilisateurs peuvent être prise en compte lors des conceptions futures et faire office de nouvelles fonctions et de nouveaux modes opératoires prédéfinis. Aussi, Pierre Rabardel propose d'inscrire ces processus dans le cycle global de conception d'un instrument. Le schéma ci-dessous permet de visualiser la position des processus au sein de la conception globale. De plus, Il faut ajouter que même s'ils appartiennent à deux cycles parallèles et d'autre part, de mettre en avant le fait qu'ils sont à la fois associés et appartiennent à deux cycles parallèles.



Inscription des processus de genèse instrumentale dans le cycle d'ensemble de la conception d'un instrument d'après Rabardel, 1995a, p. 132

Ce schéma met en évidence l'appartenance des processus à deux cycles parallèles : le processus d'instrumentalisation relève du cycle vert relatif aux fonctions de l'artefact et le processus d'instrumentation s'intègre au cycle bleu qui concerne les schèmes d'utilisation. D'après Rabardel, « ces deux cycles sont associés tout en étant dans un rapport d'indépendance relative » (1995a, p. 133). En effet, selon les situations, l'utilisateur peut mettre en œuvre un seul des deux processus ou les deux mais en accordant une place importante à l'un plutôt qu'à l'autre.

Après avoir défini la notion d'instrument et s'être intéressé à sa genèse, Pierre Rabardel évoque les effets de l'utilisation de l'instrument sur l'action du sujet.

c) Les effets de l'utilisation de l'instrument sur l'action du sujet

Pierre Rabardel soutient l'idée que les instruments ont un impact sur l'activité de l'utilisateur. Selon lui,

Les facteurs à la source de l'influence des instruments sur l'activité cognitive et la conceptualisation correspondent, d'une part, aux contraintes propres aux instruments, d'autre part, aux ressources qu'ils offrent pour l'action (1995b, p. 62).

A partir de ces deux facteurs, il développe deux notions : d'une part, la notion d'activité relativement requise qu'il associe aux contraintes propres aux instruments, d'autre part, la notion d'ouverture du champ des possibles qui correspond aux ressources offertes par l'instrument pour l'action.

L'activité relativement requise

La notion d'activité relativement requise repose sur l'idée selon laquelle durant une activité instrumentée, le sujet doit prendre en compte les contraintes liées à l'instrument. Pierre Rabardel distingue trois niveaux de contraintes.

- Premièrement, les contraintes liées aux propriétés de l'artefact, qu'il soit matériel ou symbolique. Il peut s'agir, pour le compas, d'une contrainte liée à la conservation de l'écartement des branches. En effet, si le compas ne possède pas de molette permettant de bloquer l'artefact dans une position donnée, alors il faut faire attention à ne pas modifier l'écartement des branches, lors de l'utilisation de l'artefact.
- Deuxièmement, les contraintes liées « à la spécificité de l'instrument finalisé par la production des transformations » (Rabardel, 1995b, p. 62). Il s'agit donc, ici, de tenir compte des fonctions constituantes de l'artefact c'est-à-dire des classes d'objets pour lesquelles il constitue un moyen d'action ainsi que les transformations qu'il permet. Par exemple, le compas permet d'effectuer des tracés de nature uniquement circulaire.
- Troisièmement, les contraintes concernant les modalités d'action anticipées par les concepteurs. Ces derniers, à la fois, conçoivent la structure et le fonctionnement de l'artefact et prévoient des modes opératoires. Tout ceci engendre « une pré-structuration de l'action de celui qui [...] utilise [l'instrument] » (Rabardel, 1995b, p. 62). Par exemple, lorsqu'un sujet décide de tracer un cercle en associant le compas à son activité, la mesure de longueur que peut prendre le rayon du cercle est limitée : elle ne peut être ni trop petite ni trop grande.

Ainsi, dans l'expression « activité relativement requise », le terme « requise » renvoie à toutes ces contraintes tandis que le terme « relativement » atténue leur impact. En effet, le mot « relativement » rappelle que les utilisateurs peuvent ne pas se soumettre à toutes ces contraintes en faisant évoluer l'instrument lors des processus de genèse instrumentale.

L'ouverture du champ des possibles

La notion d'ouverture du champ des possibles est ambivalente, elle comprend les possibilités d'action qu'offre l'instrument au sujet et les limites qu'il lui impose. En effet, d'une part, un instrument restreint les actions de l'utilisateur puisque les transformations que l'artefact permet de produire sont limitées. D'autre part, il rend possible de nouvelles formes d'actions : l'utilisateur en renouvelant les conditions de l'action peut réaliser, avec l'artefact comme moyen d'action, de nouvelles transformations ou encore faire subir les transformations initiales à de nouveaux objets. L'instrument est donc à l'origine « d'un élargissement aussi bien que d'une réduction des actions réalisables avec l'artefact » (Rabardel, 1995a, p. 140).

Le compas offre plusieurs possibilités d'action au sujet puisqu'il peut permettre de réaliser des tracés mais également de vérifier la relation d'égalité des mesures de longueurs de segments.

c. Hypothèse

A l'école élémentaire, les apprentissages relatifs au compas intègrent les trois composantes qui le forment, à savoir : l'artefact, les schèmes d'utilisation et le concept sous-jacent. Néanmoins, j'émet l'hypothèse que les trois composantes du compas ne sont pas explicitement mises en relation. En effet, lorsqu'un élève utilise le compas, certes, il fait appel à ses trois composantes, mais je pense qu'il le fait de manière plus ou moins inconsciente. De plus, à mon avis, ce manque de lien pourrait expliquer les difficultés que rencontrent certains élèves pour choisir l'artefact le plus approprié à une situation.

II. Présentation du corpus de données et de la méthodologie suivie

a. Présentation du corpus de données

Dans le cadre de ma recherche, j'ai constitué un corpus de données qui intègre d'une part, des programmes officiels et d'autre part, des manuels de mathématiques.

Ma problématique oriente explicitement ma recherche vers une étude de manuels, néanmoins, les manuels constituant une interprétation des programmes officiels, je vais, en premier lieu, m'intéresser à ceux-ci. J'ai choisi d'étudier les programmes officiels de l'école élémentaire de 1995, 2002 et 2008 qui correspondent à des réformes, ainsi qu'un document d'application des programmes de 2002 qui apporte des précisions sur les compétences attendues.

Les programmes officiels placent les apprentissages liés au compas au cycle 3 et préconisent leur introduction dès le CE2. J'estime que l'introduction d'une notion est un moment clé des

apprentissages, c'est pourquoi j'ai choisi de me concentrer sur le niveau CE2. J'ai donc sélectionné trois manuels de mathématiques destinés au niveau CE2 :

- *Maths +* des éditions SED, 2010
- *Maths tout terr@in* des éditions Bordas, 2009
- *Euro Maths* des éditions Hatier, 2010

Dans le cadre de mon analyse, je souhaite examiner l'influence de la relation qui lie le savoir aux auteurs de manuels, sur la conception de ceux-ci. Par conséquent, j'ai opté pour trois manuels relatifs aux programmes en vigueur, à savoir ceux de 2008, dont les auteurs entretiennent un rapport différent avec le savoir.

- *Maths +* a été élaboré sous la direction d'Alain Dausse, conseiller pédagogique, avec la collaboration de Céline Augé, Jean-Yves Perray et Jean-Michel Saux, trois professeurs des écoles. Ce manuel a donc été conçu par des personnes très proches du savoir enseigné.
- *Maths tout terr@in* a été conçu par Xavier Amouyal et Jacques Brun, deux enseignants, sous la direction d'Alfred Errera, maître ès sciences en enseignement des mathématiques. La conception de ce manuel est donc le fruit d'une collaboration entre une personne proche du savoir savant, Alfred Errera, et deux personnes entretenant une relation plus importante avec le savoir enseigné, Xavier Amouyal et Jacques Brun. Par ailleurs, la méthode de ce manuel a été expérimentée dans quatre classes à Lyon, ce qui le rapproche davantage du savoir enseigné.
- *Euro Maths* a été élaboré par Marie-Lise Peltier, Joël Briand et Bernadette Ngonu, trois maîtres de conférences, ainsi que Danielle Vergnes, professeur de mathématiques. Ce manuel a donc été conçu par des personnes entretenant un rapport fort avec le savoir savant.

b. Présentation de la méthodologie suivie

Pour les programmes officiels, mon analyse va porter sur l'évolution des indications relatives au compas, je vais donc réaliser une étude qualitative des textes. Je vais examiner les programmes à deux niveaux :

- premièrement, au niveau du texte donnant les orientations générales de l'enseignement des mathématiques au cycle des approfondissements ;
- deuxièmement, au niveau des compétences attendues à la fin du cycle.

Pour le document d'application des programmes de 2002, je vais relever les compétences et les commentaires qui apportent des précisions sur les apprentissages relatifs au compas, et les insérer à mon analyse des programmes.

Pour les manuels, je vais mener une étude à la fois quantitative et qualitative, en me basant sur plusieurs critères.

- Les critères quantitatifs :

- 1) le nombre de pages contenant des apprentissages, des exercices intégrant le compas ;
- 2) le nombre d'exercices intégrant, de manière explicite, implicite ou optionnelle, l'utilisation du compas.

- Les critères qualitatifs :

- 3) la position de l'apprentissage du compas dans la programmation annuelle ;
- 4) les fonctions attribuées au compas ;
- 5) la progression choisie pour les apprentissages relatifs au compas ;
- 6) l'inscription du compas dans les apprentissages mathématiques : soit le compas fait l'objet d'un chapitre à part entière, soit il est intégré dans d'autres chapitres ;
- 7) le modèle d'apprentissage/enseignement choisi ;
- 8) la définition du compas donnée dans l'institutionnalisation.

Pour l'analyse, je vais procéder de la manière suivante : je vais considérer les critères, un à un, dans l'ordre où je les ai définis. Ainsi, mon analyse comportera huit paragraphes dans lesquels j'examinerai les trois manuels, selon chaque critère.

La combinaison des critères 1), 2), 3) et 6) permet de mettre en évidence la place qu'ont accordée les auteurs au compas, dans les apprentissages mathématiques.

Les critères 4) et 8) révèlent les attentes des auteurs au niveau de la notion de compas en termes de connaissances et de compétences.

Le critère 5) montre le choix des auteurs concernant la progression des apprentissages, il peut être rapproché du critère 4).

Le critère 7) indique la méthode d'apprentissage privilégiée par les auteurs, il est donc à mettre en lien avec le critère 8) qui porte sur l'institutionnalisation.

Le critère 8) me permet également de tester mon hypothèse au sujet de la mise en relation entre les trois composantes du compas.

III. Analyse et interprétation des données

a. Analyse des textes officiels et interprétation des données

Dans cette partie, je vais mener une étude portant sur l'évolution des indications relatives au compas, dans les programmes officiels.

Dans un premier temps, je vais examiner les programmes et le document d'application, au niveau du texte donnant les orientations générales de l'enseignement des mathématiques, au cycle des approfondissements, puis, j'analyserai ces mêmes textes, au niveau des compétences attendues à la fin du cycle. Dans un deuxième temps, j'interpréterai les résultats de mon analyse.

a) Analyse des textes officiels

Les programmes de 1995 :

Dans le domaine de la géométrie, l'élève complète ses connaissances sur les objets géométriques, s'exerce aux tracés et au maniement de différents outils. (MEN, 1995, p. 35).

Dans les programmes de 1995, les principaux objectifs d'apprentissage relatifs à chacun des domaines mathématiques sont présentés de manière succincte, dans un unique paragraphe.

Le passage surligné expose les principaux objectifs d'apprentissage visés, au cycle des approfondissements, dans le domaine de la géométrie. Ces objectifs sont d'ordre différent, d'une part, il s'agit d'acquérir des connaissances : « l'élève complète ses connaissances sur les objets géométriques » (MEN, 1995, p. 35) ; d'autre part, ils correspondent à l'acquisition de compétences « l'élève [...] s'exerce aux tracés et au maniement de différents outils » (MEN, 1995, p. 35). Les programmes de 1995 préconisent donc, de manière explicite, un entraînement à la réalisation de tracés avec outils et à la manipulation de ceux-ci. Cependant, ce paragraphe ne précise pas les outils dont il s'agit.

