

Géométrie et **Tice** à l'école primaire.

Où en sommes nous fin 2013 ?

db iufm V

A.	LOGICIELS DE TRACÉ	2
1.	LES CAHIERS DE BROUILLON INTERACTIF	2
2.	LES LOGICIELS DE DESSIN VECTORIEL	4
B.	POINTS D'HISTOIRE ET PREMIÈRES OBSERVATIONS.....	8
C.	DU MANQUE D'INTÉRÊT POUR LA GD EN PRIMAIRE	10
1.	DIFFICULTÉS LOCALES	11
2.	REPÉRAGES ACTUELS SUR L'ENSEIGNEMENT DE LA GÉOMÉTRIE	12
3.	... ET QUESTIONS SUR LA GD	15

A. Logiciels de tracé

Tout logiciel permettant de figurer des ensembles de formes géométriques.

De tels logiciels gèrent des listes qui se traduisent par un graphisme.

2 familles selon la liste gérée : les cahiers de brouillon interactif
vs les logiciels de dessin vectoriel.

1. Les cahiers de brouillon interactif

Ancêtre : Cabri-géomètre. Voir <http://www.cabri.com/fr/>

On peut essayer les diverses versions pendant 30 jours ; prévoir ensuite de dégainer sa carte bleue. Se destine plutôt au secondaire. Ermel a mené une expérimentation avec ce logiciel.

Mes préférés : GeoNext, Cf. <http://geonext.uni-bayreuth.de/index.php?id=2453>
mais surtout : GeoGebra, Cf. <http://www.geogebra.org/cms/fr> tous deux gratuits.

Comparateur récent : **circonscription d'Elbeuf** > <http://ecoles.ac-rouen.fr/elbeuf/ti...>
ou charger directement [Fichiers PDF\Comparateur_geom_dyn.pdf](#).



Les objets déclarés disposent d'attributs :

-  position (libre, fixe, assujettie)
-  nom (selon les logiciels toute suite de caractères ou une lettre suivie éventuellement d'une autre lettre et affublée d'une marque en exposant et d'un numéro en indice.)
-  visibilité (validée, éventuellement via degré de transparence, ou non)
-  apparence du contour (pour les points apparence de la marque)
-  apparence de la zone quand cela a du sens : opacité, remplissage.

La déclaration des objets peut se faire à la souris¹ (interface gestuelle) ou parfois au clavier (interface textuelle).

La modification des objets peut se faire à la souris (interface gestuelle) : déplacement des

¹ Ou tout autre dispositif équivalent ; exemple : stylet sur un TNI.

points mobiles et de rien qu'eux, modification d'attributs graphiques selon le logiciel.

L'édition des objets (changement de nom par exemple) se fait plutôt au clavier (interface textuelle) : le logiciel propose un éditeur d'objets plus ou moins commode.

Le tracé final est toujours "à plat" : les lignes se superposent, les formes s'interpénètrent, les tracés relèvent donc d'une géométrie classique (euclidienne).

A une nuance près : Certains logiciels de géométrie dynamique permettent de disposer les objets dans des couches différentes, à l'instar des logiciels de dessin vectoriel.

2. Les logiciels de dessin vectoriel

Ancêtre(s) : Adobe Illustrator Cf. http://fr.wikipedia.org/wiki/Adobe_Illustrator

CorelDraw Cf. http://fr.wikipedia.org/wiki/CorelDraw_%28suite%29

De nombreux logiciels gratuits sont disponibles dont [Inkscape](http://inkscape.org).

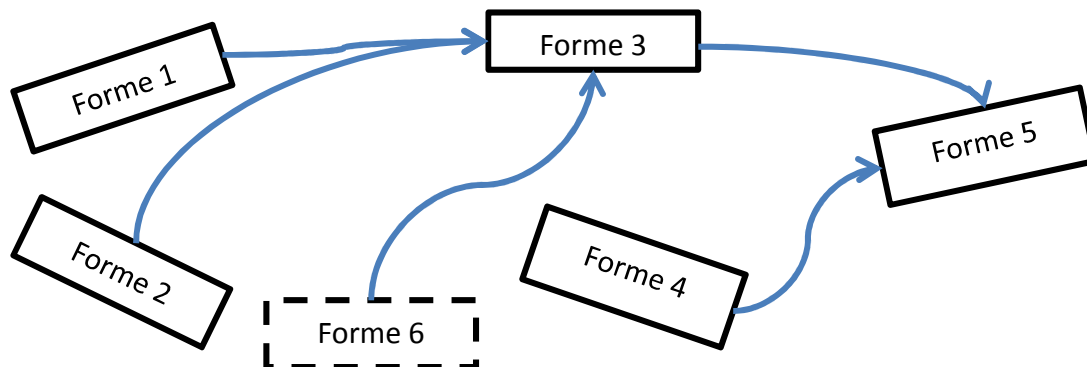
Mon préféré : module *Draw* de la suite *LibreOffice* .

