

# LES TIC DANS LA FORMATION ET L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES À L'ÉCOLE PRIMAIRE

**Richard CABASSUT**

Formateur en mathématiques, IUFM d'Alsace  
Didirem, Paris 7  
richard.cabassut@alsace.iufm.fr

**Pascal RIMLINGER**

Professeur des écoles, Ecole du Ziegelwasser, Strasbourg

**Marc TRESTINI**

Chargé de mission TICE, IUFM d'Alsace  
LSEC, ULP Strasbourg 1  
marc.trestini@alsace.iufm.fr

**Résumé :** On rend compte de deux dispositifs d'enseignement impliquant les TIC<sup>1</sup> dans l'enseignement de la géométrie à l'école élémentaire : une formation continue à distance pour des professeurs d'école et une mise en oeuvre en classe de CM1 d'une séance sur le cercle. On propose l'éclairage de ces situations par un cadre théorique issu des sciences de l'éducation et de la communication avec une approche instrumentale. On formule ainsi des questions dont on conjecture des réponses.

**Mots-clés :** Formation à distance – FOAD - TICE - apprentissage collaboratif - enseignement des Mathématiques.

Décrivons le contexte institutionnel national de ces deux dispositifs d'enseignement. Présentons ensuite chacun des dispositifs : le contexte institutionnel local et le déroulement de ces dispositifs, illustrés de quelques exemples. Enfin proposons un cadre théorique pour questionner ces dispositifs.

---

## I – LE CONTEXTE INSTITUTIONNEL NATIONAL

---

### I – 1 Le (C2i)<sup>®</sup> niveau 2 « enseignant »

La rapide évolution des technologies de l'information et de la communication a engendré au cours des dernières années une progression notable des équipements et des applications informatiques disponibles dans la vie courante et dans la vie professionnelle. Toute personne est aujourd'hui concernée par l'usage désormais banalisé d'outils informatiques.

---

<sup>1</sup> Technologies de l'Information et de la Communication.

Dans ce contexte nouveau, les exigences relatives à la maîtrise des technologies de l'information et de la communication sont doubles et se concrétisent par la mise en place de deux niveaux d'acquisition de compétences.

Un (C2i)® niveau 1 d'exigence applicable à tous les étudiants et stagiaires de formation continue. Il vise à attester de la maîtrise d'un ensemble de compétences nécessaires à l'étudiant pour mener les activités qu'exige aujourd'hui un cursus d'enseignement supérieur.

Un (C2i)® niveau 2 fait l'objet d'exigences plus élevées et plus ciblées qui sont fonction des orientations professionnelles que prennent les étudiants. Actuellement deux orientations professionnelles sont à l'étude : il s'agit des métiers du droit et ceux de l'enseignement. Concernant ces derniers, les compétences spécifiques à l'exercice de ces métiers, dans le nouveau contexte pédagogique et éducatif, sont identifiées dans ce qu'il est convenu d'appeler le (C2i)® niveau 2 « enseignant ». Ces compétences devront permettre à toute personne engagée dans cette voie d'évoluer et de continuer à se former tout au long de sa carrière. Elles devront être acquises non seulement par les stagiaires IUFM entrant dans la profession mais aussi, progressivement, par les enseignants déjà titulaires dans le cadre de la formation continue.

« Ce niveau 2 vise à attester des compétences professionnelles communes et nécessaires à tous les enseignants pour l'exercice de leur métier dans ses dimensions pédagogique, éducative et citoyenne. Cet ensemble de compétences se déclinera dans les domaines suivants, à la fois pour des utilisations individuelles et pour des usages à mettre en œuvre avec les élèves ou les étudiants :

- les problématiques et les enjeux liés aux TIC en général et dans l'éducation en particulier ;
- les gestes pédagogiques liés aux TIC ;
- la recherche et l'utilisation de ressources ;
- le travail en équipe et en réseau ;
- les espaces numériques de travail ;
- l'évaluation et la validation des compétences TIC dans le cadre des référentiels inscrits dans les programmes d'enseignement » (Circulaire N°2004-46 du 2-3-2004).

Le (C2i)® niveau 2 « enseignant » sera mis en place à partir de la rentrée universitaire 2006 selon les modalités indiquées dans le cahier des charges ministériel après une phase expérimentale durant cette année universitaire 2004-2005 dans les IUFM<sup>2</sup> qui se sont portés volontaires.

L'expérimentation porte sur la définition des contenus de formation, d'évaluation et de validation dont les modalités sont choisies par les IUFM. Elle doit permettre de recenser et mutualiser les différents types d'activité mises en place ainsi que les modalités de formation et de validation et les difficultés rencontrées. Les IUFM expérimentateurs devront fournir un descriptif des dispositifs mis en œuvre (constitution et choix des groupes de stagiaires, tests d'évaluation, équipes de formateurs engagés, *etc.*). L'IUFM

---

<sup>2</sup> Institut Universitaire de Formation des Maîtres.

d'Alsace s'étant portée volontaire, c'est dans ce contexte expérimental que s'est inscrite cette formation.

## II – 2 Le B2i niveau 1 : Le brevet informatique et Internet des écoliers

Dans le but de soutenir et de valoriser les efforts éducatifs appliqués aux technologies de l'information dès l'école élémentaire, il est instauré un brevet informatique et Internet (B2i).

« L'objectif de ce brevet est de spécifier un ensemble de compétences significatives dans le domaine des technologies de l'information et de la communication et d'attester leur maîtrise par les élèves concernés. Le niveau 1 a pour objet de vérifier l'acquisition de compétences que les élèves peuvent maîtriser à l'issue de l'école primaire. Il concerne donc principalement la scolarité élémentaire» (*Ibid.*).

### I – 3 Les programmes de mathématiques

Les nouveaux programmes de mathématiques de l'école primaire mis en place progressivement à partir de 2002 évoquent dans les termes suivants les TIC.

**Document d'application :** « Mathématiques - Cycle des approfondissements.

Enseignement des mathématiques et technologies de l'information et de la communication »

- 1) Comme on l'a évoqué précédemment, les moyens modernes de calcul (calculatrices et, dans une moindre mesure, tableurs) doivent devenir d'usage courant pour les élèves. Outre l'allègement de la charge de travail qu'ils permettent pour traiter des données tirées de " vraies situations ", ils offrent l'occasion d'une approche plus expérimentale des mathématiques. D'autres produits, comme les logiciels de " géométrie dynamique ", favorisent également, pour la géométrie, une telle approche et permettent de varier les points de vue sur un même concept ;
- 2) Le monde Internet constitue une autre piste d'utilisation, en mathématiques comme dans d'autres disciplines, à travers la recherche de documentation (banque de problèmes, documents relatifs aux mathématiques ou à leur histoire, par exemple) ou les échanges entre classes (problèmes résolus en interaction, élaboration collective d'une documentation sur un thème donné, ...) ;
- 3) Des logiciels plus spécifiquement consacrés à l'entraînement de savoir faire peuvent également être utilisés, sous le contrôle de l'enseignant. Ils permettent de varier les exercices proposés et favorisent un travail en autonomie, tout du moins pour ceux qui sont bien conçus, dans la mesure où ils signalent à l'élève les erreurs rencontrées et l'orientent vers d'autres exercices qui lui permettront de progresser. Dans ce domaine, il convient d'être particulièrement vigilant sur la pertinence et la qualité des produits utilisés ;
- 4) Il faut enfin souligner, en marge de ces réflexions, le bénéfice qui peut être tiré de l'usage du rétroprojecteur pour faire travailler tous les élèves sur un même support (document, production d'un élève ou d'un groupe d'élève, explication de l'utilisation de certains instruments, ...) ou pour favoriser, en géométrie, la perception d'une figure présentée dans plusieurs positions ou encore pour résoudre des problèmes de déplacement de surfaces (réalisation de puzzles, par exemple). »

**Programmes de mathématiques** : « Cycle 3 : contenus, compétences, commentaires ».

1 Exploitation de données numériques

### **1.3 Organisation et représentation de données numériques**

Les situations de construction de diagrammes ou graphiques se limiteront à des cas simples ou utiliseront l'outil informatique (une première initiation au tableur peut être envisagée).

