

Chapitre 3

Les formes libres

3.1 Introduction

Comme le menu A, les menus B et C proposent des *objets* et des *fonctionnalités*.

Les objets des menus B et C sont des formes dites « libres ». Elles sont rassemblées en familles définies par leur nombre de côtés, la régularité... À la différence des formes standard, (mis à part le point) elles n'apparaissent plus d'un simple clic à l'écran. L'utilisateur les construit lui-même en fixant plusieurs sommets, un à la fois.

Les menus B et C sont très proches. En ce qui concerne les formes géométriques accessibles, le menu C se distingue du menu B par le fait qu'il propose des objets « illimités » : droites, demi-droites, secteurs et bandes. Il propose également un autre type d'objet absent du menu B : des secteurs de disque.

Les formes libres sont construites par le positionnement de leurs sommets à l'aide de clics de la souris. Par un clic de souris, nous pouvons construire trois espèces de points (du point de vue informatique, les points n'existent pas tant qu'ils n'ont pas été construits) :

- Les points libres : un point de ce type possède deux degrés de liberté. Les seules contraintes auxquelles il doit obéir sont celles qui résultent de son appartenance éventuelle en tant que sommet à une forme géométrique particulière (triangle rectangle par exemple). Un point libre est obtenu par un clic en un emplacement libre de l'écran.
- Les points liés au bord d'une forme géométrique : un point de ce type n'a qu'un degré de liberté. Il ne peut se déplacer que sur le bord de la forme sur laquelle il a été placé. (Voir aussi [Limiter](#).) C'est pourquoi nous utiliserons souvent l'expression « point sur ». Un « point sur » est obtenu par un clic sur le bord d'une forme préexistante.



Il peut se faire qu'un point soit placé sur un segment commun à deux formes. Dans ce cas le logiciel considère que le point en question est un point « sur » celle des deux formes qui est à l'avant-plan par rapport à l'autre. Par défaut, c'est celle qui a été construite en dernier lieu.

L'utilisateur peut modifier la position d'une forme par rapport à l'autre, via les procédures [Avant-plan](#) et [Arrière-plan](#). Sur la figure ci-dessus, le triangle bcd a été construit après le triangle abd . Le point p a été placé ensuite. Il est donc « sur » le triangle bcd et mobile sur le bord de ce triangle.

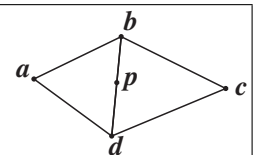


Fig. 1

- Un point d'intersection est comme son nom l'indique placé à l'intersection de deux objets. Il n'a aucun degré de liberté : il ne pourra changer de place que si l'une des deux formes qui le déterminent est modifiée.

Aux chapitres 7 et 8, nous rencontrerons une quatrième espèce de points : des points construits à partir d'une forme géométrique préexistante. Par exemple, le centre d'un polygone dépend entièrement de ce polygone, sa construction nécessite l'emploi d'une *Opération*.

3.2 Des formes orientées

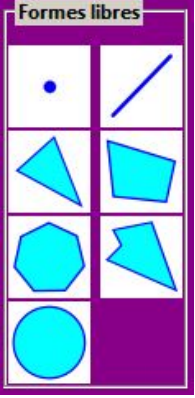
Les points mis à part, toutes les formes libres sont des formes *orientées*. Leur orientation est déterminée par l'ordre de construction des sommets. Les segments $[a, b]$ et $[b, a]$ ne peuvent être considérés comme identiques, pas plus que les triangles abc et cba . Par contre cab et bca ont les mêmes propriétés que abc et ne doivent donc pas être distingués.

On voit apparaître là une différence entre la géométrie euclidienne usuelle et la géométrie dynamique. Dans la suite, nous aurons l'occasion de revenir sur cette question, notamment lorsqu'au chapitre 10, nous parlerons des *mesures*.

3.3 Formes Libres

À l'ouverture d'*Apprenti Géomètre* avec un des menus B ou C, les familles de formes libres apparaissent dans un des pavés de la boîte à outils. Ce pavé, constitué des *Formes Libres*, comprend sept icônes activables par un clic de souris. À l'activation d'une d'elles, l'icône est encadrée en rouge et une fenêtre composée de 2 à 10 boutons poussoirs apparaît alors à l'écran pour choisir la forme à construire (sauf si on a choisi l'icône représentant un point : seul le cadre rouge est dessiné).