Télécharger la suite depuis l'adresse <http://fr.libreoffice.org/telecharger/>

Cette suite reprend - en mieux à mon sens- la suite OpenOffice. Vous trouverez sur la toile de

nombreux tutoriels. Pour l'apport du module *Draw* à la conception de documents d'enseignement en maths, référez-vous à ma page [Géométrie Dynamique](#).

Principe :



Les formes (gommettes graphiques) peuvent être assemblées ou combinées pour produire d'autres formes ; elles peuvent aussi être transformées.

Les formes s'assemblent sur des couches qui se superposent selon la chronologie des définitions à la souris. Mais il est loisible de remanier cette organisation par la suite.

Les gommettes déclarées disposent d'attributs :

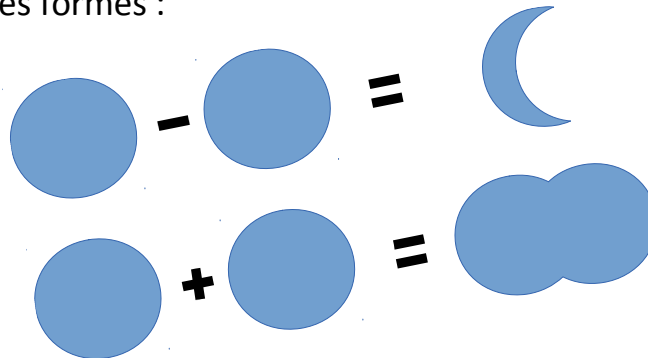
-  position (relative au coin supérieur gauche de l'espace de travail) ;
cette position peut-être gelée ;
-  numéro de couche (et dans cette couche, au dessus, en dessous, etc.) ;
-  opacité (alias degré de transparence ; ce paramètre peut être mixé avec les suivants) ;
-  apparence du contour (couleur, épaisseur, type de ligne) ;
-  apparence du remplissage quand il s'agit d'une forme (couleur, dégradé, image *clippée*).

Un logiciel de dessin vectoriel tient donc à jour une liste ordonnée de gommettes graphiques, qu'il redessine chaque fois que nécessaire : les gommettes en bas de la liste sont dessinées en premier dans le buffer actif, puis celles de la couche au dessus, et ainsi de suite.

Fondamental : le tracé n'est pas dépendant de la surface de visualisation ou d'impression. Il sera toujours net quelque soit l'échelle choisie.

Ce que j'apprécie particulièrement dans le module Draw de LibreOffice :

- 🐛 la possibilité de poser des gommettes en fond de page (alias mode masque)
- 🐛 la possibilité de geler la position ou la taille des gommettes graphiques
- 🐛 la possibilité de distribuer les gommettes graphiques sur autant de couches que voulues
- 🐛 la possibilité de fixer la position et l'orientation grâce à un panneau (touche [F4])
- 🐛 la grande souplesse pour la pose des connecteurs
- 🐛 les opérateurs de chirurgie sur les formes :



B. Points d'histoire et premières observations

Dans les années 1980, apparition des premiers ordinateurs et mises au point de logiciels à visée éducative :

 Logo (géométrie Tortue)

 Cahier de brouillon interactif

Dans les deux cas, il s'agit de proposer un environnement riche et facilitant.

La proposition par Seymour Papert du langage Logo s'inspire de la pensée piagétienne (c'est l'interaction de l'enfant et de son milieu qui construit la pensée de l'enfant).

La géométrie Logo est une géométrie locale. Les tracés n'existent que du fait de déclarations dans un langage qu'il faut apprendre.

