



Casyopée

Manuel de l'utilisateur

Clement Lagrange

Jean-Baptiste Lagrange

Historique des versions	
Avril 2015	Mise à jour JB Lagrange pour version 3.2.7

Résumé

Casyopée est un logiciel d'aide à l'apprentissage des mathématiques en lycée.



Organismes soutenant le projet Casyopée

Table des matières

- [1. Introduction](#)
- [2. Présentation de la fenêtre de Casyopée](#)
 - [Interface graphique](#)
 - [Volet d'algèbre](#)
 - [Volet graphique](#)
 - [Volet de géométrie dynamique](#)
 - [Volet calculs géométriques](#)
 - [Bloc Note](#)
 - [Menu général](#)
 - [Fichiers](#)
 - [Edition](#)
 - [Bouton "Algèbre / Géométrie"](#)
 - [Bouton "Graphiques / Calculs Géométriques"](#)
 - [Options](#)
 - [?](#)
 - [Barre d'outils générale](#)
 - [Création et gestion des paramètres](#)
- [3. Objets algébriques de Casyopée](#)
 - [Les fonctions](#)
 - [Les ensembles de définition des fonctions](#)
 - [Les fonctions par morceaux \(ou par intervalles\)](#)
 - [Les expressions](#)
 - [Les formules](#)
 - [Les sous-expressions](#)
 - [Les valeurs de la variable](#)
 - [Les équations](#)
 - [Les paramètres](#)
- [4. Menus et Boutons de chaque partie](#)
 - [Volet algèbre](#)
 - [Liste des valeurs / Liste des fonctions](#)
 - [Liste des expressions](#)
 - [Liste des équations](#)
 - [Menu contextuel](#)
 - [Volet graphique](#)
 - [Barre d'outils](#)
 - [Pointeur](#)
 - [Liste des valeurs symboliques](#)
 - [Volet géométrie dynamique](#)
 - [Barre de menus](#)
 - [Barre d'outils](#)
 - [Menu contextuel \(clic droit\)](#)
 - [Volet calculs géométriques](#)
 - [Barre "Créer calcul"](#)
 - [Liste des calculs géométriques](#)
 - [Fenêtre des valeurs numériques](#)
 - [Barre d'outils "Modéliser"](#)
 - [Bloc Note](#)

[Menu déroulant](#)
[Commentaires](#)

[5. Licence](#)

Chapitre 1. Introduction

Casyopée (CALcul SYmbolique Offrant des Possibilités à l'Élève et à l'Enseignant) est un logiciel permettant d'étudier des problèmes rencontrés en analyse, en algèbre ainsi qu'en géométrie dynamique dans les classes de lycée. L'accent est mis sur les propriétés des [fonctions](#) réelles (ou de familles de fonctions) et les démarches d'exploration dynamique et de preuve symbolique. Il est conçu pour que les manipulations algébriques ne soient pas un obstacle à la mise au point par les élèves de stratégies de résolution et de preuve. Il constitue donc un environnement où la modélisation algébrique et géométrique de situations est facilitée pour l'élève.

Des possibilités étendues de paramétrisation permettent au professeur d'adapter l'utilisation du logiciel à ses objectifs. Les caractéristiques de ce logiciel sont les suivantes :

- ⌞ Existence de fonctionnalités d'une calculatrice graphique ([window](#), [table](#), [trace](#)...)
- ⌞ Existence de fonctionnalités de [calcul formel](#) (factoriser, développer, dériver...)
- ⌞ Possibilité de [justifier](#) un signe, un sens de variation, l'existence de zéros symboliques...
- ⌞ Possibilité de traiter des problèmes avec [paramètres](#)
- ⌞ Possibilité de créer des figures [géométriques dynamiques](#).
- ⌞ Existence de fonctionnalités de [calculs géométriques](#) (mesures sur une figure géométrique, création de fonctions à partir de figure géométrique...).
- ⌞ Historique des actions effectuées dans la démarche de résolution d'un problème sous forme d'un [Bloc Note](#) éditable.

A la différence des logiciels de calcul formel standard, le logiciel traite des [fonctions](#) aussi bien que des [expressions](#). Les identificateurs littéraux sont distingués : identificateurs des fonctions, de la variable et des paramètres. Le logiciel gère l'équivalence des formules pour les différentes fonctions et une liste de [valeurs de la variable](#) caractéristiques des [fonctions](#) (zéros, bornes des intervalles de définition, "valeurs interdites"). Ces gestions et traitements sont effectués par un noyau de calcul formel, Maxima, qui n'est pas accessible directement à l'élève. L'élève rencontre donc le calcul formel (sa puissance, mais aussi ses limites) à travers les réponses du logiciel.

Présentation de la fenêtre de Casyopée

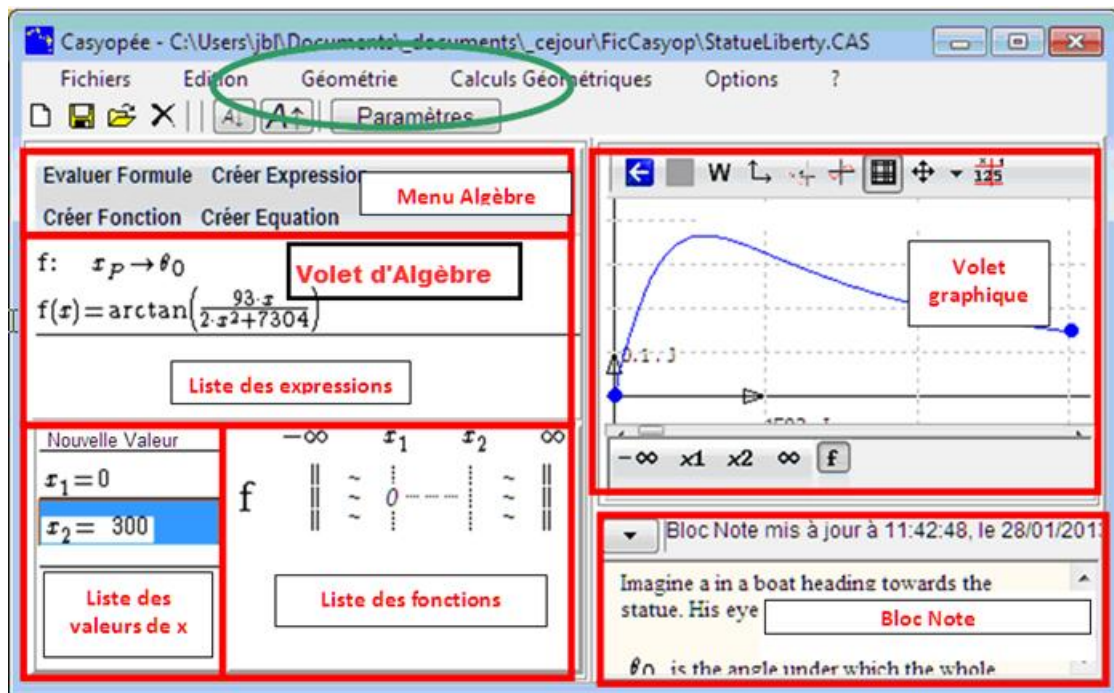
Table des matières

[Interface graphique](#)
[Volet d'algèbre](#)
[Volet graphique](#)
[Volet de géométrie dynamique](#)
[Volet calculs géométriques](#)
[Bloc Note](#)
[Menu général](#)
[Fichiers](#)
[Edition](#)
[Bouton "Algèbre / Géométrie"](#)
[Bouton "Graphiques / Calculs Géométriques"](#)
[Options](#)
[?](#)
[Barre d'outils générale](#)
[Création et gestion des paramètres](#)

À travers ce chapitre, la fenêtre de Casyopée, le menu général et la barre d'outils générale vont être présentés.

Interface graphique

Dans cette partie, nous allons décortiquer le contenu de la fenêtre de Casyopée.



La fenêtre de Casyopée

La fenêtre de Casyopée est basée sur le principe de volets interchangeable. Les volets sont des entités visuelles qui contiennent un ou plusieurs éléments. Grâce au bouton **Géométrie**, on échange le **volet d'algèbre** contenant les *listes des valeurs de x*, *des fonctions* et *des expressions* par le **volet de géométrie dynamique**. Le bouton **Algèbre** permet l'action inverse. On passe du **volet graphique** au **volet de calculs géométriques** en utilisant le bouton **Calculs Géométriques**. L'action inverse se fait par le bouton **Graphiques**.

Remarques

Au lancement, Casyopée affiche le volet d'algèbre, avec seulement la liste des expressions, et le volet graphique. En bas à droite, s'affiche le *Bloc Note*. Les résultats de Casyopée y sont mémorisés et il est éditable (voir plus loin). A l'initialisation, il affiche le numéro de version. Si l'ordinateur a accès à Internet, il est possible de vérifier s'il existe une version plus récente par le bouton **Vérification Nouvelle version**. Si c'est le cas, une mise à jour automatique vous est proposée. Le bouton est accessible pendant l'initialisation sur l'écran d'accueil, puis dans la boîte à **propos** accessible par le menu ?

Volet d'algèbre

Le volet d'algèbre est sur la gauche de la fenêtre de Casyopée. Ce volet est constitué de quatre listes.

La liste des expressions en haut est toujours affichée.

Deux listes sont groupées dans un sous-volet qui n'apparaît que dans le cas où des fonctions ont été créées avec des ensembles de définition "vérifiés". Ce volet sert à l'affichage et à la justification des propriétés des fonctions. Casyopée affiche un sous-volet parmi 9 possibles correspondant aux 9 identificateurs de variable possibles: x t z α ω p u n h . Le volet affiché correspond à l'identificateur de variable dans une expression sélectionnée dans la liste des expressions. Ainsi, si on clique sur une expression dépendant d'une variable, le sous-volet correspondant s'affiche.

Le volet comprend :

- ↳ la liste des valeurs de la variable à gauche
- ↳ la liste des fonctions à droite

Enfin, la liste des équations apparaît en bas du volet lors de la création d'équation.

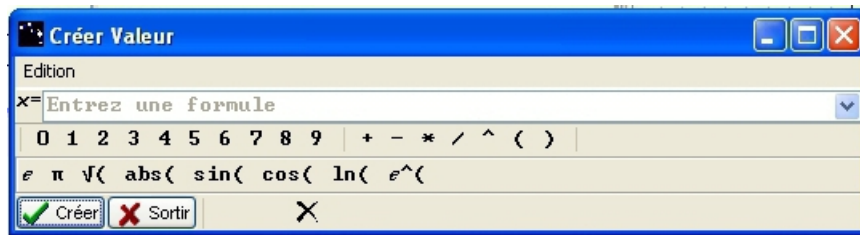
Sous-volet valeurs de la variable, fonctions

Nouvelle Valeur	$-\infty$	x_1	x_2	∞
$x_1 = \frac{-4}{3}$	f			
$x_2 = \frac{\pi}{2}$	f_0			
	f_1			

Liste ordonnée de [valeurs de la variable](#) (cad. x ou un autre identificateur) intervenant dans l'étude.

Ces valeurs apparaissent dans certains boîtes de dialogue et dans l'énoncé des propriétés des [fonctions](#). Le logiciel gère l'ordre de la liste dans la mesure où il peut les ordonner.

L'utilisateur peut introduire de nouvelles valeurs dans la liste (Bouton **Nouvelle Valeur**).



Boite "Créer Valeur"

Zone de saisie de la formule

On peut remplir la zone grâce aux boutons présents dans les bandeaux ou à l'aide du clavier et supprimer une sélection dans la formule par le bouton . La formule peut être définie à l'aide de [paramètres](#).

Note: dans toutes les boîtes d'entrée, les formules sont entrées en ligne, par exemple, pour écrire les puissances, il faut utiliser le signe "^". Ainsi pour écrire a^2 il faut noter "a^2". La multiplication est implicite. Si l'on entre une lettre non déjà utilisée, Casyopée propose de créer un paramètre.

Menu et bouton de la boîte "Créer Valeur"

Créer: Enregistre la valeur et la place dans la liste de valeurs de la variable. Il est possible d'entrer plusieurs valeurs à la suite.

Sortir: Ferme la boîte de saisie.

Menu déroulant: Cet outil permet de réutiliser une formule entrée auparavant.

Edition: Ce menu propose les actions Copier (**Ctrl+C**), Couper (**Ctrl+X**) et Coller (**Ctrl+V**).

Chaque nouvelle valeur apparaît avec un identificateur : exemple $x_0 = 1$ si la première valeur créée est 1. Dans le cas d'un zéro obtenu par le théorème de la bijection, seul l'identificateur apparaît.

Le menu contextuel (clic droit) permet pour chaque valeur de copier en divers formats une valeur exacte ou approchée et de supprimer.

Liste des fonctions définies dans l'étude.

Chaque [fonction](#) dont l'ensemble de définition a été vérifié apparaît avec son identificateur et un tableau de propriétés (définition, zéros, discontinuités, signes, variations) qui peut être copié dans le [bloc note](#).

Certaines [fonctions](#) sont créées par l'utilisateur. Leur identificateur est une lettre (f, g...) qui peut être utilisée pour créer de nouveaux objets.

D'autres [fonctions](#) sont calculées. Leur identificateur est formé à partir de celui de la [fonction](#) initiale (f' pour la dérivée de f, f0 pour une sous-expression de f...) et peut être utilisé pour créer de nouveaux objets.

Il est possible de définir des fonctions par intervalles à partir de [fonctions](#) existantes sur des domaines disjoints. Leur identificateur est formé à partir des identificateurs des [fonctions](#) existantes (f, g, h...).

Le menu contextuel donne accès à la suppression et à la copie du tableau de propriétés.

Liste des expressions

Liste des [expressions](#) définissant les [fonctions](#).

