

Tracés Géométriques – Quelques difficultés.

📖 D'après « Grand N » n°49 pp 11 à 35 /1991-1992/Jean-François FAVRAT

1. Des maladresses des élèves dans l'utilisation des instruments

1.1. Les maladresses sont d'abord techniques :

- problèmes habituels repérés lors de la manipulation de la règle non graduée ;
- idem mais à propos des usages de la règle graduée ;
- cas spécifique de l'équerre ;
- manipulations du compas.

1.2. Les maladresses sont aussi méthodologiques :

- savoir rendre le tracé confortable (en se déplaçant ou en bougeant outil ou feuille) ;
- savoir réorienter le support pour tracer plus facilement (exemple avec l'équerre, revenir à une configuration *plus verticale*) ;
- savoir estimer les tracés d'appui (typique avec le compas lors des tracés des petits arcs de cercle).

1.3. Car les maladresses sont bien souvent d'ordre conceptuelles.

- quelles conceptions-élèves des droites et des cercles ? D'une part sous l'angle de leur définition (abstraite) d'autre part sous l'angle de leur concrétisation.
- En pratique, un élève de CE2 (et même de CM2) reproduit par imitation plus que par analyse en vue d'une reconstruction. L'élève ne se pose pas –en général- les 2 questions fondamentales : 1/chaque segment, chaque cercle, que je dois tracer, est-il parfaitement déterminé ? Si oui, par quoi ? et 2/ dans quel ordre ais-je intérêt à effectuer les tracés ? L'élève n'historicise pas.

1.4. Les exemples de l'article révèlent que les enfants ont du mal

- à se détacher de la perception de segments, lignes brisées, lignes discontinues, pour penser à une droite et/ou observer des alignements ;
- à introduire des constructions auxiliaires, qu'elles soient savantes (axes de symétrie, lignes de centres ...) ou très simples (prolonger un segment trop court, marquer le centre d'un cercle, etc.).

2. De quelques remédiations possibles (principes)

2.1. La maîtrise technique

- la maîtrise technique des outils de tracé ne suffit pas à assurer d'un élève qu'il sera « bon » en géométrie ;
- inversement, les « experts » en géométrie se contentent bien souvent de quelques croquis à main levée, position tenable car la géométrie ne suppose pas impérativement le tracé.

2.2. Le code géométrique

- les élèves du primaire ne maîtrisent pas le code géométrique (Cf. difficultés pour faire rédiger une construction), ils ne peuvent pas articuler un discours autonome ;
- en sorte que le dessin géométrique reste incontournable, en tant que *révélateur géométral* (révélateur au sens quasi-photographique¹ : qui fait apparaître en couches successives l'image finale).

2.3. Des exercices techniques –des gammes- deviennent incontournables.

- Entendre le mot « gamme » aussi bien dans le sens pianistique –monter ses gammes- qu'industriel –les gammes de fabrication-.
- Voir mes fichiers Graphisme à l'école » et « Tracés préparés ».

¹ Relu en 2007 : du temps de l'argentique peut-être.

- Ce dernier s'inspire fortement des travaux de Barataud au Cnefei : <http://www.ien-landivisiau.ac-rennes.fr/maths/geometrie/barataud/doubleetoile.htm> .
- Voir aussi l'article de présentation du soft TGT : Article TGT Cnefei/Jack Sagot/Hélène Terrat/Max Durand

Difficultés liées aux tâches de reproduction, représentation et construction de figures géométriques

 D'après Charnay-Mante Prépa au CERPE Tl-Chap 6 pp 271 et suivantes

3. L'élève ne repère pas certaines figures de base :

- par manque d'expérience (stockage incomplet de figures prototypiques) ;
- par incapacité de faire varier les modèles (l'élève ne reconnaît pas un rectangle s'il est trop allongé) ;
- du fait d'un théorème-élève erroné (l'élève ne reconnaît pas des perpendiculaires parce que les droites en jeu ne sont pas toutes « horizontales » ou « verticales ») ;
- par opacité de figures trop prégnantes, qui empêchent d'en voir d'autres, d'autant plus si elles ne sont qu'esquissées (ex typique du jeu « dans cette figure combien voyez-vous de rectangles ? ») ;
- par manque de discrimination, l'élève a du mal à isoler les figures de base d'autres éléments de la figure ;
- ainsi de jeunes élèves ne peuvent repérer que des figures « isolées », c'est à dire qui n'ont pas de côté commun avec d'autres figures.