### **5 Géométrie**

Les logiciels de dessin assisté par ordinateur ou de géométrie dynamique pourront, en particulier, faire l'objet d'une première utilisation, mais elles ne remplacent pas les activités papier- crayon.

### **5.2 Relations : alignement, perpendicularité, parallélisme, égalité de longueurs, symétrie axiale**

L'utilisation de l'ordinateur (logiciels de dessin, imagiciels) permet d'enrichir le champ d'expériences des élèves.

Décrivons d'abord les deux dispositifs d'enseignement impliquant les TIC. Le premier dispositif concerne une Formation Organisée à Distance (FOAD) concernant des professeurs d'école titulaires, en charges de classes en cycle 2 ou 3.

---

## **II – FORMATION CONTINUE À DISTANCE À L'UTILISATION DES TICE DANS L'ENSEIGNEMENT DE LA GÉOMÉTRIE À L'ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE**

---

Rappelons le contexte local cadré par l'Inspection Académique du Bas-Rhin et par l'IUFM d'Alsace.

### **II – 1 Le contexte institutionnel local**

#### ***II – 1.1 Lettre de l'inspection académique pour la préparation de la formation continue***

« Les actions de formation que vous proposerez devront intégrer deux paramètres : la transversalité des apprentissages et les Tice dans les modalités de formation proposées [...] Je souhaiterais qu'en matière de modalités de formation vous utilisiez au mieux la formation à distance, les formations avec retour et la production de documents pédagogiques ».

#### ***II – 1.2 Cadrage proposé par l'IUFM***

Entre décembre 2004 et février 2005, dix stages de formation continue ont été proposés « à distance » par l'IUFM d'Alsace aux professeurs des écoles dans le cadre de la formation continue du Bas-Rhin. Parmi ces dix stages, deux d'entre eux seulement ont été annulé par manque de candidats inscrits. Pour chaque stage, douze enseignants du primaire pouvaient s'inscrire et se former au sein d'un environnement virtuel d'apprentissage.

Les formations à distance proposées par l'IUFM devaient intégrer plus précisément quatre modalités de travail différentes : un temps en présentiel qui permet à chacun de se rencontrer, de s'approprier les outils de formation à distance, d'entrer dans la problématique du stage (ici utiliser les TICE dans l'enseignement de l'espace et de la géométrie à l'école élémentaire) ou de dresser le bilan de la formation; un temps en formation synchrone (à distance), le plus souvent sous forme discussion en ligne en temps réel (« chat ») ; un temps en formation asynchrone (à distance), où chacun dépose librement sur la plate-forme le fruit de ses réflexions et vient récupérer les productions disponibles, et enfin, une expérimentation (à distance) dans l'école qui permet de mettre en œuvre l'objet de la formation. Elle offrait une grande flexibilité puisqu'elle se déroulait sur quatre mois pour une durée totale de 33h. Deux journées de travail en présentiel, de 6h chacune, précédaient un travail à distance évalué à 15h environ. Une journée de bilan de 6h conclut la formation. Cette organisation qui alterne deux modalités différentes de travail (présentiel/à distance) permet de travailler à la fois l'approche pédagogique et le contenu visé sans trop alourdir le temps en mode présentiel que nous savons non extensible.

12h	15 h sur une période de 4 mois	6h
présentiel	À distance	présentiel

Dans le cadre de l'UNERA (Université Numérique en Région Alsace) nous avons, à cet égard, pu bénéficier du soutien et du savoir-faire du département ULP-Multimédia de Strasbourg qui a mis à notre disposition, puis hébergé sur leur serveur, un environnement virtuel d'apprentissage (ou plate-forme de formation) fondé sur ce principe à savoir celui l'Apprentissage COLaboratif A Distance dont l'acronyme est ACOLAD.

L'environnement ACOLAD est basé sur une métaphore spatiale reproduisant un modèle d'enseignement universitaire structuré en plusieurs lieux (voir document 1) : un bureau personnel, un amphithéâtre accessible à tous, un séminaire accessible à 12 apprenants au maximum, composé de trois salons d'équipes de quatre apprenants chacune, un foyer, et une salle des professeurs, accessible uniquement aux enseignants.

Dans l'amphithéâtre, les stagiaires ont accès à un cours ainsi qu'à des ressources qui viennent l'enrichir : textes complémentaires (articles, références littéraires, *etc.*), simulations, dessins, schémas, photographies, vidéo, URL).

Dans le séminaire et l'espace de chaque équipe, divers outils d'aide à la collaboration sont proposés : agenda, espace de dépôt de documents (lesquels peuvent être discutés grâce à des forums qui lui sont attachés), courrier électronique, causerie *chat*. L'enregistrement des discussions synchrones est possible dans un espace appelé « causerie » situé dans le séminaire et dans l'espace de chaque équipe. Il permet en outre un retour sur les échanges qui ont eu lieu à des dates choisies.

La fonction de *chat* existe également dans le foyer mais elle assure cette fois, pour des raisons évidentes, la confidentialité des échanges synchrones en interdisant leurs enregistrements. Les différentes traces dans ACOLAD, composées de ces discussions synchrones et asynchrones, formeront une partie de notre corpus d'étude.

D'un point de vue pédagogique : « ACOLAD [...] privilégie les apprentissages en groupes. Par groupe on entend un ensemble institué d'apprenants et d'enseignant(s) en interaction. La plate-forme est l'environnement virtuel par lequel et dans lequel ces interactions se produisent. L'apprenant est placé dans un contexte d'apprentissage collaboratif, de soutien mutuel, de partage des méthodes de travail et d'observation entre

pairs. Pour que le groupe puisse avancer, l'apprenant est dans l'obligation de s'essayer à des méthodes de travail proposées par les autres, ou d'en proposer lui-même. Il est confronté aux représentations des autres et peut par ce biais faire évoluer les siennes. Il devient non seulement actif, il devient acteur de la formation »<sup>3</sup>.

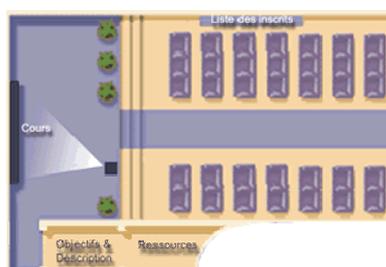
Il va sans dire qu'en faisant le choix d'ACOLAD nous inscrivons clairement notre formation dans des courants pédagogiques de type socioconstructivistes (Doise & Mugny, 1997) : « Ils nous incitent à ne plus penser les processus pédagogiques uniquement dans les relations qu'entretiennent apprenants et enseignants mais à considérer le groupe d'apprentissage comme un concept particulièrement fécond pour la formation à distance » (Faerber, 2003).

### Document 1 : métaphore spatiale de la plate-forme collaborative acolad

Bureau personnel :



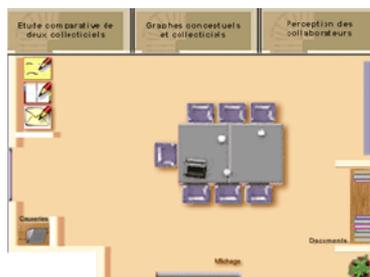
Amphithéâtre :



Foyer des étudiants :



Séminaire :



### II – 1.3 Stage proposé par le formateur

Le formateur de mathématiques a proposé au PAF<sup>4</sup> un stage aux caractéristiques suivantes.

**Intitulé du stage :** utiliser les TICE dans l'enseignement de l'espace et de la géométrie à l'école élémentaire.

**Niveau :** cycle 2 et cycle 3.

<sup>3</sup> Tiré du site de présentation de la plate-forme : <http://acolad.u-strasbg.fr/> .

<sup>4</sup> Plan académique de Formations.