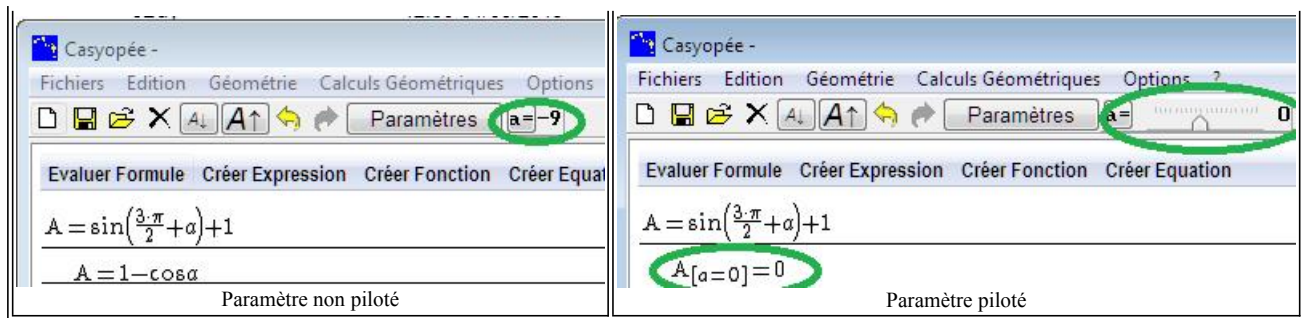
Chaque [fonction](#) apparaît avec une ou plusieurs [formules](#) : obligatoirement une [formule](#) initiale, au choix de l'utilisateur, d'autres formes équivalentes (développée, factorisée, réduite au même dénominateur, décomposée en éléments simples) obtenues par calcul.

Des expressions peuvent aussi être créées à l'aide d'une [formule](#) initiale, sans identificateur de variable.

Le menu contextuel (clic droit) donne accès à la suppression et à la copie dans différents formats. Les expressions des fonctions peuvent être supprimées sans que la fonction elle-même soit supprimée. Ceci permet de faire travailler les élèves sur des fonctions "cachées".

L'affichage des expressions équivalentes comprenant des paramètres dépend du mode de pilotage du paramètre. Si le paramètre est piloté, l'action sur un curseur permet d'afficher les valeurs de l'expression instanciées pour la valeur courante du paramètre.

--	--

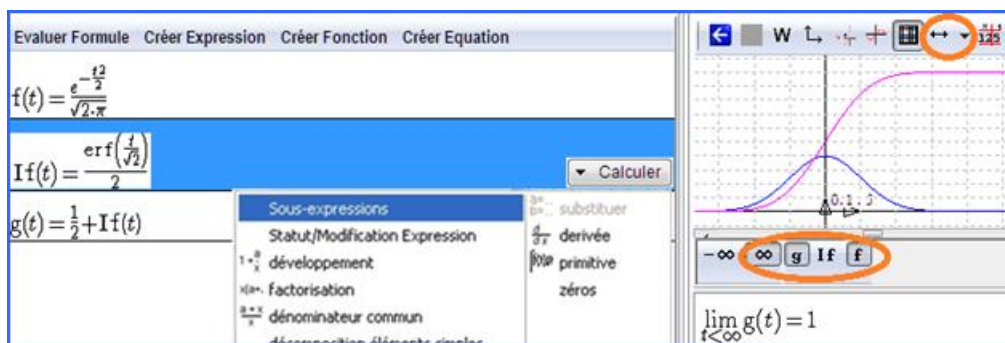


Liste des équations

L'utilisateur peut créer des [équations](#) qui apparaissent alors dans la liste.

Le menu contextuel (clic droit) donne accès à la suppression et à la copie et permet de supprimer l'affichage de cette liste.

Volet graphique: représentations graphiques, valeurs et limites des fonctions



Le volet graphique se situe en haut à droite de la fenêtre de Casyopée. Ce volet est composé de :

- la partie repère qui permet de visualiser les représentations graphiques des [fonctions](#) sélectionnées
- la liste des valeurs et limites. Celle-ci s'ouvre sur demande en bas du volet.

Représentation graphique des fonctions

Dans le bandeau sous le repère se situe une liste des indicateurs de [fonctions](#) et une liste des [valeurs de la variable](#).

Une [valeur](#) cochée produit une ligne verticale dans la fenêtre graphique dans le cas où l'affichage est possible (valeur finie et à l'intérieur des bornes).

Une [fonction](#) cochée est graphée dans le cas où l'affichage est possible (représentation graphique à l'intérieur des bornes). La couleur est celle utilisée pour le soulignement dans la liste des fonctions.

Dans les deux cas la valeur numérique des paramètres est prise en compte, que ceux-ci soient pilotés ou non.

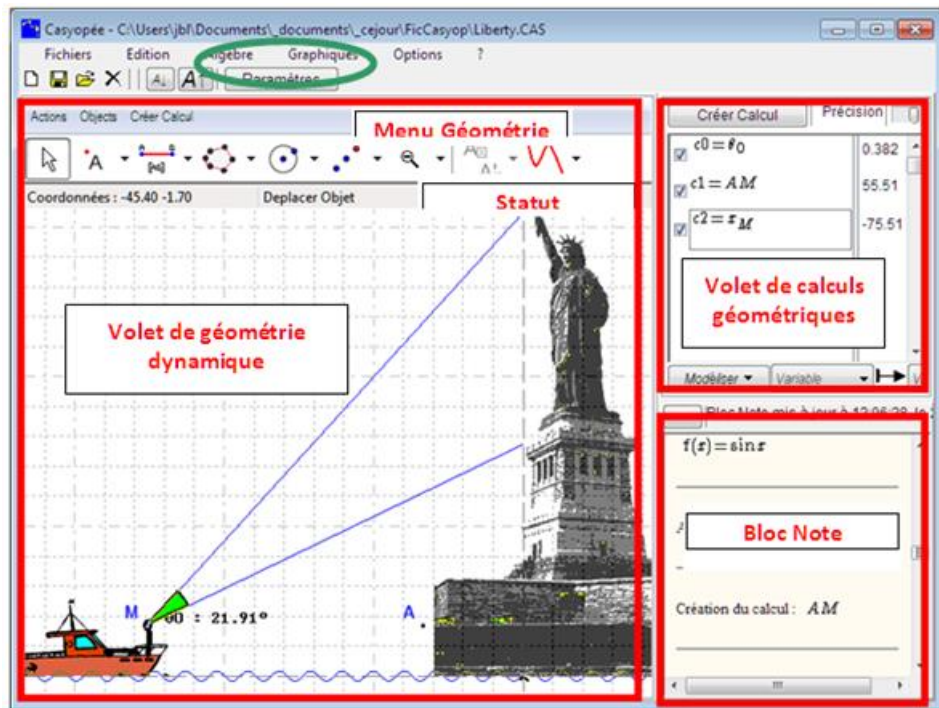
Un clic gauche, sur une courbe du graphique positionne une croix (trace) sur cette courbe. Les coordonnées apparaissent en haut à gauche du graphique. On déplace la trace soit en déplaçant la croix à la souris soit à l'aide du curseur sous le graphique. Dans le cas où plusieurs fonctions sont graphées, les flèches haut et bas permettent de se déplacer d'une courbe à l'autre.

Liste des valeurs symboliques

Cette section permet une évaluation de la [fonction](#) sélectionnée pour une valeur de la variable, ou en plus ou moins l'infini. Si cette valeur est une borne ouverte de l'intervalle de définition, on obtient éventuellement une limite.

En sélectionnant une valeur, Casyopée calcule l'image de cette valeur ou la limite de la (des) fonction(s) sélectionnée(s). Dans le même temps, une ligne verticale s'affiche sur le graphique pour indiquer la position de la valeur sélectionnée.

Volet de géométrie dynamique



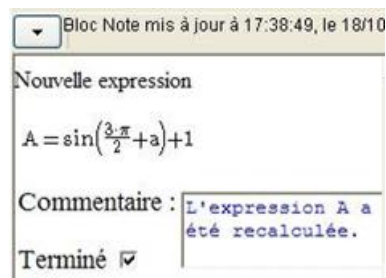
Le volet de géométrie dynamique et le volet de calculs géométriques

Ce volet se situe sur la gauche de la fenêtre de Casyopée. Il est constitué d'un repère orthonormé. Il permet de créer et manipuler des figures géométriques en deux dimensions.

Volet calculs géométriques

Le volet de calculs géométrique se situe en haut à droite de la fenêtre de Casyopée. Ce volet est séparé verticalement en deux. La partie de gauche contient les calculs et celle de droite, des valeurs approchées de ces calculs.

Bloc Note



Le Bloc Note

Les [commandes](#) effectuées dans Casyopée sont affichées dans le bloc note utilisateur avec leurs résultats. Il permet à l'utilisateur de garder trace de ses actions dans le logiciel et de leurs résultats, et de préparer une rédaction faisant suite à son étude.

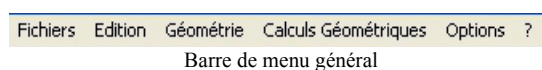
L'utilisateur peut ajouter des commentaires, réorganiser son texte, y inclure des tableaux de justification, imprimer le bloc-notes.

Le bloc note est enregistré avec les existant créés lors de l'enregistrement.

Important

L'édition du bloc-note n'influe en rien sur les objets de Casyopée. Ce n'est utile que pour la présentation !

Menu général



La barre de menu général est toujours présente quelque soit les volets apparents. Nous allons voir ce qu'elle contient.

Fichiers

Les articles du menu Fichiers permettent d'ouvrir et de sauvegarder une étude de fonctions.

Nouvelle Fenêtre

Cette commande crée une nouvelle instance de Casyopée, sans fermer l'instance en cours.

Nouveau

A l'ouverture du logiciel, s'ouvre automatiquement une nouvelle étude.

Il est possible de revenir à l'état initial grâce à cette commande.

Il existe un raccourci clavier pour cette commande : **Ctrl+N**.

Ouvrir

Cette commande permet de charger une résolution qui a été sauvegardée sur un disque dur, une disquette ou un CD-ROM.

Une fenêtre permet de choisir le répertoire, le nom du fichier.

Il existe un raccourci clavier pour cette commande : **Ctrl+O**.

Récents

Cette commande permet de choisir parmi 4 résolutions chargées ou sauvegardées récemment pour charger la résolution choisie.

Note : l'ouverture peut se faire aussi en double-cliquant sur l'icône d'un fichier .CAS, après que l'association a été créée. L'association est créée dès le premier lancement de Casyopée. L'ouverture peut se faire aussi par glisser-déplacer de l'icône d'un fichier .CAS vers une fenêtre de Casyopée.

Enregistrer

Cette commande permet d'enregistrer une étude sur un disque dur, une disquette ou autre.

Les informations relatives à l'étude sont enregistrées dans un fichier de type spécifique (.cas).

Si l'étude a déjà été enregistrée, il n'y a pas de boîte de dialogue et l'étude précédente est remplacée par l'étude actuelle avec le même nom.

Si on veut conserver l'étude précédente, il faut utiliser la commande [Enregistrer sous...](#) pour changer le nom ou le répertoire.

Il existe un raccourci clavier pour cette commande : **Ctrl+S**.

Enregistrer sous...

Cette commande permet d'enregistrer dans un nouveau fichier une étude sur un disque dur, une disquette ou autre.

Importer GGB

Cette commande permet d'importer une figure geogebra (extension .ggb) : Constructions admises:

Point, Intersect, Point on object, Midpoint, Cursor, Line, Segment, Ray, Circle, Angle, AngularBisector, Locus, LineBisector, OrthogonalLine, Polygon, segment, function

Enregistrer Ecran

Cette commande permet d'enregistrer l'écran de Casyopée.

S'il existe des éléments (points ou paramètres) ayant une vitesse non nulle, l'écran est enregistré sous forme d'un GIF animé ce qui permet de créer des animations. Les paramètres d'enregistrements sont définis dans le menu Options.

Sinon l'écran est enregistré sous forme d'image au format bitmap (.bmp).

Quitter

Cette commande permet de quitter l'application Casyopée. Si l'étude n'a pas été enregistrée, Casyopée le propose :



Boite de confirmation d'enregistrement

Il existe un raccourci clavier pour cette commande : **Ctrl+Q** .

Edition

Le menu Edition regroupe les commandes permettant d'exporter des éléments de Casyopée vers d'autres applications, et de gérer le [Bloc Note](#).

Copier

Cette commande, aussi disponible dans les menus contextuels, permet de copier dans le Presse-papiers un élément sélectionné :

- ⌘ une [expression](#)
- ⌘ une [valeur de la variable](#)
- ⌘ une [fonction](#) et son tableau de signe

On peut copier un objet de trois façons :


- ⌘ Expression : l'objet est copié sous forme d'une chaîne de caractères qui peut être collée dans une boîte de dialogue de Casyopée.
- ⌘ Latex : l'objet est copié sous forme d'une expression latex qui peut être collée dans la source Latex d'un document.
- ⌘ Image : l'objet est copié sous forme d'image, on a ainsi l'affichage correct des formules mathématiques dans les logiciels qui n'ont pas la capacité de le faire.

Copier Graphe

Cette commande permet de copier le [volet graphique](#) sous forme d'image dans le Presse-papiers, telle qu'elle apparaît à l'écran.

Supprimer


Cette commande permet de supprimer des objets de Casyopée ([valeurs de la variable](#), [expressions](#), [fonctions](#), [équations](#)), ou des lignes du [bloc note](#) sélectionnées.


Pour supprimer un objet, on peut aussi utiliser le bouton  de la barre d'outils ou le raccourci clavier : **Suppr** .

Une fenêtre demande confirmation avant la suppression définitive et éventuellement des objets dépendants.


La commande est aussi disponible dans le menu contextuel (clic droit) lié à un objet.

Bouton "Algèbre / Géométrie"

Le bouton  est visible lorsque le [volet d'algèbre](#) est présent. En utilisant ce bouton, on intervertit le [volet d'algèbre](#) et celui de [géométrie dynamique](#).

Le bouton  est visible lorsque le [volet de géométrie dynamique](#) est présent. En utilisant ce bouton, on intervertit le [volet de géométrie dynamique](#) et celui d'[algèbre](#).

Bouton "Graphiques / Calculs Géométriques"

Le bouton  est visible lorsque le [volet graphique](#) est présent. En utilisant ce bouton, on intervertit le [volet graphique](#) et celui de [calculs géométriques](#).

Le bouton  est visible lorsque le [volet de calculs géométriques](#) est présent. En utilisant ce bouton, on intervertit le [volet de calculs géométriques](#) et celui de [graphique](#).

