

Aide pour GeoGebra 2.5

Markus Hohenwarter, www.geogebra.at

ont contribué à la traduction française :
Vincent Douce, Nicolas Hainaux et David Tran

coordinateur Noël Lambert
assisté de Philippe Pham-Ba-Nien

5 avril 2005

Table des matières

Table des matières	2
1 Qu'est GeoGebra ?	5
2 Exemples	6
2.1 Triangle et angles	6
2.2 Equation réduite de droite sous forme $y = a x + b$	6
2.3 Centre de gravité d'un triangle ABC	7
2.4 Partage d'un segment [AB] dans le rapport 7 : 3	8
2.5 Système d'équations linéaires à deux variables	8
2.6 Tangente à une courbe représentative de fonction	8
2.7 Etude des fonctions polynomiales	9
2.8 Intégrales	9
3 Saisie géométrique	11
3.1 Généralités	11
3.1.1 Menu contextuel	11
3.1.2 Afficher et Cacher	11
3.1.3 Trace	12
3.1.4 Zoom	12
3.1.5 Rapports d'Axes	12
3.1.6 Protocole de construction	12
3.1.7 Redéfinir	12
3.2 Modes	13
3.2.1 Généralités sur les Modes	13
3.2.2 Point	14
3.2.3 Vecteur	15
3.2.4 Segment	15
3.2.5 Demi-droite	15
3.2.6 Polygone	15
3.2.7 Droite	16
3.2.8 Conique	17
3.2.9 Arc et Secteur	17

3.2.10	Nombre et Angle	18
3.2.11	Lieu	19
3.2.12	Transformations géométriques	19
3.2.13	Texte	20
3.2.14	Image	21
3.2.15	Propriétés des Images	21
4	Saisie numérique	23
4.1	Notes générales	23
4.1.1	Modifier des valeurs	23
4.1.2	Animation	23
4.2	Saisie directe	24
4.2.1	Nombres et angles	24
4.2.2	Points et vecteurs	24
4.2.3	Droites	25
4.2.4	Coniques	25
4.2.5	Fonctions de la variable x	25
4.2.6	Opérations arithmétiques	26
4.3	Commandes	27
4.3.1	Commandes générales	27
4.3.2	Nombre	28
4.3.3	Angle	29
4.3.4	Point	30
4.3.5	Vecteur	31
4.3.6	Segment	32
4.3.7	DemiDroite	32
4.3.8	Polygone	32
4.3.9	Droite	32
4.3.10	Conique	34
4.3.11	Fonction	34
4.3.12	Arc et Secteur	35
4.3.13	Image	36
4.3.14	Lieu	36
4.3.15	Transformations géométriques	36
5	Imprimer et exporter	39
5.1	Impression	39
5.1.1	Feuille de travail	39
5.1.2	Protocole de construction	39
5.2	Feuille de travail en tant que Image (png,eps)	39
5.3	Feuille de travail vers le presse-papiers	40
5.4	Protocole de Construction en tant que Page Web (html)	40
5.5	Feuille de travail dynamique en tant que Page Web (html)	41

6 Options	42
6.1 Capture d'un point	42
6.2 Unité d'angle	42
6.3 Nombre de décimales	42
6.4 Style de point	42
6.5 Graphiques	42
6.6 Taille des caractères	43
6.7 Langue	43
6.8 Feuille de travail	43
Index	44

Chapitre 1

Qu'est GeoGebra ?

GeoGebra est un logiciel mathématique qui allie dessin géométrique, données et calculs analytiques.

L'idée et le développement sont de Markus Hohenwarter de l'Université de Salzbourg (Autriche) pour l'enseignement des mathématiques.

D'une part, GeoGebra est un logiciel de géométrie dynamique. Vous pouvez construire des points, des vecteurs, des segments, des droites, des coniques aussi bien que des courbes représentatives de fonctions et les modifier ensuite de manière dynamique.

D'autre part, les équations et les coordonnées peuvent être saisies directement. Ainsi, GeoGebra est capable de traiter avec des variables pour des nombres, des vecteurs et des points, de dériver ou d'intégrer des fonctions et offre des commandes comme Racine ou Extremum.

Ces deux aspects sont caractéristiques de GeoGebra : une expression dans la fenêtre Algèbre correspond à un objet dans la fenêtre Géométrie (Feuille de travail) et vice versa.

Chapitre 2

Exemples

Pour entrevoir les possibilités de GeoGebra, regardons quelques exemples.

2.1 Triangle et angles

- D’abord, choisir le mode *Nouveau point* (voir 3.2) dans la barre d’outils et cliquer dans la feuille de travail pour placer les trois sommets du triangle ABC.
- Sélectionner le mode *Polygone* et cliquer successivement sur les points A, B, C et à nouveau A pour créer le triangle P. Dans la fenêtre Algèbre, apparaît l’aire de ce triangle ainsi que les longueurs de ses côtés.
- Pour faire apparaître la mesure des angles de ce triangle, choisir le mode *Angle* dans la barre d’outils et cliquer sur le triangle.

Maintenant, choisir le mode *Déplacer* et déplacer un sommet du triangle.

Les mesures varient en conséquence.

Le menu *Affichage* permet de masquer les axes du repère ainsi que la fenêtre Algèbre.

2.2 Equation réduite de droite sous forme $y = a x + b$

On va s’intéresser à la signification des nombres a et b dans l’écriture d’une équation de droite sous forme $y = ax + b$.

Pour cela, nous allons entrer différentes valeurs de a et de b dans la zone de saisie située en bas de l’écran.

Nous allons saisir les trois lignes qui suivent en appuyant sur la touche Entrée à chaque fin de ligne.

$$a = 1$$

$$b = 2$$

$$y = a x + b$$

Changeons maintenant les valeurs de a et de b soit par un clic-droit sur la variable désirée dans la fenêtre Algèbre puis en choisissant Editer, soit en écrivant directement dans la zone de saisie.

```
a = 2
a = -3
b = 0
b = -1
```

Il est aussi très facile de changer les valeurs de a et de b à l'aide des flèches du clavier (animation, 4.1.2) ; il en est de même avec les curseurs (clic-droit sur a ou b, Afficher Objet ; voir 3.2.10).

De manière analogue, on pourrait s'intéresser aux équations de coniques du type $x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$, $b^2x^2 + a^2y^2 = a^2b^2$ or $(x - m)^2 + (y - n)^2 = r^2$.

2.3 Centre de gravité d'un triangle ABC

Nous allons maintenant construire le centre de gravité d'un triangle ABC en entrant dans la zone de saisie les lignes suivantes (appuyer sur Entrée à chaque fin de ligne).

Bien sûr, il est aussi possible d'utiliser la souris pour réaliser cette construction en choisissant un des modes de la barre d'outils (voir 3.2).

```
A = (-2, 1)
B = (5, 0)
C = (0, 5)
M_a = MilieuCentre[B, C]
M_b = MilieuCentre[A, C]
s_a = Droite[A, M_a]
s_b = Droite[B, M_b]
S = Intersection[s_a, s_b]
```

Par ailleurs, il existe un autre moyen de trouver le centre de gravité de ABC en saisissant directement :

```
S1 = (A + B + C) / 3
```

On compare alors les deux constructions obtenues en tapant :

```
Relation[S, S1]
```

On peut tester si la relation $G = G1$ reste vraie pour d'autres positions des points A, B et C. Il suffit alors de choisir le mode *Déplacer* dans la barre d'outils (outil le plus à gauche) puis de prendre un des points A, B ou C pour le déplacer.

2.4 Partage d'un segment [AB] dans le rapport 7 : 3

Comme GeoGebra nous permet d'effectuer du calcul vectoriel, ce type de construction ne va pas poser de problème. Il suffit d'écrire dans la zone de saisie :

$$\begin{aligned} A &= (-2, 1) \\ B &= (3, 3) \\ T &= A + 7/10 (B - A) \end{aligned}$$

Une autre façon de le faire est la suivante :

$$\begin{aligned} A &= (-2, 1) \\ B &= (3, 3) \\ v &= \text{Vecteur}[A, B] \\ T &= A + 7/10 v \end{aligned}$$

Dans une étape suivante, on peut introduire une variable t (par exemple avec le mode *Curseur*, 3.2.10) et redéfinir le point T de la façon suivante : $T = A + t v$ (voir 3.1.7).

En modifiant t , on peut ainsi obtenir les différentes positions de T le long de la droite (AB) .