## Objectifs

- savoir utiliser des logiciels de géométrie dynamique lors d'activités de géométrie à l'école élémentaire et produire des activités de géométrie impliquant des logiciels de géométrie dynamique ;
- savoir utiliser de la documentation sur Internet (banques de problèmes, documents relatifs à la géométrie et produire des informations sur des sites proposant cette documentation ;
- savoir utiliser des logiciels ou des sites plus spécifiquement consacrés à l'entraînement de savoir-faire de géométrie, savoir être vigilant sur la pertinence et la qualité des produits utilisés, et produire des informations sur ces logiciels ou ces sites ;
- savoir utiliser le vidéoprojecteur pour faire travailler tous les élèves sur un même support ou pour favoriser, en géométrie, la perception d'une figure et produire des exemples d'activités utilisant le vidéoprojecteur.

## Contenus

### 1ère partie présentielle (12h)

- présentation des modalités de la FOAD ;
- analyse des besoins et échanges entre participants sur l'utilisation des TICE ;
- présentations de logiciels et de sites intéressants pour l'utilisation des TICE dans les activités de géométrie ;
- études d'exemples d'activités de géométrie utilisant les TICE ;
- programmations d'activités en classes et modalités du tutorat à distance.

### 2ème partie à distance (15h)

- réalisation des activités en classe, vers des fiches d'activités ;
- tutorat et échanges à distance ;
- rapports d'étape.

### 3ème partie présentielle (6h)

- compte rendu des activités, analyse, discussion ;
- productions de fiches d'activités ;
- perspectives de poursuite du travail de mutualisation.

## Organisation de la Foad

- Modalités d'accompagnement : dates et rythmes des rencontres à distance à définir avec les stagiaire ;
- contrat de productions : Productions d'exemples d'activités de géométrie utilisant les TICE ;
- candidatures : 17 candidatures et 12 candidats retenus d'après des critères non connus du formateur.

## II – 2 Le déroulement du stage

Une première phase en présentiel est constituée de quatre demi-journées successives (début novembre) dont les contenus respectifs de formation sont les suivants :

Organisation de la formation. Connaissances instrumentales (matériels, logiciels, plate-forme acolad, serveur ftp<sup>5</sup>, généralités sur les connaissances didactiques (espace et géométrie).

Etude des logiciels « Apprenti Géomètre » et « Déclic » : prise en main, étude de progressions en classe.

Etude d'exerciseurs, de cours en ligne, de sites. Analyse des besoins. En groupe productions pour la classe : fiches pour professeurs, fiches pour des séances avec les élèves.

Suites des productions précédentes. Présentation des productions. Programmation du travail à distance et évaluation des deux jours de formation.

Une seconde phase (quatre mois successifs) est une formation à distance constituée par :

- des rencontres synchrones : quatre rendez-vous d'une heure sont fixés dans le salon de discussion de la plate-forme acolad (causerie-chat) ;
- des échanges par courriers électroniques entre stagiaires et formateur ;
- des mises à disposition de documents par l'intermédiaire de la plate-forme acolad ou du serveur de fichiers ftp ;
- des mises en oeuvre de situations impliquant les TICE en géométrie par chaque enseignant stagiaire dans son école.

Une troisième phase en présentiel d'une journée (fin février) avec compte rendu des activités réalisées en classe, évaluation et réflexion, évolution et prolongement des activités, productions d'autres activités, évaluation du stage, projet de formation.

---

## III – SÉANCE EN CLASSE

---

Le second dispositif d'enseignement concerne une séance d'enseignement de la notion de cercle, mise en oeuvre par un professeur titulaire d'une classe de CM1, et ayant participé au stage.

### III – 1 Le contexte institutionnel local

L'école élémentaire est située dans une zone d'éducation prioritaire de la ville de Strasbourg, Elle est équipée d'une salle d'informatique de 12 postes de travail, mis en réseau et disposé en L le long de deux murs consécutifs. Le logiciel Déclic a été implanté sur chaque poste et chaque élève dispose sur le réseau d'un dossier personnel de rangement, accessible de tout poste. La direction de l'école et l'équipe éducative sont ouverts à l'utilisation des TIC dans l'enseignement.

La classe de CM1 est composée de 19 élèves. Le professeur a la possibilité de dédoubler la classe : un groupe « sciences » pris en charge par un autre professeur et un groupe « mathématique » qui fréquentera la salle d'informatique. Les élèves sont

---

<sup>5</sup>Un serveur de fichier (FTP) est mis à la disposition du personnel de l'IUFM à partir du portail pour le transfert et l'échange par Internet de fichiers importants.

habitué à fréquenter la salle d'informatique et à utiliser le logiciel Déclic en géométrie. Le professeur était habitué, avant de participer au stage, d'utiliser avec ses élèves.

### Document 2 : fiche de préparation de séquence sur le cercle

Titre de la séquence : Le cercle.

Fiche de préparation : cycle3, niveau CM1.

Domaine : Education scientifique.

Champ disciplinaire : Mathématiques.

Objectif général : Reconnaître et construire des cercles à l'aide de données diverses.

Compétences [transversales (dire, lire, écrire), méthodologiques, disciplinaires] :

1. Reproduire une figure complexe à l'aide d'un logiciel de géométrie et sur support papier ;
2. Identifier un cercle représenté, à partir d'une description : centre et rayon, centre et un point du cercle, centre et diamètre ou diamètre ;
3. Construire un cercle (à l'aide d'un logiciel de géométrie, sur support papier) à partir : du centre et du rayon, du centre et d'un point du cercle, du centre et du diamètre, du diamètre.

Déroulement	Travail de l'élève	Support, matériel
Rappels sur les fonctions cercles dans le logiciel de géométrie. 1. Compétence 1 : Présentation de la fiche de travail Cercle [1]. Lecture des consignes des 3 parties de la fiche. Phase de recherche individuelle pour la partie 1. Mise en commun collective rapide. Phase de recherche individuelle pour les parties 2 et 3 puis correction individuelle. Même démarche pour la fiche de travail Cercle [2]	Décrire les deux fonctions du logiciel pour créer des cercles.  Reformulation des consignes. Identifier des figures de base (cercles) dans une figure complexe. Tracer des cercles sur support papier et avec l'ordinateur	Salle informatique. Déclic sur chaque PC. Compas, règle, ... Fiche Cercle [1]  Fiche Cercle [2]

<p>2. Compétence 2 :</p> <p>Présentation de la fiche de travail Cercle [3].</p> <p>Phase de recherche individuelle pour la partie 1.</p> <p>Mise en commun collective.</p>	<p>Identifier des figures de base (cercles) dans une figure complexe.</p>	<p>Fiche Cercle [3]</p> <p>Rétroprojecteur avec correction en couleur</p>
<p>3. Compétence 3 :</p> <p>Présentation de la partie 2 de la fiche de travail Cercle [3] : « Construire les cercles donnés à l'aide du logiciel de géométrie. » [ind] ;</p> <p>« Construire les cercles données à l'aide du compas et du papier quadrillé. » [ind].</p>	<p>Construction de cercles à l'aide du logiciel Déclic et sur un support papier quadrillé.</p>	<p>(Figure C4 et C5)</p>
<p>4. Entraînement compétences 2 et 3 :</p> <p>Fiche Cercle [4] à réaliser individuellement.</p>		<p>Fiche Cercle [4]</p>

### III – 2 La séance observée

La séance observée développe les compétences de reconnaissance et de construction de cercles. Elle s'effectue avec un groupe demi-classe de 9 élèves. Elle dure environ une heure. Chaque élève occupe un poste de travail et reçoit une fiche de travail (voir document 3 ci-dessous). Le professeur explique collectivement la fiche de travail puis chaque élève travaille individuellement à son poste. Le professeur circule pour donner des aides individuelles ou collectives. Les élèves peuvent collaborer entre eux.