Les mots et les "phrases" produites dans ce langage précèdent (anticipent) les tracés comme ils les résument.

Le cahier de brouillon interactif (futur Cabri-Géomètre) se voulait palliatif : *l'enfant est maladroit avec ses instruments, et bien fournissons-lui d'autres modes de tracé !*

Mais contrairement à [InstrumentPoche](#) (ou [TGT INSHEA](#)) où les instruments sont simulés (ce qui permet certains écarts de la main) les instruments n'apparaissent pas dans un tel logiciel. Ils ne sont pas convoqués ; Seuls, ce qu'ils permettent de tracer (cercles, droites, etc.) le sont.

Un logiciel de GD, lointain descendant de Cabri, fonctionne par appel de commandes : on clique sur un bouton (dont l'icône représente par exemple un cercle) puis sur un pixel de la fenêtre de travail (pour désigner un centre) enfin sur un dernier pixel (point du cercle), tout ceci afin de faire apparaître un cercle.

Si on compare Logo et un logiciel de GD, on perçoit vite des fronts renversés !

- 🐢 Logo passe par un langage d'action *Tortue fais ceci*, à la syntaxe et au vocabulaire parfaitement défini. Comme Logo est en fait un langage de programmation, on peut enchâsser les déclarations dans des capsules, dont l'évocation du nom permet de déclencher un tracé (Carré 30 fait apparaître un carré de coté 30 *pas de tortue*).
- 🐢 Un logiciel GD est déclaratif : "*logiciel, crée ce point*", "*logiciel, crée ce segment*" ... Le cahier de brouillon interactif passe donc par un langage (la célèbre phrase de Bachelard "la géométrie est une langue monosémique, sûre de son langage") même si ce langage

est camouflé. Pour s'en convaincre, il suffit de faire appel au champ de saisie dans GeoGebra (tapez par exemple $c=\text{Cercle}[A, 5]$), ou de lire l'historique d'une construction.

Il n'en reste pas moins que les deux systèmes fonctionnent tout deux sur le principe d'un empilement de commandes fortement historicisées².

Malheureusement, aucune recherche (INRP en particulier) n'a pu démontrer les apports réels de Logo : son apprentissage risquait de se muer en une conquête artificielle de certaines compétences, sans transfert avéré sur la pratique géométrique classique, et c'est sans doute pour cela que Logo n'a pas pris en Primaire. Et s'il en allait de même de Cabri et consorts ?

C. Du manque d'intérêt pour la GD en primaire ...

Même si le concept du cahier de brouillon interactif a vu naître de nombreuses déclinaisons (GD), peu sont employées à l'école primaire, et par très peu d'enseignants.

Les programmes n'ont jamais cité les logiciels de géométrie dynamique, sauf une petite

² Ceci vaut aussi pour les logiciels de dessin vectoriel. L'image affichée est le résultat du balayage par le programme d'une liste d'objets construite progressivement par l'utilisateur.

parenthèse de 2007 à 2008. {De grâce, on ne parle pas du volet B2i.}

Même l'équipe ERMEL, héritiers de Piaget, ne fait que très partiellement appel à la GD.

Et évidemment, aucune trace dans aucun manuel scolaire, du moins pour l'instant.

Alors, pourquoi ce manque d'intérêt ?

1. Difficultés locales

En vrac : ☼ manque de matériels

☼ manque de formation et/ou d'appétence des enseignant(e)s

☼ désintérêt des éditeurs scolaires³

☼ manque d'intérêt du MEN

Tous ces éléments sont réels mais sont comme l'arbre qui cache la forêt.

Si la GD est si peu développée à l'école primaire, c'est peut-être parce qu'elle n'y a pas sa

³ Qui semblent mettre beaucoup d'efforts dans le transfert sur TNI de leurs manuels, souvent sous forme de copies électroniques à feuilleter (principe de la liseuse), parfois avec des compléments assez basiques.

place, ou pas encore.

2. Repérages actuels sur l'enseignement de la géométrie ...

De nombreux travaux ont eu lieu depuis 20 ans pour mieux cadrer cet enseignement et ont donné lieu à de nombreuses publications.

 Dès 91 Jean-François FAVRAT analysait les difficultés rencontrées par les élèves de cycle 3 lors de tracés de figure géométrique. Lire « Grand N » n°49 pp 11 à 35.