Cette droite peut maintenant être saisie sous une forme qui utilise un paramètre : (voir 4.2.3) :

$$g: X = T + s v$$

2.5 Système d'équations linéaires à deux variables

Deux équations linéaires peuvent être représentées par deux droites. Si le système admet une solution, c'est le point d'intersection de ces deux droites.

$$\begin{aligned} g &: 3x + 4y = 12 \\ h &: y = 2x - 8 \\ S &= \text{Intersection}[g, h] \end{aligned}$$

Il est possible de modifier les équations (clic-droit, Editer) ou de déplacer, ou de faire tourner les droites en utilisant directement la souris (*Déplacer*, 3.2.1 ; *Tourner autour du point*, 3.2.1)

2.6 Tangente à une courbe représentative de fonction

GeoGebra offre la possibilité de tracer la tangente à une courbe représentative d'une fonction f au point d'abscisse a .

$$\begin{aligned} a &= 3 \\ f(x) &= 2 \sin(x) \\ t &= \text{Tangente}[a, f] \end{aligned}$$

En déplaçant a (voir 4.1.2) la tangente glisse le long de la courbe représentative de f .
Une autre façon de réaliser cette construction est :

$$\begin{aligned} a &= 3 \\ f(x) &= 2 \sin(x) \\ T &= (a, f(a)) \\ t : X &= T + s (1, f'(a)) \end{aligned}$$

De plus, on obtient le point T sur la courbe représentative de f et la tangente est donnée sous forme paramétrique.

Il est par ailleurs possible de tracer cette tangente directement à partir de la fenêtre de travail :

- choisir le mode *Nouveau point* (voir 3.2) et cliquer sur la courbe représentative de la fonction f (celle-ci apparaît alors en gras) ;
- choisir le mode *Tangentes* et cliquer d'abord sur la courbe représentative de la fonction puis sur le point de la courbe ayant pour abscisse a .

Maintenant, choisir le mode *Déplacer* et faire bouger le point de tangence. La droite tangente à la courbe se déplace en conséquence.

2.7 Etude des fonctions polynomiales

Avec GeoGebra il est possible de déterminer les racines, les extremums locaux et les points d'inflexion des fonctions polynômiales.

$$\begin{aligned} f(x) &= x^3 - 3x^2 + 1 \\ N &= \text{Racine}[f] \\ E &= \text{Extremum}[f] \\ W &= \text{PointInflexion}[f] \end{aligned}$$

Avec le mode *Déplacer* il est possible de modifier la courbe représentative de la fonction f . Dans ce contexte, les dérivées première et seconde de f sont tout à fait intéressantes.

$$\begin{aligned} &\text{Dérivée}[f] \\ &\text{Dérivée}[f, 2] \end{aligned}$$

2.8 Intégrales

Comme activité d'introduction du calcul intégral, GeoGebra offre la possibilité de visualiser les sommes de Riemann inférieures et supérieures (sommes algébriques des aires de rectangles approchant l'intégrale de f sur $[a; b]$).

```
f(x) = x^2/4 + 2
a = 0
b = 2
n = 5
L = SommeInférieure[f, a, b, n]
U = SommeSupérieure[f, a, b, n]
```

En changeant a, b ou n (animation, 4.1.2; curseur, 3.2.10) on peut visualiser l'influence de ces paramètres.

Pour faire varier n de 1 en 1 : clic-droit sur n, Propriétés.

Le calcul effectif de l'intégrale de f sur [a;b] peut s'obtenir de cette façon :

```
Intégrale[f, a, b]
```

Une primitive F de f est obtenue en saisissant :

```
F = Intégrale[f]
```

Chapitre 3

Saisie géométrique

Maintenant nous expliquons comment utiliser la souris dans GeoGebra.

3.1 Généralités

NdT : le vocable LIGNE sera utilisé lorsque GeoGebra ne différencie pas segment et droite.

La fenêtre Géométrie (à droite) montre graphiquement des points, des vecteurs, des segments, des polygones, des courbes de fonctions, des droites et des coniques. chaque fois que la souris passe au-dessus d'un objet une description apparaît. La fenêtre Géométrie est appelée parfois *feuille de travail*.

Il y a plusieurs modes pour dire à GeoGebra comment il doit réagir à la souris (Nouveau point, Intersection entre deux objets, Cercle passant par trois points, ...). Ceci sera expliqué en détail plus loin (3.2).

Un Double clic sur un objet dans la fenêtre Algèbre ouvre un champ d'édition.

3.1.1 Menu contextuel

Un clic droit sur un objet ouvre un menu contextuel où l'on peut choisir l'écriture algébrique (coordonnées polaires ou cartésiennes, équations implicites ou explicites, ...). C'est là qu'on trouve aussi les commandes comme Renommer, Editer ou Effacer.

En choisissant Propriétés on ouvre une boîte de dialogue où l'on peut changer la couleur, la taille, l'épaisseur ou le style du trait, le remplissage etc.

3.1.2 Afficher et Cacher

Les objets géométriques peuvent être dessinés (Afficher) ou non (Cacher).

Utiliser le mode *Afficher/Cacher l'objet* (3.2.1) ou le menu contextuel (3.1.1) pour changer cet état.

L'icône à gauche de chaque objet dans la fenêtre Algèbre nous renseigne sur l'état actuel.

3.1.3 Trace

Les objets géométriques peuvent laisser une trace sur l'écran quand ils sont déplacés. Utiliser le menu contextuel (3.1.1) comme bascule pour activer ou non cette trace.

Le sous-menu *Rafraîchir l'affichage* du menu *Affichage* efface toutes les traces.

3.1.4 Zoom

Après un clic droit dans la feuille de travail, un menu contextuel vous permet de choisir un agrandissement ou une réduction.

Voir aussi les modes *Agrandissement* (3.2.1) resp. *Réduction* (3.2.1).

Zoom d'une fenêtre : clic droit et déplacement de la souris pour zoomer le rectangle sélectionné.

3.1.5 Rapports d'Axes

Après un clic droit dans la feuille de travail, un menu contextuel vous permet de changer le rapport d'échelle entre les axes des x et des y.

3.1.6 Protocole de construction

Le protocole de construction interactif (menu *Affichage*) est une table indiquant toutes les étapes de construction. Vous pouvez ici refaire la construction pas à pas. Il est même possible d'insérer des étapes de construction et de changer leur ordre. Vous trouverez plus de détails dans le menu d'aide du protocole de construction.

3.1.7 Redéfinir

Un objet peut être *redéfini* en utilisant son menu contextuel (3.1.1). C'est très utile pour des modifications ultérieures de votre construction. Vous pouvez aussi ouvrir la boîte de dialogue *Redéfinir* en double cliquant sur un objet lié.

Pour placer un point libre A sur une ligne h, choisir *Redéfinir* pour le point A et entrer `Point[h]`. Pour retirer ce point de cette ligne et le rendre libre à nouveau, le redéfinir avec des coordonnées quelconques comme $(3, 2)$.

Un autre exemple est la conversion d'une droite h passant par deux points A et B en un segment : choisir *Redéfinir* et entrer `Segment[A, B]`.

Redéfinir des objets est un outil vraiment souple pour modifier profondément des constructions. Prière de remarquer que cela modifie aussi l'ordre des étapes de construction dans le protocole de construction (3.1.6).

3.2 Modes

Les modes suivants peuvent être activés dans la barre d'outils. Cliquer sur la petite flèche à droite d'une icône pour avoir un menu avec d'autres modes.

Pour *Sélectionner* un objet il faut *cliquer dessus avec la souris*. Dans tous les modes de construction vous pouvez facilement créer de nouveaux points en cliquant dans la feuille de travail.

3.2.1 Généralités sur les Modes

Déplacer

Glisser et déposer les objets libres avec la souris.

Sélectionner un objet en cliquant dessus dans le mode Déplacer ; vous pouvez ensuite

- le supprimer en pressant la touche Suppr ;
- le déplacer en utilisant les flèches (voir 4.1.2) .

Maintenir la touche Ctrl enfoncée pour sélectionner plusieurs objets.

Tourner autour du point

Sélectionner d'abord le centre de la rotation. Ensuite vous pouvez faire tourner des objets libres autour de ce point en les déplaçant à la souris.

Relation

Sélectionner deux objets pour obtenir des informations sur leur relation. (4.3.1).

Déplacer la feuille de travail

Glisser et déposer la feuille de travail pour déplacer l'origine du repère.

Vous pouvez aussi déplacer la feuille de travail en pressant la touche Ctrl et déplaçant la souris.

Agrandissement

Cliquer n'importe où dans la feuille de travail pour agrandir.

Réduction

Cliquer n'importe où dans la feuille de travail pour réduire.

Afficher / Cacher l'objet

Cliquer sur un objet pour l'afficher resp. le cacher. Tous les objets devant être cachés sont surlignés. Les modifications sont actives tant que l'on ne passe pas à un autre mode dans la barre de menu.

Afficher / Cacher l'étiquette

Cliquer sur un objet pour afficher resp. cacher son étiquette.