#### Document 3 : Fiche élève Cercle [3]

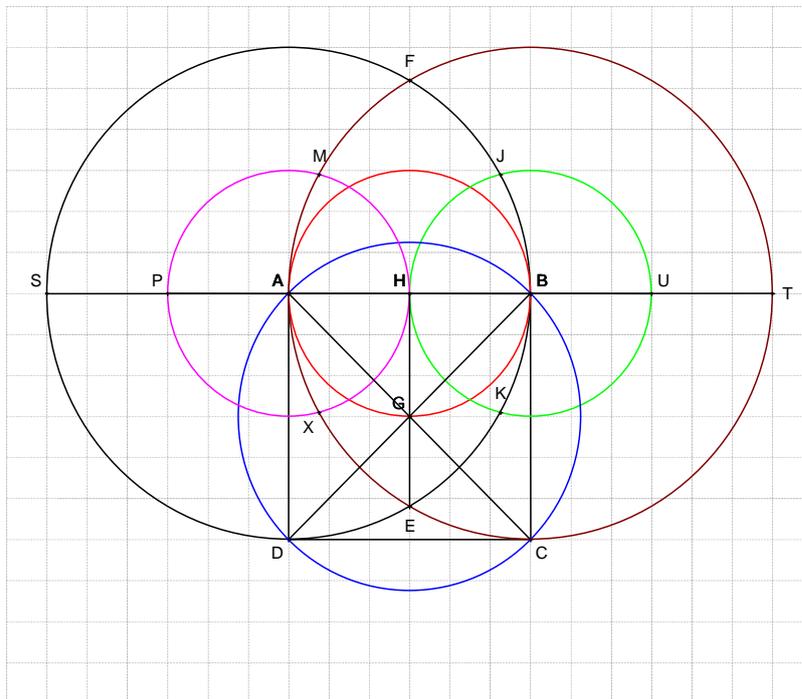
##### 1. Ouvrir le fichier C4 situé dans Bureau/Pascal/Figures Déclic

Observe bien la figure et réponds aux questions suivantes. (1 carreau = 1 cm)

- 1 Quel est le cercle de centre A et de rayon 3 cm ? .....
- 2 Quel est le cercle de centre B et de rayon 3 cm ? .....
- 3 Quel est le cercle de centre H et de rayon [HB] ? .....
- 4 Quel est le cercle de centre G et de rayon [GC] ? .....
- 5 Quels sont tous les points situés sur le cercle de centre B et de rayon 6 cm ? .....
- 6 Quels sont tous les points situés sur le cercle de centre A et de rayon [AP] ? .....
- 7 Quels sont tous les points situés sur le cercle de centre H et de rayon 3 cm ? .....
- 8 Quel est le cercle dont un diamètre est [PH] ? .....
- 9 Quel est le cercle dont un diamètre est [AC] ? .....
- 10 Quel est le cercle de diamètre [AT] ? ..... Quel est son centre ? .....
- 11 Quel est le cercle de diamètre [HU] ? ..... Quel est son centre ? .....

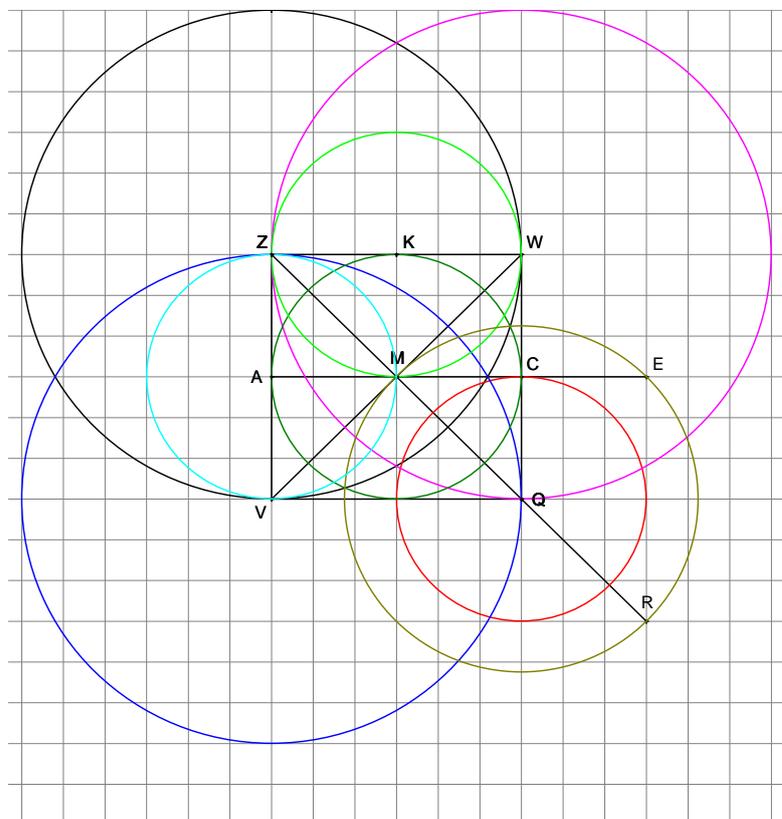
13 Quel est le cercle de diamètre [BS] ? ..... Quel est son centre ? .....

La figure ci-dessous est chargée : les différents cercles sont de couleurs différentes ce qui permet de les caractériser par leur couleur.



**2. Ouvrir le fichier C5 situé dans Bureau/Pascal/Figures Délic**

On charge la figure suivante où les cercles sont tracés avec des couleurs différentes.



**Construis les cercles sur ton ordinateur. Utilise des couleurs différentes pour chaque cercle.**

Le cercle de centre Z et de rayon 6 cm.

Le cercle de centre Q de rayon 3 cm.

Le cercle de centre V et de rayon [VQ].

Le cercle de centre W et qui passe par le point Z.

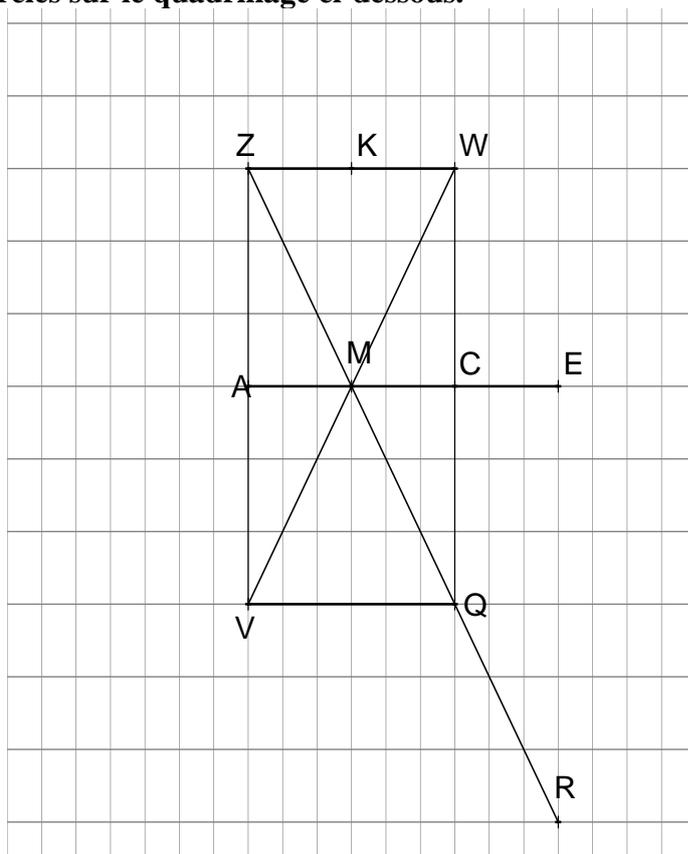
Le cercle de centre M et qui passe par le point K.

Le cercle de centre K et de diamètre [ZW].

Le cercle de centre Q et de diamètre [MR].

Le cercle de diamètre [ZV].

**Construis les cercles sur le quadrillage ci-dessous.**



Nous allons maintenant présenter deux approches théoriques qui permettront de formuler des observations et des questions que nous illustrerons par quelques exemples issus des dispositifs décrits précédemment.