PRATIQUEMENT



- La construction d'une forme est initialisée par un premier clic sur le bouton poussoir portant le nom de la forme souhaitée.
- Chaque clic de la souris dans la fenêtre de travail fixe alors un sommet de la forme souhaitée, le logiciel veillant au respect des contraintes géométriques.
- Il est ainsi possible de fixer à l'écran aussi bien des points libres, que des points liés à un objet ou encore des points à l'intersection de deux objets.
 - Pour lier un point à un objet déjà dessiné, approcher le point mobile (situé à l'extrémité du curseur de la souris) de l'objet jusqu'à ce que, grâce au magnétisme, la couleur de celui-ci passe au magenta. Le clic de la souris place alors le point sur l'objet. Le point est devenu un « point sur ».

Fig. 2

- Pour placer un point à l'intersection de deux formes, procéder de même en approchant le point mobile de l'intersection visée. Le clic fixe le point à cette intersection pour autant que les bords des formes aient tous deux viré au magenta.



Comme lors de la construction d'une forme standard, il peut arriver que l'utilisateur réalise involontairement un « **double clic** ». Relisez le paragraphe consacré à cette question à la page 12.

Pour pouvoir placer un point à l'intersection de deux formes, il faut que point d'intersection puisse être identifié de façon univoque. Ce n'est pas toujours le cas. En particulier, on peut souhaiter placer un point sur un segment qui apparaisse commun à deux formes, comme dans la situation de la figure 3.

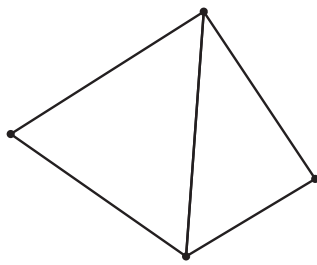


Fig. 3

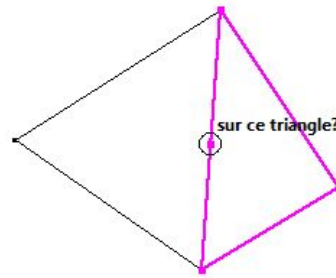


Fig. 4

À l'emplacement du côté commun aux deux triangles se trouvent en réalité deux segments superposés. L'intersection de ces deux segments n'étant pas réduite à un point, le logiciel ne peut placer un nouveau point que sur l'un d'entre eux. Il choisit le triangle situé à l'avant-plan, le colore en magenta et propose ce choix à l'utilisateur (figure 4). Si c'est l'autre triangle que l'on veut choisir, il convient de le mettre au préalable à l'avant-plan.

3.3.1 La famille du point

Cette famille ne contient que le point. Un seul clic suffit à construire un point, de l'une des trois espèces mentionnées plus haut.

3.3.2 La famille des segments

Le menu *B* ne permet de dessiner que des segments, éventuellement parallèles ou perpendiculaires à un autre objet.

Le menu *C* permet, en plus, de dessiner des droites, éventuellement parallèles ou perpendiculaires à un autre objet, des demi-droites, des secteurs et des bandes.

Si un segment ou une droite est parallèle ou perpendiculaire à *un autre objet*, celui-ci peut être un segment, une droite, une demi-droite, un côté de polygone, un bord de bande ou un bord de secteur.

- Pour tracer un *segment*, fixer les extrémités en deux clics de souris. L'ordre dans lequel les extrémités d'un segment ont été fixés détermine l'orientation de ce segment.
- Pour tracer un *segment parallèle* à un autre objet, sélectionner cet objet et après avoir relâché le bouton de la souris, déplacer celle-ci jusqu'à l'emplacement choisi pour l'origine du nouveau segment, cliquer et tirer à la souris jusqu'à l'extrémité souhaitée.
- Pour tracer un *segment perpendiculaire* à un autre objet, la procédure est identique.
- Pour tracer une *droite*, fixer deux points en deux clics de souris.
- Pour tracer une *droite parallèle* à un autre objet, sélectionner cet objet et après avoir relâché le bouton de la souris, déplacer celle-ci jusqu'à l'emplacement choisi pour y fixer un point de la droite parallèle.
- Pour tracer une *droite perpendiculaire* à une autre objet, la procédure est identique.
- Pour tracer une *demi-droite*, en deux clics de souris, fixer son origine puis un autre point.
- Pour tracer une *bande*, trois clics sont nécessaires : les deux premiers déterminent un des deux bords de la bande, le troisième détermine l'autre bord.
- Pour tracer un *secteur*, à nouveau trois clics sont nécessaires. Dans l'ordre : le sommet du secteur, un point du premier côté, un point du second.