Copier le style graphique

Ce mode vous permet de copier les propriétés du style graphique comme la couleur, la taille, le style du trait, etc. d'un objet vers plusieurs autres.

Choisir d'abord l'objet dont vous voulez copier les propriétés. Ensuite cliquer sur tous les objets qui doivent hériter de ces propriétés.

Effacer les objets

Cliquer sur tout objet que vous voulez supprimer.

3.2.2 Point**Nouveau point**

En cliquant dans la feuille de travail on crée un nouveau point. Ses coordonnées sont fixées quand le bouton de la souris est relâché.

En cliquant sur un segment, une droite ou une conique vous créez un point sur cet objet.

En cliquant sur l'intersection de deux objets vous créez ce point d'intersection.

Intersection entre deux objets

Le(s) point(s) d'intersection de deux objets peuvent être obtenus de deux manières.

1. Sélectionner deux objets : tous les points d'intersection sont créés (si c'est possible)
2. Cliquer sur l'intersection de deux objets : seul ce simple point d'intersection est créé

Pour les segments, demi-droites ou arcs vous pouvez préciser si vous *Autoriser les points d'intersection extérieurs* (propriétés, 3.1.1). Ceci peut être utilisé pour obtenir les points d'intersection qui sont sur une extension de l'objet. Par exemple, l'extension d'un segment ou d'une demi-droite est une droite.

Milieu ou Centre

Cliquer sur ...

1. deux points pour obtenir leur milieu.
2. un segment pour obtenir son milieu.
3. une conique pour obtenir son centre.

3.2.3 Vecteur

Vecteur défini par deux points

Sélectionner l'origine et l'extrémité du vecteur.

Représentant d'un vecteur d'origine

Sélectionner un point A et un vecteur v pour créer le point B et le vecteur d'origine A et d'extrémité B égal à v.

3.2.4 Segment

Segment entre deux points

En sélectionnant deux points A et B on définit un segment entre A et B. Dans la fenêtre Algèbre vous voyez la longueur du segment.

Segment défini par une longueur et un point

Cliquer sur le point A à partir duquel vous voulez construire le segment. Précisez la longueur désirée a dans la fenêtre qui apparaît.

Ce mode crée un segment de longueur a et l'extrémité B de ce segment. L'extrémité B peut, dans le mode *Déplacer*, tourner autour du point de départ A.

3.2.5 Demi-droite

Demi-droite passant par deux points

En sélectionnant deux points A et B on définit une demi-droite d'origine A passant par B. Dans la fenêtre Algèbre vous voyez l'équation de la droite correspondant.

3.2.6 Polygone

Polygone

Sélectionner au moins trois points et ensuite cliquer de nouveau sur le premier point. Dans la fenêtre Algèbre vous voyez l'aire du polygone.

3.2.7 Droite

Droite passant par deux points

En sélectionnant deux points A et B on définit une droite passant par A et B. Son vecteur directeur est $(B-A)$.

Droite parallèle

En sélectionnant une ligne g et un point A on définit une droite passant par A parallèle à g. Sa direction est celle de g.

Droite perpendiculaire

En sélectionnant une ligne g et un point A on obtient une droite passant par A et perpendiculaire à g. Sa direction est celle du vecteur orthogonal (4.3.5) à g.

Médiatrice

La médiatrice d'un segment est basée sur un segment s ou deux points A et B. Sa direction est celle du vecteur orthogonal (4.3.5) au segment s resp. à la droite (AB).

Bissectrice

La bissectrice peut être définie de deux manières.

1. En sélectionnant trois points A, B et C, on crée la bissectrice de l'angle inclus ayant B pour sommet.
2. En sélectionnant deux lignes, on crée leurs deux bissectrices.

Les vecteurs directeurs de toutes les bissectrices ont pour longueur 1.

Tangentes

Les tangentes à une conique peuvent être créées de deux manières :

1. En sélectionnant un point A et une conique c, on crée toutes les tangentes à c passant par A.
2. En sélectionnant une ligne g et une conique c, on crée toutes les tangentes à c passant par A et parallèles à g.

En sélectionnant un point A et une courbe de fonction f, on crée la tangente à la courbe de f en $x=x(A)$.

Polaire

Ce mode crée la polaire resp. un diamètre d'une conique :

1. Sélectionner un point et une conique fournit la polaire.
2. Sélectionner une ligne ou un vecteur et une conique fournit un diamètre.

3.2.8 Conique**Cercle (centre-point)**

En sélectionnant un point M et un point P on définit un cercle de centre M passant par P. Son rayon est la distance MP.

Cercle (centre-rayon)

Après avoir sélectionné le centre M on vous demande le rayon dans une fenêtre.

Cercle passant par trois points

En sélectionnant trois points A, B, C on définit un cercle passant par ces points. Si les trois points sont sur une droite, le cercle est dégénéré en cette droite.

Conique passant par cinq points

En sélectionnant cinq points on crée une conique passant par eux. Si quatre de ces cinq points ne sont pas alignés, la conique est définie.

3.2.9 Arc et Secteur

La donnée algébrique d'un arc est sa longueur, celle d'un secteur est son aire.

Demi-cercle défini par 2 points

En sélectionnant deux points A et B on crée un demi-cercle de diamètre [AB].

Arc de cercle (centre-2 points)

En sélectionnant trois points M, A et B on crée un arc de cercle de centre M, d'origine le point A et d'extrémité sur la demi-droite [MB), en effet le point B n'appartient pas nécessairement à l'arc.

Secteur circulaire (centre-2 points)

En sélectionnant trois points M, A et B on crée un secteur circulaire de centre M, d'origine le point A et d'extrémité sur la demi-droite [MB), en effet le point B n'appartient pas nécessairement au secteur.

Arc de cercle défini par 3 points

En sélectionnant trois points on crée un arc de cercle passant par ces points.

Secteur circulaire défini par 3 points

En sélectionnant trois points on crée un secteur circulaire passant par ces points.

3.2.10 Nombre et Angle**Distance**

Ce mode vous donne la distance entre . . .

1. deux points ;
2. deux lignes ;
3. un point et une ligne.

Curseur

Cliquer n'importe où dans la feuille de travail pour y créer un curseur pour un nombre ou un angle. Une fenêtre s'ouvre pour y préciser l'intervalle [min, max] pour le nombre resp. l'angle et la largeur du curseur (en pixel).

Dans GeoGebra un curseur n'est rien d'autre qu'une illustration graphique d'un nombre resp. d'un angle libre. Vous pouvez aisément créer un curseur pour n'importe quel nombre resp. angle libre existant en affichant cet objet (clic droit et choix *Afficher objet*).

La position du curseur peut être absolue sur l'écran ou relative au repère de coordonnées (voir les propriétés du nombre ou angle correspondant, 3.1.1).

Angle

Ce mode crée . . .

1. l'angle défini par trois points ;
2. l'angle entre deux segments ;
3. l'angle entre deux droites ;
4. l'angle entre deux vecteurs ;
5. tous les angles intérieurs d'un polygone.

Tous ces angles sont limités en mesure entre 0 et 180°. Si vous voulez *Autoriser les angles rentrants*, choisir le paramètre approprié dans la boîte de dialogue des propriétés (3.1.1).

Angle de mesure donnée

Après avoir sélectionné deux points A et B une fenêtre vous demande la mesure de l'angle. Ce mode crée un point C et un angle α , où $\alpha = \angle(ABC)$.

3.2.11 Lieu

Lieu

Sélectionner d'abord le point Q dont le lieu va être dessiné. Ensuite cliquer sur le point P dont Q dépend. Noter que le point P doit être un point sur un objet (droite, segment, cercle, ...).

3.2.12 Transformations géométriques

Les transformations géométriques suivantes agissent sur des points, des droites, des coniques, des polygones et des images.

Symétrie centrale (objet-centre)

Sélectionner d'abord l'objet dont on veut le symétrique. Ensuite cliquer sur le point qui sera le centre de cette symétrie.

Symétrie axiale (objet-axe)

Sélectionner d'abord l'objet dont on veut le symétrique. Ensuite cliquer sur la ligne qui sera l'axe de cette symétrie.

Rotation (objet-centre)

Sélectionner d'abord l'objet dont on veut l'image par la rotation. Puis cliquer sur le point qui sera le centre de cette rotation. Ensuite une fenêtre vous demande la mesure de l'angle de rotation.

Translation (objet-vecteur)

Sélectionner d'abord l'objet dont on veut l'image par la translation. Puis cliquer sur le vecteur de translation.

Homothétie (objet-centre)

Sélectionner d'abord l'objet dont on veut l'image par l'homothétie. Puis cliquer sur le point qui sera le centre de cette homothétie. Ensuite une fenêtre vous demande le rapport de cette homothétie.