J'ai écrit une fiche de lecture à destination de mes étudiants. Vous la trouverez sur mon site à la [page dédiée à la GD](#).

Il en ressort que si les maladroresses sont d'abord techniques, c'est parce qu'au fond elles sont méthodologiques car d'ordre conceptuel.

 Les constructivistes ont particulièrement travaillé sur les difficultés des élèves lors des tâches de reproduction de figures géométriques. On en trouve une présentation claire dans le livre de Charnay-Mante Prépa au CERPE TI-Chap. 6 pp 271 et suivantes.

J'ai là écrit encore un résumé à destination de mes étudiants. Vous la trouverez aussi sur mon site à la [page dédiée à la GD](#).

L'accent est d'abord mis sur l'absence d'un catalogue de figures prototypiques. Les auteurs pointent ensuite un problème de contrat : les élèves ne perçoivent pas certaines surfigures ce qui les empêchent de mener à bien les constructions demandées.

Et évidemment tout cela débouche sur de grandes maladresses lors des tracés.



Il est bien repéré que dessin géométrique et figure géométrique sont de nature différente. Le premier est de l'ordre "du faire" quand le second est de l'ordre "du dire". Mais le "dire" ne se peut qu'à condition du "faire". Se pose alors la question de l'outil de tracé qui est plus complexe qu'il n'y paraît. A la suite de Pierre Rabardel, les constructivistes repèrent trois composantes dans un instrument de tracé :



L'artefact : C'est le dispositif matériel qui a été conçu initialement dans un but déterminé. Ce but peut être obvié.



Les schèmes d'utilisation : C'est l'ensemble des modes d'utilisations standards des instruments (*A quoi sert une règle ?*).



Les représentations du concept : Sur lesquelles l'élève peut s'appuyer pour utiliser l'instrument.

Bien entendu, ces trois composantes sont étroitement liées.

La pratique de la géométrie à l'école primaire vise à faire passer lentement les élèves d'une géométrie fondée sur l'action sur des objets placés dans le monde sensible (cycle 2) à une «géométrie pragmatique instrumentée» (cycle 3) pour reprendre la jolie expression des auteurs des manuels *EuroMaths*.

Dans cette dernière géométrie les propriétés ne sont plus simplement *vues*, mais doivent être mises en mots et vérifiées avec des instruments. Il ne s'agit pas encore tout à fait de la géométrie hypothético-déductive du mathématicien.

On assiste donc à un glissement progressif de l'action à la prédiction dans une langue encore en construction, langue qui a par ailleurs ses propres caractéristiques :

Ainsi dans les jeux de portrait, les élèves sont confrontés au problème suivant : la phrase «un carré a 2 angles droits» est une phrase juste en mathématiques (puisque le carré a 4 angles droits il en a, a fortiori, 2) alors qu'elle serait considérée comme inexacte en langage usuel. Contrairement au langage usuel, le langage mathématique ne suit pas le principe de l'information maximum. (In LDM EuroMaths CM2)

La conquête du langage géométrique, économe et sûr de lui, demande temps et efforts.

3. ... Et questions sur la GD

Les logiciels de GD supposent la conquête d'un langage de commande qui ne tient ni de la langue usuelle ni tout à fait du langage géométrique.

Ce langage ne s'écrit pas, même si l'on peut encoder les commandes dans un champ de saisie (GeoGebra par exemple). En revanche, il se lit car l'énonciation des commandes à la queue-leu-leu se fige en une structure purement temporelle, comme une liste de courses, ou un descriptif de montage d'un meuble en kit. Ce langage ne pousse pas à la synthèse, sauf à replier une suite de commandes dans des *macros*.

Mais l'expérience Logo suggère que la conquête du concept de *macro* n'est pas du tout évidente au cycle 3.

Voici un exemple d'écrit géométrique, de style classique :

Soit ABCD un rectangle dont le coté [AB] mesure 5cm et la diagonale [AC] mesure 8 cm. On appelle I le milieu du segment [DC].

Trace un quart de cercle vérifiant : 1/ il est intérieur au rectangle 2/ une de ses extrémités est le point I 3/ l'autre extrémité est sur un coté du rectangle.

Voici un exemple de compte-rendu de construction dû à GeoNext.