3.3.3 La famille des triangles

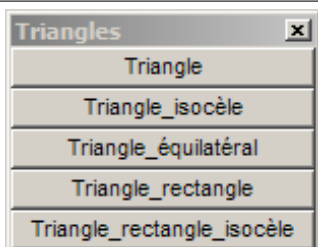


Fig. 5




Fig. 6

Pour tracer un *triangle quelconque* : en trois clics, fixer les sommets.




Fig. 7

Pour tracer un *triangle isocèle*, les deux premiers clics fixent « la » base du triangle et le troisième clic fixe le troisième sommet.




Fig. 8

Pour tracer un *triangle équilatéral*, deux clics suffisent à fixer deux sommets, le logiciel fixe le troisième en orientant le triangle dans le sens trigonométrique positif.




Fig. 9

Pour tracer un *triangle rectangle*, trois clics fixent successivement un sommet d'angle aigu, le sommet de l'angle droit, le sommet du deuxième angle aigu.




Fig. 10

Pour tracer un *triangle rectangle isocèle*, deux clics de souris suffisent à fixer les sommets des angles aigus, le logiciel fixant le troisième sommet, également en respectant le sens trigonométrique.

3.3.4 La famille des quadrilatères

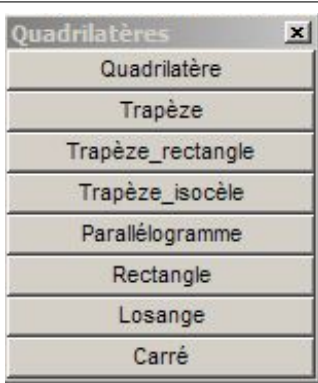


Fig. 11




Fig. 12

Pour tracer un *quadrilatère quelconque* : en quatre clics, fixer les sommets.




Fig. 13

Pour tracer un *trapèze*, les deux premiers clics fixent une des bases, les deux suivants l'autre base.

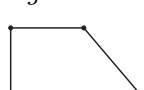


Fig. 14

Pour tracer un *trapèze rectangle*, trois clics suffisent. Le premier fixe un sommet d'angle droit et les deux suivants les sommets des angles non droits.

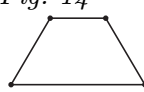


Fig. 15

Pour tracer un *trapèze isocèle*, trois clics suffisent également. Les deux premiers fixent une base, le troisième un sommet de l'autre base.

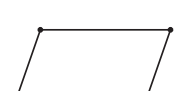


Fig. 16

Pour tracer un *parallélogramme*, trois clics déterminent deux côtés adjacents, ce qui permet au logiciel de terminer la construction.

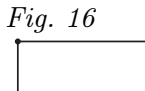


Fig. 17

Pour tracer un *rectangle*, ou un *losange* la procédure est la même que pour un parallélogramme. Le logiciel veille au respect des contraintes d'angle ou de longueur.