Les programmes de 2002 :

L'objectif principal est de permettre aux élèves d'améliorer leur "vision de l'espace" (repérage, orientation), de se familiariser avec quelques figures planes et quelques solides et de passer progressivement d'une géométrie où les objets et leurs propriétés sont contrôlés par la perception à une géométrie où ils le sont par explicitation de propriétés et recours à des instruments. Les activités du domaine géométrique ne visent pas des connaissances formelles (définitions), mais des connaissances fonctionnelles, utiles pour résoudre des problèmes dans l'espace ordinaire, dans celui de la feuille de papier ou sur l'écran d'ordinateur, en particulier des problèmes de comparaison, de reproduction, de construction, de description, de représentation d'objets géométriques ou de configurations spatiales (notamment, représentations planes de solides).

Les connaissances relatives à l'espace et à la géométrie concernent :

- le repérage de cases ou de points sur un quadrillage ;
- l'utilisation de plans et de cartes ;
- les relations et propriétés géométriques : alignement, perpendicularité, parallélisme, égalité de longueurs, symétrie axiale, milieu d'un segment ;

- l'utilisation d'instruments (règle, équerre, compas) et de techniques (pliage, calque, papier quadrillé) ;
 - les figures planes (en particulier : triangle et ses cas particuliers, carré, rectangle, losange, cercle) : reconnaissance, reproduction, construction, description, décomposition d'une figure en figures plus simples ;
 - les solides (en particulier : cube, parallélépipède rectangle) : reconnaissance, reproduction, construction, description, représentations planes (patrons) ;
 - l'agrandissement et la réduction de figures planes, en lien avec la proportionnalité.
- (MEN, 2002a, p. 83)

Les programmes de 2002 proposent, pour chaque domaine mathématique, un paragraphe détaillant les objectifs visés au cycle des approfondissements.

L'extrait ci-dessus correspond au paragraphe dédié au domaine de l'espace et de la géométrie. Il fournit deux types d'informations : premièrement, les orientations générales de l'enseignement des mathématiques dans le domaine de l'espace et de la géométrie, deuxièmement, les notions à étudier dans ce domaine.

Au niveau des orientations générales, le texte insiste sur le statut des connaissances à acquérir. En effet, il est mentionné que les connaissances visées doivent être fonctionnelles, c'est-à-dire qu'elles puissent être réinvesties et mises à profit dans la résolution de problèmes, et non formelles. Autrement dit, les apprentissages géométriques ne doivent pas se limiter à l'apprentissage de définitions. Les orientations générales donnent également des indications concernant les instruments, de manière plus ou moins explicite. D'une part, elles attribuent explicitement aux instruments une fonction de contrôle, de vérification. D'autre part, l'utilisation des instruments pour la réalisation de tracés n'est pas clairement stipulée, néanmoins, elle est implicitement incluse dans les « connaissances fonctionnelles, utiles pour résoudre des problèmes [...] de reproduction, de construction » (MEN, 2002a, p. 83).

Au niveau de la seconde partie de l'extrait, il apparaît clairement que l'utilisation des instruments constitue une notion à étudier. De plus, les instruments dont il est question sont précisés, il s'agit de la règle, de l'équerre et du compas ; nous retrouvons donc le compas. Toutefois, les finalités de l'utilisation de ces instruments ne sont pas mentionnées.

Le document d'application des programmes de 2002 :

Le document d'application reprend les notions évoquées dans le texte des programmes de 2002, cité au-dessus, en apportant des précisions.

Enfin, [les élèves] développent des compétences techniques liées au maniement d'instruments de dessin : règle et équerre (pour vérifier des alignements, tracer des droites perpendiculaires, des droites parallèles), compas (pour tracer des cercles ou des arcs de cercle, pour reporter des longueurs), gabarit (pour comparer ou reporter des angles), calque (MEN, 2002b, p. 30).

Cet extrait revient sur la notion relative à l'utilisation des instruments. Il en ressort que le terme « utilisation » renvoie à des compétences techniques. De plus, ce texte attribue explicitement plusieurs fonctions à chaque instrument. Ainsi, d'après ce texte, le compas doit être utilisé « pour tracer des cercles ou des arcs de cercle, pour reporter des longueurs » (MEN, 2002b, p. 30).

Les programmes de 2008 :

L'objectif principal de l'enseignement de la géométrie du CE2 au CM2 est de permettre aux élèves de passer progressivement d'une reconnaissance perceptive des objets à une étude fondée sur le recours aux instruments de tracé et de mesure.

Les relations et propriétés géométriques : alignement, perpendicularité, parallélisme, égalité de longueurs, symétrie axiale, milieu d'un segment.

L'utilisation d'instruments et de techniques : règle, équerre, compas, calque, papier quadrillé, papier pointé, pliage.

Les figures planes : le carré, le rectangle, le losange, le parallélogramme, le triangle et ses cas particuliers, le cercle :

- description, reproduction, construction ;

- vocabulaire spécifique relatif à ces figures : côté, sommet, angle, diagonale, axe de symétrie, centre, rayon, diamètre ;

- agrandissement et réduction de figures planes, en lien avec la proportionnalité.

Les solides usuels : cube, pavé droit, cylindre, prismes droits, pyramide.

- reconnaissance de ces solides et étude de quelques patrons ;

- vocabulaire spécifique relatif à ces solides : sommet, arête, face.

Les problèmes de reproduction ou de construction de configurations géométriques diverses mobilisent la connaissance des figures usuelles. Ils sont l'occasion d'utiliser à bon escient le vocabulaire spécifique et les démarches de mesurage et de tracé (MEN, 2008, pp. 70 et 71).

Les programmes de 2008 présentent, comme les programmes de 2002, les objectifs visés dans chaque domaine mathématique, dans des paragraphes distincts et assez détaillés.

L'extrait ci-dessus correspond au paragraphe portant sur le domaine de la géométrie. Il possède la même structure que dans les programmes de 2002, soit : d'une part, les orientations générales et d'autre part, les notions à étudier.

Au niveau des orientations générales, il est uniquement inscrit, dans une formulation très proche de celle des programmes de 2002, que les instruments doivent être utilisés pour contrôler la nature d'objets géométriques. Cependant, ce texte apporte une précision sur les instruments : il mentionne le type d'instrument dont il s'agit, à savoir de tracé et de mesure.

Au niveau des notions à étudier, l'utilisation des instruments apparaît clairement comme l'une d'entre elles. De plus, le texte propose une liste des instruments à considérer, parmi lesquels figure le compas. Le compas, comme tous les autres instruments, est uniquement cité, en effet, aucune information concernant les finalités de son utilisation n'est indiquée.

A présent, je vais analyser les programmes et le document d'application au niveau des compétences attendues à la fin du cycle.

Pour chacun de ces textes, j'ai relevé les compétences relatives au compas, puis je les ai reportées dans un tableau, en distinguant trois catégories :

- le terme « compas » est employé ;
- le compas est supposé être inclus dans l'hyperonyme « instruments » ;
- les termes « compas » et « instruments » sont absents mais l'utilisation du compas peut entrer en jeu dans la compétence indiquée.

Ces catégories permettent d'observer si les compétences relatives au compas sont indiquées de manière explicite ou implicite.

Les programmes de 1995 (MEN, 1995, p. 36):

Terme « compas » apparent	Terme « compas » supposé inclus dans mot « instruments »	Termes « compas » et « instruments » absents mais la compétence peut faire appel à l'utilisation du compas
- tracés géométriques à l'aide d'instruments (papier calque, règle, équerre, compas, gabarit pour les angles) en particulier tracé de parallèles et de perpendiculaires		<p>- à partir d'un travail sur des solides et des surfaces divers (reproduction, description, représentation, construction), notions de : face, sommet, arête</p> <p>- actions sur des figures planes : mise au point de techniques de reproduction, construction et transformation (symétrie axiale, agrandissement, réduction)</p>

Pour les programmes de 1995, j'ai pu relever :

- une compétence où le compas apparaît clairement ;
- deux compétences où son utilisation est implicite.

Premièrement, les programmes de 1995 indiquent, de manière explicite, que le compas doit être utilisé pour réaliser des tracés. En revanche, la nature de ces tracés n'est pas mentionnée.

Deuxièmement, bien que les termes « compas » et « instruments » n'apparaissent pas, la possibilité d'utiliser le compas est implicitement présente dans deux compétences liées à la reproduction et à la construction de figures planes et de solides.

Les programmes de 2002 (MEN, 2002a, pp.85 et 86) :

Terme « compas » apparent	Terme « compas » supposé inclus dans mot « instruments »	Termes « compas » et « instruments » absents mais la compétence peut faire appel à l'utilisation du compas
- vérifier, à l'aide des instruments : l'alignement de points (règle), l'égalité des longueurs de segments (compas ou instrument de mesure), la perpendicularité et le parallélisme entre droites (règle et équerre)	- reconnaître de manière perceptive une figure plane (en particulier dans une configuration plus complexe), en donner le nom, vérifier son existence en ayant recours aux propriétés et aux instruments - percevoir un solide, en donner le nom, vérifier certaines propriétés relatives aux faces ou arêtes d'un solide à l'aide des instruments	- effectuer les tracés correspondants - tracer une figure (sur papier uni, quadrillé ou pointé), soit à partir d'un modèle, soit à partir d'une description, d'un programme de construction ou d'un dessin à main levée - réaliser, dans des cas simples, des agrandissements ou des réductions de figures planes - contrôler si une figure est un agrandissement ou une réduction d'une autre figure

Pour les programmes de 2002, j'ai pu relever :

- une compétence où le compas apparaît clairement ;
- deux compétences où je peux supposer qu'il est inclus dans le terme « instruments » ;
- quatre compétences où son utilisation est implicite.

D'abord, les programmes de 2002 stipulent clairement que le compas doit être utilisé pour vérifier l'égalité des longueurs de segments.

Ensuite, ils lui attribuent à nouveau une fonction de vérification mais, cette fois-ci, de manière moins explicite. En effet, lorsque les textes préconisent un recours aux instruments pour contrôler la nature ou les propriétés d'une figure plane ou d'un solide, nous pouvons supposer que le compas en fait partie.

Enfin, bien que les termes « compas » et « instruments » n'apparaissent pas, nous pouvons penser que le compas intervient dans des compétences portant sur la réalisation de tracé, sur des constructions ou encore sur des reproductions.

Le document d'application des programmes de 2002 (MEN, 2002b, pp. 31 et 33):

Le document d'application donne des précisions sur les compétences relatives au compas et accompagne ses indications de commentaires.

Le compas apparaît dans deux items :

- relations et propriétés : alignement, perpendicularité, parallélisme, égalité de longueurs, symétrie axiale

- figures planes : triangle, triangle rectangle, triangle isocèle, triangle équilatéral ou régulier, carré, rectangle, losange, cercle

Pour chaque item, j'ai regroupé, dans un tableau, les compétences et les commentaires concernant le compas.

Relations et propriétés : alignement, perpendicularité, parallélisme, égalité de longueurs, symétrie axiale	
Compétences	Commentaires
<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier, à l'aide du compas ou d'un instrument de mesure, que des segments ont la même longueur. - Tracer, avec un compas et une règle, un segment de même longueur qu'un segment donné. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le compas doit être un instrument privilégié pour comparer ou reporter des longueurs, chaque fois qu'un mesurage n'est pas indispensable.