3.2.13 Texte

Texte

Dans ce mode vous pouvez créer des textes ou des formules \LaTeX .

1. En cliquant dans la feuille de travail pour y créer un texte à cette position.
2. En cliquant sur un point pour créer un nouveau texte dont la position sera relative à ce point.

Ensuite une boîte de dialogue apparaît dans laquelle vous pouvez saisir votre texte. Il est aussi possible d'utiliser des données d'objet et d'ainsi créer des textes dynamiques.

Saisie	Description
"Ceci est un texte"	simple texte
"Point A = " + A	texte dynamique utilisant la donnée du point A
"a = " + a + "cm"	texte dynamique utilisant la donnée du segment a

La position d'un texte peut être absolue sur l'écran ou relative au repère de coordonnées (voir les propriétés du texte, 3.1.1).

Formules \LaTeX

Dans GeoGebra vous pouvez aussi écrire des formules. Pour cela entrer votre formule \LaTeX dans le champ de saisie de la boîte de dialogue du mode Texte. Ci-dessous sont expliquées quelques commandes \LaTeX importantes. Veuillez consulter une quelconque documentation \LaTeX pour de plus amples informations.

Saisie \LaTeX	Résultat
a \cdot b	$a \cdot b$
\frac{a}{b}	$\frac{a}{b}$
\sqrt{x}	\sqrt{x}
\sqrt[n]{x}	$\sqrt[n]{x}$
\vec{v}	\vec{v}
\overline{AB}	\overline{AB}
x^{2}	x^2
a_{1}	a_1
\sin\alpha + \cos\beta	$\sin \alpha + \cos \beta$
\int_a^b x dx	$\int_a^b x dx$
\sum_{i=1}^n i^2	$\sum_{i=1}^n i^2$

3.2.14 Image

Insérer une image

Ce mode vous permet d'ajouter une image à votre construction.

1. En cliquant dans la feuille de travail on spécifie le coin inférieur gauche de l'image.
2. En cliquant sur un point on désigne ce point comme coin inférieur gauche de l'image.

Ensuite une boîte de dialogue d'ouverture de fichiers vous permet de choisir le fichier image à insérer.

3.2.15 Propriétés des Images

Position

La position d'une image peut être absolue sur l'écran ou relative au repère de coordonnées (voir les propriétés de l'image, 3.1.1). On doit préciser trois coins : cela peut permettre de modifier l'échelle, l'orientation et même d'obtenir une distorsion des images.

- 1. coin : position du coin inférieur gauche de l'image.
- 2. coin (inférieur droit) : ce coin ne peut être défini que si le coin1 l'a été avant. Il contrôle la largeur de l'image.
- 4. coin (supérieur gauche) : ce coin ne peut être défini que si le coin1 l'a été avant. Il contrôle la hauteur de l'image.

Afin de mieux comprendre l'influence des coins sur la déformation de l'image, nommer A, B et C les trois points associés à chaque coin défini précédemment (le premier, le deuxième et le quatrième coin). Commencer par déplacer A et B en mode *Déplacer* dans un premier temps puis A et C.

Vous savez maintenant comment modifier la position et la taille de votre image. Si vous voulez lier votre image à un point A et lui donner une largeur de 3 et une hauteur de 4 unités, vous pouvez le faire comme suit :

- 1. coin : A
- 2. coin : $A + (3,0)$
- 3. coin : $A + (0,4)$

Quand vous déplacez maintenant le point A dans le mode *Déplacer*, votre image conserve la taille désirée.

Voir la commande *coin* (4.3.13).

Image d'arrière-plan

Vous pouvez définir une image comme *arrière-plan* (propriétés de cette image, 3.1.1). Une image d'arrière-plan se trouve en arrière des axes de coordonnées et ne peut plus être sélectionnée à la souris.

Pour changer l'état d'arrière-plan d'une image, choisir *Propriétés* dans le menu *Editer* .

Transparence

Une image peut être rendue transparente dans le but de voir les images ou les axes situés en dessous. vous pouvez définir la transparence d'une image en spécifiant une valeur de *Remplissage* entre 0% et 100% (propriétés de l'image, 3.1.1).

Chapitre 4

Saisie numérique

Expliquons à présent comment utiliser le clavier pour entrer des informations dans GeoGebra.

4.1 Notes générales

Les valeurs, coordonnées et équations d'objets *libres* et *dépendants* sont affichées dans la fenêtre Algèbre (sur le côté gauche). Les objets libres ne doivent pas dépendre d'un autre objet et peuvent être modifiés directement.

Les saisies peuvent être faites dans le champ de saisie au bas de l'écran. Cela sera expliqué en détail plus tard (4.2 et 4.3).

4.1.1 Modifier des valeurs

Les objets libres peuvent être modifiés, les objets dépendants ne le peuvent pas. Pour modifier la valeur d'un objet libre, on peut la remplacer en entrant la nouvelle valeur dans le champ de saisie (4.2).

Une autre manière est de choisir, dans la fenêtre Algèbre, Editer dans le menu contextuel (3.1.1).

4.1.2 Animation

Pour changer continûment un nombre ou un angle choisir le mode Déplacer (3.2.1), cliquer sur le nombre ou sur l'angle et presser sur les touches + ou - .

En maintenant l'une de ces touches enfoncées, vous pouvez créer une animation. Par exemple si les coordonnées d'un point dépendent d'un nombre k comme dans $P = (2k, k)$, le point se déplacera sur une droite quand k est changé continûment.

Avec les flèches vous pouvez déplacer tout objet libre dans le mode Déplacer. L'incrément est paramétrable dans la boîte de dialogue propriétés (3.1.1).

- Ctrl + flèche ...10 * incrément
- Alt + flèche ...100 * incrément

Un point sur une ligne peut aussi y être déplacé en utilisant les touches + ou -.

4.2 Saisie directe

GeoGebra peut traiter les nombres, les angles, les points, les vecteurs, les segments, les droites et les coniques. Nous expliquons maintenant comment ses objets peuvent être définis par leurs coordonnées ou équations.

Vous pouvez aussi utiliser des indices dans les noms d'objets : A_1 resp. s_{AB} est saisi comme A_1 resp. $s_{\{AB\}}$.

4.2.1 Nombres et angles

Les nombres et les angles utilisent le signe $.$ comme point décimal.

$$\text{nombre } r \mid r = 5.32$$

Les angles peuvent être entrés en degrés ($^\circ$) ou en radians (rad). La constante π peut s'avérer utile pour rentrer des angles en radians.

	degré	radian
angle alpha	alpha = 60°	alpha = pi / 3

GeoGebra effectue tous les calculs en radians. Le symbole $^\circ$ ne représente rien de plus qu'une constante de valeur $\frac{\pi}{180}$ permettant la conversion de degrés en radians.

Curseurs et flèches

Les nombres et angles libres peuvent être visualisés comme des curseurs dans la feuille de travail (voir 3.2.10). En utilisant les flèches, il est possible de les modifier aussi dans la fenêtre Algèbre (voir 4.1.2).

Bornes d'un intervalle

Les nombres et angles libres peuvent être restreints à un intervalle $[\text{min}, \text{max}]$ (propriétés, 3.1.1). Ces intervalles sont aussi utilisés pour les curseurs (voir 3.2.10).

Pour chaque angle dépendant, vous pouvez spécifier s'il peut devenir rentrant ou non (propriétés, 3.1.1).

4.2.2 Points et vecteurs

Points et vecteurs peuvent être entrés en coordonnées polaires ou cartésiennes (4.2.1). Les noms de variables en majuscule correspondent à des points, les noms de variable en minuscule correspondent à des vecteurs.

	coordonnées cartésiennes	coordonnées polaires
point P	$P = (1, 0)$	$P = (1 ; 0^\circ)$
vecteur v	$v = (0, 5)$	$v = (5 ; 90^\circ)$

4.2.3 Droites

Pour entrer une droite, on peut taper son équation cartésienne, réduite ou paramétrique. Dans tous les cas, on peut utiliser des variables déjà définies auparavant (nombres, points, vecteurs). Le nom de la droite doit être entré au début dans le champ de saisie, suivi par deux-points.

	équation	forme paramétrique
droite g	$g : 3x + 4y = 2$	$g : X = (-5, 5) + t (4, -3)$

Prenons par exemple $k=2$ et $d=-1$. Nous pouvons alors définir une droite g (les noms de droite sont écrits en minuscules), en tapant l'équation $g : y = k x + d$.

axe des X et axe des Y

Les deux axes de coordonnées sont disponibles dans toutes les commandes en utilisant `axeX` et `axeY`. Par exemple, la commande `Perpendiculaire[A, axeX]` construit la perpendiculaire à l'axe (Ox) passant par A.