---

#### IV – CADRE THÉORIQUE

---

*L'approche instrumentale* va nous permettre d'observer et d'analyser la manière dont les stagiaires en formation et les enfants mis en situation d'apprentissage vont s'approprier et/ou éventuellement détourner les « instruments » mis à leur disposition. Cette approche instrumentale repose sur les concepts *d'artefact* et *d'instrument*.

L'artefact est un objet ayant subi une transformation par l'homme, même minime, et qui se distingue ainsi de tout objet dont la modification serait due à un phénomène naturel. Ce peut être un objet matériel (un objet technique tel un ordinateur par exemple) ou

idéel (un objet de connaissance, une idée pédagogique, un contenu d'enseignement construits par l'homme) Cet objet est modifié par celui-ci dans un but donné ; il est donc prêt à être utilisé par un sujet tel qu'il a été conçu. Néanmoins, l'usage que ce dernier en fera ne correspondra pas forcément à celui envisagé par le concepteur de l'objet : le sujet pourra détourner la fonction initiale de celui-ci. « Par cette activité, les utilisateurs contribuent d'ailleurs à la conception des usages des instruments » (P. Rabardel, 1995 in G.L. Baron et E. Bruillard, 1996, p. 267).

Le concept d'instrument formalise cette idée d'appropriation et/ou de contournement. Il est défini précisément par P. Rabardel (1995) qui s'inspire de la méthode instrumentale de Lev S. Vygotski et de l'approche constructiviste de J. Piaget. Il considère l'instrument comme une entité mixte, composée d'un artefact et d'un schème d'utilisation. C'est un objet matériel ou symbolique externe au sujet, construit socialement, qui possède un ou plusieurs schème(s) d'utilisation et qui doit être reconstruit de façon interne par le sujet. Il se constitue lors d'un processus *de genèse instrumentale* qui concerne aussi bien l'artefact que le sujet. « La genèse de ces opérations relève de deux processus : un processus *d'instrumentalisation* qui rend compte de l'attribution de fonctions à l'artefact par le sujet en prolongement de ses fonctions initialement prévues ; un processus *d'instrumentation* qui rend compte de la construction d'habiletés par le sujet par adaptation, recomposition à partir d'anciennes et création de nouvelles » (P. Marquet & J. Dinet, [2003]). Ces deux dimensions sont à la fois conjointes et distinctes. P. Rabardel (1995) considère en outre que « l'un d'eux peut être plus développé, dominant, voire le seul mis en œuvre ».

Dans les deux dispositifs d'enseignement présentés (la formation à distance et la séance en classe), différentes catégories<sup>6</sup> d'artefacts coexistent :

- des artefacts techniques constitués d'objets matériels comme la plate-forme d'apprentissage collaboratif, les micro-ordinateurs et leurs logiciels spécifiques ;
- des artefacts pédagogiques qui sont des objets idéels, médiateurs du savoir ; comme par exemple la « scénarisation » de la séance de classe ou la « médiatisation » (qui est une forme de scénarisation) du dispositif de formation à distance ;
- des artefacts didactiques constitués principalement de contenus d'enseignement, d'objets disciplinaires enseignés. Les cas traités ici s'inscrivent dans le champ de l'enseignement des mathématiques et plus précisément dans celui de la géométrie.

L'approche instrumentale permet d'étudier la manière dont vont s'articuler (vont être orchestrés) ces différents artefacts dans un dispositif d'enseignement.

Le processus de genèse instrumentale (passage du statut d'artefact au statut d'instrument) ainsi que les bénéfices ou les complications qui peuvent surgir de la coexistence de ces différents artefacts soulèvent d'inévitables questions : Pourquoi introduire des artefacts dans un dispositif d'enseignement et lesquels choisir ? Comment les articuler pour en tirer le meilleur profit ? Comment et pourquoi sont-ils utilisés ? Examinons ces questions et montrons comment l'approche instrumentale nous aide à y répondre.

---

<sup>6</sup>Certains auteurs (Marquet, 2004) envisagent des artefacts sociaux.

#### IV – 1 Pourquoi introduire des artefacts dans un dispositif d'enseignement ?

Si la communauté éducative est au moins d'accord sur un point, c'est que l'on ne peut pas construire de véritables situations d'enseignement-apprentissage sans y introduire un minimum d'artefacts pédagogiques, didactiques, voire technique. La question plus controversée qui se pose a trait au bénéfice que l'on peut tirer de l'introduction des TIC (considéré comme une nouvelle génération d'artefacts techniques comparés aux compas ou à la règle par exemple) dans l'enseignement et à la manière dont elles s'articulent profitablement avec les autres artefacts en présence. Certains se demandent plus précisément dans le cas qui nous préoccupe ici, quels sont les « apports potentiels des TIC dans l'enseignement des mathématiques, notamment au vu des difficultés d'intégration que les TICE semblent poser »<sup>7</sup>. D'autres à propos de la disparition progressive d'artefacts didactiques s'interrogent sur les « allègements successifs des programmes en mathématiques : une légèreté didactique ? »<sup>8</sup>. Il est difficile de vérifier que tel ou tel artefact, et selon quel « dosage », améliore ou non l'enseignement. Nous ne sommes pas dans le domaine des sciences exactes (les systèmes éducatifs sont des systèmes très complexes où interviennent beaucoup de variables qui ne sont pas toutes maîtrisées). Tentons néanmoins de répondre à cette question d'abord en regard des attentes institutionnelles.

Comme nous l'avons montré en explicitant les contextes institutionnels nationaux et locaux, l'introduction d'artefacts techniques relatifs aux TIC répond à une demande de différentes institutions (ministère, inspection d'académie, IUFM) exprimée dans différents documents prescriptifs (C2i, B2i, lettres de cadrage, programmes d'enseignement). Interrogeons-nous maintenant sur la pertinence de ces recommandations. Pour se faire, considérons les possibilités d'amélioration que pourraient apporter ces nouveaux artefacts techniques.

Considérons d'abord la situation particulière où le sujet maîtriserait parfaitement l'emploi d'un artefact dont il a l'habitude de se servir. Cet artefact remplirait, en outre, complètement la fonction attendue par le sujet. L'ajout ou la substitution d'un nouvel artefact qui assurerait *a priori* la même fonction impliquerait de la part du sujet un nouvel apprentissage, lequel nécessiterait un effort supplémentaire. Cet effort doit pouvoir être justifié, à défaut de quoi le sujet aurait le sentiment de n'avoir rien gagné à ce changement, voire même d'avoir perdu un temps précieux. C'est ce que l'on appelle en langage familier « faire du vieux avec du neuf ». La sagesse nous conduirait alors à n'introduire de nouveaux artefacts que lorsque nous aurions la preuve qu'ils apportent une plus-value à la situation d'apprentissage considérée ; plus-value que les anciens artefacts ne pourraient assurer.

Par exemple, il peut paraître artificiel de demander à des stagiaires de suivre un stage à distance alors que la distance n'est pas effective (cas de stagiaires pouvant être présents sur un site de formation). Pourtant, des études portant sur des adultes en formation continue ont montré que l'apprentissage collaboratif à distance est plus efficace que l'apprentissage collaboratif en présence<sup>9</sup>. En effet, le rythme n'est pas imposé dans le cadre d'un apprentissage collaboratif et les apprenants peuvent alterner différentes

---

<sup>7</sup>Réunion de juin 2005 du laboratoire Didirem autour des recherches sur les TICE.

<sup>8</sup>Question posée par Rémy Brissiaud sur le site de la SMF (société mathématiques de France) : <http://smf.emath.fr/Enseignement/TribuneLibre/EnseignementPrimaire/CahiersBrissiaud.pdf>, lu le 1/09/05.