Figures planes : triangle, triangle rectangle, triangle isocèle, triangle équilatéral ou régulier, carré, rectangle, losange, cercle	
Compétences	Commentaires
	<ul style="list-style-type: none"> - Selon le problème posé, on peut préciser l'emploi d'instruments de dessin précis ou demander aux élèves de choisir l'instrument le mieux adapté : papier calque, papier quadrillé ou pointé, règle, équerre, compas, gabarit (notamment pour les angles). - La construction d'un triangle à l'aide du compas, à partir de la donnée des longueurs des trois côtés, n'est pas une compétence exigible à la fin du cycle 3. Cependant, un premier travail peut être conduit avec les

	<p>élèves à ce sujet, par exemple en proposant les problèmes suivants : placer rapidement le plus possible de points situés à une distance donnée d'un point donné, chercher à localiser des points dont les distances respectives à deux points donnés sont connues.</p> <p>- 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.</p>
--	--

Au niveau de l'item « relations et propriétés », le document d'application préconise explicitement l'utilisation du compas pour effectuer des tâches de comparaison ou de report de longueurs. Sur ce point, il reprend et complète les indications des programmes de 2002. En effet, d'une part, il répète que le compas doit permettre de vérifier l'égalité des longueurs de segments, et d'autre part, il ajoute que le compas doit être utilisé pour reporter des longueurs.

Au niveau de l'item « figures planes », le document d'application apporte des commentaires à propos de trois apprentissages intégrant le compas. Dans un premier temps, il évoque la possibilité d'imposer ou non l'usage d'un instrument aux élèves, lors de la résolution de problèmes. Dans le cas où aucun instrument n'est imposé ou suggéré, les élèves doivent choisir l'instrument qui leur semble le plus approprié. Dans un deuxième temps, le document souligne que « La construction d'un triangle à l'aide du compas, à partir de la donnée des longueurs des trois côtés, n'est pas une compétence exigible à la fin du cycle 3. » (MEN, 2002b, p. 33). Néanmoins, il nous soumet des exemples de problèmes permettant d'amorcer cet apprentissage. Dans un troisième temps, les commentaires portent sur la construction de cercles, ils mettent en évidence que les élèves doivent être capables de construire un cercle à partir de différentes données de départ : « 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 » (MEN, 2002b, p. 33).

Les programmes de 2008 (MEN, 2008, pp. 117 et 118):

Terme « compas » apparent	Terme « compas » supposé inclus dans mot « instruments »	Termes « compas » et « instruments » absents mais la compétence peut faire appel à l'utilisation du compas
- construire un cercle avec un compas	- vérifier la nature d'une figure en ayant recours aux instruments	- reproduire des figures (sur papier uni, quadrillé ou pointé), à partir d'un modèle

<ul style="list-style-type: none"> - vérifier la nature d'une figure plane simple en utilisant la règle graduée, l'équerre, le compas - reporter des longueurs à l'aide du compas 	<ul style="list-style-type: none"> - reproduire un triangle à l'aide d'instruments 	<ul style="list-style-type: none"> - tracer une figure simple à partir d'un programme de construction ou en suivant des consignes - tracer une figure (sur papier uni, quadrillé ou pointé), à partir d'un programme de construction ou d'un dessin à main levée (avec des indications relatives aux propriétés et aux dimensions)
---	---	--

Pour les programmes de 2008, j'ai pu relever :

- trois compétences où le compas apparaît clairement ;
- deux compétences où je peux supposer qu'il est inclus dans le terme « instruments » ;
- trois compétences où son utilisation est implicite.

D'abord, les programmes de 2008 indiquent explicitement que le compas doit être utilisé pour construire un cercle, pour vérifier la nature d'une figure plane simple et pour reporter des longueurs.

Ensuite, ils préconisent un recours aux instruments pour vérifier la nature d'une figure ainsi que pour reproduire un triangle. Comme pour les programmes de 2002, nous pouvons supposer que le compas figure parmi ces instruments.

Enfin, bien que les termes « compas » et « instruments » soient absents, l'utilisation du compas s'inscrit implicitement dans des compétences concernant la reproduction et le tracé de figures.

b) Interprétation des données

Dans un premier temps, je vais réaliser une comparaison entre les programmes de 1995, ceux de 2002 et ceux de 2008.

Dans un deuxième temps, je caractériserai l'évolution des indications relatives au compas, dans les programmes.

Comme pour l'analyse, je vais comparer les programmes à deux niveaux :

- premièrement, au niveau de leurs orientations générales concernant le domaine de la géométrie ;
- deuxièmement, au niveau des compétences exigées à la fin du cycle.

Au niveau des orientations générales relatives au domaine de la géométrie, je me suis basée sur trois points de comparaison.

D'abord, je me suis intéressée à la structure des textes et aux détails qu'ils apportent. Sur ce point, il apparaît très nettement que les programmes de 1995 se distinguent de ceux de 2002 et ceux de 2008, ces derniers, en revanche, présentent beaucoup de similitudes. Les programmes de 1995 exposent, en une phrase de deux lignes, les trois principaux objectifs visés, alors que les programmes de 2002 et ceux de 2008 d'une part, comportent un paragraphe présentant les principaux objectifs et d'autre part, exposent une liste des notions à étudier, avec plus ou moins de précisions. Bien qu'ils soient assez proches, il est également possible de comparer les programmes de 2002 et ceux de 2008. Les programmes de 2002 proposent un paragraphe plus dense, en ce qui concerne les principaux objectifs ; en revanche, les programmes de 2008 sont plus précis au niveau des notions à étudier, en effet, contrairement aux textes de 2002, ils indiquent le vocabulaire spécifique à acquérir. Par ailleurs, le document d'application des programmes de 2002 éclairent davantage les textes, en apportant beaucoup de précisions. Pour ce premier point, il apparaît donc que les programmes de 2002 et de 2008 sont beaucoup plus détaillés que ceux de 1995.

Ensuite, le deuxième point que j'ai considéré concerne les types de connaissances visées. Si les programmes de 1995 et de 2002 se positionnent assez clairement sur ce point, les programmes de 2008 n'en réfèrent pas. Les textes de 1995 préconisent l'acquisition d'une part, de connaissances formelles « l'élève complète ses connaissances sur les objets géométriques » (MEN, 1995, p. 35) et d'autre part, de compétences plutôt techniques « l'élève [...] s'exerce aux tracés et au maniement de différents outils » (MEN, 1995, p. 35). Les programmes de 2002 visent également ces compétences techniques, en effet, dans le document d'application, nous pouvons noter « [les élèves] développent des compétences techniques liées au maniement d'instruments de dessin » (MEN, 2002b, p. 30). En revanche, concernant les connaissances formelles, les textes de 2002 émettent un point de vue différent, en effet, ils signalent explicitement que les élèves doivent acquérir des connaissances fonctionnelles et non formelles. Autrement dit, ils n'attendent pas des élèves qu'ils sachent « réciter » des définitions mais, au contraire, qu'ils soient capables de réinvestir des connaissances en vue de résoudre des problèmes. En résumé, les programmes de 1995 et de 2002 avaient des attentes précises concernant le type de connaissances à faire acquérir aux élèves, à l'opposé, les programmes de 2008 n'en font pas état. Cependant nous pouvons supposer que ces derniers s'inscrivent dans la continuité des programmes de 2002 et visent donc des connaissances fonctionnelles.

Enfin, le troisième point que je vais aborder porte uniquement sur les principaux objectifs évoqués par les textes. Je pense que, même si les formulations diffèrent, certains objectifs cités par

les programmes peuvent être mis en relation. Afin de mettre en évidence ces liens, j'ai reporté, dans le tableau qui suit, les objectifs mentionnés par les différents programmes.

Programmes de 1995 (MEN, 1995, p. 35)	Programmes de 2002 (MEN, 2002a, p. 83)	Document d'application des programmes de 2002 (MEN, 2002b, p. 30)	Programmes de 2008 (MEN, 2008, p. 70)
« l'élève complète ses connaissances sur les objets géométriques »	« permettre aux élèves de se familiariser avec quelques figures planes et quelques solides »		« passer progressivement [...] à une étude [des objets] »
« [l'élève] s'exerce aux tracés »	« résoudre des problèmes [...] de reproduction, de construction »		« recours aux instruments de tracé »
« [l'élève] s'exerce [...] au maniement de différents outils »	« recours à des instruments »	« maniement d'instruments de dessin »	« recours aux instruments de tracé et de mesure »
	« passer progressivement d'une géométrie où les objets et leurs propriétés sont contrôlés par la perception à une géométrie où ils le sont par explicitation de propriétés et recours à des instruments »		« permettre aux élèves de passer progressivement d'une reconnaissance perceptive des objets à une étude fondée sur le recours aux instruments de tracé et de mesure »

Au niveau de la première ligne, il apparaît qu'un travail sur les objets géométriques est un objectif commun aux trois programmes. Néanmoins, seuls les programmes de 2002 précisent les types d'objets géométriques dont il s'agit, à savoir des figures planes et des solides. Par ailleurs, le vocabulaire employé par les programmes suscite des interprétations différentes concernant le travail attendu. En effet :

- Les programmes de 1995 utilisent le terme de « connaissances », nous pouvons donc supposer qu'il est attendu des élèves, qu'ils connaissent les propriétés des objets géométriques et qu'ils puissent les définir. Cela renvoie l'image d'un travail formel.
- Les programmes de 2002 utilisent le verbe « se familiariser », nous pouvons donc supposer qu'il est attendu des élèves, qu'ils reconnaissent les objets géométriques. Cela renvoie l'image d'un travail basé sur de la manipulation.
- Les programmes de 2008 utilisent le terme « étude », nous pouvons donc supposer qu'il est attendu des élèves, qu'ils examinent les objets géométriques en vue de déterminer leurs propriétés. Cela renvoie l'image d'un travail de réflexion et d'analyse prenant appui sur des manipulations.

Au niveau de la deuxième ligne, il apparaît que les trois programmes s'accordent à inscrire des activités de tracés dans les apprentissages de la géométrie. Cependant, ces activités renvoient des connotations différentes, ces dernières étant dues aux termes employés. En effet :

- Les programmes de 1995 utilisent le verbe « s'exercer » ; nous pouvons donc supposer qu'il est attendu que les activités de tracé prennent la forme d'un entraînement plutôt ritualisé et que ces activités aient pour seule finalité d'effectuer des tracés.
- Les programmes de 2002 utilisent l'expression « résoudre des problèmes de construction » ; cela renvoie l'image d'activités plus complexes, pour lesquelles réaliser un tracé n'est qu'une tâche secondaire, permettant de résoudre un problème.
- Les programmes de 2008 utilisent le terme « recours » ; nous pouvons donc penser que la réalisation de tracé ne constitue pas la finalité de l'activité, mais qu'elle est un moyen d'atteindre celle-ci.

Au niveau de la troisième ligne, il apparaît que l'utilisation d'instruments correspond à un objectif d'apprentissage commun aux trois programmes. Néanmoins leurs orientations diffèrent.

- Les programmes de 1995 préconisent un entraînement à la tenue et à l'utilisation d'« outils ». L'emploi de ce terme, plutôt que celui d'instrument, révèle que seul l'artefact est pris en compte. Nous pouvons donc supposer qu'il est attendu que les élèves effectuent des exercices pour lesquels l'objet de l'activité est l'artefact.
- Les programmes de 2002 et ceux de 2008 utilisent le mot « recours », cela laisse penser que les instruments sont uniquement considérés comme des moyens d'action, et qu'il n'est pas attendu qu'ils soient considérés comme l'objet de l'activité. Pour les programmes de 2002, le document d'application vient contredire cette vision puisqu'il mentionne que les élèves doivent être capables de manier des instruments.

Au niveau de la quatrième ligne, il apparaît que les programmes de 2002 et de 2008 possèdent un objectif supplémentaire concernant le domaine de la géométrie. En effet, dans des formulations extrêmement proches, ils préconisent un contrôle des objets géométriques basé sur les propriétés et l'utilisation d'instruments.

A présent, je vais comparer ces textes officiels au niveau des compétences exigées à la fin du cycle ; je vais uniquement m'intéresser aux compétences relevant explicitement du compas.

- Les programmes de 1995 mentionnent explicitement que le compas doit être utilisé pour effectuer des tracés géométriques.