4.2.4 Coniques

Une conique peut être entrée en tant qu'équation quadratique en x et y. Des variables déjà définies auparavant peuvent être utilisées (nombres, points, vecteurs). Le nom de la conique doit être entré au début dans le champ de saisie, suivi par deux-points.

	équation
ellipse ell	$ell : 9x^2 + 16y^2 = 144$
hyperbole hyp	$hyp : 9x^2 - 16y^2 = 144$
parabole par	$par : y^2 = 4x$
Cercle k1	$k1 : x^2 + y^2 = 25$
Cercle k2	$k2 : (x - 5)^2 + (y + 2)^2 = 25$

Prenons par exemple $a=4$ et $b=3$. Nous pouvons alors introduire une ellipse en posant ell : $b^2x^2 + a^2y^2 = a^2b^2$.

4.2.5 Fonctions de la variable x

Pour entrer une fonction, il est possible d'utiliser des variables déjà définies auparavant (nombres, points, vecteurs, ...) ainsi que d'autres fonctions.

	saisie
fonction f	$f(x) = 3x^3 - x^2$
fonction g	$g(x) = \tan(f(x))$
fonction sans nom	$\sin(3x) + \tan(x)$

Toutes les fonction déjà prédéfinies dans le logiciel (sin, cos, tan par exemple) sont décrites dans la section consacrée aux opérations arithmétiques (4.2.6).

Il existe des commandes pour obtenir l'intégrale (4.3.2) et les dérivées (4.3.11) d'une fonction. On peut aussi utiliser $f'(x)$, $f''(x)$, $f'''(x)$, ... pour les dérivées d'une fonction f déjà définie auparavant.

$$f(x) = 3x^3 - x^2$$

$$g(x) = \cos(f'(x + 2))$$

En outre, les courbes de fonctions peuvent être translatées selon un vecteur (4.3.15) et une courbe de fonction libre peut être déplacée avec la souris.

Restriction d'une fonction à un intervalle

Pour restreindre une fonction à un intervalle [a,b], utiliser la commande `Fonction` (voir 4.3.11).

4.2.6 Opérations arithmétiques

Pour entrer des nombres, des coordonnées ou des équations (4.2), pensez à utiliser les parenthèses. Les opérations suivantes sont disponibles :

opération	saisie
addition	+
soustraction	-
multiplication, produit scalaire	* ou espace
division	/
exponentiation	^ or ^{2, 3}
factorielle	!
Fonction Gamma	gamma ()
parenthèses	()
abscisse	x()
ordonnée	y()
valeur absolue	abs()
signe	sgn()
racine carrée	sqrt()
fonction exponentielle	exp()
logarithme (naturel)	log()

cosinus	cos()
sinus	sin()
tangente	tan()
arc cosinus	acos()
arc sinus	asin()
arc tangente	atan()
cosinus hyperbolique	cosh()
sinus hyperbolique	sinh()
tangente hyperbolique	tanh()
arc cosinus hyperbolique	acosh()
arc sinus hyperbolique	asinh()
arc tangente hyperbolique	atanh()
plus grand entier inférieur ou égal	floor()
plus petit entier supérieur ou égal	ceil()
Arrondi	round()

Par exemple, le milieu M de deux points A et B peut être entré sous la forme $M = (A+B) / 2$. La norme du vecteur v peut être calculée en utilisant $l = \text{sqrt}(v*v)$.

Nous voyons ainsi comment il est possible d'effectuer des calculs avec des points et des vecteurs sous GeoGebra.

4.3 Commandes

En utilisant des commandes, il est possible de créer des nouveaux objets et de modifier tous les objets existants. Par exemple, l'intersection de deux droites crée un nouveau point $S = \text{Intersection}[g, h]$ (4.3.4).

Le résultat d'une commande peut être nommé, en écrivant le nom voulu, suivi du signe égal $=$. Dans notre exemple, $S = \text{Intersection}[g, h]$ le nouveau point s'appellera S .

Il est aussi possible d'utiliser des indices dans le nom des objets avec le "trait en bas" : A_1 (respectivement s_{AB}) sera interprété comme $A_{_1}$ (respectivement $s_{_AB}$).

4.3.1 Commandes générales

Relation

Relation[objet a, objet b] affiche un message indiquant la relation entre a et b

Cette commande permet de savoir si deux objets sont égaux, si un point appartient à une droite ou à une conique, ou si une droite est tangente ou sécante à une conique.

Effacer

Effacer [objet] Efface un objet et tous les objets qui en dépendent

4.3.2 Nombre**Longueur**

Longueur [vecteur] Longueur d'un vecteur

Longueur [point A] Distance OA

Aire

Aire [point A, point B, point C, ...] Aire du polygone défini par les points donnés.

Distance

Distance [point A, point B] Distance AB

Distance [point A, droite g] Distance d'un point A à une droite g

Distance [droite g, droite h] Distance entre les deux droites g et h. La distance entre deux droites sécantes vaudra 0. Cette commande prend son sens pour les droites parallèles

Pente

Pente [droite] Pente d'une droite. Cette commande trace aussi le triangle permettant de visualiser la pente (quand j'avance de 1, je monte de). La taille du triangle peut être modifiée (voir Propriétés, 3.1.1).

Rayon

Rayon [Cercle] rayon d'un cercle

Paramètre

Paramètre [parabole] Paramètre d'une parabole (distance entre la directrice et le foyer)

LongueurPremierAxe

LongueurPremierAxe [conique] Longueur du premier axe d'une conique

LongueurSecondAxe

LongueurSecondAxe [conique] Longueur du second axe d'une conique

Excentricité

Excentricité[conique] Excentricité d'une conique

Intégrale

Intégrale[fonction f, nombre a, nombre b] Intégrale de f entre a et b. Cette commande dessine aussi la surface entre la courbe et l'axe des x.

Intégrale[fonction f, fonction g, nombre a, nombre b] Intégrale de f-g entre a et b. Cette commande dessine aussi la surface correspondante entre les deux courbes.

Voir intégrale impropre, 4.3.11.

SommeInférieure

SommeInférieure[fonction f, nombre a, nombre b, nombre n] Approximation inférieure de l'intégrale par n rectangles. Cette commande dessine aussi les rectangles.

SommeSupérieure

SommeSupérieure[fonction f, nombre a, nombre b, nombre n] Approximation supérieure de l'intégrale par n rectangles. Cette commande dessine aussi les rectangles.

4.3.3 Angle**Angle**

Angle[vecteur, vecteur] Angle entre deux vecteurs (entre 0 et 360 °)

Angle[droite, droite] Angle entre les vecteurs directeurs de deux droites (entre 0 et 360 °)

Angle[point A, point B, point C] Angle ABC, délimité par [AB] et [BC] (entre 0 et 360 °). B représente donc le sommet de l'angle.

Angle[point A, point B, angle alpha] Dessine un angle alpha à partir de B avec pour sommet A. Le point image de B par la rotation de centre A et d'angle alpha est ainsi créé.

Angle[conique] Angle de l'axe principal d'une conique par rapport à l'horizontale, (4.3.9)

Angle[vecteur v] Angle entre l'axe (Ox) et le vecteur v

Angle[point A] Angle entre l'axe (Ox) et le vecteur OA

Angle[nombre] Convertit un nombre en un angle (le résultat entre 0 et 2pi)

Angle[Polygone] Tous les angles intérieurs d'un polygone

4.3.4 Point

Point

Point[droite] Point libre sur une droite

Point[conique] Point libre sur une conique (c'est-à-dire cercle, ellipse, hyperbole, parabole)

Point[fonction] Point libre sur le graphe d'une fonction

Point[vecteur] Point libre sur un vecteur

Point[point P, vecteur v] Point $P + v$

MilieuCentre

MilieuCentre[point A, point B] Milieu de A et B

MilieuCentre[segment] Milieu d'un segment

Centre

Centre[conique] Centre d'une conique

Foyer

Foyer[conique] (Tous les) foyers d'une conique

Sommet

Sommet[conique] (Tous les) sommets d'une conique

CentreGravité

CentreGravité[polygone] Centre de gravité d'un polygone

Intersection

Intersection[droite g, droite h] Point d'intersection entre les droites g et h

Intersection[droite g, conique c] Tous les points d'intersection entre g et c (au plus 2)

Intersection[droite g, conique c, nombre n] n-ème point d'intersection entre g et c

Intersection[conique c, conique d] Tous les points d'intersection entre c et d (au plus 4)

Intersection[conique c, conique d, nombre n] n-ème point d'intersection entre c et d

Intersection[polynome f, polynome g] Tous les points d'intersection entre Cf et Cg

Intersection[polynome f, polynome g, nombre n] n-ème point d'intersection entre Cf et Cg

Intersection[polynome f, droite g] Tous les points d'intersection entre Cf et g

Intersection[polynome f, droite g, nombre n] n-ème point d'intersection entre Cf et g

Intersection[fonction f, fonction g, point A] Premier point d'intersection entre Cf et Cg à partir de A (par la méthode de Newton)

Intersection[fonction f, droite g, point A] premier point d'intersection entre Cf et g à partir de A (pour la méthode de Newton)

Racine

Racine[polynome f] Toutes les racines du polynome f (en tant que points)

Racine[fonction f, nombre a] Une racine de f à partir de a (par la méthode de Newton)

Racine[fonction f, nombre a, nombre b] Une racine de f sur [a, b]

Extremum

Extremum[polynome f] Tous les extremums locaux du polynome f (en tant que points)

PointInflexion

PointInflexion[polynome f] Tous les points d'inflexion du polynome f

4.3.5 Vecteur

Vecteur

vecteur[point A, point B] vecteur AB

vecteur[point A] Vecteur OA

Direction

Direction[droite] Vecteur directeur d'une droite. Une droite d'équation $ax + by = c$ aura pour vecteur directeur $(b, -a)$.