<sup>9</sup> Cf. Note du Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche ; Direction de l'Enseignement scolaire - 29 avril 2002 ; Actes de l'université d'été - La formation continue ouverte et à distance ; [http://www.eduscol.education.fr/D0126/acte\\_foad2.htm](http://www.eduscol.education.fr/D0126/acte_foad2.htm)

formes de travail, soit en collaboration, soit de façon individuelle. Le travail à distance permet dans ce cas d'apporter de la valeur ajoutée par rapport au travail en présence.

Dans le cas de la séance de classe, on peut être surpris d'utiliser le logiciel de construction géométrique « Déclic » pour tracer des cercles alors que l'élève dispose déjà d'un compas. On peut même craindre que l'utilisation de ce nouvel artefact « Déclic » amoindrisse la maîtrise de l'ancien artefact « compas ». On pourra objecter que « Déclic » présente des qualités d'utilisation que le compas ne permet pas (comme par exemple un tracé plus rapide, plus précis ...), ou apporte des fonctionnalités nouvelles (comme la fonction « historique » qui permet d'enregistrer les différentes étapes d'une construction).

Cependant dans l'articulation ancien/nouveau, la nécessité que le nouvel artefact soit plus performant que l'ancien ne doit pas être un critère impératif. Il est important d'habituer les sujets à maîtriser différents artefacts, à rompre avec l'illusion que ce qui est familier est naturel et plus simple, à valoriser l'effort d'adaptation à un nouvel artefact pour gérer les situations nouvelles.

L'articulation avec d'autres artefacts pour justifier ou accompagner l'introduction de nouveaux artefacts techniques peut-être déterminant dans la difficulté ou la motivation que peut rencontrer un sujet pour l'utilisation d'un nouvel artefact. Par exemple, les logiciels gratuits (Déclic et Apprenti-Géomètre) mis à disposition sur la plate-forme de formation sont des artefacts techniques qui motivent les stagiaires à utiliser la plate-forme pour les récupérer à des fins d'utilisation dans leurs écoles dont les budgets pour l'acquisition de logiciels sont limités. Le travail en petit groupe (12 stagiaires pour le stage FOAD et 9 élèves pour la séance de classe) est un artefact pédagogique facilitant le travail avec le nouvel artefact (plate-forme en FOAD ou logiciel déclic en classe). La mise à disposition sur la plate-forme des artefacts pédagogiques ou didactiques (scénario d'utilisation du logiciel Déclic pour des séances en classe conformes aux programmes de mathématiques de l'école primaire) est un élément également motivant pour l'utilisation de la plate-forme et rassurant pour la mise en œuvre en classe.

Examinons maintenant les utilisations possibles de l'artefact.

## IV – 2 Comment utiliser un artefact ?

### IV – 2.1 Instrumentalisation

Nous avons vu que l'approche instrumentale distingue deux grandes utilisations d'un artefact.

**L'instrumentalisation** constitue le cas où le sujet attribue des fonctions (prévues ou non à l'origine) à l'artefact qui lui permettra de s'en servir.

Dans le cadre de la formation initiale à l'utilisation de la plate-forme de formation à distance, le stagiaire doit apprendre à maîtriser les différentes fonctions proposées telles qu'elles ont été définies par le concepteur. Les métaphores proposées (l'amphithéâtre dans lequel le cours est disponible, le séminaire, le lieu de causerie, *etc.*) correspondent à des représentations propres à l'Université et sont fidèles à son mode de fonctionnement. Elles sont néanmoins assez éloignées du paysage dans lequel évolue les stagiaires de notre IUFM (nous n'avons pas actuellement d'amphithéâtre !). Cette remarque vaut également pour les cours mis en ligne et les outils proposés. A titre d'exemples, nos stagiaires sont davantage habitués à des formations professionnelles pratiques qu'à des cours magistraux (artefacts pédagogiques différents). Il n'est donc pas surprenant que l'ensemble des fonctionnalités proposées par la plate-forme ne soit pas utilisé de la même manière que ne le ferait un universitaire. Durant cette formation, nous avons également observé que certaines fonctionnalités n'ont pas été utilisées par le

formateur : comme l'agenda, la salle des professeurs, ou le foyer. Par ailleurs, le formateur IUFM serait peu enclin à produire un cours tel qu'il est attendu sur la plate-forme. Pourtant, d'une manière générale, stagiaires et formateur investiront certains espaces et utiliseront plusieurs outils proposés mais souvent de manière différente que celle attendue (un pied de table peut servir à soutenir la table ou à battre un tapis !). Ils auront eux-mêmes attribué de nouvelles fonctions à ces différents artefacts par un processus d'instrumentalisation : ils auront construit leurs propres *instruments* de travail.

L'utilisation faite ici est une utilisation détournée : pour la formation continue de douze professeurs d'école sur un temps limité (18h en présentiel et 15 h à distance) le formateur a jugé, plus précisément, que les artefacts tels que « la salle des professeurs », « de salon d'équipe » ou « de foyer » n'étaient pas utiles à sa formation et n'a pas souhaité utiliser du temps (restreint) de formation pour les présenter. De plus pour un certain nombre d'artefacts comme l'agenda, la fiche d'identité ou le dépôt des cours en amphithéâtre, la saisie des données peut être assez lourde au vu des services rendus, ce qui explique la sous-utilisation des fonctionnalités de ces artefacts.

On remarquera que certains artefacts ont été détournés de l'utilisation prévue initialement par les concepteurs de la plate-forme. A propos du séminaire, « Acolad » prévoit que : « Cet espace permet de réunir toutes les personnes inscrites au séminaire et d'accéder aux salons des équipes. Les membres du séminaire s'y réunissent pour : (i) une présentation des situations-problèmes par le tuteur ; (ii) une phase de régulation ; l'exposition et la comparaison des productions des équipes ; (iii) une réflexion commune sur les méthodes de chaque équipe ou sur les obstacles rencontrés ; (iiii) un échange entre les porte-paroles des équipes ». Dans le cas du stage étudié, cet espace a été utilisé uniquement comme un espace d'échanges de documents (le formateur et les stagiaires y déposant les documents à échanger), comme un espace de communication synchrone (*chat*) ou de consultation de l'historique des « causeries », et enfin comme un espace d'échanges asynchrones (courriers électroniques).

On retrouve, par ailleurs, ce processus d'instrumentalisation dans les différentes séances en classe où le logiciel « Déclic » devient un instrument utilisé par les élèves dans des activités de géométrie. Mais dans l'ensemble, l'utilisation des fonctionnalités prévues par le logiciel ont été respectées : nous n'avons pas observé d'importants détournements d'artefacts dans ce cas. Seulement, certaines fonctionnalités nécessitant des artefacts didactiques non disponibles en CM1 (comme la fonction projection orthogonale du menu transformation) n'ont pas été utilisées.

Rendons compte maintenant de l'autre aspect de l'approche instrumentale à savoir celui *l'instrumentation*.

#### **IV – 2.2 Instrumentation**

L'**instrumentation** est donc une habileté à utiliser l'artefact à partir des connaissances du sujet : le sujet construit ou adapte ses connaissances pour utiliser l'artefact.

Pour illustrer cette notion citons comme exemple le temps qui a été accordé à la formation des stagiaires pour qu'ils maîtrisent des fonctionnalités de la plate-forme. Mais cela suppose naturellement que le formateur en maîtrise également l'usage. La formation est donc double. « Il est important que les enseignants sachent utiliser les instruments et qu'ils apprennent aux élèves à les utiliser. Pour cela, ils doivent acquérir des compétences réelles de résolution avec les instruments. L'objectif à poursuivre est certainement, un problème étant donné, de choisir l'outil adapté puis de l'utiliser convenablement » (Baron G. - L., Bruillard E. [1996, p. 266]). Partons d'une compétence précisée dans le C2i niveau 2 « enseignant » : « Mise en œuvre pédagogique en présentiel et à distance [...] Prendre une décision pédagogique pertinente face à un incident technique ». Le formateur du stage FOAD a donc prévu le

cas où la plate-forme ne serait plus momentanément opérationnelle pour une raison quelconque (et cette situation est effectivement arrivée). Dans ce cas, il a prévu d'utiliser le serveur « ftp » de l'IUFM pour l'échange de documents et le courrier électronique classique pour remplacer les fonctionnalités telles que « le forum sur document » ou « le courrier électronique » existant sur la plate-forme. Le formateur est parti de ses connaissances de la plate-forme et les a adaptées au « ftp » et au courrier électronique qui ont été « instrumenté » comme « plate-forme collaborative de secours ».