- Les programmes de 2002 indiquent clairement que le compas doit être utilisé pour vérifier l'égalité des longueurs de segments. Le document d'application des programmes de 2002, considéré dans son intégralité, associe deux autres compétences au compas, à savoir : le report de longueurs et le tracé de cercles ou d'arcs de cercles.
- Les programmes de 2008 précisent, de manière explicite, que le compas doit être utilisé pour construire des cercles, pour vérifier la nature d'une figure plane et pour reporter des longueurs. Plusieurs points ressortent de ces observations. Premièrement, les programmes de 1995 n'attribuent au compas qu'une fonction de tracé, les tracés dont il est question n'étant pas stipulés. Deuxièmement, les programmes de 2002 mettent l'accent sur une nouvelle fonction du compas à savoir : la comparaison des longueurs de segments. Troisièmement, les programmes de 2008 reprennent toutes les fonctions attribuées, jusque-là, au compas. Néanmoins, la fonction de comparaison des longueurs qui a été mise en relief dans les programmes de 2002, n'est pas clairement mentionnée. Cependant, elle apparaît, de manière implicite, dans la compétence relative à la vérification de la nature des figures.

A présent, je vais caractériser l'évolution des indications relatives au compas, dans les programmes.

D'abord, au fil des années, les textes se sont densifiés afin d'apporter davantage de précisions. En effet, entre 1995 et 2008, les indications relatives au compas ont, d'une part, augmenté et sont, d'autre part, devenues de plus en plus explicites et précises.

Ensuite, au niveau des connaissances visées, nous sommes passés de connaissances formelles à des connaissances fonctionnelles. Ce passage marque une évolution dans les orientations générales de l'enseignement, en effet, il s'agit de donner davantage de sens aux apprentissages. Par ailleurs, le compas est passé du statut « d'artefact » à celui d'instrument : en 1995, les programmes préconisaient d'exercer les élèves « aux tracés et au maniement de différents outils » (MEN, 1995, p. 35) c'est-à-dire que les élèves devaient s'entraîner à effectuer des tracés avec des artefacts, alors que, depuis 2002, les programmes utilisent l'expression « recours aux instruments », autrement dit, le compas est alors employé comme un moyen d'action dans une activité finalisée, ce qui marque son passage d'artefact à celui d'instrument.

Enfin, au fil des programmes le compas s'est vu attribuer de nouvelles fonctions qui sont devenues des fonctions constitutives de celui-ci. Ainsi, le compas peut être utilisé pour tracer des cercles ou des arcs de cercles, pour reporter ou comparer des longueurs de segments. Ces fonctions sont reprises dans les programmes sous la forme de compétences.

b. Analyse des manuels et interprétation des données

Dans cette partie, je vais analyser les manuels en me basant sur les huit critères précédemment définis, puis j'interpréterai les données ainsi recueillies.

a) Analyse des manuels

Dans un premier temps, je vais mener une étude quantitative des manuels, à l'aide de deux critères. Dans un deuxième temps, j'examinerai ces mêmes manuels, d'un point de vue qualitatif, selon six critères.

Etude quantitative

Manuels Critères	<i>Euro Maths</i>	<i>Maths tout terr@in</i>	<i>Maths +</i>
Le nombre de pages contenant des apprentissages, des exercices intégrant le compas.	12	5	10
Le nombre d'exercices intégrant l'utilisation du compas.	19	12	16
Le nombre d'exercices intégrant l'utilisation du compas de manière explicite.	1	4	3
Le nombre d'exercices intégrant l'utilisation du compas de manière implicite.	17	8	12
Le nombre d'exercices intégrant l'utilisation du compas de manière optionnelle.	1	0	1

Critère 1): Le nombre de pages contenant des apprentissages, des exercices intégrant le compas.

Que ce soit à travers des apprentissages centrés sur le compas ou dans des exercices l'incluant, le compas est présent dans :

- ❖ 12 pages sur 169, pour le manuel *Euro Maths*, soit environ 7,1% des pages ;
- ❖ 5 pages sur 152, pour le manuel *Maths tout terr@in*, soit environ 3,3% des pages ;
- ❖ 10 pages sur 167, pour le manuel *Maths +*, soit environ 6% des pages.

Il ressort, donc, que c'est le manuel *Euro Maths* qui possède le plus grand nombre de pages intégrant le compas et que c'est le manuel *Maths tout terr@in* qui en comporte le moins. De plus, si les résultats sont assez proches pour les manuels *Euro Maths* et *Maths +*, ceux du manuel *Maths tout terr@in* se distinguent davantage. En effet, les manuels *Euro Maths* et *Maths +* comportent environ deux fois plus de pages incluant le compas que le manuel *Maths tout terr@in*. Cet écart est à mettre en relation avec le choix des auteurs, concernant la position de l'apprentissage du compas dans la programmation annuelle (critère 3).

Critère 2): Le nombre d'exercices intégrant, de manière explicite, implicite ou optionnelle, l'utilisation du compas.

Lors du recueil de données, j'ai défini les conditions dans lesquelles je considérai que le compas était intégré de manière explicite, implicite ou optionnelle.

Ainsi, premièrement, j'ai considéré que le compas était intégré de manière explicite, quand l'exercice imposait son utilisation, textuellement ou à travers des illustrations.

Deuxièmement, j'ai estimé qu'il était intégré de manière implicite, dans les cas suivants :

- son utilisation n'était pas suggérée, mais elle était nécessaire à la réalisation de l'exercice ;
- son utilisation n'était pas suggérée, mais l'exercice figurait dans une page centrée sur son apprentissage.

Troisièmement, j'ai considéré que le compas était intégré de manière optionnelle, dans les cas suivants :

- l'utilisation d'aucun instrument n'était suggérée dans la consigne et plusieurs instruments pouvaient permettre de réaliser l'exercice ;
- la consigne proposait plusieurs instruments permettant d'effectuer l'exercice dont le compas.

- ❖ Dans le manuel *Euro Maths*, sur 19 exercices intégrant l'utilisation du compas : un seul l'intègre de manière explicite, 17 l'intègrent implicitement et un seul l'intègre optionnellement.

- ❖ Dans le manuel *Maths tout terr@in*, sur 12 exercices intégrant l'utilisation du compas : 4 l'intègrent de manière explicite et 8 l'intègrent implicitement.
- ❖ Dans le manuel *Maths +*, sur 16 exercices intégrant l'utilisation du compas : 3 l'intègrent de manière explicite, 12 l'intègrent implicitement et un seul l'intègre optionnellement.

Il apparaît clairement que, dans ces trois manuels, la plupart des exercices intègrent implicitement l'utilisation du compas. Afin de mieux comprendre ce résultat, j'ai décidé d'observer l'ordre dans lequel ces exercices sont proposés. Il s'avère que les auteurs de ces trois manuels ont fait le choix suivant : d'abord, pour le ou les premiers exercices incluant l'utilisation du compas, les auteurs imposent explicitement son utilisation, ensuite, pour les exercices suivants, l'utilisation du compas est implicite. Néanmoins, les exercices intégrant implicitement l'utilisation du compas proposent les mêmes types de tâches que les premiers exercices.

Les résultats, pour ce deuxième critère, restent en adéquation avec ceux du premier. En effet, d'une part, le manuel *Euro Maths*, qui possède le plus grand nombre de pages incluant des apprentissages relatifs au compas, comporte aussi le plus grand nombre d'exercices intégrant le compas. D'autre part, *Maths tout terr@in*, qui est le manuel possédant le moins de pages intégrant le compas, est également le manuel qui compte le moins d'exercices l'incluant. Toutefois, bien que le manuel *Maths +* possède deux fois plus de pages, intégrant le compas, que le manuel *Maths tout terr@in*, il compte seulement quatre exercices de plus que ce dernier. Il s'avère, donc, que pour cinq pages, le manuel *Maths tout terr@in* propose un nombre d'exercices plutôt conséquent.

Etude qualitative

Critère 3) : la position de l'apprentissage du compas dans la programmation annuelle

Dans le manuel *Euro Maths*, les apprentissages relatifs au compas se situent dans la deuxième partie de la période 1. Ils apparaissent dans le 12^{ème} et le 14^{ème} chapitre sur 82. Le douzième chapitre appartient au domaine « Espace et géométrie », il est intitulé « Cercles » et correspond au 3^{ème} chapitre de ce domaine. Quant au quatorzième chapitre, il appartient au domaine « Grandeurs et mesures », il est intitulé « Comparer des longueurs » et correspond au premier chapitre de ce domaine. Le fait que le compas soit introduit en début d'année permet de s'exercer à son utilisation un nombre de fois plus important, notamment dans les chapitres suivants.

Dans le manuel *Maths tout terr@in*, les apprentissages relatifs au compas sont programmés à la moitié de la période 5. Ils apparaissent dans le 89^{ème} et le 90^{ème} chapitre sur 98. Ces deux chapitres correspondent respectivement au 13^{ème} et 14^{ème} chapitre du domaine « Géométrie », le 89^{ème} s'intitule « Le compas » et le 90^{ème} a pour titre « Le cercle ». Ici, le compas est introduit en fin d'année ce qui réduit considérablement la possibilité de retravailler son utilisation dans les chapitres suivants.

Dans le manuel *Maths +*, les apprentissages relatifs au compas se situent dans la première partie de la période 4. Ils apparaissent dans le 42^{ème} chapitre sur 62. Celui-ci s'intitule « Le cercle » et correspond au 6^{ème} chapitre du domaine « Géométrie ». Ce manuel laisse, donc, une période et demie pour réinvestir l'utilisation du compas dans des problèmes divers.

Les auteurs de ces trois manuels ont, donc, opté pour des choix différents, en ce qui concerne la position de l'apprentissage du compas dans la programmation annuelle. Ces choix ont une incidence directe sur le nombre de pages contenant des apprentissages intégrant le compas, mais également sur le nombre d'exercices incluant le compas.

Voici un tableau récapitulant les résultats pour les trois premiers critères.

Manuels Critères	<i>Euro Maths</i>	<i>Maths tout terr@in</i>	<i>Maths +</i>
Le nombre de pages contenant des apprentissages, des exercices intégrant le compas.	12	5	10
Le nombre d'exercices intégrant l'utilisation du compas.	19	12	16
La position de l'apprentissage du compas dans la programmation annuelle.	deuxième partie de la période 1	moitié de la période 5	première partie de la période 4

Il apparait clairement que plus l'apprentissage du compas est programmé tôt dans l'année, plus le nombre de pages et d'exercices intégrant son utilisation est élevé. Par ailleurs, lorsque le compas est introduit tôt dans l'année, l'élève peut être amené d'une part, à mobiliser les compétences relatives à son utilisation un nombre de fois plus important et d'autre part, à les réinvestir dans des situations différentes ; tout ceci favorise la maîtrise de l'instrument.

Critère 4) : les fonctions attribuées au compas

Le compas peut être employé comme moyen d'action, dans des activités ayant des finalités différentes. En effet, il peut notamment servir à : tracer des cercles ou des arcs de cercle, reporter ou comparer des longueurs. Pour ce critère, il s'agira, donc, de déterminer les fonctions qui sont attribuées au compas, dans les trois manuels.

Dans le manuel *Euro Maths*, les fonctions attribuées au compas apparaissent explicitement dans les objectifs des chapitres.

Dans le chapitre « Cercles », nous pouvons relever parmi les objectifs « construire des cercles avec un compas » (voir annexe 1). Dans cette double page, le compas est utilisé pour tracer des cercles mais également des arcs de cercle, même si ce point n'est pas précisé dans les objectifs.

Dans le chapitre « Comparer des longueurs », un des objectifs visés est d' « Utiliser [...] un compas pour comparer ou reporter des longueurs » (voir annexe 3). Dans cette page, bien que le report de longueurs soit annoncé comme un objectif, il n'apparaît pas dans les activités. En effet, les activités proposées font intervenir le compas pour tracer un cercle et comparer des longueurs. Par ailleurs, le titre du chapitre est évocateur, sur ce point, puisqu'il est inscrit « Comparer des longueurs » ; même dans l'intitulé, le report de longueur est absent.