Options

Le menu Options permet de personnaliser les menus du logiciel, en choisissant les commandes des menus Calculer et Justifier, adaptées au profil des élèves.

A l'ouverture, toutes les commandes de calculs et de justifications sont activées.

Deux actions de paramétrisation sont disponibles :

Standards, en choisissant des profils prédéfinis.

Détails, en sélectionnant les commandes de calcul et de justifications mises à disposition.

Standards

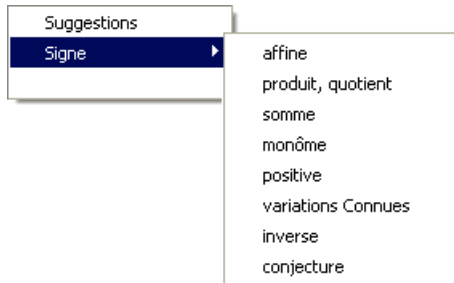
Quatre profils standards sont disponibles :

Profil 1 : Étude de signes sans propriétés trinômes

Le menu Calculer est réduit à

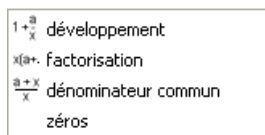


et le menu Justifier à

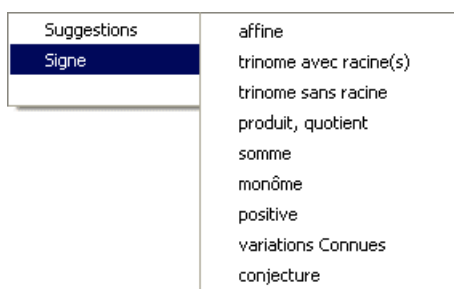


Profil 2 : Étude de signes avec propriétés trinômes

Le menu Calculer est réduit à



et le menu Justifier à

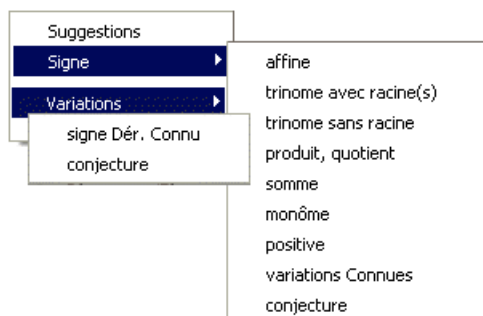


Profil 3 : Étude avec dérivation

Le menu Calculer est réduit à

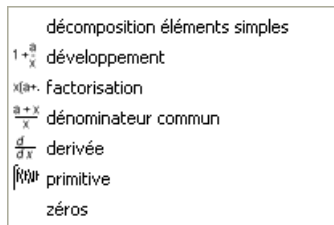


et le menu Justifier à

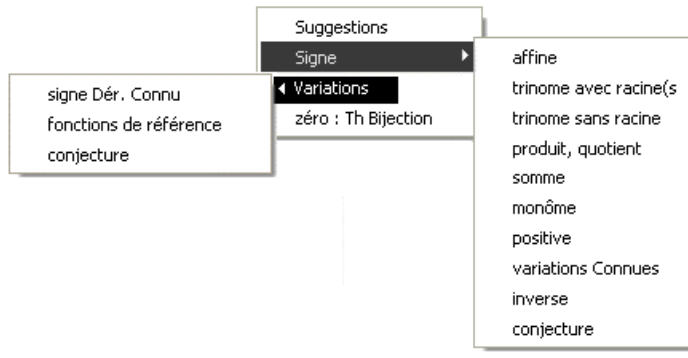


Profil 4 : Complet avec théorème de la bijection

Le menu Calculer complet est



et le menu Justifier

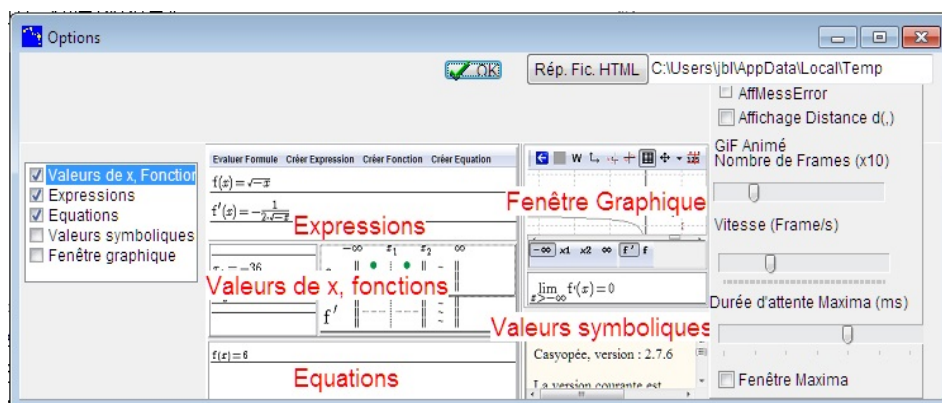


Détails

La fenêtre permet de choisir dans les listes des commandes de [calculs](#) et de [justifications](#), celles disponibles dans les menus Calculer et Justifier et de les éditer. De plus, elle permet de choisir les boutons des fenêtres de saisie des [fonctions](#), des [équations](#) et des [valeurs de la variable](#).

Fenêtres Algèbre

Ce menu permet de sélectionner des options d'affichages à travers la boîte de dialogue suivante :



Boîte de dialogue des options d'affichage

Ainsi on peut choisir quelles listes apparaissent sur les volets d'[algèbre](#) et de [graphiques](#).

Diverses options sont possible à droite; le choix du répertoire temporaire (HTML) qui peut résoudre certains problèmes d'affichage du bloc-note; l'affichage de messages d'erreur du noyau Maxima; la notation $d(A,B)$ au lieu de AB ; le réglage de l'enregistrement en GIF animé par le menu Fichiers, Enregistrer Ecran; l'affichage d'une fenêtre répertoriant les commandes envoyées au noyau Maxima et la réponse de Maxima.

Langue

Ce menu permet de changer la langue du logiciel. On peut choisir parmi :

- ↳ Français
- ↳ Anglais
- ↳ Espagnol

Si vous souhaitez traduire Casyopée dans votre langue, voyez comment faire sur <http://casyopee.eu>

Calcul et Justification

Ce menu comporte quatre bascules paramétrant la façon dont Casyopée opère dans la fenêtre d'Algèbre

- ↳ Factorisation Radicale. Quand la bascule est activée, les expressions du second degré sont factorisées comme produit de facteurs du premier

degré. Par exemple $x^3 - 2 \cdot x$ est factorisé en $x \cdot (x^2 - 2)$ sans cette option et en $x \cdot (x - \sqrt{2}) \cdot (x + \sqrt{2})$ avec cette option

- ↳ Simplification Radicale. Quand la bascule est activée, la simplification des logarithmes, exponentielles, et des radicaux convertit en une forme canonique, en ignorant des contraintes de domaine. Par exemple $\ln(x^2 - x)$ est factorisé en $\ln x + \ln(x - 1)$ avec cette option.

- ↳ **Suggérer Justif.**

Lorsqu'elle est activée, le logiciel assiste l'utilisateur aux deux premières étapes de la justification.

- ↳ 1. lors du choix d'un item d'un des menus, seuls sont activés les items pour lesquels, compte tenu éventuellement de résultats démontrés antérieurement, la justification peut aboutir.
- ↳ 2. dans la boîte de dialogue " conditions d'application " un bouton permet de faire compléter automatiquement les entrées.

Le logiciel apporte ainsi une assistance au travail de justification complémentaire de l'assistance au calcul algébrique.

?

à propos

Ce menu ouvre une boîte de dialogue. Celle-ci renseigne sur :

- ↳ la version de Casyopée installée.

Si l'ordinateur est connecté à l'Internet, le bouton  permet de savoir si une mise à jour est nécessaire et de l'effectuer.

- ↳ les organismes participant au projet
- ↳ les noms des développeurs du programme
- ↳ les versions et licences des différents programmes utilisés dans Casyopée

Le bouton En savoir plus lance un navigateur web et ouvre la page d'accueil du site de Casyopée

Rubriques d'aide

Ce menu ouvre le présent manuel d'aide.

Il existe un raccourci clavier pour cette commande : **F1**

Barre d'outils générale



Barre d'outils générale

La barre d'outils générale est toujours présente quelque soit les volets apparents. Nous allons voir ce qu'elle contient.



Cette icône est un raccourci pour [créer une nouvelle étude](#).



Cette icône permet d'enregistrer l'étude en cours. Si l'étude n'a pas encore été enregistrée, un clic permet de [l'enregistrer sous](#). Si l'étude est déjà enregistrée, un clic permet d'[enregistrer](#).



Cette icône permet d'[ouvrir](#) une étude précédemment enregistrée.



Cette icône permet de [supprimer](#) un élément sélectionné (en surbrillance)

Taille d'affichage



Ces boutons permettent de diminuer ou d'augmenter la taille d'affichage des différents affichages dans les listes et des informations présentes dans le [Bloc Note](#).

Undo-Redo



Un bouton permet de revenir en arrière avant la dernière création ou suppression (annuler). Ensuite, si nécessaire, on peut rétablir .

Paramètres

Ce bouton permet de créer et gérer des [paramètres](#) via la boîte de dialogue des paramètres.

Création des paramètres





Boîte de dialogue des paramètres

À l'aide de cette boîte, on peut créer de nouveaux paramètres. Soit grâce au bouton Nouveau et ainsi le paramètre est défini sur \mathbb{R} , soit grâce au bouton Nouveau Positif et le nouveau paramètre est défini sur $]0 ; +\infty[$. On peut choisir le nom du paramètre grâce au menu déroulant.

Une fois le paramètre créé, il est possible de changer son domaine de définition ainsi que son pas. Il est possible de créer des animations en donnant une vitesse non nulle à des paramètres. Après les modifications, il faut les confirmer en cliquant sur le bouton OK.

Le bouton Sortir permet de fermer cette boîte de dialogue.

Une fois créés, les paramètres apparaissent avec un curseur permettant de leur attribuer une valeur dans la barre d'outils générale à droite du bouton Paramètres.  S'il y a beaucoup de paramètre, il est possible de masquer le curseur en cliquant sur la bouton à gauche. .

Note: Casyopée propose de créer un paramètre lorsqu'un caractère alphabétique est entré dans une formule lors de la création d'un objet. Le paramètre est défini sur \mathbb{R} et il faut faire apparaître son menu de gestion (click droit) si on veut modifier le domaine ou le pas.

Les fonctions

Les fonctions de Casyopée sont des fonctions réelles définies sur \mathbb{R} ou sur une réunion d'intervalles de \mathbb{R} .

Elles peuvent être à valeur dans \mathbb{R} ou dans \mathbb{R}^2 . Dans ce dernier cas, la formule contient deux sous-formules entre crochets, séparées par une virgule.

Elles sont définies par une [formule](#) initiale éventuellement paramétrique.

Les zéros, d'autres [formules](#) (factorisées, développées...), les fonctions dérivées et primitives sont obtenues par [calcul](#).

Les graphes des fonctions peuvent être obtenus dans le [volet graphique](#).

Il est possible aussi de créer la courbe d'une fonction dans le [volet de géométrie dynamique](#). Une courbe est un objet géométrique. Il est possible de créer des points libres sur les courbes des fonctions à valeur dans \mathbb{R} . Les courbes des fonctions à valeur dans \mathbb{R}^2 sont des courbes paramétrées.

Une exploration peut être faite par une [table de valeurs exactes](#) ou [numériques](#).

Au moment de la création, Casyopée propose de vérifier l'existence de la formule sur l'ensemble de définition.

Casyopée peut alors mettre en garde l'utilisateur s'il lui semble que la fonction peut ne pas être définie en un point ou sur un intervalle. L'utilisateur peut ignorer cette mise en garde, s'il lui semble qu'elle n'est pas adéquate.

Les fonctions ainsi vérifiées sont affichées dans la [liste des fonctions](#). Il est possible de prouver par [justification](#) des propriétés de signe et de variation. pour ces fonctions.

[Des fonctions par morceaux \(ou par intervalles\)](#) peuvent aussi être définies.

Les fonctions par morceaux (ou par intervalles)

A partir de plusieurs [fonctions](#) définies sur des intervalles disjoints, on peut créer des fonctions par intervalles.

Leur identificateur est formé à partir des identificateurs des [fonctions](#) existantes ($f \vee g \vee h \dots$).

Le logiciel contrôle la cohérence des définitions des [fonctions](#).

Les fonctions définies par intervalles peuvent seulement être graphées et apparaître dans le tableau des valeurs exactes. Aucun calcul n'est possible.

Les ensembles de définition des fonctions

Les ensembles de définition sont constitués d'intervalles ou de réunion d'intervalles.

Les bornes de ces intervalles sont choisies dans la liste des [valeurs de la variable](#) déjà créées.

Les expressions

Les expressions de Casyopée sont définies par des [formules](#) pouvant inclure des paramètres, mais pas d'identificateurs de variable.

D'autres expressions (factorisées, développées...) sont obtenues par calcul.

Les formules

Les formules sont écrites avec les symboles mathématiques usuels.

Elles servent pour définir une [fonction](#), une [équation](#), une [expression](#), une [valeur de la variable](#).

Les formules peuvent être évaluées directement par l'entrée de menu [Evaluer Formule](#) du menu de la fenêtre d'algèbre.

Elles peuvent comporter des [paramètres](#) (a, b, c, t, z...) et des appels à des [fonctions](#) ou des [expressions](#) déjà créés.

Les formules géométriques

Les formules géométriques sont des formules comme définies ci-dessus, et elles font aussi référence à

- des points nommés via des distances (par exemple AB ou d(A,B)), des abscisses (par exemple xA), des ordonnées (par exemple yA),
- des angles.

Elles servent pour définir des [objets géométriques](#): points repérés, cercles définis par un centre et un rayon algébrique, droite de pente donnée passant par un point, transformations géométriques définies par des formules algébriques...ainsi que dans les [calculs géométriques](#).

Les sous-expressions

Les sous-expressions sont des facteurs issus d'un produit ou d'un quotient, des termes extraits d'une somme ou des arguments de [fonctions](#) ou d'[expressions](#).