1.  Trace le point **A** avec la valeur pour x **4.46** et pour y **-4.42**.
2.  Trace le cercle k_a ayant pour centre **A** et pour rayon **8**. [Caché]
3.  Le point **C** est un glisseur, qui est lié à k_a .
4.  Trace le milieu **O** entre les points **A** et **C**.
5.  Trace le cercle k_b ayant pour centre **A** et pour rayon **5**. [Caché]
6.  Trace le cercle k_c ayant pour centre **O** et le point **A** sur sa circonférence. [Caché]
7.  Coupe k_c avec k_b . Les points d'intersection seront désignés par **B'** et **B**.
8.  Symétrie du point **B** par rapport à **O**. Le symétrique sera désigné par **D**.
9.  Trace le Quadrangle **ABCD**. Il sera désigné par P_a et ses cotés seront les segments suivants: **a** = **[AB]**, **b** = **[BC]**, **c** = **[CD]**, **d** = **[DA]**.
10.  Trace le milieu **I** entre les points **D** et **C**.
11.  Trace le cercle k_d ayant pour centre **C** et le point **I** sur sa circonférence. [Caché]
12.  Trace le cercle k_e ayant pour centre **D** et le point **I** sur sa circonférence. [Caché]
13.  Coupe **b** avec k_d . Les points d'intersection seront désignés par **I'** et **I₁**.
14.  Coupe **d** avec k_e . Les points d'intersection seront désignés par **I₂** et **I''**.
15.  Trace l'arc de cercle **arc_a** autour du point **C** en partant du point **I**. Par le point **I₁** est défini l'angle **ICI₁**.
16.  Trace l'arc de cercle **arc_b** autour du point **D** en partant du point **I₂**. Par le point **I** est défini l'angle **I₂DI**.

Notez le style injonctif. Voici maintenant l'équivalent sous Geogebra :

No.	Nom	Icone...	Définition	Commande	Valeur
1	Point A				$A = (6.6, -5.02)$
2	Point C		Point sur Cercle[A, 8]	<code>Point[Cercle[A, 8]]</code>	$C = (14.6, -5.02)$
3	Segment a		Segment [AC]	<code>Segment[A, C]</code>	$a = 8$
4	Point O		Milieu de a	<code>MilieuCentre[a]</code>	$O = (10.6, -5.02)$
5	Cercle c		Cercle de centre O passant par C	<code>Cercle[O, C]</code>	$c: (x - 10.6)^2 + (y + 5.02)^2 = 16$
6	Cercle d		Cercle de centre A et de rayon 5	<code>Cercle[A, 5]</code>	$d: (x - 6.6)^2 + (y + 5.02)^2 = 25$
7	Point B'		Point d'intersection de d et c	<code>Intersection[d, c]</code>	$B' = (9.73, -1.12)$
7	Point B		Point d'intersection de d et c	<code>Intersection[d, c]</code>	$B = (9.73, -8.92)$
8	Point D		Symétrique de B par rapport à O	<code>Symétrie[B, O]</code>	$D = (11.48, -1.12)$
9	Quadrilatère ...		Polygone A, B, C, D	<code>Polygone[A, B, C, D]</code>	$poly1 = 31.22$
9	Segment a ₁		Segment [AB] de Quadrilatère poly1	<code>Segment[A, B, poly1]</code>	$a_1 = 5$
9	Segment b		Segment [BC] de Quadrilatère poly1	<code>Segment[B, C, poly1]</code>	$b = 6.24$
9	Segment c ₁		Segment [CD] de Quadrilatère poly1	<code>Segment[C, D, poly1]</code>	$c_1 = 5$
9	Segment d ₁		Segment [DA] de Quadrilatère poly1	<code>Segment[D, A, poly1]</code>	$d_1 = 6.24$
10	Point I		Milieu de c ₁	<code>MilieuCentre[c₁]</code>	$I = (13.04, -3.07)$
11	Cercle e		Cercle de centre C passant par I	<code>Cercle[C, I]</code>	$e: (x - 14.6)^2 + (y + 5.02)^2 = 6.25$
12	Cercle f		Cercle de centre D passant par I	<code>Cercle[D, I]</code>	$f: (x - 11.48)^2 + (y + 1.12)^2 = 6.25$
13	Point I ₂		Point d'intersection de f et d ₁	<code>Intersection[f, d₁]</code>	$I_2 = (9.52, -2.68)$
14	Point I ₁		Point d'intersection de e et b	<code>Intersection[e, b]</code>	$I_1 = (12.65, -6.58)$
15	Arc g		ArcCercle[C, I, I ₁]	<code>ArcCercle[C, I, I₁]</code>	$g = 3.93$

La maîtrise des commandes d'un GD nécessite un apprentissage et une prise de recul par

rapport aux objets géométriques qu'ils permettent de définir.