En résumé, dans le manuel *Euro Maths*, les élèves sont amenés à utiliser le compas pour tracer des cercles et des arcs de cercles, et pour comparer des longueurs. Cependant, ces trois fonctions ne sont pas toutes utilisées à la même fréquence. En effet, dans ce manuel, sur 19 exercices intégrant le compas, ce dernier est utilisé pour tracer des cercles dans 13, pour tracer des arcs de cercles dans 4 et pour comparer des longueurs dans 2. Il ressort nettement une prédominance de la fonction associée au tracé de cercle.

Dans le manuel *Maths +*, deux fonctions constituantes du compas sont présentées, il s'agit du tracé de cercle et du report de longueurs. Cependant, cette dernière ne fait pas l'objet d'un apprentissage ou d'explications, elle n'apparaît qu'une seule fois et, de surcroît, de manière implicite. En effet, dans un exercice s'effectuant sur papier quadrillé, il est proposé aux élèves de compléter un losange en s'aidant soit des carreaux soit de leur compas. Or, il n'est mentionné nulle part, dans ce manuel, que le compas peut servir à reporter des longueurs. Par conséquent, nous pouvons, donc, considérer que ce manuel n'attribue véritablement qu'une seule fonction au compas à savoir tracer des cercles. Par ailleurs, le nombre d'exercices intégrant l'utilisation du compas pour tracer des cercles est de 15 sur 16. Ce manuel met, donc, clairement l'accent sur cette fonction du compas.

Le manuel *Maths tout terr@in* attribue, de manière très explicite, quatre fonctions au compas, à savoir :

- tracer des arcs de cercles ;
- tracer des cercles ;
- comparer des longueurs ;
- reporter des longueurs.

Ces trois dernières fonctions sont clairement stipulées dans les encadrés intitulés « Je comprends » des chapitres « Le compas » et « Le cercle ».

Dans le chapitre « Le compas », nous pouvons noter l'expression « un compas sert à...reporter une longueur...comparer une longueur » (voir annexe 4). Ces deux fonctions font, ensuite, l'objet d'exercices.

Dans le chapitre « Le cercle », il est inscrit « pour tracer un cercle avec un compas... » (voir annexe 5), une des fonctions du compas est donc, ici, clairement mise en évidence. Les élèves sont, ensuite, amenés à réaliser des exercices intégrant l'utilisation du compas, dans le but de tracer des cercles mais aussi des arcs de cercles.

Ce manuel présente donc quatre fonctions constituantes du compas. Cependant, si nous nous intéressons aux exercices proposés par le manuel, il s'avère que sur 12 exercices incluant le compas, ce dernier est utilisé pour tracer des cercles dans 6, pour tracer des arcs de cercles dans 3, sachant qu'un des exercices regroupe à la fois des tracés de cercles et d'arcs de cercles, pour reporter des longueurs dans 2 et pour comparer des longueurs dans 2. Il apparaît que le compas est principalement utilisé pour tracer des cercles.

Critère 5 : la progression choisie pour les apprentissages relatifs au compas

Ce cinquième critère découle directement du précédent. En effet, après avoir déterminé les fonctions que les manuels attribuent au compas, il s'agit, à présent, d'observer la manière dont elles sont articulées.

Pour le manuel *Euro Maths*, les auteurs ont opté pour la progression suivante :

- en premier lieu, ils abordent l'utilisation du compas dans le but de tracer des cercles et des arcs de cercles ;
- en second lieu, ils évoquent l'utilisation du compas pour comparer des longueurs.

Ces deux temps sont très rapprochés, puisqu'il s'agit des chapitres 12 et 14. Cet ordre, entre ces apprentissages, peut se justifier par le fait que l'activité de découverte du chapitre « Comparer des longueurs » intègre l'utilisation du compas pour tracer un cercle (voir annexe 3). De plus, dans

l'exercice 2, qui consiste à comparer des longueurs de segments le plus rapidement possible, afin de trouver ceux qui ont la même longueur, les segments sont disposés de façon à inciter les élèves à penser au concept de cercle et à recourir au compas (voir annexe 3). Les deux chapitres sont programmés pratiquement l'un à la suite de l'autre. Ainsi, les élèves peuvent plus facilement faire des liens.

Le manuel *Maths +* a pris le parti de n'attribuer qu'une seule fonction au compas, à savoir tracer des cercles. La progression entre les différents apprentissages relatifs au compas n'est donc pas visible, dans ce manuel. Néanmoins, il ressort que les auteurs ont fait le choix d'introduire le compas en lui associant la fonction de tracé de cercles. Ce choix est en accord avec les progressions proposées par les programmes de 2008. En effet, en ce qui concerne les compétences relatives au compas, les textes de 2008 n'inscrivent, pour le niveau CE2, que celle liée à la construction d'un cercle.

Pour le manuel *Maths tout terrain*, les auteurs ont établi la progression suivante :

- en premier lieu, dans le chapitre « Le compas », ils expliquent que le compas sert à reporter et à comparer des longueurs ;
- en second lieu, dans le chapitre « Le cercle », ils évoquent le tracé de cercles et d'arcs de cercles à l'aide du compas.

Ces deux chapitres sont consécutifs et se trouvent sur la même double page, il s'agit des chapitres 89 et 90. Les auteurs de ce manuel ont donc fait le choix inverse de ceux du manuel *Euro Maths*. Cet ordre peut se justifier, du point de vue du maniement de l'instrument, par le fait qu'il installe une progressivité dans le geste technique. En effet, au niveau du geste, tracer un cercle revient à prolonger le geste effectué pour le report de longueurs. Les deux chapitres se trouvant sur la même double page, l'élève a accès, en un regard, aux différentes fonctions du compas.

Critère 6 : *l'inscription du compas dans les apprentissages mathématiques : soit le compas fait l'objet d'un chapitre à part entière, soit il est intégré dans d'autres chapitres.*

Le manuel *Euro Maths* ne comporte aucun chapitre consacré au compas. En revanche, les compétences relatives au compas constituent des objectifs de chapitres. En effet, le compas figure dans un des objectifs du chapitre « Cercles » (voir annexes 1), ce dernier est formulé de la manière suivante : « construire des cercles avec un compas ». Le compas est également présent dans les objectifs du chapitre « Comparer des longueurs » (voir annexe 3), ainsi il est inscrit : « utiliser [...] un compas pour comparer ou reporter des longueurs ». Malgré le fait que le compas figure dans les

objectifs du chapitre « Cercles », comme dans ceux du chapitre « Comparer des longueurs », il n'est pas explicitement mentionné dans les activités et les exercices. Dans le chapitre « Cercles », le seul élément qui fait référence au compas est le dessin d'un personnage tenant un compas. Il n'y a aucune explication concernant le maniement du compas lors du tracé d'un cercle et les consignes ne contiennent pas le mot « compas ». Dans le chapitre « Comparer des longueurs », le compas n'est ni mentionné ni représenté. Dans les activités et les exercices, les questions et les consignes laissent l'élève choisir l'instrument qui lui semble le plus adapté, puis lui demandent de citer l'instrument choisi.

Le manuel *Maths tout terr@in* comporte un chapitre centré sur le compas, il est intitulé « Le compas » et l'objectif visé est d'« utiliser le compas pour reporter et comparer des longueurs » (voir annexe 4). Si ces fonctions du compas constituent un chapitre à part entière, sa fonction associée au tracé de cercles est inclus dans le chapitre « Le cercle » (voir annexe 5). Dans le chapitre « Le compas », un premier encadré intitulé « je comprends » explique, à l'aide de schémas, que le compas sert à reporter et à comparer des longueurs. Ce premier encadré est suivi d'un second intitulé « j'applique » qui est composé de quatre exercices. Deux exercices portent sur la comparaison de longueurs et les deux autres sur le report de longueurs. Dans trois des exercices, des indications (texte, dessin) concernant le maniement du compas sont données. Le chapitre « Le cercle » possède la même organisation que le chapitre « Le compas ». Le premier encadré explique point par point, à l'aide d'un texte et de schémas, la technique pour tracer un cercle avec un compas ; il donne également le vocabulaire permettant de décrire un cercle. Dans les exercices, le terme « compas » n'apparaît pas, cependant cette partie étant une mise en application de la première, l'utilisation du compas est implicitement imposée.

Le manuel *Maths +* ne comporte aucun chapitre centré sur le compas. La fonction du compas associée au tracé de cercles est introduite avec le chapitre « Le cercle » (voir annexes 6 et 7). La technique de tracé d'un cercle avec un compas n'est pas du tout expliquée et l'utilisation du compas n'apparaît pas dans les objectifs visés qui sont « Décrire un cercle. Reproduire un cercle. Construire un cercle. ». Ce chapitre est composé de deux parties : une première intitulée « recherche » contenant trois activités ainsi qu'une rubrique « coup de pouce » et une deuxième intitulée « entraînement » comptant quatre exercices. Dans la partie « recherche », les énoncés des activités ne mentionnent pas l'utilisation du compas. En revanche, la rubrique « coup de pouce » l'impose, en donnant pour seules indications « L'ouverture du compas doit être égale au rayon. », cette remarque est accompagnée d'un dessin montrant un enfant traçant un cercle avec un compas, et, dans l'activité suivante, la valeur de l'ouverture du compas. Dans la partie « entraînement », le

terme « compas » n'apparaît pas mais, au vu de la première partie, l'utilisation du compas est implicitement imposée.

Critère 7 : Le modèle d'apprentissage/enseignement choisi

Pour ce critère, je vais déterminer, pour chaque manuel, le modèle d'apprentissage/enseignement qui a été choisi.

Pour le manuel *Euro Maths*, d'abord, les auteurs précisent les objectifs du chapitre, il s'agit d'objectifs simples et assez précis. Ensuite, ils proposent une activité préparatoire, qui peut prendre la forme de jeux ou d'activités manipulatoires, durant laquelle l'élève soit consolide un apprentissage, soit en amorce un nouveau. Cette activité est suivie d'une partie « découverte », il s'agit d'une activité permettant d'introduire la notion à étudier. Elle est constituée de plusieurs questions qui font office d'étapes et guident l'élève. De plus, elle est construite de manière à minimiser les possibilités d'erreurs des élèves. Les connaissances à retenir sont inscrites dans une bulle et « prononcées » par un personnage récurrent du manuel. Enfin, les auteurs proposent des exercices d'entraînement.

Au vu de ces caractéristiques, je considère que les auteurs ont opté pour le modèle du behaviorisme.

Pour le manuel *Maths +*, d'abord les auteurs proposent une partie « recherche » constituée de petits problèmes, dont la résolution permet de découvrir et de comprendre la notion à étudier. Pour cette partie, les élèves peuvent utiliser les aides qui sont proposées, à droite de chaque problème, dans la rubrique « coup de pouce ». Ces aides guident la résolution du problème, en donnant les points clés. Par ailleurs, à chaque problème est associé un logo que les élèves retrouveront dans les exercices. Ensuite, toujours afin d'aider les élèves, les auteurs inscrivent, en bas de la page, le numéro du « savoir-faire » correspondant à la notion étudiée. Il s'agit d'une institutionnalisation qui se trouve à la fin du manuel. Enfin, les auteurs proposent une partie « entraînement » comportant plusieurs exercices. A chaque exercice est associé un logo qui permet à l'élève de savoir à quel problème de la partie « recherche » cela correspond.

Comme pour le manuel *Euro Maths*, je considère que les auteurs ont choisi le modèle du behaviorisme.

Pour le manuel *Maths tout terr@in*, d'abord, les auteurs proposent une partie « je comprends » qui correspond à une institutionnalisation, à la fois courte et précise, portant sur la notion du chapitre. Ensuite, la partie suivante est intitulée « J'applique » et, comme son nom

l'indique, il s'agit d'exercices d'application directe de l'encadré « Je comprends ». Enfin, pour certains chapitres seulement, une dernière partie permettant d'approfondir la notion est proposée. Cette structure est caractéristique du modèle transmissif. Je considère donc que les auteurs ont choisi ce modèle.