Casyopée définit alors une nouvelle [fonction](#) sur le même ensemble de définition ou une nouvelle [expression](#).

Il est possible de prouver des propriétés d'une [fonction](#) à partir des propriétés des [fonctions](#) définies par les sous-expressions.

Définition par intervalles

Les fonctions par intervalles se définissent à partir de [fonctions](#) existantes sur des [ensembles](#) disjoints. Leur identificateur est formé à partir des identificateurs des [fonctions](#) existantes ($f \vee g \vee h \dots$).

Le logiciel contrôle la cohérence des définitions des [fonctions](#).

Les valeurs de la variable

Ce sont les valeurs réelles (ainsi que $-\infty$ et $+\infty$) qui interviennent dans l'étude notamment comme bornes d'intervalles servant à définir une [fonction](#). Elles peuvent être créées par le logiciel (zéros de fonctions, zéros symboliques obtenus par application du théorème de la bijection) ou [par l'utilisateur](#). L'expression d'une valeur peut comporter des [paramètres](#) à condition que le logiciel puisse la comparer aux valeurs existantes.

Il est possible de choisir le symbole de variable utilisé (x, t, α , ...). Pour chaque symbole il existe une liste de valeurs ordonnées. Le choix du symbole détermine les fonctions affichées dans la liste, donc éventuellement graphées et affichées dans la table des valeurs exactes.

Les valeurs finies sont désignées sous la forme x_i , i étant le numéro dans l'ordre des valeurs croissantes et x étant le symbole de variable courant. Cette désignation peut être employée dans des fenêtres de dialogue et dans les tableaux de propriétés des [fonctions](#). Elles peuvent être tracées dans la [fenêtre graphique](#) sous forme de droites verticales.

A chaque valeur peut correspondre une colonne dans la table de valeurs exactes des fonctions.

Les équations

Casyopée donne des solutions exactes ou approchées d'équations à une inconnue. Ces solutions sont affichées dans le [bloc note](#).

Les équations peuvent être de quatre natures différentes :

- $f(x) = K$: recherche des valeurs de x pour lesquelles l'image par la fonction est égale à la constante K .
- $f(x) = g(x)$: recherche des valeurs de x pour lesquelles les deux fonctions sont égales, ce qui correspond aux abscisses des points d'intersection des deux courbes.
- $f(x) = K \cdot g(x)$: même problème, à un coefficient constant près.
- $K = 0$: constante égale à 0

La constante K peut dépendre des [paramètres](#) mais pas de la [variable](#).

L'inconnue peut être la [variable](#) ou un [paramètre](#) dans le quatrième cas. Le domaine de résolution est l'ensemble de définition de la fonction dans le premier cas, l'intersection des ensembles de définitions des deux fonctions dans le deuxième et le troisième, et l'intervalle de variation du paramètre dans le quatrième.

Dans le cas où l'équation comporte un seul symbole (équation numérique), Casyopée propose la résolution exacte ou approchée.

Les paramètres

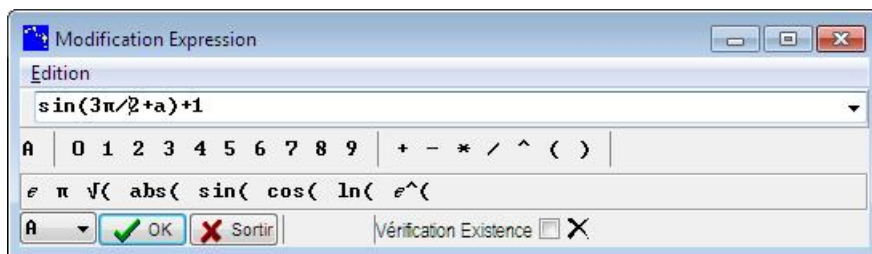
Un paramètre est défini comme élément d'un intervalle ouvert borné ou non, propriété qui est prise en compte par Casyopée dans les calculs.

Les paramètres peuvent être utilisés dans toute [formule](#) algébrique, c'est à dire pour définir une [fonction](#), une [équation](#), une [expression](#), une [valeur de la variable](#), dans les définitions d'[objets géométriques](#): points repérés, cercles définis par un centre et un rayon algébrique, droite de pente donnée passant par un point, transformations géométriques définies par des formules algébriques...ainsi que dans les [calculs géométriques](#).

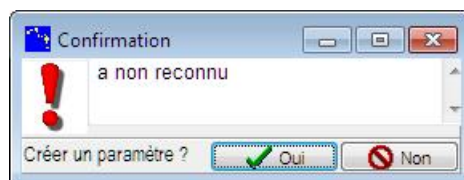
Ils peuvent être l'inconnue d'une [équation](#).


Les paramètres peuvent être créés à l'aide du bouton  de la [barre d'outils générale](#). Le même bouton permet d'accéder à la liste des paramètres créés et à leur gestion.

La création d'un paramètre vous est aussi proposée lors de l'entrée d'une [formule](#) qui comprend une lettre non encore utilisée. Par exemple, après l'entrée d'une expression comme ci-dessous, alors que la lettre a n'est pas encore utilisée,



une boîte demande la confirmation de création d'un nouveau paramètre.



Un paramètre a une valeur, entière ou fractionnaire, attribuée au hasard lors de sa création ou lors de la modification du pas ou des bornes, puis fixée par l'utilisateur à l'aide du curseur.  Une vitesse peut être aussi donnée de façon que le paramètre parcourre la plage de valeurs. Un menu contextuel donne accès aux bornes, pas et vitesse.

Cette valeur est prise en compte de façon dynamique dans tous les affichages des représentations graphiques de fonction dans la fenêtre graphique et dans la table associée, ainsi que pour la position des objets géométriques dans la fenêtre de géométrie dynamique et les valeurs approchées des calculs géométriques.

En revanche, lors des [calculs](#) et des résolutions d'équation, Casyopée considère tout paramètre comme une valeur symbolique. C'est pourquoi les paramètres ne sont pas "instanciés" dans les affichages du volet algébrique (liste des expressions, des valeurs de la variable,) et dans la table des valeurs symboliques.

Il est possible d'instancier une expression grace au menu contextuel. On coche le ou les paramètre(s) et l'expression s'affiche de façon particulière.

Les valeurs ou limites d'une fonction affichées dans la liste des valeurs symboliques sontinstanciées selon les choix faits pour l'expression définissant cette fonction.

Lorsque des paramètres ont été instanciés dans une expression, il est possible de [substituer](#) leur valeur dans chacun des paramètres, grâce à un calcul "ad hoc". Une nouvelle [fonction](#) ou expression est alors créée.

Paramètres géométriques

Lors de la modélisation d'une dépendance, Casyopée peut introduire un "paramètre géométrique" dans la formule d'une fonction modèle, pour tenir compte de points libres dans les calculs géométriques intervenant dans la modélisation (t, ou, x, ou y suivi de l'étiquette du point libre). La valeur d'un "paramètre géométrique" dépend de la position du point libre choisi.

Chacun de ces paramètre peut être instancié de la même manière que les paramètres créés par l'utilisateur.

Menus et boutons du Volet algèbre

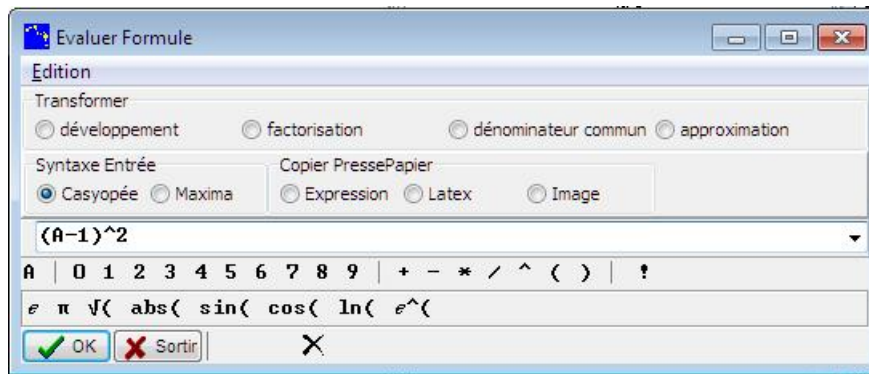
1. [Barre de menu du volet algèbre](#)
 1. [Evaluer formule](#)
 2. [Créer Expression](#)
 3. [Créer Fonction](#)
 1. [par formule](#)
 2. [par domaine + formule](#)
 3. [par morceaux](#)
 4. [Créer Equation](#)
2. [Liste des expressions](#)
 1. [Bouton Calculer](#)
 1. [Sous-expressions](#)
 2. [Statut/Modification Expression](#)
 3. [Substituer](#)
 4. [Décomposition éléments simples](#)
 5. [Factorisation](#)
 6. [Développement](#)
 7. [Réduction au dénominateur commun](#)
 8. [Dérivée](#)
 9. [Primitive](#)
 10. [Zéros](#)
3. [Liste des équations](#)
 1. [Menus déroulant exact/approché](#)
 2. [Bouton OK](#)
4. [Sous-volet valeurs /fonctions](#)
 1. [Liste des valeurs de la variable](#)
 2. [Liste des fonctions](#)
 3. [Les justifications](#)
 1. [Signe : affine](#)
 2. [Signe : second degré](#)
 3. [Signe : fonctions de référence](#)
 4. [Signe : produit, quotient](#)
 5. [Signe : somme](#)
 6. [Signe : monôme](#)
 7. [Signe : inverse](#)
 8. [Signe : carré, racine, abs.](#)
 9. [Signe : variations connues](#)
 10. [Variations : signe dérivée connu](#)
 11. [Variations : fonctions de référence](#)
 12. [Zéros : Th Bijection](#)
 13. [Signe : admettre](#)
 14. [Variations : admettre](#)
 4. [Conclusions](#)

Barre de menu du volet algèbre

[Evaluer Formule](#) [Créer Expression](#) [Créer Fonction](#) [Créer Equation](#)

Evaluer formule

Cette entrée permet d'obtenir une évaluation soit par calcul formel, soit par approximation numérique, sans conserver le résultat..



<!--[if !vml]-->
$$(A-1)^2 = \frac{1}{2}$$
 <!--[endif]-->
Evaluer une formule

Menu et bouton de la boîte "Evaluer Formule" Diverses transformations sont proposées (bouton radio transformer). Pour les experts, il est possible d'entrer toute commande avec la syntaxe Maxima (bouton radio dans Syntaxe Entrée).

Edition: Ce menu propose les actions Copier (**Ctrl+C**), Couper (**Ctrl+X**) et Coller (**Ctrl+V**).

Zone de saisie de la formule

On peut remplir la zone grâce aux boutons présents dans les bandeaux ou à l'aide du clavier et supprimer une sélection dans la formule par le bouton . La formule peut être définie à l'aide de [paramètres](#).

Note: dans toutes les boîtes d'entrée, les formules sont entrées en ligne, par exemple, pour écrire les puissances, il faut utiliser le signe "^". Ainsi pour écrire a^2 il faut noter "a^2". La multiplication est implicite. Si l'on entre une lettre non déjà utilisée, Casyopée propose de créer un paramètre. Le menu Edition propose les actions Copier (**Ctrl+C**), Couper (**Ctrl+X**) et Coller (**Ctrl+V**).

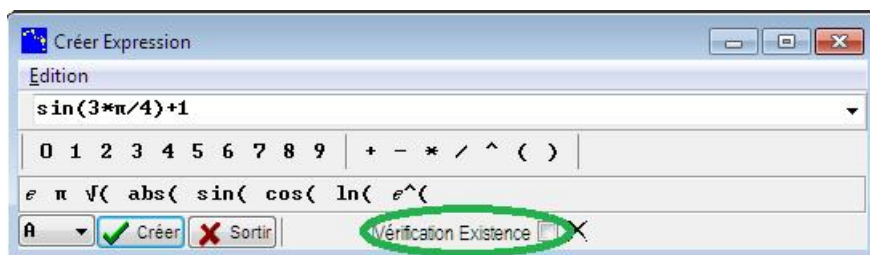
Menu déroulant des formules: Ce menu permet de réutiliser une formule écrite précédemment. On y inscrit une nouvelle formule en utilisant les boutons du bandeau situé en-dessous ou à l'aide du clavier.

OK : Le résultat est affiché dans le bloc note et est copié au format choisi.

Sortir: Ferme la boîte de saisie.

Créer Expression

Lorsque l'on clique sur cette entrée, une boîte de création d'expression s'ouvre. Les expressions créées ainsi ne sont pas liées à une fonction, elles ne dépendent donc pas de la variable. Notez la case à cocher Vérification Existence. Si vous la cochez, Casyopée donnera un diagnostic sur les problèmes que peut poser la formule.



Boîte de création des expressions

Menu et bouton de la boîte "Créer expression"

Edition: Ce menu propose les actions Copier (**Ctrl+C**), Couper (**Ctrl+X**) et Coller (**Ctrl+V**).

Zone de saisie de la formule

On peut remplir la zone grâce aux boutons présents dans les bandeaux ou à l'aide du clavier et supprimer une sélection dans la formule par le bouton . La formule peut être définie à l'aide de [paramètres](#).

Note: dans toutes les boîtes d'entrée, les formules sont entrées en ligne, par exemple, pour écrire les puissances, il faut utiliser le signe "^". Ainsi pour écrire a^2 il faut noter "a^2". La multiplication est implicite. Si l'on entre une lettre non déjà utilisée, Casyopée propose de créer un paramètre. Le menu Edition propose les actions Copier (**Ctrl+C**), Couper (**Ctrl+X**) et Coller (**Ctrl+V**).

Menu déroulant des formules: Ce menu permet de réutiliser une formule écrite précédemment. On y inscrit une nouvelle formule en utilisant les boutons du bandeau situé en-dessous ou à l'aide du clavier.

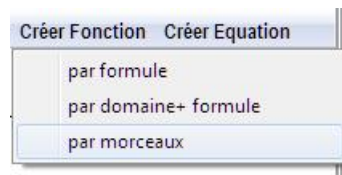
Menu déroulant des noms d'expression à gauche du bouton Créer: Ce menu permet de choisir le nom des expressions. Dans Casyopée, tous les objets ont un nom, qui est composé d'un caractère alphabétique.