Si l'on reprend la trilogie de Rabardel, la **commande GD** est l'**artefact**, les **schèmes d'utilisation** sont le **repérage des éléments** nécessaires et suffisants pour mettre en œuvre la commande, les **représentations du concept** sont toutes les **configurations où la commande est productive** (c'est-à-dire, qui suivie d'autres commandes, va permettre de produire l'objet voulu).

Exemple : **Commande** : "Perpendiculaire".

Schèmes : désigner un point et une ligne droite (segment, droite, demi-droite) ;
tous les éléments à désigner doivent déjà exister.

Représentations : angle droit, perpendiculaire, hauteur, figure avec un angle droit au moins, axe de symétrie ...

Mais se pose toujours la question de ce qui est donné à voir par un logiciel de GD : un trait, l'image d'une droite (mais qu'est-ce qu'une droite), un carré, l'image d'un carré ?

L'appel à un logiciel de GD n'évacue pas la problématique de la figure.

Enfin, un logiciel de GD pose tout autant la **problématique de la validation** de la construction de figure qu'une démarche classique.

Certes, l'invalidation d'une construction erronée est plus facile sous GD grâce au **principe de résistance**⁴ de la figure, mais la validation, sous GD comme que dans le cas d'une démarche classique, suppose une argumentation non contestable.

D'un langage de commandes, il faut glisser à une (La) langue. En quoi la GD faciliterait-elle mieux ce glissement que le travail maintenant assez bien balisé de type papier-crayon ?

Nous n'avons pas encore de réponses précises aux questions que soulève l'introduction de la GD en C3, mais cela ne signifie pas qu'il faille se refuser à introduire la GD dans les classes.

Bien sûr tout le monde a repéré les avantages des logiciels de GD : possibilité de remords ou de modification tardive des attributs graphiques, possibilité de faire bouger les figures pour repérer ses invariants⁵, qualité du rendu final.

Questions :



En voulant initier trop tôt les élèves aux logiciels de GD, ne risque-t-on pas de reproduire la

⁴ Pour illustrer cette notion de résistance des figures, lancer le fichier éponyme : resistance.html.

⁵ C'est pour cela que cette géométrie est appelée dynamique ; les invariants apparaissent quand la figure résiste aux manipulations.

même erreur que du temps des Maths Modernes, c'est-à-dire opérer un *glissement méta-didactique* ? Observez ce site : [http://www.ac-besancon.fr/spip.php? \[...\]](http://www.ac-besancon.fr/spip.php?[...])

Une possibilité consisterait à restreindre l'emploi de la GD à la fourniture de simulateurs ou de petits logiciels permettant d'illustrer telle ou telle notion. Mais en ce cas :

 En s'abstenant de former les élèves, tout en leur proposant des situations calibrées sous GD, ne risque-t-on pas de produire des *effets Topaze* ?

Cf. [http://cic-stphilbert-sudloire-ia44.ac-nantes.fr/file/Geometrie et TUIC/Parallele\[...\]](http://cic-stphilbert-sudloire-ia44.ac-nantes.fr/file/Geometrie_et_TUIC/Parallele[...])

La question principale demeure : comment articuler des pratiques authentiques *ticées* avec des pratiques classiques bien réglées ?

La thèse défendue ici est la suivante : l'état actuel de la recherche sur l'enseignement de la géométrie en primaire ne permet pas de proposer une révolution de cet enseignement, fondée sur l'outil informatique. Il convient dans un premier temps de repérer les concepts dont l'approche peut être renforcée à l'aide d'outils *Tice*. La question des moyens mis en œuvre doit aussi être soulevée. Ce travail passe par un balayage des ouvrages scolaires les plus réputés. C'est ce que j'ai essayé de faire dans la page de mon site consacrée à ce sujet.