Critère 8 : La définition donnée du compas dans l'institutionnalisation

Le manuel *Euro Maths* ne propose pas vraiment d'institutionnalisation. D'abord, le compas est intégré au chapitre « Cercles ». Ensuite, dans ce chapitre, le manuel indique, sous la forme d'un objectif, que le compas peut servir à construire des cercles. Enfin, sur une illustration, nous pouvons voir le personnage du manuel tenant un compas. Dans le chapitre « Comparer des longueurs », la seule indication relative au compas qui apparaisse est sous la forme d'un objectif : « Utiliser [...] un compas pour comparer ou reporter des longueurs ».

En résumé, même si le manuel *Euro Maths* ne propose pas une définition structurée du compas, il présente l'artefact dans une illustration, il présente des fonctions constituantes de cet artefact, et il associe explicitement le compas au concept de cercle. Ainsi, une seule composante du compas n'est pas prise en compte : celle des schèmes d'utilisation.

Le manuel *Maths +* propose une institutionnalisation sur la notion de cercle, à la fin du manuel (voir annexe 8). Dans cette institutionnalisation, premièrement, le compas est explicitement associé au concept de cercle, notamment dans le passage « OA est un rayon du cercle. Il correspond à l'ouverture du compas qui a permis de tracer le cercle. ». Deuxièmement, l'artefact, même s'il n'est pas présenté ici, est illustré dans le chapitre « Le cercle ». Sur l'illustration, nous pouvons voir un petit garçon tracer un cercle à l'aide d'un compas. Troisièmement, une fonction constituante de cet artefact est présentée, à savoir tracer un cercle. Quatrièmement, un schème d'utilisation est proposé à travers l'exemple du tracé d'un cercle de rayon 2cm.

Le manuel *Maths +* présente donc, en une seule fois, les trois composantes du compas.

Le manuel *Maths tout terr@in* propose deux institutionnalisations : une dans le chapitre « Le compas » et une autre dans le chapitre « Le cercle ».

Dans le chapitre « Le compas », premièrement, l'artefact est présenté à travers les illustrations. Deuxièmement, deux fonctions constituantes du compas sont inscrites explicitement : « Un compas sert à reporter une longueur et à comparer une longueur ». Troisièmement, le manuel schématise, pour les deux fonctions, un schème d'utilisation. Il est même précisé une des contraintes liées à l'artefact à savoir : la conservation de l'écartement des branches. Quatrièmement, le compas est

clairement associé à la notion de distance, notamment avec la phrase de conclusion sur la comparaison, dans laquelle l'expression « plus court » qui renvoie à cette notion de distance, est écrite en gras.

Dans le chapitre « Le cercle », premièrement, le compas est explicitement associé au concept de cercle, notamment à travers le schéma. Deuxièmement, l'artefact est encore présent, toujours à travers la même illustration. Troisièmement, une nouvelle fonction est attribuée à cet artefact, à savoir tracer des cercles. Quatrièmement, un schème d'utilisation est donné pour tracer un cercle avec le compas. Il est sous une forme écrite, accompagnée de schémas.

Le manuel *Maths tout terrain* propose donc une définition du compas complète, puisqu'elle intègre ses trois composantes.

b) Interprétation des données

A présent, je vais interpréter les données recueillies lors de l'analyse.

Pour le manuel *Euro Maths*, au regard des critères 1), 2) et 3), il ressort que les apprentissages relatifs au compas sont introduits dès le début de l'année et réinvestis, tout au long de celle-ci, à travers des situations et des activités diverses. Les auteurs du manuel ont, donc, accordé une place importante au compas. Par ailleurs, la place que cet instrument occupe est de nature particulière. En effet, le compas n'apparaît pas comme une notion à part entière, dans le sens où aucun chapitre ne lui est consacré. Les auteurs ont fait le choix de l'enseigner, de manière plutôt implicite, en l'inscrivant dans les chapitres portant sur les concepts qui lui sont sous-jacents. Aussi, aucune définition structurée ne lui est dédiée. Tel qu'il est présenté, le compas apparaît donc davantage comme un outil d'apprentissage et moins comme un objet d'apprentissage. Cette notion outil-objet d'apprentissage renvoie au concept de Régine Douady.

De plus, au niveau des exercices l'intégrant, sur les treize exercices incluant son utilisation pour tracer des cercles, seul le premier suggère explicitement son emploi. Cela suppose qu'après un exercice de tracé de cercle, l'élève se représente l'association du compas au concept de cercle. Or, même si l'élève sait qu'il faut utiliser le compas pour tracer un cercle, cela ne signifie pas qu'il met en relation l'instrument « compas » avec le concept de cercle. Ici, seule la composante « artefact » est liée au concept de cercle ; la composante des schèmes d'utilisation n'a pas été prise en compte par les auteurs.

Au niveau des fonctions attribuées au compas, les auteurs ont fait le choix d'introduire, en premier lieu, celle qui concerne le tracé de cercles et d'arcs de cercles, puis, en second lieu, celle associée à la comparaison de longueurs. Lors des activités portant sur la comparaison de longueurs,

les élèves sont amenés à choisir eux-mêmes l'instrument approprié, sachant que la configuration de l'exercice incite à choisir le compas. Ainsi, ils se retrouvent en situation de réaliser une genèse instrumentale, puisqu'ils doivent faire évoluer leur utilisation du compas, en lui attribuant une nouvelle fonction et en modifiant leur schème d'utilisation. Les auteurs conduisent donc les élèves à entrer dans les processus d'instrumentation et d'instrumentalisation.

Pour le manuel *Maths +*, l'association des données recueillies pour les critères 1), 2) et 3) révèle que les apprentissages relatifs au compas sont introduits en première partie de la période 4 et sont remobilisés dans les trois chapitres de géométrie suivants. Au niveau de la programmation annuelle, les auteurs ont donc attribué au compas une place qui laisse une période et demie, soit un temps suffisant, pour mettre en œuvre des premières situations de réinvestissement. Par ailleurs, les apprentissages relatifs au compas ne font pas l'objet d'un chapitre à part entière. En effet, ils sont intégrés dans le chapitre portant sur le cercle. Ainsi, comme dans le manuel *Euro Maths*, il est étudié à travers un concept qui lui est sous-jacent. Bien que le compas apparaisse clairement dans ce chapitre, il ne figure pas explicitement dans les objectifs formulés en bas de page. En effet, dans les objectifs « reproduire un cercle » et « construire un cercle » (voir annexe 6), le recours au compas est seulement sous-entendu. Cela souligne davantage que l'objet d'apprentissage est le concept de cercle et non le compas. Toutefois, si nous nous référons au « savoir-faire » se rapportant à ce chapitre, à la fin du manuel (voir annexe 8), les auteurs définissent clairement le compas en considérant à la fois l'artefact, les schèmes d'utilisation et le concept sous-jacent. Cela montre que les auteurs considèrent le compas à la fois comme un objet et un outil d'apprentissage, le statut outil étant davantage présent.

Au niveau des fonctions attribuées au compas, les auteurs ont fait le choix de n'introduire que celle associée au tracé de cercles. Ainsi, dans tous les exercices l'intégrant, le compas sert à tracer des cercles. Par ailleurs, seuls les deux premiers problèmes l'incluant précisent explicitement son utilisation, dans la rubrique « coup de pouce ». Néanmoins, le système de logo, associant les exercices au problème correspondant, permet d'éviter de passer directement d'exercices où son utilisation est explicitée à des exercices où elle est implicite. Ceci permet aux élèves de construire et stabiliser la relation entre le compas et le concept de cercle.

En ce qui concerne l'activité des élèves, lors de la résolution des problèmes de la partie « recherche », elle est très guidée par la rubrique « coup de pouce », ce guidage étant une caractéristique du modèle d'apprentissage/enseignement choisi, à savoir le behaviorisme. Les indications données pourraient presque être associées à des prémices de schèmes d'utilisation. De plus, dans le « savoir-faire », un schème d'utilisation est présenté. Avec tout ceci, les élèves sont très peu amenés à entrer dans des processus de genèse instrumentale.

Pour le manuel *Maths tout terr@in*, l'observation des résultats pour les critères 1), 2) et 3) révèle que les apprentissages relatifs au compas sont programmés en fin d'année, et par conséquent, ne sont réinvestis qu'une seule fois, dans le dernier chapitre de géométrie. En ce qui concerne cette position dans la programmation annuelle, elle laisse penser que les auteurs ont pris le parti d'introduire le compas en fin de CE2, pour apporter des bases qui feront l'objet d'un réinvestissement dans le niveau supérieur. Par ailleurs, les auteurs ont accordé une place spécifique au compas. En effet, son apprentissage est concentré sur une double page, dans deux chapitres : un intitulé « Le compas » et l'autre « Le cercle ». Il apparaît donc clairement que les auteurs considèrent cet instrument comme un objet d'apprentissage à part entière, même s'il apparaît aussi comme un outil d'apprentissage, notamment dans le chapitre sur le cercle où il est intégré aux apprentissages d'un concept sous-jacent à lui.

Au niveau des fonctions attribuées au compas, les auteurs ont choisi d'en introduire quatre, à savoir : tracer des cercles, tracer des arcs de cercles, reporter des longueurs et comparer des longueurs. Ainsi, les élèves ont à leur disposition une base stable de fonctions constituantes de l'instrument.

En ce qui concerne la définition donnée du cercle, elle est très complète et met bien en relation les trois composantes de l'instrument. Dans le chapitre « Le compas », deux schèmes d'utilisation sont présentés sous une forme schématique : un pour le report de longueurs et l'autre pour la comparaison de longueurs. Dans le chapitre « Le cercle », un schème d'utilisation est également présenté pour le tracé de cercle, il est sous une forme écrite accompagnée d'illustrations. Tout ceci met en évidence le fait que les auteurs considèrent le compas comme un instrument, tel qu'il a été défini par Pierre Rabardel.

Par ailleurs, les auteurs de ce manuel ont opté pour un modèle d'apprentissage/enseignement transmissif. Par conséquent, en premier lieu, les explications sont données aux élèves, et en second lieu, les élèves effectuent des exercices d'application. Ce dispositif empêche les élèves d'entrer dans des processus de genèse instrumentale. En effet, les élèves se voient imposer : l'artefact, la fonction constituante à considérer ainsi que le schème d'utilisation.

Les auteurs de ces trois manuels ont réalisé des choix parfois proches mais parfois, aussi, très différents ; ces choix étant influencés par le rapport qu'ils entretiennent avec le savoir.

Les auteurs d'*Euro Maths*, qui entretiennent un rapport fort avec le savoir savant, ont considéré le compas davantage comme un outil d'apprentissage au service de l'étude de concepts qui constituent des savoirs savants. D'ailleurs, leurs attentes, en ce qui concerne le compas, sont uniquement des compétences, associées à des situations relevant de concepts socialement reconnus.

Aucune définition structurée du compas n'est donnée. De plus, ils ne prennent pas en considération la composante des schèmes d'utilisation, qui est une composante proche de l'utilisateur et donc de l'élève.

Les auteurs de *Maths +* qui sont proches du savoir enseigné, ont considéré le compas à la fois comme un outil et un objet d'apprentissage, le statut d'outil apparaissant plus nettement que celui d'objet. Leurs attentes, en ce qui concerne le compas, sont à la fois des connaissances et des compétences, elles sont récapitulées dans une sorte d'institutionnalisation, à travers le « savoir-faire ». Ils considèrent le compas comme un instrument, tel qu'il a été défini par Pierre Rabardel, et ils mettent en relation les différentes composantes.

Le manuel *Maths tout terr@in* est issu d'une collaboration, entre une personne proche du savoir savant et deux personnes proches du savoir enseigné, et il a été expérimenté dans plusieurs classes. Les auteurs ont considéré le compas à la fois comme un objet et un outil d'apprentissage, le statut d'objet étant fortement présent. Leurs attentes sont précises, il s'agit de connaissances et de compétences qui apparaissent dans une institutionnalisation. Ils donnent une définition claire du compas accompagnée de schémas. Les trois composantes du compas sont considérées et explicitement mise en relation.