Créer : Enregistre l'expression dans la liste des expressions.

Sortir: Ferme la boîte de saisie.

Créer Fonction

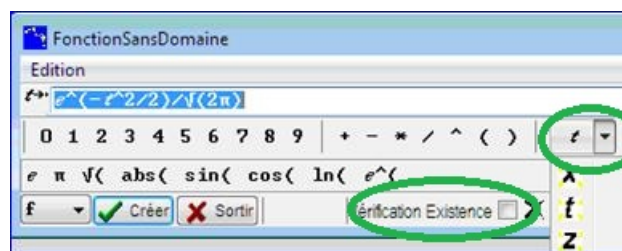
Ce menu permet de créer de nouvelles fonctions. Il existe trois manières.



par formule

A la différence de la Boîte de création des expressions, la boîte de dialogue comporte un bouton permettant d'entrer un identificateur de variable. Notez que plusieurs identificateurs sont possibles, x étant proposé par défaut. Notez aussi que comme pour les expressions, il est possible de demander à Casyopée de vérifier si la fonction ainsi créée est bien définie pour tous les réels (case à cocher Vérification Existence). Si cette vérification, est faite, la fonction sera placée dans la liste des fonctions.

Les autres entrées et boutons sont les mêmes que dans la boîte de création des expressions.



Boîte de création de fonction par formule

par domaine + formule

La boîte de saisie a un champ d'entrée supplémentaire pour saisir l'ensemble de définition. Il doit être saisi selon la syntaxe mathématique habituelle par exemple $]-\infty; 2/3[\cup]2/3; \infty[$

Ce champ d'entrée est accompagné de deux boutons

Evaluer

Détermine si l'ensemble de définition est correctement entré et crée les valeurs de la variable correspondantes. Il faut cliquer ce bouton avant d'avoir accès au bouton "Créer"

Auto

Casyopée calcule l'ensemble de définition en utilisant les valeurs de la variable existantes.

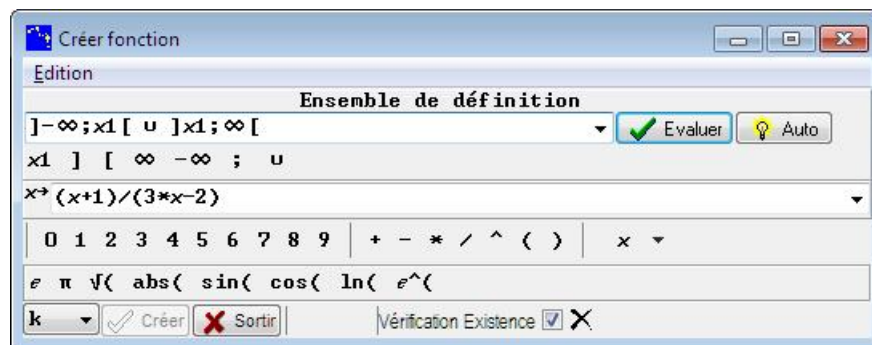


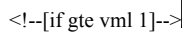
Figure <!--[if supportFields]--> : Boîte de création de fonction

Si vous avez coché "Vérification existence", l'onglet Algèbre comprend maintenant une liste des valeurs de x et un mini-tableau pour les fonctions dont le domaine a été vérifié..

$$\langle \! - [if !vml] - \! \rangle$$

Une *fenêtre de sélection* s'ouvre. Sélectionnez plusieurs fonctions sur des intervalles disjoints, puis cliquez sur le bouton **OK**.

Une nouvelle fonction est créée, en la cochant sous le volet graphique, on peut voir sa courbe.



$$f(x)=g(x)$$

Permet de résoudre une équation faisant intervenir deux fonctions. On observe deux menus déroulants : un pour choisir la première fonction et l'autre pour la deuxième fonction.

$$f(x)=K.g(x)$$

Permet de résoudre une équation faisant intervenir deux fonction et un réel. On observe deux menus déroulants pour choisir les fonctions et un champ de formule pour saisir le réel K.

$$K(a.)=0$$

Permet de trouver les racines d'une formule. champ de formule pour saisir le réel K.

Une fois les équations créées, elles sont placées dans la liste des équations.

Liste des expressions

Bouton Calculer

Ce bouton apparaît à droite des expressions lorsqu'elles sont sélectionnées (en surbrillance). On sélectionne une fonction grâce au clic gauche.

Lorsque l'on clique sur ce bouton apparaît un nouveau menu.

Les résultats sont affichés dans le [bloc note](#). Il est proposé de les ajouter dans la ou les listes correspondantes (valeur de la variable, fonction, expression).

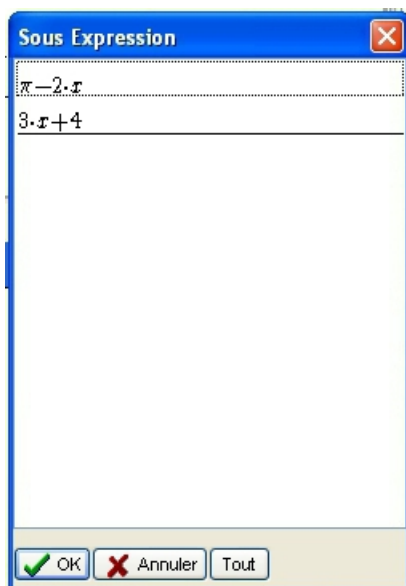
Le choix des calculs proposés peut être modifié dans le menu général [Options → Détails](#).

Sous-expressions

Pour ajouter des [sous-expressions](#) à la liste, il faut d'abord sélectionner l'[expression](#) dans la liste.

On obtient la boîte des sous-expressions en choisissant : Calculer → Sous-Expressions.

On sélectionne les [sous-expressions](#) à ajouter à l'aide de la touche **Ctrl**.



Boîte des sous-expressions

Boutons de la boîte "Sous Expression"

OK

Affiche les sous-expressions sélectionnées dans la liste des expressions et ferme la boîte.

Annuler

Ferme la boîte sans rien afficher.

Tout

Sélectionne toutes les sous expressions.

Statut/Modification Expression

Cette entrée permet de modifier une expression.

Casyopée demande confirmation à l'aide d'une boîte de dialogue. Cliquez sur le bouton Oui. La boîte de modification des expressions s'ouvre. Elle est identique à la boîte de création des expressions.

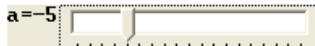
Substituer

Cette commande ne s'applique qu'à une [expression](#) écrite à l'aide des [paramètres](#).

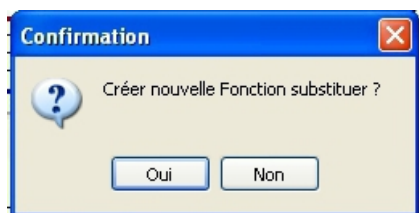
Elle est disponible en effectuant : Calculer → substituer, lorsque les [paramètres](#) sont instanciés..

Pour substituer un [paramètre](#) dans une [expression](#) sélectionnée :

1. Choisissez la valeur à substituer à l'aide du curseur de commande du [paramètre](#).



2. Sélectionnez la commande dans le menu Calculer.
3. Une fenêtre demande confirmation



4. Une nouvelle [expression](#) et éventuellement une nouvelle [fonction](#) sont alors ajoutées dans les listes d'[expressions](#) et de fonctions.

Décomposition éléments simples

Elle permet de décomposer une fraction rationnelle en éléments simples.

La décomposition est écrite dans le [bloc note](#).

Lorsque l'[expression](#) trouvée ne figure pas déjà dans la [liste des expressions](#), une fenêtre propose de l'ajouter à la liste.

Factorisation

Elle permet de factoriser dans R un polynôme, ainsi que les numérateurs et dénominateurs d'une fonction rationnelle. Lorsque des racines du polynôme sont irrationnelles, elles doivent figurer dans la [liste de valeurs de la variable](#) pour que la factorisation correspondante soit trouvée. La commande [Zéros](#) permet de les obtenir.

La factorisation est écrite dans le [bloc note](#).

Lorsque l'[expression](#) trouvée ne figure pas déjà dans la [liste des expressions](#), une fenêtre propose de l'ajouter à la liste.

Développement

Cette commande permet de développer l'[expression](#) sélectionnée.

Le développement est écrit dans le [bloc note](#).

Lorsque l'expression trouvée ne figure pas déjà dans la [liste des expressions](#), une fenêtre propose de l'ajouter à la liste.

Réduction au dénominateur commun

Cette commande permet de réduire au même dénominateur une [expression](#) comportant des quotients.

L'[expression](#) réduite est écrite dans le [bloc note](#).

Lorsque elle ne figure pas déjà dans la [liste des expressions](#), une fenêtre propose de l'ajouter à la liste.

Dérivée

Cette commande s'applique à l'[expression](#) sélectionnée s'il s'agit d'une fonction..

Elle permet de calculer la dérivée de la [fonction](#) correspondant à l'[expression](#).

La fonction dérivée est ajoutée à la [liste des fonctions](#), la [formule](#) développée est ajoutée à la [liste des expressions](#).

Primitive

Cette commande s'applique à l'[expression](#) sélectionnée s'il s'agit d'une fonction.

Elle permet de calculer une primitive de la [fonction](#).

La primitive est ajoutée à la [liste des fonctions](#), son expression développée est ajoutée à [liste des expressions](#).

Zéros

Cette commande s'applique à l'[expression](#) sélectionnée s'il s'agit d'une fonction..

Elle permet de déterminer les nombres réels qui annulent la [fonction](#) correspondant à l'[expression](#).

Le nombre de solutions réelles possibles, ainsi que les solutions appartenant à l'ensemble de définition de la fonction sont écrits dans le [bloc note](#).

Lorsque les solutions trouvées ne figurent pas déjà dans la [liste des valeurs de la variable](#), une fenêtre propose de les ajouter à la liste.

Dans le cas où ces valeurs sont des zéros irrationnels d'une fonction, la forme factorisée de cette fonction peut être modifiée pour inclure de nouveaux facteurs.

Liste des équations

Pour commencer la résolution d'une [équation](#), il faut la sélectionner.

Un cadre apparaît à droite de la liste, selon les cas plusieurs options seront disponibles.

Menus déroulant exact/approché

Ex./Appr. : résolution exacte ou approchée, dans le cas des [équations](#) numérique.

Inconnue : permet de choisir une inconnue parmi les différents [paramètres](#) de l'[équation](#) (disponible uniquement pour une [équation](#) de la forme $0=K$).

Résolution approchée

Dans le cas d'une résolution approchée, l'algorithme de Newton est utilisé. Dans le cas où la variable est une inconnue, l'algorithme démarre à la valeur de la [trace du graphique](#). Dans le cas où l'inconnue est un paramètre, l'algorithme démarre à la valeur courante. Dans les deux cas, il est intéressant de choisir une valeur proche de la solution conjecturée.

Bouton OK

Ce bouton lance la résolution de l'équation sélectionnée.

Les solutions trouvées par le logiciel sont affichées dans le [bloc note](#) d'abord sans vérification, puis après vérification de l'appartenance à l'intervalle de définition de l'inconnue. L'utilisateur peut choisir de les insérer dans les [valeurs de la variable](#), si elles sont exactes.

Sous-volet valeurs /fonctions

Il y a un sous-volet pour chacun des identificateurs de variables. Un seul sous-volet est affiché. Pour afficher le sous-volet correspondant à un identificateur, sélectionner une expression comportant cet identificateur.

Liste des valeurs de la variable

Les [valeurs de la variable](#) sont affichées dans une liste ordonnée. Le bouton **Nouvelle valeur** permet de créer une valeur.

Liste des fonctions

Seules les fonctions dont le domaine a été vérifié au moment de la création sont affichées.

Pour chaque fonction, un mini tableau de variations est affiché. Les propriétés qui y figurent sont prouvées à l'aide du Bouton Justifier.

Ce bouton apparaît à droite des fonctions lorsqu'elles sont sélectionnées (en surbrillance). On sélectionne une fonction grâce au clic gauche.

Lorsque l'on clique sur ce bouton apparaît un nouveau menu. Ce menu contient plus ou moins d'entrées selon le [standard d'affichage](#) choisi. Nous étudierons toutes les possibilités existantes. De même le menu n'est pas le même lorsque l'entrée de menu [Suggérer Justif.](#) est activée. Ceci apporte une aide à l'utilisateur.

Les justifications

Justifier sert à prouver des propriétés relatives aux [fonctions](#) (justification de signes ou de variations) et obtenir des éléments de rédaction dans le [bloc note](#).

Lorsqu'une [fonction](#) est sélectionnée dans la [liste des fonctions](#), les justifications sont accessibles par le bouton Justifier..

Une justification s'opère en trois étapes :

1. choisir un item de ces menus (correspondant à un théorème)
2. compléter une boîte de dialogue " conditions d'application " spécifique à l'item choisi
3. et si les conditions d'application sont correctes, compléter la boîte de dialogue conclusions .

Le logiciel peut apporter une aide à chacune de ces étapes.

La boîte de dialogue " conditions d'application " est spécifique à chaque justification.

Signe : affine

Théorème

Une fonction affine $x \rightarrow ax + b$, de coefficient a non nul, est du signe de $-a$ dans $] -\infty, -b/a]$ et du signe de a dans $] -b/a, +\infty [$.



Boite "Signe : fonction affine : Conditions d'application"

Boutons et menu de la boîte

Edition

Ce menu propose les actions Copier (**Ctrl+C**), Couper (**Ctrl+X**) et Coller (**Ctrl+V**).

Menu déroulant "Coeff de x"

Permet d'indiquer le coefficient directeur (a) de la fonction affine. Il est possible de reprendre des indications précédentes

Menu déroulant "s'annule en"

Permet d'indiquer la valeur de la variable pour laquelle la fonction est nulle ($-b/a$). Il est possible de reprendre une entrée précédente.

Évaluer

Teste l'égalité entre la [fonction](#) à justifier et la [fonction](#) affine dont le coefficient de x et la valeur d'annulation ont été entrés.