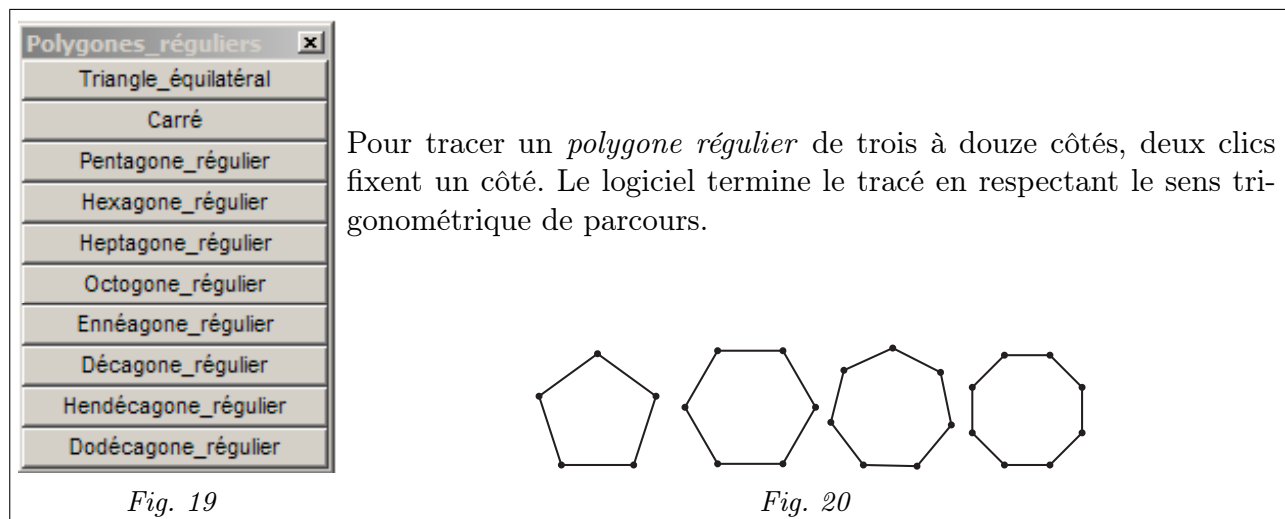


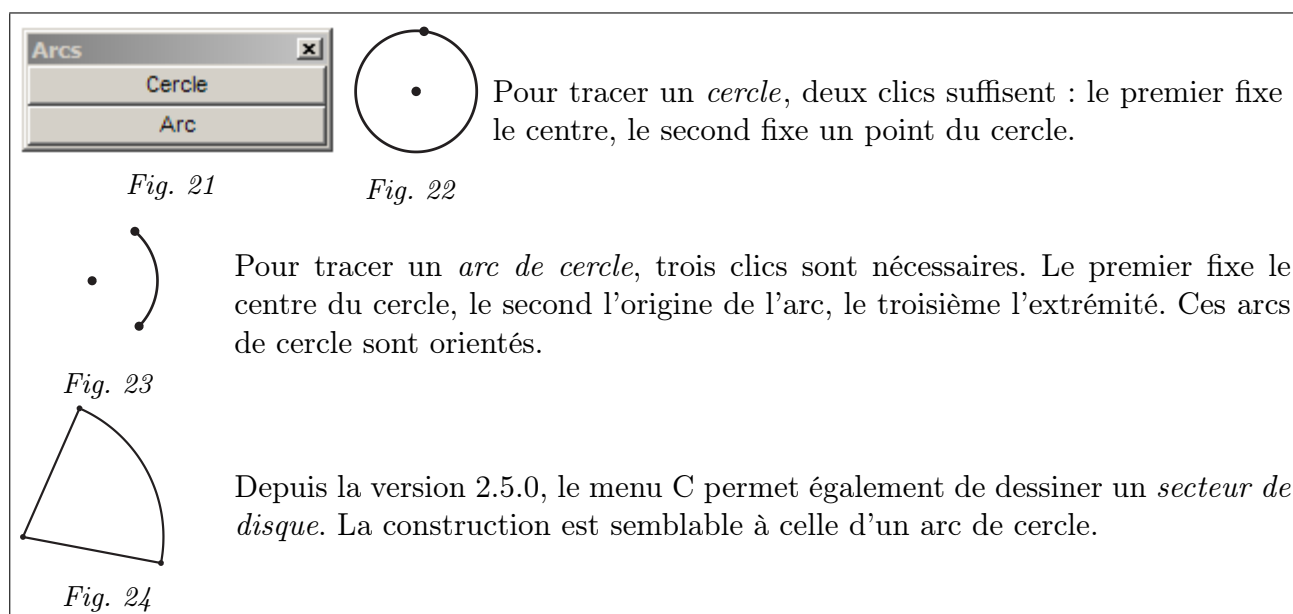
Fig. 18

Pour tracer un *carré*, deux clics déterminent un côté, le logiciel termine le travail en respectant le sens trigonométrique de parcours.