Mon hypothèse est vérifiée pour le manuel *Euro Maths*, mais elle est invalidée pour les manuels *Maths +* et *Maths tout terr@in*.

Pour ma problématique, je peux avancer comme réponse que les auteurs de manuels envisagent différemment la manière d'intégrer le compas aux apprentissages mathématiques, notamment selon leur rapport au savoir. Néanmoins, il ressort, de ces trois manuels, que l'utilisation du compas pour tracer des cercles est beaucoup travaillée et mise en avant, au regard des autres fonctions constituantes du compas. De plus, cette fonction du compas est, dans les trois manuels, intégrée au chapitre portant sur le concept de cercle. Enfin, deux manuels sur trois prennent en compte les trois composantes de l'instrument « compas » et les mettent en relation.

Conclusion

Suite à des observations, durant une séance portant sur la notion de cercle et intégrant l'utilisation du compas, je me suis intéressée à l'apprentissage du compas. Je me suis posé des questions sur l'évolution des indications relatives au compas dans les programmes officiels et sur la manière dont les manuels intègrent le compas dans les apprentissages mathématiques.

Au vue de mon questionnement, afin de définir un cadre théorique pour ma recherche, j'ai étudié la théorie de la transposition didactique d'Yves Chevallard ainsi que la notion d'instrument défini par Pierre Rabardel. Après m'être imprégnée de ces théories et les avoir transposées pour ma recherche, j'ai émis l'hypothèse que, les trois composantes du compas ne sont pas explicitement mises en relation. Ensuite, j'ai constitué un corpus de données en choisissant des programmes et des manuels, puis j'ai défini une méthodologie de recueil de données basée sur une étude qualitative pour les programmes officiels et sur une étude à la fois quantitative et qualitative pour les manuels, en élaborant des critères.

Les résultats de l'analyse des programmes officiels révèlent une évolution des indications relatives au compas à trois niveaux. D'abord, les textes officiels se sont densifiés, en effet, j'ai pu constater une augmentation des indications relatives au compas, ces dernières sont également devenues de plus en plus précises. Ensuite, au niveau des connaissances visées, les orientations générales ont évolué. Ainsi, les attentes actuelles sont tournées vers des connaissances fonctionnelles. Enfin, le compas s'est vu attribuer de nouvelles fonctions.

L'analyse des manuels de CE2 m'a permis de tester mon hypothèse et d'avancer une réponse à ma problématique. Mon hypothèse s'est vérifiée pour un manuel, et elle a été invalidée par les deux autres. En ce qui concerne ma problématique, les résultats de mon analyse m'ont permis de mettre en évidence, certes, que la manière d'intégrer le compas aux apprentissages mathématiques est propre à chaque manuel, mais ils m'ont aussi permis de dégager des similitudes. D'abord, il est important de souligner que le rapport qui lie le savoir aux auteurs de manuels influence la conception de ceux-ci. Ensuite, il s'avère que, dans les trois manuels étudiés, la fonction du compas associée au tracé de cercle est intégrée dans les chapitres consacrés à la notion de cercle. Enfin, dans les trois manuels, l'utilisation du compas pour tracer des cercles fait l'objet de nombreux exercices et cette fonction du compas est mise en avant par rapport aux autres.

Au niveau de l'analyse des manuels, ma recherche présente des limites. En effet, il manque une analyse précise des activités proposées aux élèves, cette analyse pourrait, par ailleurs, prendre appui sur le modèle SAI créé par Rabardel et Vérillon. Cette recherche pourrait également faire l'objet d'une autre approche, en étudiant l'enseignement du compas grâce aux instruments virtuels, à travers les TICE.

Bibliographie

Ouvrages et articles :

Baruk Stella (1995). *Dictionnaire de mathématiques élémentaires*. Seuil.

Chevallard, Yves et Joshua, Marie-Alberte (1991). *La transposition didactique du savoir savant au savoir enseigné*. La Pensée sauvage, Grenoble

Rabardel Pierre (1995a). *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin Paris.

Rabardel Pierre (1995b). Qu'est-ce qu'un instrument ?, *Outils pour le calcul et le traçage de courbes*, CNDP - DIE - Mars 1995

Textes officiels :

MEN (1995). Programmes de l'école primaire. *Le B.O.* n°5, 9 mars 1995.

MEN (2002a). Horaires et programmes d'enseignement de l'école primaire. *Le B.O.* n°1, 14 février 2002.

MEN (2002b). *Documents d'application des programmes, Mathématiques, Cycle des approfondissements*, CNDP, Paris.

MEN (2008). *Qu'apprend-on à l'école élémentaire ?*, CNDP, 2010.

Manuels scolaires :

Maths +, CE2, SED, 2010

Maths tout terr@in CE2, Bordas, 2009

Euro Maths CE2, Hatier, 2010

CALCUL MENTAL. Le professeur affiche 3 ou 4 mots-nombres, les élèves écrivent des noms de nombres en utilisant ces mots.

Cercles

Fiche LP

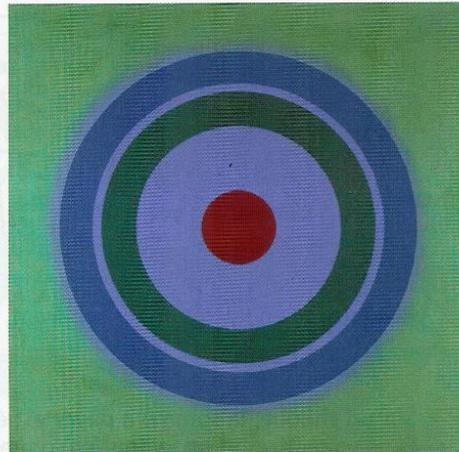
Objectifs : construire des cercles avec un compas. Connaître les éléments caractéristiques d'un cercle : centre, rayon, diamètre. Réactiver les savoirs liés au mesurage de segments.

ACTIVITÉ PRÉPARATOIRE : tracer des cercles en respectant des contraintes.

DÉCOUVERTE

De nombreux artistes ont utilisé des cercles dans leurs tableaux. Dans cette œuvre, le peintre Kenneth Noland a tracé des cercles qui ont tous le même centre et des rayons différents.

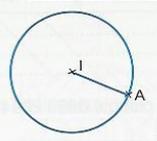
- À ton tour, réalise un tableau en traçant des cercles de même centre et de rayons différents.
- Quels nombres as-tu choisis pour les rayons ?



Mysteries : Excavate the Past, Kenneth Noland, 2001.

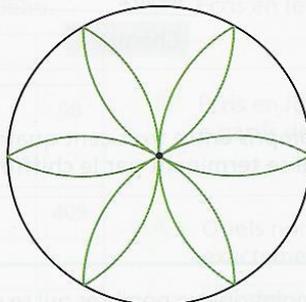


I est le centre du cercle.
Le segment [IA] est un rayon du cercle.
La longueur IA s'appelle aussi le rayon du cercle.

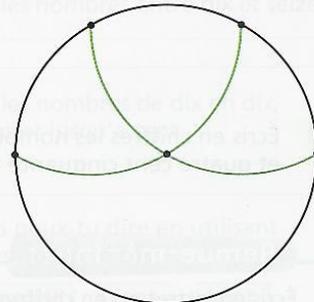


EXERCICES

- 1 Reproduis cette rosace. L'étape 1 te montre comment commencer.



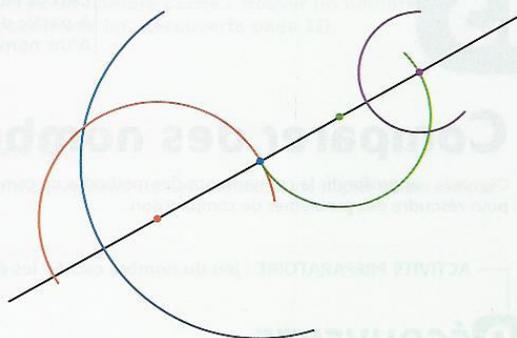
Rosace modèle



Étape 1

Annexe 2

- 2** Sur cette figure, des cercles ont été partiellement effacés, leurs centres sont encore visibles, trouve-les et reproduis la figure en restaurant les cercles.

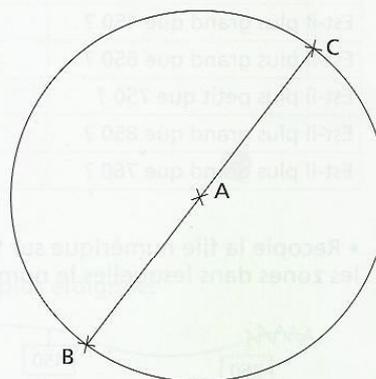


- 3** Place deux points A et B et trace le cercle de centre A qui passe par B. Combien mesure le rayon de ce cercle ?

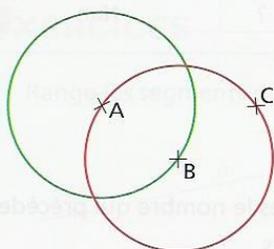
- 4** B et C sont deux points du cercle de centre A.
- Par quel point le segment [BC] passe-t-il ?
 - Quelle est la longueur du segment [BC] ?
 - Prévois, sans mesurer, la longueur du rayon de ce cercle. Vérifie avec ta règle graduée.



Le segment [BC] est un diamètre du cercle. Sa longueur est le double du rayon.



- 5** Observe cette figure. Dis si ces phrases sont vraies (V) ou fausses (F).



- Le cercle rouge a pour centre le point B, il passe par le point A et par le point C.
- A est le milieu du cercle vert.
- Le cercle vert et le cercle rouge ont le même rayon.
- Le segment [BC] est un rayon du cercle rouge.
- [AC] est un diamètre du cercle rouge.

- 6** Trace un cercle de centre I et de rayon 4 cm, puis un diamètre de ce cercle.

CALCUL MENTAL. Jeu du nombre caché : trouver un nombre en posant des questions (cf. découverte page 32).

Comparer des longueurs

Objectifs : envisager la distance entre deux points comme longueur d'un segment. Utiliser une bande de papier ou un compas pour comparer ou reporter des longueurs.

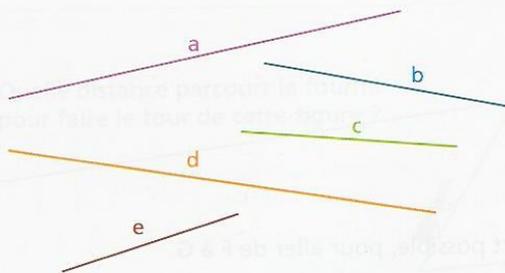
DÉCOUVERTE



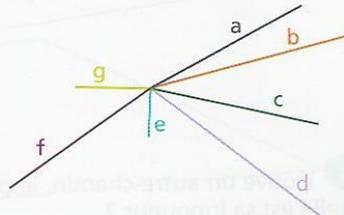
- 1 a. Quelle boule est la plus près du cochonnet ?
b. Range les boules de la plus proche du cochonnet à la plus éloignée.
- 2 Décalque les boules et le cochonnet.
a. Le joueur suivant gagne la partie. Dessine à main levée la zone où est arrivée sa boule.
b. Vérifie en traçant cette zone avec l'instrument de ton choix. Quel instrument as-tu choisi ?

EXERCICES

1 Range les segments du plus long au plus court.



2 Trouve le plus rapidement possible les segments qui ont la même longueur. Quel instrument as-tu utilisé ?



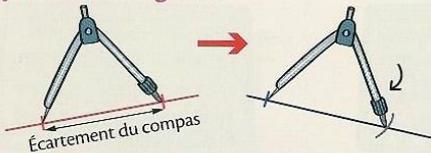
Le compas

► Objectif : Utiliser le compas pour reporter et comparer des longueurs.
 ► Calcul mental : Trouver le quotient exact de divisions du type $n : 2$, $n : 3$ ou $n : 4$ ($q < 10$).
 Ex. : $32 : 4$, $27 : 3$.