4. L'élève ne repère pas certaines sur-figures :

- L'élève ne repère pas les figures qui ne sont pas totalement tracées, mais qui pourraient apparaître à condition de prolonger des traits ; ces figures englobent ou sous-tendent d'autres figures tracées, en quelque sorte, elles peuvent leur servir de trame ;
- Charnay-Mante insiste sur le fait que pour un élève, une figure est un objet matériel (qui existe pour de bon) du micro-espace : c'est donc un objet qu'on ne peut modifier au risque de le dénaturer ou de le détruire ;
- Ce phénomène est sans doute renforcé par un manque culturel : certaines images fantômes (Cf. Kanizsa) n'ont jamais été rencontrées, l'invariance d'une figure sous certaines transformations simples (rotation, translation) jamais évoquée.

5. L'élève ne sait pas historiciser (construire dynamiquement) les figures :

- Pour certaines figures, la chronologie des tracés partiels est sans importance ; pour d'autres, elle est au contraire fondamentale (on construit cela, puis cela par dessus ...). Cette possibilité qu'une figure soit générée de proche en proche renvoie sans doute à un problème de repérage de bonnes formes (au sens de la gestalt) mais tout autant de raccords entre ces formes. L'aventure Logo a bien révélé ce phénomène.

6. L'élève rencontre des difficultés pour tracer des figures :

- Difficulté de manipulation des instruments de tracé ;
- Difficulté pour mobiliser des images mentales anticipatrices de tracés à venir (stratégie) ;
- Non-connaissance des propriétés des figures à tracer ;
- Immaîtrise technologique (un compas est perçu comme servant à tracer des cercles mais pas à reporter des longueurs, une équerre comme permettant de marquer des angles mais pas de tracer des parallèles).

Difficultés liées aux tâches de description de figures géométriques

7. L'élève rencontre des difficultés au niveau du vocabulaire, des propriétés géométriques et de la nomination :

- L'élève ne connaît pas certains mots mathématiques, ce qui l'oblige à des périphrases ;
- L'élève confond certains mots (parallèle et perpendiculaire, médiane et médiatrice) ou utilise certains mots mathématiques dans leur sens courant (milieu d'un cercle, centre du carré), ou encore emprunte à la langue vernaculaire certains mots qui n'ont pas de sens proprement mathématique (rond, trait, bord, à côté de, de l'autre côté, etc.) ;
- L'élève maîtrise mal certaines propriétés caractéristiques de figures de base du motif à analyser, ce qui lui interdit toute description correcte ;
- L'élève a du mal à nommer (et coder par des lettres) des éléments de la figure initialement non codées ; ce codage est assimilé à une transformation de la figure initiale, transformation de facto interdite ; d'où le paragraphe suivant.

8. L'élève rencontre des difficultés quant au sens de la tâche proposée :

- Toute description oblige un effort de décentration (se mettre à la place de l'autre) ; d'où la présence dans les descriptions d'implicite (la médiane du triangle ABC mais on ne sait pas laquelle) ou d'historicité non dite (après, tu prends l'autre côté) ;
- Le contrat n'est pas toujours explicite ou bien conscientisé : s'agit-il d'être compris de son alter-ego (au risque de faire appel à un vocabulaire imagé) ou de montrer à l'enseignant que l'on sait (au risque d'une simple énonciation de figures constitutives sans architecture globalisante).