Annuler

Ferme la boîte de dialogue et ne détermine pas le signe de la fonction

Auto

Si l'évaluation est positive, la boîte de dialogue Conclusions s'affiche.

Signe : second degré

Théorème

Un trinôme du second degré $x \rightarrow ax^2 + bx + c$ (où a est non nul) s'annulant en x_1 et x_2 est du signe de $-a$ dans $[x_1, x_2]$ et du signe de a dans $] -\infty, x_1 [$ et dans $] x_2, +\infty [$.



Boite "Signe : second degré : Conditions d'application"

Boutons et menu de la boîte**Edition**

Ce menu propose les actions Copier (**Ctrl+C**), Couper (**Ctrl+X**) et Coller (**Ctrl+V**).

Évaluer

Teste l'égalité entre la [fonction](#) à justifier et la [fonction](#) second degré dont le coefficient de x^2 et les valeurs d'annulation ont été entrés.

Annuler

Ferme la boîte de dialogue et ne détermine pas le signe de la fonction

Auto**Menu déroulant "Coeff de x^2 "**

Permet d'indiquer le coefficient directeur (a) de la fonction second degré. Il est possible de reprendre des indications précédentes

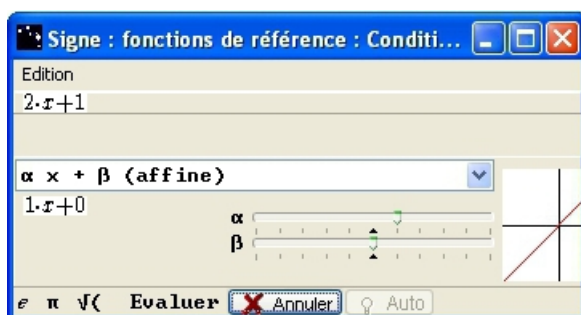
Onglet discriminant négatif

Le menu déroulant de cet onglet est à remplir si le discriminant de la fonction est négatif, sinon il faut remplir l'onglet racine(s). Il est possible de reprendre une entrée précédente.

Onglet racine(s)

Cet onglet est à remplir si le discriminant est positif ou nul. Dans les menus déroulant, il faut indiquer la ou les racines (valeurs de la variable pour lesquelles la fonction est nulle). Il est possible de reprendre des entrées précédentes.

Si l'évaluation est positive, la boîte de dialogue Conclusions s'affiche.

Signe : fonctions de référence

Boite "Signe : fonctions de référence : Conditions d'application"

Boutons et menu de la boîte**Edition**

Ce menu propose les actions Copier (**Ctrl+C**), Couper (**Ctrl+X**) et Coller (**Ctrl+V**).

Évaluer

Teste l'égalité entre la [fonction](#) à justifier et la catégorie de [fonction](#) choisie.

Annuler

Ferme la boîte de dialogue et ne détermine pas le signe de la fonction

Auto

Menu déroulant

Permet de choisir la catégorie de fonction de référence à laquelle appartient la fonction à étudier.

Réglettes des coefficients

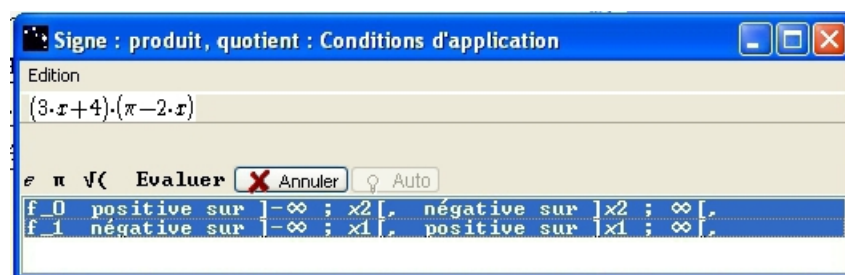
Il y a autant de réglettes que de coefficients dans la formule choisie. Si on change les valeurs de ces réglettes, le graphique change. Il est ainsi possible de retrouver la catégorie de fonction par similarité de graphiques.

Si l'évaluation est positive, la boîte de dialogue Conclusions s'affiche.

Signe : produit, quotient**Théorème**

Le produit de deux [fonctions](#) de même signe est positif, le produit de deux fonctions de signes opposés est négatif.

Lorsqu'il est défini, le quotient de deux fonctions de même signe est positif, le quotient de deux fonctions de signes opposés est négatif.



Boîte "Signe : produit, quotient : Conditions d'application"

Boutons et menu de la boîte

Edition

Ce menu propose les actions Copier (**Ctrl+C**), Couper (**Ctrl+X**) et Coller (**Ctrl+V**).

Liste des fonctions dont le signe est connu

On sélectionne dans cette liste les fonctions nécessaires à l'étude des signes (les membres du produit ou du quotient). Il est donc impératif d'étudier les signes des différents membres avant d'utiliser cette fonctionnalité.

Évaluer

Teste si la fonction à justifier est égale à un facteur constant près au produit des fonctions sélectionnées dans la liste.

Annuler

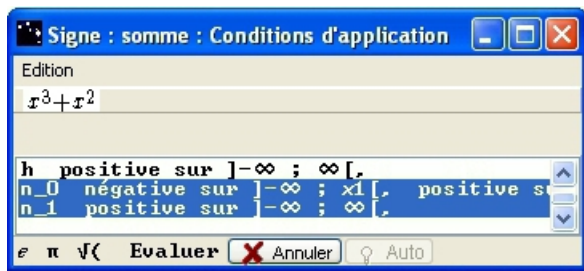
Ferme la boîte de dialogue et ne détermine pas le signe de la fonction

Auto

Si l'évaluation est positive, la boîte de dialogue Conclusions s'affiche.

Signe : somme**Théorème**

La somme de fonctions de même signe est du signe des fonctions.



Boite "Signe : somme : Conditions d'application"

Boutons et menu de la boite**Edition**

Ce menu propose les actions Copier (**Ctrl+C**), Couper (**Ctrl+X**) et Coller (**Ctrl+V**).

Liste des fonctions dont le signe est connu

On sélectionne dans cette liste les différents membres de la somme. Il est donc impératif d'étudier les signes des différents membres avant d'utiliser cette fonctionnalité.

Évaluer

Teste si la fonction à justifier est égale à un facteur constant près à la somme des fonctions sélectionnées dans la liste.

Annuler

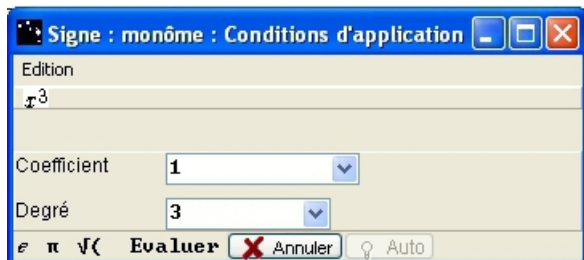
Ferme la boite de dialogue et ne détermine pas le signe de la fonction

Auto

Si l'évaluation est positive, la boite de dialogue Conclusions s'affiche.

Signe : monôme**Théorème**

les fonctions $x \rightarrow ax^{(2n)}$ ont le signe de a sur \mathbb{R} , les fonctions $x \rightarrow ax^{(2n+1)}$ ont le signe de a sur \mathbb{R}^+ et ont le signe de $-a$ sur \mathbb{R}^- .



Boite "Signe : monôme : Conditions d'applications"

Boutons et menu de la boite**Edition**

Ce menu propose les actions Copier (**Ctrl+C**), Couper (**Ctrl+X**) et Coller (**Ctrl+V**).

Menu déroulant "Coefficient"

Permet d'indiquer le coefficient (a) du monôme. Il est possible de reprendre des indications précédentes.

Menu déroulant "Degré"

Permet d'indiquer le degré (valeur en exposant) du monôme. Il est possible de reprendre une entrée précédente.

Évaluer

Teste l'égalité entre la fonction à justifier et la fonction monôme dont le coefficient et le degré ont été entrés.

Annuler

Ferme la boîte de dialogue et ne détermine pas le signe de la fonction

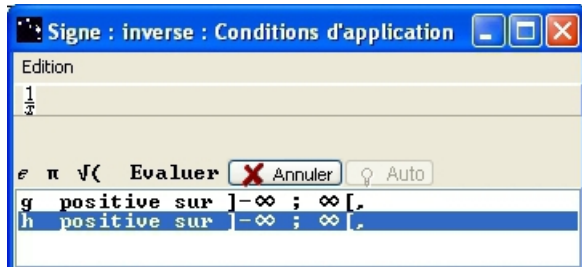
Auto

Si l'évaluation est positive, la boîte de dialogue Conclusions s'affiche.

Signe : inverse

Théorème

Le signe de l'inverse d'une fonction non nulle est celui de la fonction.



Boîte "Signe : inverse : Conditions d'application"

Boutons et menu de la boîte

Edition

Ce menu propose les actions Copier (**Ctrl+C**), Couper (**Ctrl+X**) et Coller (**Ctrl+V**).

Liste des fonctions dont le signe est connu

On sélectionne dans cette liste les fonctions nécessaires à l'étude des signes. Il est donc impératif d'étudier les signes des différents membres avant d'utiliser cette fonctionnalité.

Évaluer

Teste si la fonction à justifier est égale à un facteur constant près à l'inverse des fonctions sélectionnées dans la liste.

Annuler

Ferme la boîte de dialogue et ne détermine pas le signe de la fonction

Auto

Si l'évaluation est positive, la boîte de dialogue Conclusions s'affiche.

Signe : carré, racine, abs.

Théorème

la composée d'une fonction de référence positive avec toute fonction f définie est positive.



Boîte "Signe : carré, racine, abs... : Conditions d'application"

Boutons et menu de la boîte

Edition

Ce menu propose les actions Copier (**Ctrl+C**), Couper (**Ctrl+X**) et Coller (**Ctrl+V**).

Menu déroulant

Permet de choisir le type de fonction dont il s'agit.

Évaluer

Teste si la fonction à justifier est égale au facteur constant près à la fonction définie par la fonction de référence choisie et l'[expression](#) entrée.

Annuler

Ferme la boîte de dialogue et ne détermine pas le signe de la fonction

Auto

Si l'évaluation est positive, la boîte de dialogue Conclusions s'affiche.

Signe : variations connues

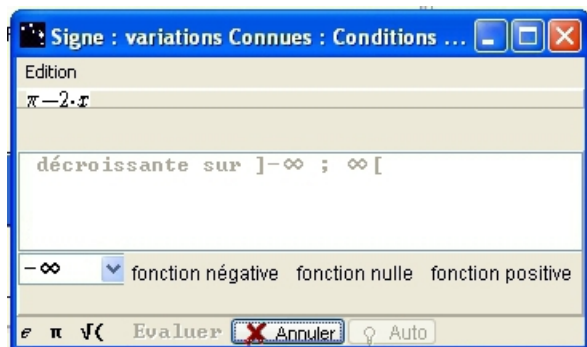
Théorème

↳ Dans le cas d'une fonction croissante sur un intervalle

- Si elle a une valeur^[*] positive à la borne gauche, elle est positive sur l'intervalle.
- Si elle s'annule en un point de l'intervalle, elle est négative à gauche de ce point et positive à droite.
- Si elle a une valeur^[*] négative à la borne droite, elle est négative sur l'intervalle.

↳ Dans le cas d'une fonction décroissante sur un intervalle

- Si elle a une valeur^[*] négative à la borne gauche, elle est négative sur l'intervalle.
- Si elle s'annule en un point de l'intervalle elle est positive à gauche de ce point et négative à droite.
- Si elle a une valeur^[*] positive à la borne droite, elle est positive sur l'intervalle.



Boîte "Signe : carré, racine, abs... : Conditions d'application"

Boutons et menu de la boîte

Edition

Ce menu propose les actions Copier (**Ctrl+C**), Couper (**Ctrl+X**) et Coller (**Ctrl+V**).

Cadre

Une liste d'intervalles s'affiche ainsi que le sens de variation de la fonction à justifier.

Menu déroulant (valeurs de la variable)

Permet de choisir une valeur pour laquelle on indiquera si la fonction est négative (fonction négative), nulle (fonction nulle) ou positive (fonction positive). Le Evaluer ne s'activera qu'une fois le choix effectué.

Évaluer

Teste l'applicabilité du théorème sur chacun des intervalles sélectionnés. Si au moins une des évaluations est positive, la boîte de dialogue Conclusions s'affiche.

Annuler

Ferme la boîte de dialogue et ne détermine pas le signe de la fonction

Auto

Variations : signe dérivée connu

Théorème

Une fonction dérivable de dérivée positive sur un intervalle est croissante sur cet intervalle. Une fonction dérivable de dérivée négative sur un intervalle est décroissante sur cet intervalle.

Une liste des fonctions dont le signe est connu sur un intervalle est proposée.



Boite "Variations : signe dérivée connu : Conditions d'application"

Boutons et menu de la boite

Edition

Ce menu propose les actions Copier (**Ctrl+C**), Couper (**Ctrl+X**) et Coller (**Ctrl+V**).

Liste des fonctions dont le signe est connu

On sélectionne dans cette liste les fonctions nécessaires à l'étude des signes. Il est donc impératif d'étudier les signes des différents membres avant d'utiliser cette fonctionnalité.

Évaluer

Teste si la fonction à justifier admet comme dérivée la fonction sélectionnée dans la liste.

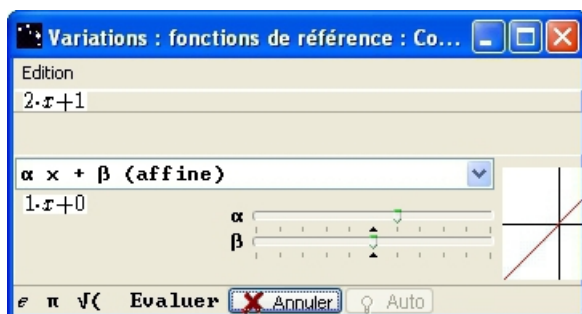
Annuler

Ferme la boite de dialogue et ne détermine pas le signe de la fonction

Auto

Si l'évaluation est positive, la boîte de dialogue Conclusions s'affiche.