Je comprends

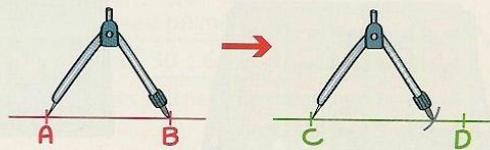
Un **compas** sert à...

• **reporter une longueur.**



Attention à ne pas modifier l'écartement du compas en le déplaçant.

• **comparer des longueurs.**



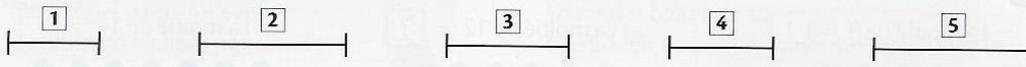
Le segment AB est **plus court** que le segment CD.

J'applique

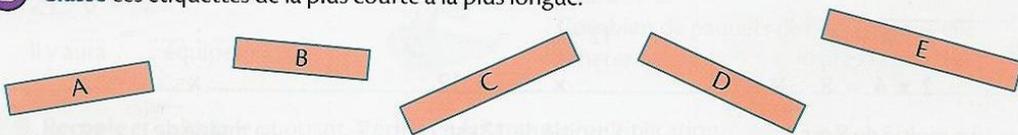
1 **Fixe** l'écartement de ton compas à la longueur du segment AB :



Puis **indique** : a) le segment qui a la même longueur que AB ;
 b) les segments qui sont plus courts.



2 **Classe** ces étiquettes de la plus courte à la plus longue.

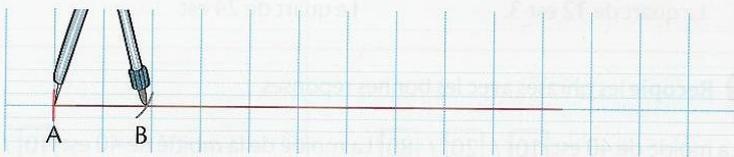
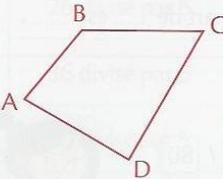


3 Sur ton cahier, **trace** un segment CD dont la longueur fait **4 fois** celle du segment AB.

Commence par tracer une ligne droite, puis utilise ton compas pour placer le point D.



4 a) Sur ton cahier, **trace** une ligne droite, puis **reporte** les longueurs des côtés du polygone ABCD en les plaçant bout à bout.



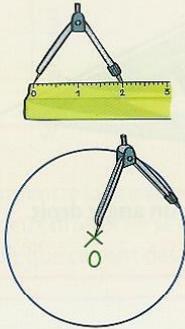
b) Sans faire de calcul, peux-tu dire quel est le **périmètre** de ABCD (en cm) ?

Le cercle

► Objectifs : Connaître le vocabulaire de base pour décrire un cercle. • Tracer un cercle de centre et de rayon donnés.
 ► Calcul mental : Résoudre des opérations faisant intervenir les nombres 0 et 1 à différentes places.
 Ex. : $4 - ? = 0$, $7 \times ? = 7$.

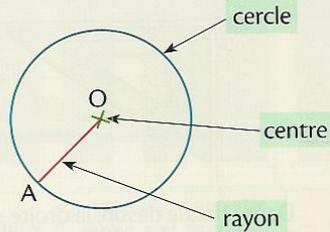
Je comprends

Pour tracer un cercle avec un compas...

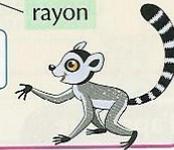


- On choisit un écartement des branches du compas : par exemple, 2 cm.
- On marque un point O sur une feuille et on enfonce la pointe du compas sur ce point. On fait tourner le compas autour de ce point.

Pour décrire un cercle...

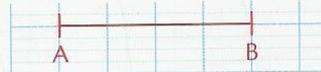


Voici le cercle de centre O et de rayon OA.



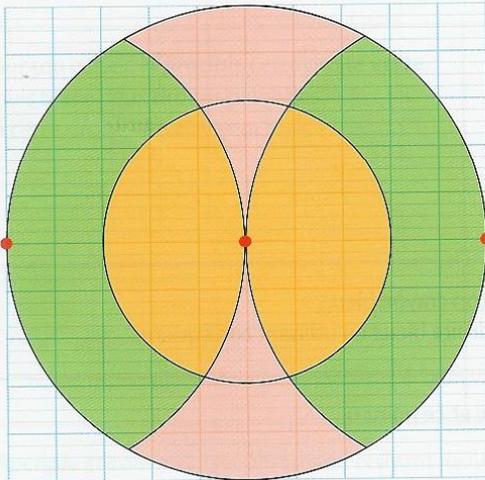
J'applique

- 1 Reproduis le segment AB sur ton cahier, puis trace un cercle de centre A et de rayon AB.

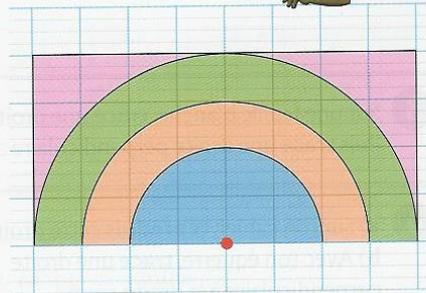


- 2 Sur ton cahier, trace : a) un cercle de centre C et de rayon 5 cm ;
 b) un cercle de centre O et de rayon 30 mm.

- 3 Reproduis ces figures puis colorie-les.



Les points rouges sont les centres des cercles ou des demi-cercles.



- 4 Construis la figure en suivant les consignes.
 a) Sur ton cahier, trace un carré ABCD de 6 carreaux de côté.
 b) Trace les segments AC et BD. Appelle O le point où se coupent les deux segments.
 c) Trace le cercle de centre O et de rayon OA.

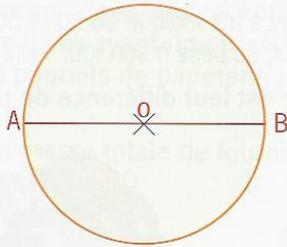
42

Le cercle

Géométrie

RECHERCHE

♣ Décris ce cercle.



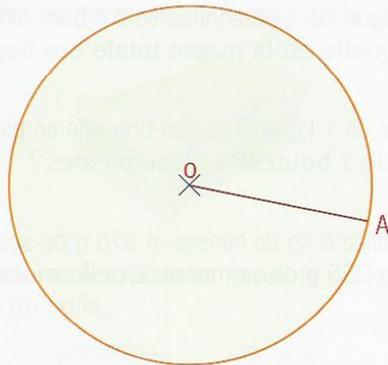
COUP DE POUCE

Indique :

- la lettre qui désigne son centre ;
- la longueur de son rayon et celle de son diamètre.

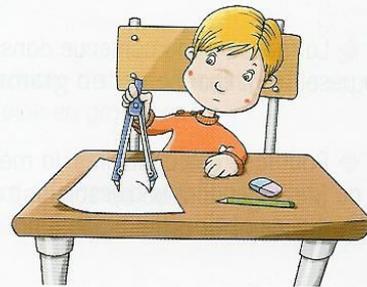
- OA est un rayon.
- AB est un diamètre.

♦ Reproduis le cercle suivant.



Mesure le rayon.

L'ouverture du compas doit être égale au rayon.



♥ 1) Marque un point O_1 . Trace un cercle C_1 de centre O_1 et de rayon 6 cm.

1) L'ouverture du compas doit être égale à 6 cm.

2) Le segment AB est un diamètre du cercle C_2 . Marque O_2 , milieu du segment AB. Trace le cercle de centre O_2 et de diamètre AB.

2) Mesure le segment AB, reproduis-le. Le centre O_2 doit être situé au milieu du segment AB.



CALCUL MENTAL

Multiplier par 2 un nombre à 3 chiffres

Observe : $147 \times 2 = (100 \times 2) + (40 \times 2) + (7 \times 2) = 200 + 80 + 14 = 294$ À ton tour : 126×2 ; 131×2 ; 314×2 ; 423×2 ; 445×2 ; 507×2 ; 604×2

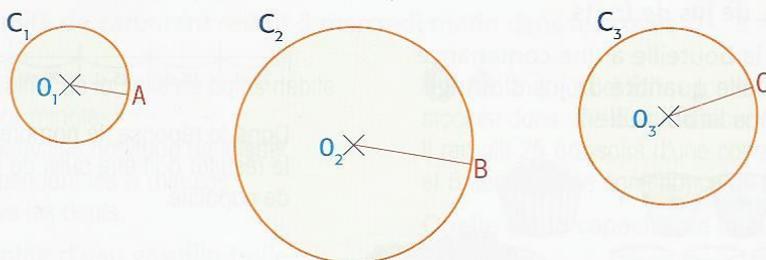
SAVOIR-FAIRE

137

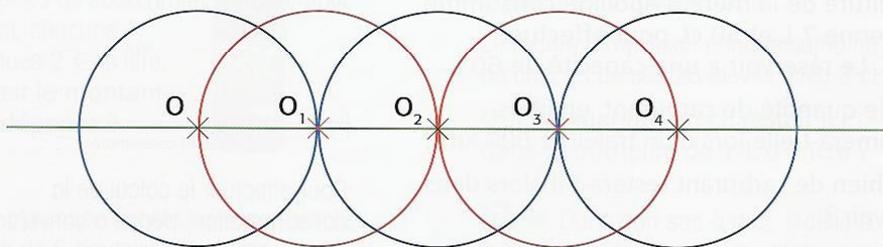
42

ENTRAÎNEMENT

- 1 ♣ Nomme puis décris chacun des cercles de la figure ci-dessous.



- 2 ♦ Reproduis la figure suivante.



- 3 ♥ Trace un cercle C_1 de centre O dont le rayon mesure 5 cm. Trace un segment OA de 8 cm. Trace un autre cercle C_2 de centre A et de même rayon que le cercle C_1 . Marque les points B et C qui sont communs aux 2 cercles.

- 4 ♠ a) Trace un carré ABCD dont le côté mesure 8 cm.
 b) Trace un cercle C_1 de centre A et de rayon 4 cm.
 c) Trace un cercle C_2 de centre B dont le diamètre mesure 10 cm.
 d) Trace un cercle C_3 de centre C et de rayon 4 cm.
 e) Trace un cercle C_4 de centre D dont le diamètre mesure 10 cm.
 f) Colorie en jaune les parties qui appartiennent à C_1 et à C_2 , en rouge les parties communes à C_2 et à C_3 , en bleu celles qui appartiennent à la fois à C_3 et à C_4 , puis en vert les parties qui font partie à la fois de C_4 et de C_1 .

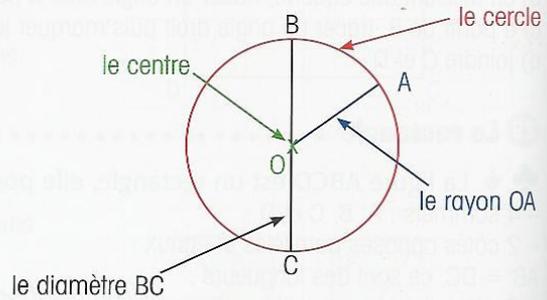
Géométrie

Annexe 8

42 Le cercle

♣ ♦ Le cercle est la ligne courbe rouge.

- O est le centre du cercle.
 - OA est un rayon du cercle.
- Il correspond à l'ouverture du compas qui a permis de tracer le cercle.
- BC est un diamètre. Il mesure le double du rayon.
- Tous les points situés sur le cercle se trouvent à égale distance du centre O.



♥ Pour tracer un cercle de 2 cm de rayon, il faut :

- marquer le centre O ;
- prendre une ouverture de compas de 2 cm et piquer la pointe sèche en O ;
- tracer le cercle avec le crayon du compas.