3.3.5 La famille des polygones réguliers



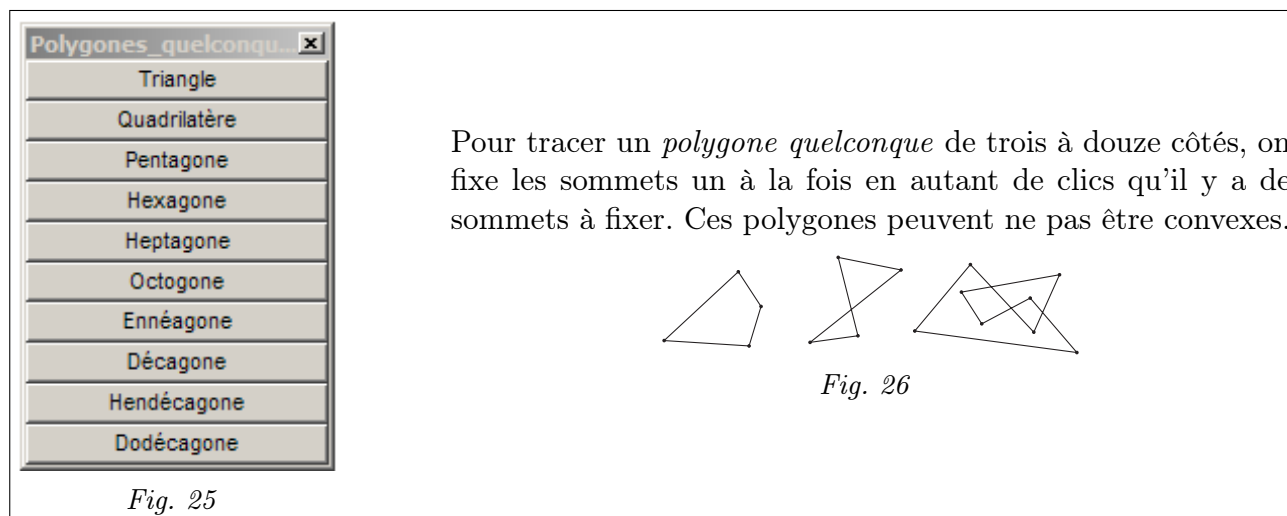
3.3.6 La famille du cercle



Lors de la construction, tout cercle est orienté dans le sens trigonométrique. À chaque *retournement* qui lui est appliqué, l'orientation est inversée.

L'orientation d'un arc de cercle et celle d'un secteur de disque sont toujours de l'origine de l'arc vers son extrémité.

3.3.7 La famille des polygones quelconques



3.4 Abandonner une construction

L'utilisateur peut toujours abandonner la construction d'une forme libre avant que celle-ci soit achevée. Il actionnera dans ce but le bouton **Annuler**. Pour plus d'informations à propos de cette fonctionnalité, voir la section [Édition/Annuler](#).

3.5 Une remarque

Un logiciel tel que *Apprenti Géomètre* met en œuvre des contraintes de deux types : géométriques d'une part, informatiques d'autre part. Lorsqu'on réalise une figure, il n'y a pas intérêt à superposer des contraintes alors que certaines seraient automatiquement réalisées. Prenons un exemple en réalisant la figure du théorème de Varignon : *Le quadrilatère $mnpq$ obtenu en joignant les milieux des côtés d'un quadrilatère $abcd$ est un parallélogramme*.

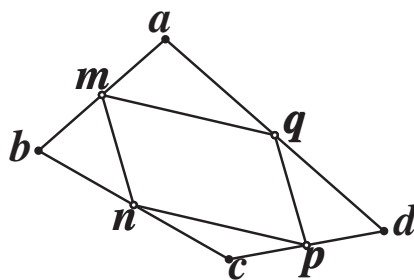


Fig. 27

Pour réaliser cette figure, l'utilisateur va dessiner d'abord le quadrilatère $abcd$ en utilisant le bouton **Quadrilatères/Quadrilatère** du pavé des *Formes Libres* ;

Ensuite, l'opération **Diviser** du chapitre 7 lui permet de construire les milieux m , n , p , q des côtés de $abcd$.

Il lui reste à joindre les points m , n , p , q . S'il ignore que ces points sont sommets d'un parallélogramme, l'utilisateur va normalement réutiliser le bouton **Quadrilatères/Quadrilatère**. Il constatera alors que ce quadrilatère est un parallélogramme : c'est la géométrie qui l'impose.

Mais si l'utilisateur sait que $mnpq$ est un parallélogramme, il pourrait être tenté d'utiliser le bouton **Quadrilatères/Parallélogramme**. Bien sûr, il obtiendrait la même figure, du moins en apparence. En effet, pour construire ce parallélogramme, il suffit d'indiquer au logiciel trois sommets, par exemple m, n, p . *Apprenti Géomètre* complète alors le parallélogramme en calculant la position du quatrième sommet et en le créant, sans tenir compte de l'existence du point q . Ainsi, d'une part on a créé une contrainte informatique dont on aurait pu se passer, mais surtout, en q se trouveront en réalité deux points : l'un est le milieu du côté $[d, a]$ du quadrilatère $abcd$, l'autre est le quatrième sommet du parallélogramme construit par le logiciel à partir des trois points m, n et p . Ainsi les quatre sommets du parallélogramme n'ont pas le même statut. Si la figure se limite au quadrilatère et au parallélogramme, il n'en résulte aucune conséquence fâcheuse. Mais cela pourrait entraîner une confusion et des inconvénients difficiles à comprendre si la complexité de la figure augmente et qu'on réutilise le point q , sans être conscient de son dédoublement.