TGT : un outil pour construire la géométrie

 D'après Cnefei/Jack Sagot/Hélène Terrat/Max Durand

9. Dessins et figures géométriques

9.1. Le dessin et la figure ont de multiples rôles en géométrie :

- La représentation d'objets géométriques : Ces représentations graphiques facilitent la représentation mentale. La perception de la notion de cercle par exemple est assez difficile sans un support visuel et selon certains professeurs de mathématiques, l'usage d'un outil qui réalise automatiquement un cercle plutôt que sa construction à l'aide d'un compas, même virtuel, peut donner une perception différente de cette notion.
- Le support à une action : Le dessin et la figure permettent de faire des mesures, des calculs, des évaluations.
- L'illustration d'un énoncé : C'est une aide au raisonnement, à l'expérimentation et plus tard à la démonstration. Le dessin ou la figure permet de conjecturer, de justifier, de vérifier. Un exercice de géométrie est souvent très difficile à réaliser sans le passage par la figure. Le dessin, ou la figure, est parfois même le seul but de l'exercice.

9.2. Dessin et figure géométrique sont de nature différente.

- Le dessin géométrique fait plutôt référence à une géométrie "du faire". On demande à l'élève d'effectuer avec l'aide du crayon une suite d'actions et de manipulations d'instruments de tracé, règle, équerre, compas et éventuellement rapporteur. Cela fait appel à la fois à un raisonnement qui se développe dans l'espace et dans le temps et surtout à des « savoir faire ».
- Le dessin géométrique est en final bien ou mal réalisé et les appréciations de l'élève ou de son professeur sont chargées d'une certaine connotation esthétique.
- Au contraire, la figure géométrique fait, elle, référence à une géométrie plus "théorique". L'énoncé est de style déclaratif et fait référence non pas à des « savoir faire » mais à des savoirs

théoriques, les propriétés géométriques. La figure est relativement neutre d'un point de vue émotionnel, elle ne doit pas être appréciée par son esthétique, elle est juste ou ne l'est pas.

9.3. Ainsi les logiciels de tracés « géométriques » pourraient être

- plutôt des logiciels de tracé de figures où l'on fait référence à des définitions et des propriétés, ils sont d'ailleurs très nombreux et très puissants,
- d'autres plutôt des logiciels de tracé de dessins mettant en jeu des manipulations d'instruments, il n'en existe pratiquement pas !
- Dans le cadre d'une progression pédagogique, il est habituel de passer du dessin à la figure, c'est-à-dire de la pratique du traçage à la conception de la figure et à la compréhension de ses propriétés. Dans le cas d'élèves présentant des limitations ou des troubles de l'intégration des mouvements fins des membres supérieurs, faut-il s'interdire cette démarche qui construit les concepts géométriques à partir de manipulations simples et n'autoriser que l'usage d'outils de construction automatiques de figures ? Nous pensons au contraire qu'il peut être intéressant de proposer à ces élèves des outils d'aide au traçage, c'est pourquoi nous avons réalisé la Trousse GéoTracé.