VecteurUnitaire

VecteurUnitaire[droite] Vecteur directeur unitaire d'une droite

VecteurUnitaire[vecteur] vecteur unitaire de même direction et même sens que le vecteur donné.

VecteurOrthogonal

VecteurOrthogonal[droite] Vecteur orthogonal à une droite. Une droite ayant pour équation $ax + by = c$ admettra (a, b) comme vecteur orthogonal.

VecteurOrthogonal[vecteur] Vecteur orthogonal à un vecteur. Un vecteur de coordonnées (a, b) admettra $(-b, a)$ comme vecteur orthogonal.

VecteurUnitaireOrthogonal

VecteurUnitaireOrthogonal[droite] Vecteur orthogonal unitaire d'une droite

VecteurUnitaireOrthogonal[vecteur] Vecteur orthogonal unitaire au vecteur donné.

4.3.6 Segment**Segment**

segment[point A, point B] Segment [AB]

segment[point A, nombre a] Segment de longueur a partant de A. L'autre extrémité du segment est créée aussi

4.3.7 DemiDroite**DemiDroite**

DemiDroite[point A, point B] Demi-droite [AB)

DemiDroite[point A, vecteur v] Demi-droite d'origine A et de vecteur directeur v

4.3.8 Polygone**Polygone**

Polygone[point A, point B, point C, ...] Polygone défini par les points donnés.

4.3.9 Droite**Droite**

Droite[point A, point B] droite (AB)

droite[point A, droite g] droite passant par A et parallèle à g

droite[point A, vecteur v] droite passant par A et de vecteur directeur v

Perpendiculaire

Perpendiculaire[point A, droite g] droite passant par A et perpendiculaire à g

Perpendiculaire[point A, vecteur v] droite passant par A et orthogonale à v

Médiatrice

Médiatrice[point A, point B] médiatrice du segment [AB]

Médiatrice[segment s] médiatrice du segment s

Bissectrice

Bissectrice[point A, point B, point C] Bissectrice de l'angle ABC. B est le sommet de cet angle.

Bissectrice[droite g, droite h] Les deux bissectrices des droites g et h.

Tangente

Tangente[point A, conique c] (Toutes les) tangentes à c passant par A.

Tangente[droite g, conique c] (Toutes les) tangentes à c parallèles à g

Tangente[nombre a, fonction f] Tangente à Cf en $x=a$.

Tangent[point A, fonction f] Tangente à Cf en $x=x(A)$.

Asymptote

Asymptote[hyperbole c] Les deux asymptotes de l'hyperbole

Directrice

Directrice[parabole c] Directrice de la parabole

Axes

Axes[conique c] Les deux axes d'une conique

PremierAxe

PremierAxe[conique c] Axe principal d'une conique

SecondAxe

SecondAxe[conique c] Axe secondaire d'une conique

Polaire

Polaire[point A, conique c] Droite polaire de A par rapport à c.

Diamètre

Diamètre[droite g, conique c] Diamètre de c parallèle à g.

Diamètre[vecteur v, conique c] Diamètre de c ayant pour vecteur directeur v.

4.3.10 Conique

Cercle

Cercle[point M, nombre r] Cercle de centre M et de rayon r

Cercle[point M, segment s] Cercle de centre M et de rayon = Longueur[s]

Cercle[point M, point A] Cercle de centre M passant par A

Cercle[point A, point B, point C] Cercle circonscrit à A,B,C (i.e. cercle passant par A,B,C)

Ellipse

Ellipse[point F, point G, nombre a] Ellipse de foyers F et G et dont la longueur de l'axe principal vaut a. Condition : $2a > \text{Distance}[F,G]$

Ellipse[point F, point G, segment s] Ellipse avec foyer F, G dont la longueur de l'axe principal vaut $a = \text{Longueur}[s]$

Hyperbole

Hyperbole[point F, point G, nombre a] Hyperbole de foyers F et G dont la longueur de l'axe principal vaut a. Condition : $0 < 2a < \text{Distance}[F,G]$

Hyperbole[point F, point G, segment s] Hyperbole avec foyers F et G dont la longueur de l'axe principal vaut $a = \text{Longueur}[s]$

Parabole

Parabole[point F, droite g] Parabole de foyer F et de directrice g

Conique

Conique[point A, point B, point C, point D, point E] Conique passant par les cinq points (quatre n'étant pas alignés)

4.3.11 Fonction

Dérivée

Dérivée[fonction f] Dérivée de la fonction f

Dérivée[fonction f, nombre n] n-ème dérivée de la fonction f

Intégrale

Intégrale[fonction f] Fonction primitive de f

Voir Intégrale, 4.3.2.

Polynome

polynome[fonction f] donne l'écriture polynomiale développée de la fonction f.

Exemple : *Polynome*[($x - 3$)²] retourne $x^2 - 6x + 9$

PolynomeTaylor

PolynomeTaylor[fonction f, nombre a, nombre n] développement de Taylor de la fonction f à partir du point $x=a$ d'ordre n

Fonction

Fonction[fonction f, nombre a, nombre b] retourne une fonction, égale à f sur l'intervalle [a, b] non définie à l'extérieur de [a, b]

4.3.12 Arc et Secteur

La donnée algébrique d'un arc est sa longueur, celle d'un secteur est son aire.

DemiCercle

DemiCercle[point A, point B] DemiCercle de diamètre le segment [AB].

ArcCercle

ArcCercle[point M, point A, point B] Arc de cercle de centre M entre les deux points A et B. Note : Le point B peut ne pas être sur l'arc.

ArcCercleCirconsrit

ArcCercleCirconsrit[point, point, point] Arc de cercle passant par les trois points

Arc

Arc[conique c, point A, point B] Arc de la conique entre les deux points A et B de la conique c (Cercle ou Ellipse)

Arc[conique c, nombre t1, nombre t2] Arc de la conique déterminé par les deux valeurs t1 et t2 du paramètre dans l'écriture paramétrique suivante :

- Cercle : ($r \cos(t), r \sin(t)$), où r est le rayon du cercle
- Ellipse : ($a \cos(t), b \sin(t)$), où a et b sont les longueurs du premier et du second axe

SecteurCirculaire

SecteurCirculaire[point M, point A, point B] SecteurCirculaire de centre M entre les deux points A et B. Note : Le point B peut ne pas être sur l'arc.

SecteurCirculaireCirconscri

SecteurCirculaireCirconscri[point, point, point] Secteur circulaire passant par les trois points

Secteur

Secteur[conique c, point A, point B] Secteur de la conique entre les deux points A et B de la conique c (Cercle ou Ellipse)

Secteur[conique c, nombre t1, nombre t2] Secteur de la conique déterminé par les deux valeurs t1 et t2 du paramètre dans l'écriture paramétrique suivante :

- Cercle : $(r \cos(t), r \sin(t))$, où r est le rayon du cercle
- Ellipse : $(a \cos(t), b \sin(t))$, où a et b sont les longueurs du premier et du second axe

4.3.13 Image**Coin**

Coin[image, nombre n] retourne le n-ème coin d'une image ($n = 1, \dots, 4$).

4.3.14 Lieu**Lieu**

Lieu[point Q, point P] retourne le lieu du point Q qui dépend du point P. Le point P doit être un point sur un objet (droite, segment, cercle, ...).

4.3.15 Transformations géométriques

Si vous affectez l'une des commandes suivantes à un nouveau nom, une image de l'objet transformé est créée. La commande **Symétrie**[A, g] transforme le point A en son symétrique par rapport à la droite g. En entrant $B = \text{Symétrie}[A, g]$ vous créez un nouveau point B tandis que A reste inchangé.