Ces inconvénients sont évités en ne superposant pas une contrainte informatique à la contrainte géométrique existante.

Bibliographie

- [1] CREM, *Apprenti Géomètre. Grandeurs, fractions et mesures*. Centre de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques, Nivelles, (2003).
- [2] CREM, *Apprenti Géomètre. Rapport de recherche 2003-2004*. Centre de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques, Nivelles, (2004).
- [3] N. Rouche et Ph. Skilbecq, *Apprenti Géomètre, un nouveau logiciel*, Mathématique et Pédagogie, 149, 68–84, (2004).
- [4] CREM, *Apprenti Géomètre. Un outil de différenciation des apprentissages en mathématique*. Centre de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques, Nivelles, (2005).
- [5] N. Rouche et Ph. Skilbecq, *Apprenti Géomètre; pourquoi un nouveau logiciel*, Centre de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques, Nivelles, (2006).
- [6] N. Rouche et Ph. Skilbecq, *Apprenti Géomètre, un atelier pour travailler les mathématiques*, Centre de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques, Nivelles, (2006).
- [7] CREM, *Impact du logiciel Apprenti Géomètre sur certains apprentissages*. Centre de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques, Nivelles, (2007).
- [8] B. Honclaire et G. Noël, *Barycentres*. Losanges, N°4, 19–25, (2009).
- [9] G. Noël, *Activités avec Apprenti Géomètre*. Losanges, N°5, 35–39, (2009).
- [10] B.Honclaire et Y. Noël-Roch *Astricas*. Losanges, N°7, 52–60, (2010).
- [11] B.Honclaire *Touche à mon pote... AG*. Losanges, N°12, 47–52, N°13, 49–56, N°14, 52–58, N°15, 55–62, (2011).
- [12] M.-F. Guissard, V. Henry, P. Lambrecht, P. Van Geet et S. Vansimpsen *Aires et agrandissements, Math & Manip avec le logiciel de géométrie Apprenti Géomètre*. Losanges N°18, 15–23, (2012).
- [13] G. Noël, *Dessiner une conique*. Losanges, N°18, 54–57, (2012).

Index

- Annuler, 26
- Arc, 25
- Arrière-plan, 21
- Avant-plan, 21

- Bande, 21, 23

- Carré, 24, 25
- Cercle, 25

- Décagone, 25, 26
- Demi-droite, 21, 23
- Dodécagone, 25, 26
- Droite, 21, 23
 - parallèle, 23
 - perpendiculaire, 23

- Ennéagone, 25, 26

- Forme
 - libre, 21
 - orientée, 22

- Hendécagone, 25, 26
- Heptagone, 25, 26
- Hexagone, 25, 26

- Intersection, 22

- Losange, 24

- Magnétisme, 22
- Menu
 - B, 21, 23
 - C, 21, 23

- Octogone, 25, 26
- Opération, 22
- Orientation, 22
 - d'un arc de cercle, 25
 - d'un cercle, 25
 - d'un secteur de disque, 25
 - d'un segment, 23

- Parallélogramme, 24
- Pentagone, 25, 26
- Point, 23
 - construit, 22
 - d'intersection, 21, 22
 - lié, 21
 - libre, 21
 - sur, 21, 22
- Polygone, 23
 - quelconque, 26
 - régulier, 25

- Quadrilatère, 26
 - quelconque, 24

- Rectangle, 24
- Retournement, 25

- Secteur, 21, 23
 - de disque, 21, 25
- Segment, 23
 - parallèle, 23
 - perpendiculaire, 23

- Trapèze, 24
 - isocèle, 24
 - rectangle, 24
- Triangle, 24, 26
 - équilatéral, 24, 25
 - isocèle, 24
 - quelconque, 24
 - rectangle, 24
 - rectangle isocèle, 24