9.4. Le logiciel TGT

- Développé par l'équipe informatique du CNEFEI, TGT², pour « Trousse GéoTracé », intègre des instruments virtuels de mesure (règle, équerre, rapporteur) à une feuille de traçage enrichie d'un crayon et d'un compas. Cet outil permet de réaliser toutes sortes de tracés et de mesures rencontrés à l'école primaire et au collège.
- Ces outils virtuels sont manipulables à la souris mais également partiellement par balayage et à l'aide d'un contacteur. Des menus d'options assurent un paramétrage fin et étendu de chacun des outils (taille, couleur, positionnement, valeurs des pas de translation ou de rotation).
- L'élève dessine ses figures géométriques en appelant un à un des instruments de traçage, par exemple le crayon puis la règle qui s'affiche horizontalement et au milieu de l'écran. Placé tout près de la règle le crayon s'aimante sur celle-ci et il suffira de le tirer pour tracer un segment. Afin d'améliorer la lisibilité de la mesure du traçage, le déplacement du crayon est accompagné sur la règle par la mise en évidence de la graduation correspondante. Ainsi par exemple les chiffres et les traits correspondant aux mesures en centimètre ou en millimètre passent du rouge au noir dans le paramétrage de couleur proposé par défaut. Outre cela, TGT offre plusieurs ressources particulièrement utiles aux élèves handicapés moteurs et/ou dyspraxiques
- *Manipuler les instruments à l'aide d'icônes* : Un clic sur une icône de translation ou de rotation déplacera la règle par exemple d'un pas paramétrable, ce qui pourra faciliter grandement la manipulation.
- *Simplifier l'affichage des mesures sur la règle, l'équerre et le rapporteur* : On peut décider de paramétrer un instrument pour n'avoir que les centimètres ou les dizaines de degré, on pourra ainsi habituer l'élève à encadrer une mesure de longueur ou d'angle ou bien affiner progressivement le repérage visuel d'une mesure. De même on peut simplifier l'apparence d'un instrument en coloriant différemment les centimètres et les millimètres ou bien encore en supprimant des icônes de manipulation s'ils sont inutiles à l'élève.
- *Travailler sur plusieurs calques* : On dessine une figure sur un calque de base mais on peut ajouter autant de calques supplémentaires souhaités rendus visibles ou invisibles, protégés ou déprotégés. Cela peut permettre à l'enseignant de créer sur un premier calque, visible mais protégé, l'énoncé et la figure de base, de proposer un deuxième calque de travail à l'élève, rendu visible et actif, et même de réaliser à l'avance un troisième calque de correction qui sera bien sûr rendu invisible et protégé. Cela peut également lui permettre de présenter à l'élève en difficulté de repérage, calque par calque, une figure complexe, un triangle par exemple, puis la construction des médianes, puis le cercle circonscrit.

² TGT est un logiciel téléchargeable gratuitement sur le site du Centre National d'Etudes et de Formation pour l'Enfance Inadaptée (www.cnefei.fr) en sélectionnant sur le menu d'entrée « Ressources » puis « Productions ». Ce logiciel ne fonctionne convenablement que dans l'environnement Windows XP.

- *Afficher une grille* : Le calque de traçage peut présenter une grille paramétrable au niveau de la mesure entre deux nœuds et de la couleur du trait. L'usage d'une grille s'avère intéressante pour nos élèves handicapés lorsqu'ils doivent travailler sur les symétries ou bien, plus grands quand ils doivent représenter le graphe d'une fonction.
- *Faire apparaître un repère* : associé ou non à une grille, l'apparition d'un repère orthogonal paramétrable permet de représenter simplement et proprement des fonctions affines étudiées en classe de 3ème de collège.
- *Flécher un segment* : Sur un segment préalablement tracé et sélectionné, il est possible de faire apparaître une flèche directionnelle à l'une ou l'autre de ses extrémités. De même, on peut faire apparaître des marques sur un segment. Tout cela permet de créer facilement des supports pour la géométrie vectorielle étudiée au collège.
- TGT ne se substitue pas aux grands logiciels mathématiques de construction géométrique tels Cabri Géomètre, Chamois, Atelier de Géométrie ou Géométrix, que nous apprécions et préconisons dans une seconde étape. Il ne s'agit pas au début de produire automatiquement des tracés géométriques mais de les construire pas à pas à l'aide d'une manipulation, parfois un peu laborieuse, d'outils virtuels. L'élève peut ainsi s'approprier naturellement des notions jusqu'alors difficiles par manque d'expérience de manipulation. TGT peut être particulièrement utile au début des apprentissages géométriques du primaire et du collège. Bien entendu, il sera efficacement relayé par des outils de production automatique plus performants une fois les concepts géométriques installés.

Instruments Virtuels : de l'association Maths en Poche

- Propose les outils de tracés géométriques classiques. Plus joli que le précédent, l'environnement n'a pas les mêmes fonctions ni peut-être la même rigueur.
- Est au minimum utile pour accompagner un groupe si l'on dispose d'un vidéoprojecteur.