Variations : fonctions de référence



Boite "Variations : fonctions de référence : Conditions d'application"

Boutons et menu de la boite

Edition

Ce menu propose les actions Copier (**Ctrl+C**), Couper (**Ctrl+X**) et Coller (**Ctrl+V**).

Évaluer

Teste l'égalité entre la [fonction](#) à justifier et la catégorie de [fonction](#) choisie.

Annuler

Ferme la boîte de dialogue et ne détermine pas le signe de la fonction

Auto

Menu déroulant

Permet de choisir la catégorie de fonction de référence à laquelle appartient la fonction à étudier.

Réglettes des coefficients

Il y a autant de réglettes que de coefficients dans la formule choisie. Si on change les valeurs de ces réglettes, le graphique change. Il est ainsi possible de retrouver la catégorie de fonction par similarité de graphiques.

Si l'évaluation est positive, la boîte de dialogue Conclusions s'affiche.

Zéros : Th Bijection

Théorème de la bijection

Si une fonction continue et strictement monotone sur un intervalle a des signes différents aux bornes de cet intervalle, alors elle s'annule une fois et une seule dans cet intervalle.

Cette commande permet de justifier l'existence d'un zéro d'une fonction en particulier lorsqu'on ne peut déterminer un zéro exact par calcul: théorème des valeurs intermédiaires dans le cas d'une fonction strictement monotone.

L'utilisateur sélectionne la fonction dans la liste de fonctions, clique sur le bouton droit, sélectionne justifications de variations puis "Zéros d'une fonction continue strict. monotone"

Une boîte de dialogue s'ouvre: l'utilisateur donne les bornes et les signes aux bornes et le sens de variation dans l'intervalle. Le bouton "évaluer" de Casyopée vérifie l'équivalence entre l'[expression](#) et la fonction étudiée.

Le zéro s'affiche dans le tableau de la [liste de fonctions](#) et dans le [bloc note](#) sous forme rédigée.

Signe : admettre



Boîte "Admettre" pour admettre le signe

Ici, l'utilisateur indique ce qu'il souhaite et Casyopée ne remettra pas en cause ce choix. Les signes et flèches sont en rouge pour rappeler qu'ils ont été admis. Il en est de même des conséquences de ces propriétés. Si, par la suite, la propriété est démontrée, les propriétés passent en vert.

Boutons de la boîte "Admettre"

OK

Enregistre les sélections

Annuler

Ferme la boîte de dialogue sans enregistrer

Auto

Variations : admettre



Boite "Conjecturer" pour admettre les variations

Ici, l'utilisateur indique ce qu'il souhaite et Casyopée ne remettra pas en cause ce choix. Les flèches sont en rouge pour rappeler qu'ils ont été admis. Il en est de même des conséquences de ces propriétés.

Boutons de la boîte "Conjecturer"

OK

Enregistre les sélections


Annuler

Ferme la boîte de dialogue sans enregistrer

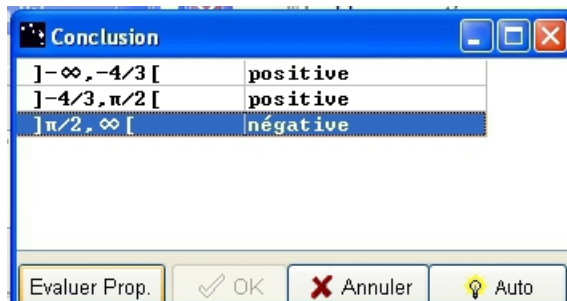
Auto

Conclusions

La liste des intervalles délimités par les [valeurs de la variable](#) où la fonction est définie s'affiche.

Pour chacun des intervalles, l'utilisateur peut compléter en proposant un signe par clic dans la case de droite. Le bouton  permet au logiciel de vérifier la cohérence avec les conclusions de la justification en cours.

Ces conclusions sont alors copiées dans le [bloc note](#) et apparaît par ailleurs dans le tableau de propriétés des fonctions.



Boite "Conclusion" pour une justification de variations

Boutons de la boîte de conclusion

Evaluer Prop.

Vérifie si les propositions sont justes. Si c'est le cas, le bouton OK devient actif.



Enregistre les résultats et ferme la boîte. Les résultats sont signifiés dans la liste des fonctions par des flèches vertes pour les variations et des ronds verts pour les signes.

Annuler

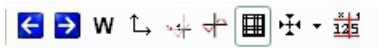
Ferme la boîte sans enregistrer.

Auto

L'utilisateur peut faire compléter par le logiciel les conclusions de la justification en cours.

Volet graphique

Barre d'outils



Barre d'outils du volet graphique



Permet de reprendre le paramétrage d'affichage précédent. Ce bouton n'est pas toujours actif.



Permet de reprendre l'affichage suivant. Ce bouton n'est pas toujours actif.



Permet d'ouvrir la boîte de gestion de l'affichage.



Affiche la hauteur et la largeur d'un carreau.



Centre sur la croix (trace mobile).



Centre sur l'origine du repère



Affiche ou cache la grille.



Effectue l'action choisie précédemment et donne accès au menu déroulant du zoom.



Ouvre une table des valeurs approchées de la fonction sélectionnée.

Boîte de gestion de l'affichage

Specif. Fen. Graph.

REPRESENTATIONS GRAPHIQUES

visualisation ☒

DISCONTINUITES

marquage des discontinuités ☒

taille en pixels de leurs marques 5

VECTEURS du repère principal

flèches

visibilité ☒

longueur en pixels 07

largeur en pixels 12

noms

vecteur abscisses I

vecteur ordonnées J

AUTRE REPERE

sur quadrillage en bords bas et droit de fenêtre ☐

FENETRE en cours

Xmin	-10
Xmax	10
Ymin	-10
Ymax	10

LIGNES

précision

quadrillage ☒

réseau ☐

COEFFICIENT DU ZOOM

réduction 0.5 agrandissement 2

LIEN avec la géométrie dynamique

visualisation du lien entre géométrie dynamique et fonction ☒

type de trait

☐ aucun ☐ plein ☐ tirets ☒ pointillés

point mobile ☒

ANCIENNES FENETRES

effacement toutes les fenêtres **RAZ** effacement la fenêtre sélectionnée **eff**

VISUALISATION immédiate ☐

Xmin= -10 Xmax= 10 Ymin= -10 Ymax= 10

☒ OK ☒ Annuler Rétablir

Boite de gestion du volet graphique

Marquage des discontinuités

Affiche une marque sur les courbes au niveau des discontinuité. Soit un crochet pour les valeurs exclues du domaine de définition, soit un point pour les valeurs incluses.

Taille en pixel des marques

Permet de choisir la taille des marques de discontinuité.

Visibilité des vecteurs

Contrôle l'affichage des vecteurs du repère et de leur nom.

Longueur des flèches

Permet de déterminer la longueur des flèches en pixels.

Largeur des flèches

Permet de déterminer la largeur des flèches en pixels.


Vecteur abscisse

Permet de changer le nom du vecteur des abscisses.

Vecteur ordonnées

Permet de changer le nom du vecteur des ordonnées

Autre repère

Affiche des informations en bas à gauche du volet. En rouge, la hauteur d'un carreau et l'ordonnée du point rouge. En bleu, la largeur du carreau et l'abscisse du point bleu. Ce menu est l'équivalent du bouton .

Xmin

Plus petite valeur des X affichée.

Xmax

Plus grande valeur des X affichée.

Ymin

Plus petite valeur des Y affichée.

Ymax

Plus grande valeur des Y affichée.

Précision

Détermine le nombre de chiffres après la virgule dans les coordonnées de position du pointeur.

Quadrillage

Affiche une grille dans le repère.

Réseau

Affiche des points au niveau des croisements dans le repère.

Réduction

Permet de changer le taux de réduction du zoom.

Agrandissement

Permet de changer le taux d'agrandissement du zoom.

Visualisation du lien

Permet de lier (ou délier) les mouvements d'un point mobile dans le volet de géométrie et ceux du pointeur dans le volet graphique.

RAZ

Efface tout l'historique des paramètres d'affichage du volet graphique.

Eff

Permet d'effacer une seule ligne de l'historique des paramètres d'affichage.

Visualisation immédiate

Permet de voir dès la sélection un affichage.

OK

Enregistre et applique les changement de paramètre puis ferme la boîte de dialogue.

Annuler

Annule les changement de paramétrage et ferme la boîte de dialogue.

Rétablir

Réinitialise les paramètres d'affichage (uniquement Xmin, Xmax, Ymin et Ymax).

Menu zoom

Le menu zoom est composé d'un menu déroulant accessible grâce à la flèche. Une fois une action choisie, il est possible de la réitérer sans réouvrir le menu déroulant, en cliquant sur l'icône.

Menu Zoom

ZoomInXY

Agrandit sur l'axe des abscisses et des ordonnées.

ZoomInX

Agrandit uniquement sur l'axe des abscisses.

ZoomInY

Agrandit uniquement sur l'axe des ordonnées.

ZoomOutXY

Réduit sur les axes des abscisses et des ordonnées.

ZoomOutX

Réduit uniquement sur l'axe des abscisses.

ZoomOutY

Réduit uniquement sur l'axe des ordonnées.

OrthoX

Applique la valeur de la largeur du carreau à sa hauteur.

OrthoY

Applique la valeur de la hauteur du carreau à sa largeur.

ZoomFit

Adapte la fenêtre à la courbe affichée.

Table de valeurs

Table

COMMENTAIRE

Défilement des valeurs : -- cliquer dans le tableau
-- monter ou descendre avec les flèches

VARIABLE

Valeur initiale Précision

Valeur du pas

x	f
0,000	-0,500
1,000	2,000
2,000	0,750
3,000	0,571
4,000	0,500
5,000	0,462
6,000	0,438
7,000	0,421
8,000	0,409
9,000	0,400
10,000	0,393
11,000	0,387
12,000	0,382
13,000	0,378
14,000	0,375
15,000	0,372

Ermer

Boite de table

Menu de la boîte Table

Valeur initiale

Première valeur du tableau.

Valeur pas

Intervalle entre chaque valeur.

Précision

Nombre de chiffre derrière la virgule.

Recalculer

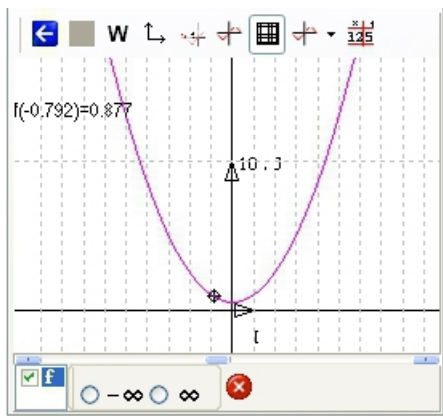
efait les calculs après des changements de paramètre.

Fermer

Ferme la boîte Table.

Pointeur

Le pointeur est l'objet qui dessine et se déplace sur la courbe. On connaît sa position grâce aux coordonnées qui s'affiche en haut à gauche du repère. La précision des valeurs affichées (nombre de chiffres après la virgule) se gère dans la boîte de gestion de l'affichage du volet graphique.



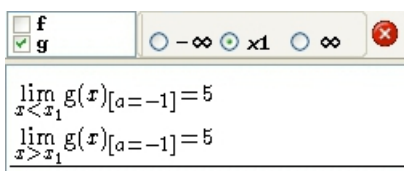
Impression d'écran du volet graphique contenant un pointeur

Le pointeur se déplace de deux manières :

- ↳ grâce au curseur se situant en bas du repère. Pour déplacer ce curseur, on le fait glisser en cliquant de dessus. Sinon, on clique sur les flèches de part et d'autre de la barre du curseur.
- ↳ grâce à la souris. Lorsque la souris passe sur le pointeur, la croix se transforme en main. En cliquant à ce moment, on peut faire glisser le pointeur tout au long de la courbe.

Lorsque plusieurs courbes sont affichées sur le repère, il n'y a qu'un seul pointeur. Pour changer de courbe, il faut cliquer dessus.

Liste des valeurs symboliques



Liste des valeurs symboliques

Éléments constitutifs

Liste des fonctions

Lorsque l'on coche une fonction, elle apparaît dans le repère. Il est possible d'afficher plusieurs fonctions en même temps.

Liste des valeurs

On ne peut choisir qu'une seule valeur à la fois. Pour la valeur choisie, une ligne verticale rouge indique sa position sur le repère et la (les) limite(s) s'affiche(nt) pour la (les) fonction(s) sélectionnée(s).

Bouton rouge

Permet de fermer la liste des valeurs symboliques.

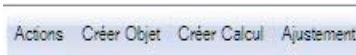
Menu contextuel

Le menu contextuel correspond au clique droit.

- ⌵ Supprimer
- ⌵ Copier
- ⌵ Copier la valeur numérique. Ce menu n'apparaît que pour les limites finies.

Volet géométrie dynamique

Barre de menus



Barre de menu du volet de géométrie dynamique

Actions

Copier le dessin

Copie la figure dans le presse-papier

Insérer le dessin dans le Bloc Note

Insère la figure dans le Bloc Note.

Afficher tous les objets cachés

Fait réapparaître tous les objets cachés.

Tout effacer

Détruit tous les objets géométriques à l'exception du repère.

Tout redessiner

Permet de renouveler l'affichage si celui-ci devient incorrect ou incohérent.

Cacher/Montrer la Grille

Permet de montrer ou cacher la grille.

Repère initial

Réinitialise l'affichage du volet (centrage du repère et zoom).

Relation entre deux objets

Après avoir choisi ce menu, il faut sélectionner les deux objets concernés. Une boîte de dialogue s'ouvre pour indiquer la relation.

Stopper points mobiles

Des points sont mobiles lorsqu'ils ont une vitesse non nulle, ou dépendent d'un paramètre ou d'un point ayant une vitesse non nulle. Cette bascule permet de stopper ou de relancer ces points mobiles.

Détacher onglet géométrie

Cette bascule permet que l'onglet de géométrie soit une fenêtre autonome, et de revenir au fonctionnement standard où elle recouvre l'onglet d'algèbre.