Translation

Translation[point A, vecteur v] Translaté du point A de vecteur v

Translation[droite g, vecteur v] Translatée de la droite g de vecteur v

Translation[conique c, vecteur v] Translatée de la conique c de vecteur v

Translation[fonction c, vecteur v] Translatée de la courbe de la fonction f de vecteur v

Translation[polygone P, vecteur v] Translaté du polygone P de vecteur v.

Les nouveaux sommets et côtés sont créés aussi.

Translation[image p, vecteur v] Translatée de l'image p de vecteur v

Translation[vecteur v, Point p] Donne au vecteur v le point p comme origine

Rotation

Rotation[point A, angle phi] Tourne le point A d'un angle phi autour de l'origine

Rotation[vecteur v, angle phi] Tourne le vecteur v d'un angle phi

Rotation[droite g, angle phi] Tourne la droite g d'un angle phi autour de l'origine

Rotation[conique c, angle phi] Tourne la conique c d'un angle phi autour de l'origine

Rotation[polygone P, angle phi] Tourne le polygone P d'un angle phi.

Les nouveaux sommets et côtés sont créés aussi.

Rotation[image p, angle phi] Tourne l'image p d'un angle phi autour de l'origine

Rotation[point A, angle phi, point B] Tourne le point A d'un angle phi autour du point B

Rotation[droite g, angle phi, point B] Tourne la droite g d'un angle phi autour du point B

Rotation[conique c, angle phi, point B] Tourne la conique c d'un angle phi autour du point B

Rotation[polygone P, angle phi, point B] Tourne le polygone P d'un angle phi autour du point B.

Les nouveaux sommets et côtés sont créés aussi.

Rotation[image p, angle phi, point B] Tourne l'image p d'un angle phi autour du point B

Symétrie

Symétrie[point A, point B] Symétrique du point A par rapport au point B

Symétrie[droite g, point B] Symétrique de la droite g par rapport au point B

Symétrie[conique c, point B] Symétrique de la conique c par rapport au point B

Symétrie[polygone P, point B] Symétrique du polygone P par rapport au point B.

Les nouveaux sommets et côtés sont créés aussi.

Symétrie[image p, point B] Symétrique de l'image p par rapport au point B

Symétrie[point A, droite h] Symétrique du point A par rapport à la droite h

Symétrie[droite g, droite h] Symétrique de la droite g par rapport à la droite h

Symétrie[conique c, droite h] Symétrique de la conique c par rapport à la droite h

Symétrie[polygone P, droite h] Symétrique du polygone P par rapport à la droite h.

Les nouveaux sommets et côtés sont créés aussi.

Symétrie[image p, droite h] Symétrique de l'image p par rapport à la droite h

Homothétie

Homothétie [point A, nombre f, point S] Image du point A par l'homothétie de centre S, de rapport f

Homothétie [droite h, nombre f, point S] Image de la droite h par l'homothétie de centre S, de rapport f

Homothétie [conique c, nombre f, point S] Image de la conique c par l'homothétie de centre S, de rapport f

Homothétie [polygone P, nombre f, point S] Image du polygone P par l'homothétie de centre S, de rapport f Les nouveaux sommets et côtés sont créés aussi.

Homothétie [image p, nombre f, point S] Transformée de l'image p par l'homothétie de centre S, de rapport f

Chapitre 5

Imprimer et exporter

5.1 Impression

5.1.1 Feuille de travail

Vous trouverez *Aperçu avant impression*, *Feuille de travail* dans le menu *Fichier*. Ici, vous pouvez spécifier le titre, l'auteur, la date et l'échelle de votre impression (en cm).

Appuyez sur Entrée après chaque changement pour mettre à jour la fenêtre de prévisualisation.

5.1.2 Protocole de construction

Il y a deux façons d'ouvrir la fenêtre de prévisualisation du protocole de construction :

- Dans le menu *Fichier*, *Aperçu avant impression* vous trouverez *Protocole de Construction*.
- Dans le menu *Affichage*, ouvrez d'abord *Protocole de Construction*. Là vous trouvez *Aperçu avant impression* dans le menu *Fichier*.

Le second moyen est plus souple car vous pouvez faire apparaître ou disparaître les différentes colonnes du protocole de construction ici (voir le menu *Affichage* du protocole de construction).

Dans la fenêtre *Aperçu avant impression*, vous pouvez entrer le titre, l'auteur et la date.

5.2 Feuille de travail en tant que Image (png,eps)

Vous trouverez *Feuille de travail en tant que Image* dans le menu *Fichier*, *Exporter*. Ici vous pouvez spécifier l'échelle (en cm) et la résolution (en dpi) du fichier de sortie. La taille réelle de l'image exportée est montrée en bas de la fenêtre.

Choisissez un des *formats* suivants :

PNG - Portable Network Graphics : C'est un format graphique basé sur les pixels. Plus grande est la résolution (dpi), et meilleure est la qualité (300dpi seront habituellement suffisants).

Les images PNG ne devraient ensuite pas être redimensionnées pour éviter une perte de qualité.

Les fichiers graphiques PNG sont bien adaptés à l'utilisation sur des pages web (html) et avec Microsoft Word. Si vous insérez un fichier graphique PNG dans un document Word (menu *Insérer, Image à partir d'un fichier*) assurez-vous que la taille est fixée à 100%. Sans cela l'échelle donnée (en cm) serait changée.

EPS - Postscript encapsulé : C'est un format graphique vectoriel. Les images EPS peuvent être redimensionnées sans perte de qualité. Les fichiers graphiques EPS sont bien adaptés à l'utilisation avec des logiciels utilisant des graphiques vectoriels comme Corel Draw et les traitements de texte professionnels comme L^AT_EX.

La résolution d'un graphique EPS est toujours 72dpi. Cette valeur est utilisée uniquement pour calculer la vraie taille d'une image en cm et n'a pas d'effets sur sa qualité.

Note : L'effet de transparence avec des polygones pleins ou des sections coniques n'est pas possible en EPS.

5.3 Feuille de travail vers le presse-papiers

Vous trouverez *Feuille de travail vers le Clipboard* dans le menu *Fichier, Exporter*. Cela copie la feuille de travail vers le presse-papiers du système en tant qu'image PNG. Cette image peut ensuite être collée dans d'autres logiciels (par exemple un document Microsoft Word).

Pour exporter votre construction à une échelle donnée (en cm) vous pouvez utiliser *Feuille de travail comme une Image* dans le menu *Fichier, Exporter*.

5.4 Protocole de Construction en tant que Page Web (html)

Il y a deux façons d'ouvrir la fenêtre *Exporter le Protocole de Construction* :

- Dans le menu *Fichier, Exporter* vous trouverez *Protocole de Construction en tant Page Web (html)*.
- Dans le menu *Affichage*, ouvrez d'abord le *Protocole de Construction*. Là vous trouverez *Exporter en tant que Page Web* dans le menu *Fichier*.

Le second moyen est plus souple car vous pouvez faire apparaître ou disparaître les différentes colonnes du protocole de construction ici (voir le menu *Affichage* du protocole de construction).

Dans la fenêtre d'export vous pouvez entrer le titre, l'auteur et la date de la construction et choisir si vous voulez exporter une image de la feuille de travail et de la fenêtre algébrique en même temps que le protocole.

Le fichier HTML exporté peut être visionné par n'importe quel navigateur internet (par exemple Mozilla, Internet Explorer) et édité par de nombreux traitements de textes (comme Frontpage et Word).

5.5 Feuille de travail dynamique en tant que Page Web (html)

Dans le menu *Fichier, Exporter* vous trouverez *Feuille de travail dynamique en tant que Page Web (html)*.

Dans la fenêtre d'export vous pourrez entrer le titre, l'auteur, la date et du texte au-dessus et en-dessous de la construction dynamique (par exemple une description de la construction et quelques exercices). La construction elle-même peut être incluse directement sur une page web ou bien ouverte en cliquant sur un bouton.

Note : ne prenez pas de trop grandes valeurs pour la largeur et la hauteur de la construction dynamique si vous souhaitez qu'elle soit visible entièrement dans la fenêtre du navigateur internet.

Trois fichiers sont créés lors de l'export d'une feuille de travail dynamique :

1. un fichier html, par exemple *emphcercle.html* - ce fichier contient la feuille de travail elle-même
2. un fichier ggb, par exemple *cercle_feuille_de_travail.ggb* - ce fichier contient votre construction GeoGebra
3. *geogebra.jar* - ce fichier contient GeoGebra et rend votre feuille de travail interactive

Les trois fichiers - c'est-à-dire par exemple *cercle.html*, *cercle_feuille_de_travail.ggb* et *geogebra.jar* - doivent se trouver dans le même répertoire pour que la construction dynamique fonctionne. Bien entendu, vous pouvez aussi copier ces trois fichiers ensemble vers un autre répertoire.