Nous n'avons pas eu le temps d'observer des processus instrumentation au niveau de l'utilisation du logiciel Déclic.

#### ***IV – 2.3 Des artefacts pédagogiques et didactiques pour favoriser l'appropriation (instrumentalisation et l'instrumentation) d'un nouvel artefact technique***

Pour favoriser l'instrumentalisation et l'instrumentation de la plate forme, autrement dit pour qu'elle devienne un véritable *instrument* de formation, un scénario de formation (artefact pédagogique) et des contenus spécifiques (artefacts didactiques) ont été proposés selon la déclinaison suivante :

Une phase d'initiation à la plate-forme où sont présentées les principales fonctionnalités de cet artefact (bureau, fiche d'identité, séminaire, documents du séminaires, causerie, ...). Ensuite une phase d'intégration avec une prise en main de la plate-forme s'intégrant à des activités de documentation ou de discussion autour de ressources, d'une part pour motiver les stagiaires en traitant des notions utilisables en classe, et d'autre part pour optimiser le temps du stage en fréquentant d'autres artefacts (sites ressources, textes officiels) qui seront utiles par la suite. La fiche suivante décrit ces activités visant à familiariser les stagiaires à l'usage d'un artefact nouveau : la plate-forme de travail collaboratif. Ce sera à eux par la suite à construire de habiletés et à assigner des fonctions propres à leur besoin qui s'écarteront peut-être de celles prévues initialement.

#### **Document 4 : activités de prise en main de la plate-forme**

Vous allez accomplir les tâches suivantes dans l'ordre proposé. Ces tâches ont deux objectifs distincts :

1. Améliorer vos connaissances instrumentales : par la prise en main de la plate-forme « acolad », vous devriez améliorer vos connaissances de cet instrument et la réflexion (que l'on espère critique) sur son utilisation dans la formation ;
2. Améliorer vos connaissances didactiques : par la consultation des textes officiels et de différentes ressources proposées sur la toile, vous devriez améliorer vos connaissances didactiques sur l'enseignement de l'espace et de la géométrie, et la réflexion (que l'on espère critique) sur cet enseignement.

#### **Renseignement de votre identité**

Compléter la fiche d'identité se situant dans votre bureau.

Vous remplirez impérativement la ligne « e-mail » qui permettra la participation aux salons de discussion et à la messagerie électronique. Les autres informations sont facultatives et pourront être complétées de chez vous (par exemple la photo facultative). Charger parmi les documents du séminaire le document « Présentation des participants ». Compléter le. Le sauvegarder comme documents du séminaire, sous le même nom de document.

#### **Textes officiels et sites ressources**

Consulter les différents textes officiels proposés dans les documents « Textes officiels » du séminaire.

Consulter les différents sites ressources suivant : Attention le but n'est pas de s'appropriier les connaissances ou les instruments développés sur ces sites mais de vous permettre de développer une discussion à partir des observations et des questions que ces sites susciteront.

<http://pcolleu.free.fr/maths/Maths-Index.html>

<http://perso.wanadoo.fr/m-aime-m/memoirePE2/>

<http://maths.paris.iufm.fr/cabri/>

<http://www.onlineformapro.com/espaces/formateur/pedago/peda/signetmath8.asp>

Aller au salon de discussion (causerie) et participer à une discussion en essayant de répondre aux questions suivantes :

1. Quels sont les éléments des connaissances et des compétences des textes officiels que vous avez déjà mis en œuvre à l'aide des TICE ou que vous estimez mis en œuvre dans les exemples ci-dessus ?
2. Quels sont les éléments des connaissances et des compétences des textes officiels qui vous paraissent facile à mettre en œuvre avec les TICE ? Difficile ? Pourquoi ?
3. Quels sont les conséquences de la mise en œuvre des TICE dans le domaine de l'espace et de la géométrie sur :
  - les modalités de travail (travail en classe entière avec téléviseur ou vidéo-projecteur relié à l'ordinateur, travail en salle équipée de plusieurs postes, ...)
  - la gestion du temps et de l'espace ;
  - l'évaluation de l'acquisition des connaissances et des compétences ;
  - la gestion de l'hétérogénéité des élèves ?

### **Sauvegarde des données**

Créer un dossier à votre nom sur le bureau et sur la plate--forme ftp : dans le dossier « USAGERS » puis le sous-dossier « FORM\_CONTINUE », puis le sous-dossier « XXXXX FOAD TICE 2005 08 ». Sauvegarder l'historique de la discussion dans le dossier du bureau et sur le ftp.

On retrouve ces deux phases d'initiation et d'intégration des artefacts relatifs à l'utilisation des logiciels Déclic et Apprenti Géomètre, comme l'illustre l'extrait de (Apprenti Géomètre, documents-papier, p. 79) : « *Le chapitre 6, Initiation, expose un ensemble de quatre activités qui ont deux objectifs. Le premier est de découvrir Apprenti Géomètre et de se familiariser avec ses fonctionnalités. Le second est de rencontrer des concepts mathématiques de base tels que la superposition de figures, l'addition, la multiplication et le fractionnement de grandeurs dans un contexte nouveau, constituant un complément utile aux activités papier-crayon et aux manipulations d'objets réels [...] Le chapitre 7, Activités d'intégration, expose trois manières d'intégrer Apprenti Géomètre dans les pratiques quotidiennes de la classe ou de l'école, l'ordinateur n'étant pas, et de loin, le seul outil d'apprentissage.* » (Ibid., p. 84) répartit les activités dans le tableau ci-dessous suivant une entrée instrumentale (artefacts techniques) et une entrée mathématique (artefacts didactiques).

ACTIVITÉS	CONNAISSANCES INSTRUMENTALES	ENJEUX MATHÉMATIQUES
Découvrir Apprenti Géomètre	Rencontrer l'interface et les fonctionnalités d'Apprenti Géomètre.	Les noms des figures représentant les familles, la différenciation carré – cube.
Comparer deux figures	Déplacer, tourner, retourner, ajuster. Avant-plan – arrière-plan.	Discerner les grandeurs. Être de même grandeur, plus petit, plus grand. Utiliser les termes qualitatifs relatifs aux grandeurs : plus...que, moins...que, aussi...que. La superposition comme moyen de comparaison.
Assembler des figures	Déplacer, tourner, ajuster, fusionner.	Additionner deux grandeurs de même nature. Multiplier une grandeur par un nombre naturel. La superposition comme moyen de comparaison. Le dessin sur papier pointé.
Découper et assembler des figures	Déplacer, tourner, ajuster, diviser, découper, fusionner.	Additionner deux grandeurs de même nature. Couper une grandeur en parts égales. Fractionner une grandeur. Somme de deux grandeurs fractionnées. Composition de deux fractionnements. La superposition comme moyen de comparaison. Les figures de forme différente mais de même aire. La conservation d'une grandeur.

On voit donc qu'il y a un emboîtement de plusieurs artefacts. Ces emboîtements peuvent donner lieu à de possibles interférences que nous allons étudier maintenant.

#### IV – 2.4 Articulations et conflits instrumentaux

Nous venons de voir que des interférences entre des artefacts pédagogiques et didactiques liées à l'utilisation d'un artefact technique pouvaient survenir. Plus généralement des interférences peuvent se produire entre différents artefacts, par exemple entre un ancien artefact et un nouvel artefact qui peut se substituer à l'ancien comme instrument. Examinons quelques exemples dans lesquels nous avons observé d'abord une assez bonne articulation entre eux et ensuite des tensions ou conflits.