Note : Le fichier HTML exporté - par exemple *cercle.html* - peut être vu sous n'importe quel navigateur (par exemple Mozilla, Internet Explorer). Pour que votre construction dynamique fonctionne, Java doit être installé sur l'ordinateur. Vous pouvez obtenir Java gratuitement sur le site <http://www.java.com>. Si vous voulez utiliser votre feuille de travail sur le réseau de votre établissement, demander à votre administrateur réseau d'installer Java sur les ordinateurs.

Vous pouvez aussi éditer le texte de la feuille de travail avec de nombreux traitements de texte (par exemple Frontpage, Word) en ouvrant le fichier HTML exporté.

Chapitre 6

Options

Les options globales peuvent être changées dans le menu *options*. Pour changer les réglages des objets, utilisez le menu contextuel (3.1.1).

6.1 Capture d'un point

Capter un point sur la grille

6.2 Unité d'angle

Détermine si les angles sont affichés en degrés ($^{\circ}$) ou bien en radians (rad).
Les saisies sont toujours possibles des deux manières (degrés et radians).

6.3 Nombre de décimales

Le nombre de décimales est paramétrable : 0, 1, ..., 5

6.4 Style de point

Détermine si les points sont affichés comme des croix ou bien des ronds.

6.5 Graphiques

Détermine la qualité de la sortie graphique dans la fenêtre géométrie.

6.6 Taille des caractères

Détermine la taille des caractères en points (pt).

6.7 Langue

GeoGebra est multilingue. Ici vous pouvez changer la langue utilisée. Ceci affecte toutes les entrées, y compris les noms des commandes et les productions graphiques.

6.8 Feuille de travail

Ouvre une fenêtre où les propriétés de la feuille de travail peuvent être paramétrées (axes, coordonnées sur la grille, etc.).

Index

- ℒ_TE_X, 20
- Afficher, 11
- Afficher / Cacher l'étiquette
 - mode, 14
- Afficher / Cacher l'objet
 - mode, 14
- Agrandissement
 - mode, 13
- Aire
 - commande, 28
 - entre deux courbes de fonctions, 29
 - Intégrale Définie, 29
- Angle, 24
 - commande, 29
 - mode, 18
 - rentrant, 24
 - valeurs limites, 24
- Angle de mesure donnée
 - mode, 19
- Animation, 23
- Arc, 35
 - commande, 35
- Arc de cercle (centre-2 points)
 - mode, 17
- Arc de cercle défini par 3 points
 - mode, 18
- ArcCercle
 - commande, 35
- ArcCercleCirconscriit
 - commande, 35
- Asymptote
 - commande, 33
- Axes
 - axeX, axeY, 25
 - commande, 33
- AxeX, 25
- AxeY, 25
- Bissectrice
 - commande, 33
 - mode, 16
- Cacher, 11
- Capture d'un point, 42
- Centre
 - commande, 30
- CentreGravité
 - commande, 30
- Cercle
 - commande, 34
- Cercle (centre-point)
 - mode, 17
- Cercle (centre-rayon)
 - mode, 17
- Cercle passant par trois points
 - mode, 17
- Champ de saisie, 24
- Coin
 - commande, 36
- Commandes, 27
- Conique
 - commande, 34
- Conique passant par cinq points
 - mode, 17
- Coniques, 25
- Copier le style graphique
 - mode, 14

- Couleur, 11
- Curseur
 - mode, 18
- Déplacer
 - mode, 13
- Déplacer la feuille de travail
 - mode, 13
- Dérivée
 - commande, 34
- Développer
 - polynome, 35
- Demi-cercle défini par 2 points
 - mode, 17
- Demi-droite passant par deux points
 - mode, 15
- DemiCercle
 - commande, 35
- DemiDroite
 - commande, 32
- Diamètre
 - commande, 33
- Direction
 - commande, 31
- Directrice
 - commande, 33
- Distance
 - commande, 28
 - mode, 18
- Droite, 25
 - commande, 32
 - convertir en segment : redéfinir, 12
- Droite parallèle
 - mode, 16
- Droite passant par deux points
 - mode, 16
- Droite perpendiculaire
 - mode, 16
- Editer, 11
- Effacer, 11
 - commande, 28
- Effacer les objets
 - mode, 14
- Ellipse
 - commande, 34
- Epaisseur du trait, 11
- Excentricité
 - commande, 29
- Exporter, 39
- Extremum
 - commande, 31
- Feuille de travail
 - exporter, 39
 - vers le presse-papiers, 40
- Feuille de travail dynamique, 41
- Fonction, 25
 - commande, 35
 - restriction à un intervalle, 26
- Fonctions trigonométriques, 26
- Format
 - Copier le style graphique, 14
- Formules, 20
- Foyer
 - commande, 30
- Homothétie
 - commande, 38
- Homothétie (objet-centre)
 - mode, 20
- Hyperbole
 - commande, 34
- Image
 - arrière-plan, 21
 - Coin, 36
 - insertion, 21
 - position, 21
 - transparence, 22
- Image d'arrière-plan, 21
- Imprimer
 - Feuille de travail, 39
 - Protocole de construction, 39
- Indices, 24, 27
- Insérer une image
 - mode, 21

- Intégrale
 - commande, 29, 34
 - définie, 29
 - primitive, 34
- Intersection
 - commande, 30
- Intersection entre deux objets
 - mode, 14
- Lieu
 - commande, 36
 - mode, 19
- Longueur
 - commande, 28
- LongueurPremierAxe
 - commande, 28
- LongueurSecondAxe
 - commande, 28
- Médiatrice
 - commande, 32
 - mode, 16
- Menu contextuel, 11
- Milieu ou Centre
 - mode, 15
- MilieuCentre
 - commande, 30
- Mouvements, 36
- Nombre, 24
 - valeurs limites, 24
- Nombre de décimales, 42
- Nouveau point
 - mode, 14
- Opérations arithmétiques, 26
- Parabole
 - commande, 34
- Paramètre
 - commande, 28
- Pente
 - commande, 28
- Perpendiculaire
 - commande, 32
- Point, 24
 - commande, 30
 - libéré d'une ligne : redéfinir, 12
 - placé sur une ligne : redéfinir, 12
- PointInflexion
 - commande, 31
- Polaire
 - commande, 33
 - mode, 17
- Polygone
 - commande, 32
 - mode, 15
- Polynome
 - commande, 35
- PolynomeTaylor
 - commande, 35
- PremierAxe
 - commande, 33
- Produit scalaire, 26
- Protocole de Construction, 12
 - exporter, 40
- Réduction
 - mode, 13
- Racine
 - commande, 31
- Racine carrée, 26
- Rapports d'Axes, 12
- Rayon
 - commande, 28
- Redéfinir, 12
- Relation
 - commande, 27
 - mode, 13
- Remplissage, 11
- Renommer, 11
- Représentant d'un vecteur d'origine
 - mode, 15
- Restriction
 - d'une fonction à un intervalle, 26
- Rotation
 - commande, 37

- Rotation (objet-centre)
 - mode, 19
- SecondAxe
 - commande, 33
- Secteur, 35
 - commande, 36
- Secteur circulaire (centre-2 points)
 - mode, 18
- Secteur circulaire défini par 3 points
 - mode, 18
- SecteurCirculaire
 - commande, 35
- SecteurCirculaireCirconscriit
 - commande, 36
- Segment
 - commande, 32
 - convertir en droite : redéfinir, 12
- Segment défini par une longueur et un point
 - mode, 15
- Segment entre deux points
 - mode, 15
- Simplifier
 - polynome, 35
- SommeInférieure
 - commande, 29
- SommeSupérieure
 - commande, 29
- Sommet
 - commande, 30
- Style de point, 42
- Style du trait, 11
- Style graphique
 - copier, 14
- Symétrie
 - commande, 37
- Symétrie axiale (objet-axe)
 - mode, 19
- Symétrie centrale (objet-centre)
 - mode, 19
- Taille, 11
- Tangente
 - commande, 33
- Tangentes
 - mode, 16
- Texte
 - mode, 20
- Tourner autour du point
 - mode, 13
- Trace, 12
- Transformations
 - géométriques, 36
- Translation
 - commande, 36
- Translation (objet-vecteur)
 - mode, 19
- Transparence
 - image, 22
- Valeur
 - changer, 23
- Valeurs limites
 - nombre, angle, 24
- Vecteur, 24
 - commande, 31
- Vecteur défini par deux points
 - mode, 15
- VecteurOrthogonal
 - commande, 31
- VecteurUnitaire
 - commande, 31
- VecteurUnitaireOrthogonal
 - commande, 32
- Zoom, 12