Dans le premier cas, l'observation de la séance de classe avec utilisation de Déclic sur la notion de cercle nous a montré qu'une relative concordance entre les artefacts techniques (souris, écran, logiciel pour tracer et construire) et des artefacts anciens (papier, crayon, compas, règle) pouvait se produire réellement. Les élèves peuvent passer de l'un à l'autre sans problèmes, notamment lorsque la fiche élève invite le passage de l'un à l'autre.

Cependant des conflits peuvent apparaître entre les différents artefacts. (Marquet, 2005, pp. 386-387) précise : « À chaque fois que l'on fait intervenir un système technique, on prend le risque que les différents niveaux de genèse instrumentale interfèrent entre eux et privent l'apprenant de l'accès à l'instrument didactique sur lequel repose la mesure de l'acquisition de connaissances. Nous désignons donc par **conflit instrumental** les conséquences d'une interférence qui pourrait survenir entre un ou plusieurs artefacts en jeu dans la situation ».

Illustrons ce deuxième cas par un exemple issu de notre expérience durant cette formation à distance.

Dans cette formation à distance rappelons et précisons les différentes catégories d'artefacts en présence :

- Des artefacts techniques liés à l'utilisation de la plate-forme collaborative ;
- des artefacts techniques liés à l'utilisation des TIC dans l'enseignement. Bien que d'autres utilisations des TIC ont été abordées lors du stage, pour la suite nous nous limiterons aux seuls exemples de l'utilisation des logiciels Apprenti Géomètre et Déclic en situation d'enseignement en classe ;
- des artefacts pédagogiques, ici scénario d'utilisation des logiciels Apprenti Géomètre et Déclic en classe de mathématiques ;
- des artefacts didactiques concernant l'enseignement de la géométrie à l'école primaire.

On a observé que les échanges à distance étaient dominés dans l'ordre décroissant par des difficultés liées aux artefacts techniques (de la plateforme collaborative en tout premier, des artefacts liés aux matériels où les logiciels utilisés étaient implantés ensuite et des artefacts liés aux logiciels utilisés). Les échanges liés aux artefacts pédagogiques ou didactiques étaient très minoritaires. On peut conjecturer ici un conflit instrumental entre des artefacts techniques qui dominent ou marginalisent le processus de genèse instrumentale des artefacts pédagogiques ou didactiques. On remarque également une très grande hétérogénéité des stagiaires quant aux compétences « avant-stage » sur le maniement des outils informatiques. Nous faisons l'hypothèse que l'instrumentation des artefacts techniques ralentit l'effet souhaité des artefacts pédagogiques ou didactiques. C'est pourquoi nous tenterons une nouvelle expérience de formation à distance sur « la résolution de problèmes en mathématiques ». Fort de notre expérience, nous comptons d'une part alléger le poids des artefacts techniques (les artefacts techniques liés à l'utilisation de logiciels en classe peuvent être supprimés si on choisit des problèmes à résoudre sans recours à des logiciels) ; d'autre part le thème de la résolution de problèmes est plus favorable à la collaboration et pourrait favoriser le processus de genèse instrumentale des artefacts pédagogiques et didactiques.

Dans les échanges à distance les seuls thèmes pédagogiques et didactiques évoqués de manière anecdotique concernent le passage des constructions en environnement papier-crayon aux constructions en environnement logiciel de géométrie, la fonction historique du logiciel de géométrie et la notion de programme de construction, la possibilité de progressions individualisées à l'aide du logiciel. Ce qui frappe c'est la centration sur les problèmes relatifs aux instruments techniques et la faible collaboration entre stagiaires. La motivation des stagiaires est très hétérogène : de la maîtrise des seuls instruments techniques à l'intérêt pour les instruments pédagogiques et didactiques.

Pour ce qui concerne la mise en œuvre en classe de géométrie, on observe que les élèves pratiquent des dispositifs variés : travail individuel ou collaboration à plusieurs autour d'un poste de travail, articulation artefacts environnement papier-crayon et artefacts en environnement ordinateur. Nous n'avons pas observé de conflit instrumental entre artefacts techniques et artefacts didactiques.

---

## V – CONCLUSION

---

La demande institutionnelle pour l'introduction des TIC dans l'enseignement des mathématiques est forte. Depuis plusieurs années l'enseignement secondaire a répondu à cette demande : modification des programmes de l'enseignement secondaire avec (utilisation de tableurs, de calculatrices, de logiciels de géométrie ...). Dans les manuels scolaires de lycée édités à la suite des nouveaux programmes de 2000, des situations d'enseignement impliquant les TIC sont proposées. Pour une épreuve orale du concours de recrutement du CAPES de mathématiques les candidats sont équipés d'une

calculatrice où sont implantés des logiciels de calcul formel et de géométrie, et des sujets de leçons, impliquant l'utilisation des TIC, peuvent être proposés.

L'enseignement des mathématiques à l'école primaire est en train de connaître la même transformation mais avec quelques années de retard. L'édition scolaire n'a pas encore intégré cette transformation. Le concours de recrutement des professeurs d'école précise pour la première fois en 2006 : « Les questions complémentaires trouvent obligatoirement leur origine dans les exercices proposés. Elles peuvent porter sur [...] des scénarios possibles pour des séances faisant appel aux T.I.C.E ». (Bulletin officiel n° 21 du 26 mai 2005, 1076).

Pour répondre à cette transformation, la formation des enseignants, la mise en œuvre à l'école primaire de situations impliquant les TIC, la réflexion et la recherche sont indispensables. Dans cette communication nous avons voulu illustrer la complexité de cette réponse, en proposant une approche instrumentale qui montre la variété des articulations entre technique, pédagogique et didactique. Comme le souligne (Marquet 2005, 388) « l'introduction de l'informatique perturbe le fragile équilibre que les méthodes d'enseignement ont su trouver pour que les artefacts didactiques s'accommodent des artefacts pédagogiques et pour que les uns et les autres soient instrumentalisés et instrumentés de sorte que les apprenants en fassent les instruments socialement utiles que leur communauté a voulu leur transmettre ». L'enjeu est donc bien dans la construction d'un nouvel équilibre entre technique, pédagogique et didactique.

---

## BIBLIOGRAPHIE

---

BARON G.L., BRUILLARD E. (1996) *L'informatique et ses usagers dans l'éducation*, collection l'éducateur, PUF, 267 p.

DOISE W. & MUGNY G. (1997) *Psychologie sociale et développement cognitif*, Colin, Paris.

FAERBER R. (2003) Groupements, processus pédagogiques et quelques contraintes liés à un environnement virtuel d'apprentissage in DESMOULINS C, MARQUET P. & BOUHINEAU D. (Eds) (2003), *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*, Avril 2003, Strasbourg, France.

MARQUET P. (2004) *Informatique et enseignement : progrès où évolution*, Mardaga, Liège.

MARQUET P. & DINET J. (2003) *Un cartable numérique au lycée : éléments de sa genèse instrumentale chez les enseignants et élèves*, in Actes de la conférence EIAH 2003, 15, 16 et 17 avril, Strasbourg.

RABARDEL P. (1995) *Les hommes et les technologies. Approches cognitives des instruments contemporains*, Colin, Paris.

MARQUET P. (2005) *Intérêt du concept de conflit instrumental pour la compréhension des usages des EIAH* lu sur <http://hal.ccsd.cnrs.fr/docs/00/03/19/23/PDF/ac9.pdf>.

Sites internet au 1/09/05 :

ACOLAD : <http://acolad.u-strasbg.fr/> présente la plate-forme collaborative Acolad.

APPRENTI GÉOMÈTRE : <http://www.agers.cfwb.be/geometre/telechargAP.asp> pour télécharger le logiciel et ses documents d'accompagnement.

DÉCLIC : [http://emmanuel.ostenne.free.fr/declic/index\\_.htm](http://emmanuel.ostenne.free.fr/declic/index_.htm) présente le logiciel.