Créer Objet

Point

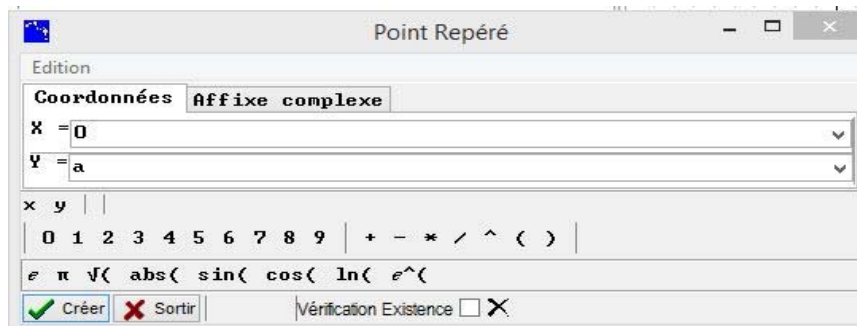
Point fixe, libre ou intersection

S'il n'y a pas d'objet (tel que droite, segment, demi-droite, cercle) sous la souris, il est proposé de créer un point repéré (point fixe) ou un point libre dans le plan. S'il y a un objet sous la souris, il est proposé de créer un point repéré (point fixe) ou un point libre sur cet objet. S'il y a plusieurs points libres, il peut être proposé de créer un point d'intersection.

Note: ces points peuvent être créés "à la volée" lors de la création d'autres objets.

Point repéré

Permet de créer un point repéré sur le plan (un point fixe). Après avoir choisi cette entrée de menu, une boîte de dialogue s'ouvre.

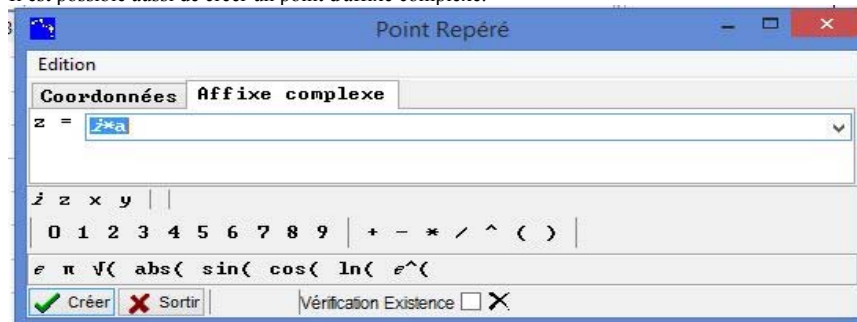


Boîte de création d'un point repéré

Il faut donner des [formules géométriques](#) pour l'abscisse et l'ordonnée du point. On peut utiliser :

- z le clavier
- z les bandeaux de la boîte
- z les menus déroulants

Il est possible aussi de créer un point d'affixe complexe.



Le bouton Créer crée le point et ferme la boîte. Le bouton Annule ferme la boîte sans tenir compte des renseignements.

Point repéré sur grille

Permet de créer un point repéré (un point fixe) directement sur la grille. Une fois l'entrée de menu choisie, il faut cliquer sur la grille au niveau des coordonnées choisies. Une boîte de confirmation apparaît.



Boîte de confirmation de point repéré sur grille

Les boutons Oui et Non permettent d'accepter ou non les coordonnées.

Point milieu

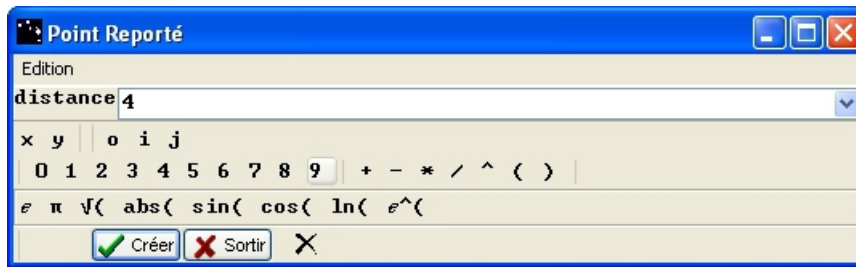
Permet de créer un point au milieu d'un segment. Pour ce faire, il suffit de cliquer sur le segment en question, ou de cliquer successivement sur les deux extrémités.

Point reporté

Permet de créer un point en le déplaçant dans une direction avec une distance indiquée. Dans l'ordre, il faut : indiquer le point de référence, le point de début de déplacement, le point de fin de déplacement (ces deux points indiquent une direction), enfin les deux derniers points indiquent la distance de déplacement.

Point reporté algébrique

Permet de créer un point en le déplaçant dans une direction avec une distance indiquée. Dans l'ordre, il faut : indiquer le point de référence, le point de début de déplacement, le point de fin de déplacement (ces deux points indiquent une direction). Une boîte de dialogue s'ouvre.



Boite "Point reporté"

Il faut renseigner la case distance à l'aide d'une [formule géométrique](#) en utilisant :

- ⌞ le clavier
- ⌞ les bandeaux de la boite
- ⌞ les menus déroulants

Le bouton Créer crée le point et ferme la boite. Le bouton Sortir ferme la boite sans tenir compte des renseignements.

Surface et angle

Polygone

Permet de créer une surface colorisée de la forme d'un polygone. Une fois l'entrée de menu sélectionnée, cliquez sur les sommets du polygone et terminer en cliquant à nouveau sur le premier point.

Entre courbe et droite, ou entre courbe et courbe.

Permet de créer une surface colorisée entre courbe et droite, ou entre courbe et courbe. Il faut sélectionner successivement les deux objets et deux points délimitant une bande verticale entre ces objets.

Angle

Cliquez successivement sur trois points. Le second point est le sommet, et les deux autres points définissent les "côtés" de l'angle. Une étiquette s'affiche avec un identificateur numéroté et une mesure en degrés, comptée dans le sens trigonométrique.

Droite

Segment

Permet de créer un segment. Sélectionner ou créer deux points.

Droite par deux points

Permet de créer une droite en sélectionnant ou créant deux points.

Droite parallèle

Permet de créer une droite en sélectionnant ou créant un point par lequel passe la droite et une parallèle à cette droite.

Droite perpendiculaire

Permet de construire une droite en sélectionnant ou créant un point par lequel passe cette droite puis une perpendiculaire à cette droite.

Droite tangente

Pour utiliser cette fonctionnalité, il faut avoir calculer la dérivée de la fonction dans la fenêtre d'algèbre et sélectionner ou créer un point sur la courbe.

Droite de pente donnée passant par un point

Permet de construire une droite avec une pente déterminée. Sélectionner un point puis une boite de dialogue s'ouvre.



Boite "Droite de Pente donnée passant par un point"

Dans cette boîte, il faut renseigner la "pente" à l'aide d'une [formule géométrique](#) soit grâce aux boutons des différents bandeaux de la boîte, soit à l'aide du clavier, soit en utilisant le menu déroulant (présentant les choix précédents). Le bouton Créer enregistre, ferme la boîte et la droite est créée. Le bouton Sortir ferme la boîte sans tenir compte des renseignements.

Bissectrice

Sélectionner ou créer trois points formant l'angle à diviser en deux dans l'ordre suivant : point 1, sommet, point 2.

Demi-droite

En sélectionnant ou créant le point p1 puis le point p2, la demi-droite créée sera celle-ci : [p1 p2).

Lieu

Sélectionnez un point dépendant d'un point libre sur objet ou d'un paramètre, puis cliquez sur le point libre ou le paramètre. Plusieurs cas se présentent :

1. Casyopée détermine que ce lieu est inclus dans une droite: il propose de créer cette droite.
2. Casyopée détermine que ce lieu est inclus dans un cercle: il propose de créer ce cercle.
3. Casyopée détermine que ce lieu est la courbe d'une fonction à valeur dans \mathbb{R} : il propose de créer cette fonction.
4. dans les autres cas, Casyopée crée une fonction à valeurs dans \mathbb{R}^2 ; le lieu est la courbe paramétrée déterminée par cette fonction.

Droite d'ajustement

On trace un rectangle à la souris pour délimiter les points auxquels la droite doit s'ajuster. La droite est tracée.

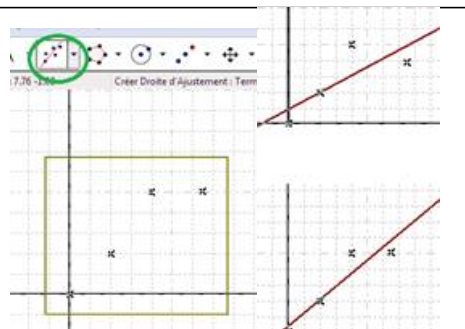
Si un des points est libre, la droite « suit » quand on le tire.

Le menu Equation-Exporter comme fonction permet d'obtenir la fonction de régression

$$f: D2 \\ f(x) = \frac{(3x-6)x_{p3}-6x+20)y_{p3}+7x_{p3}^2+(-7)x-24)x_{p3}+54x-4}{3x_{p3}^2-12x_{p3}+44}$$

puis une forme simplifiée

$$f(x)[y_{p3}=3.8, x_{p3}=7.5] = \frac{24073339 \cdot x + 42297975}{45603585}$$



Médiatrice

Comme pour le milieu d'un segment, il suffit de cliquer sur le segment en question, ou de cliquer successivement sur les deux extrémités.

Transformations

Ce menu permet de créer différents types de transformation. Ces transformations sont appliquées grâce au menu [Image par la transformation](#).

Symétrie par rapport à un point

Sélectionnez le point qui servira de centre de symétrie.

Symétrie par rapport à une droite

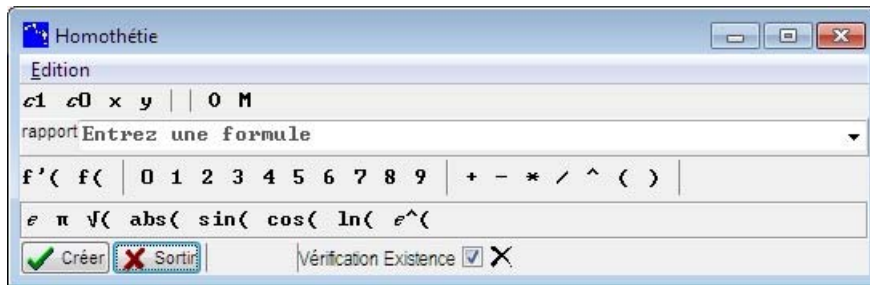
Sélectionnez la droite qui servira de miroir à la symétrie.

Translation

Indiquez dans l'ordre : le point de départ de la translation et le point de fin.

Homothétie

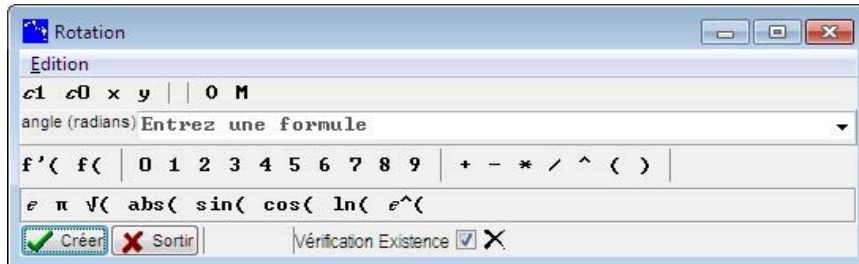
Sélectionnez le point qui servira de centre à l'homothétie puis remplissez la boîte qui s'ouvre à l'aide d'une [formule géométrique](#).



Boite "Homothétie"

Rotation

Sélectionnez le point qui servira de centre à la rotation puis remplissez la boîte qui s'ouvre à l'aide d'une [formule géométrique](#).



Boite "Rotation"

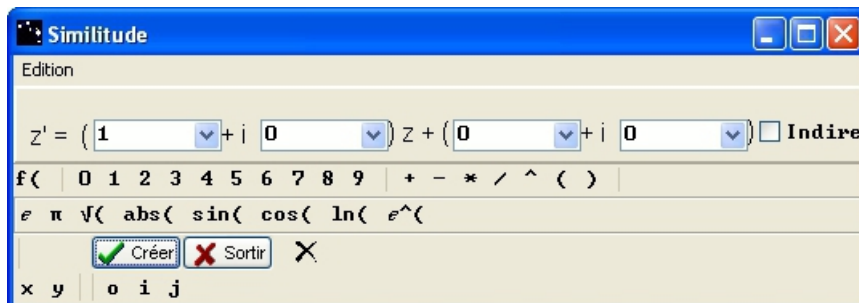
Indiquez l'angle de la rotation. Vous pouvez utiliser :

- ↳ les bandeaux de la boîte
- ↳ le clavier
- ↳ le menu déroulant (donnant accès aux choix précédents)

Le bouton Créer enregistre, ferme la boîte et la rotation est créée. Le bouton Sortir ferme la boîte sans tenir compte des renseignements.

Similitude

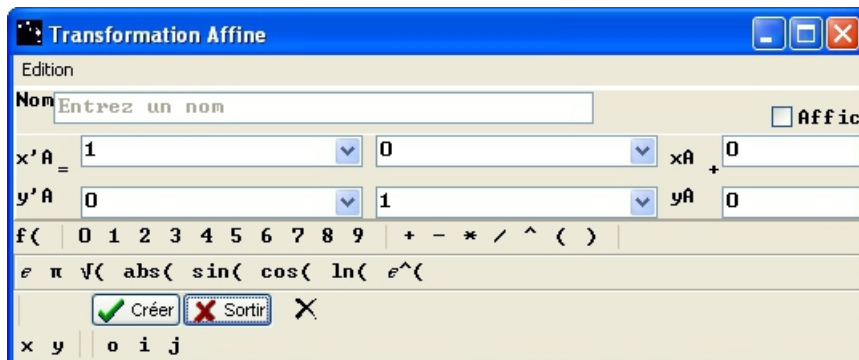
Cette transformation est gérée comme une transformation complexe. Cette boîte de dialogue s'ouvre :



Boite "Similitude"

Transformation affine

Cette transformation est gérée à l'aide d'une matrice de transformation. Les renseignements sont entrés dans cette boîte de dialogue :



Boite "Tranformation affine"

Cercle

Cercle par centre et passant par un point

Sélectionnez un premier point qui deviendra le centre du cercle et un deuxième point qui sera inclu dans le cercle.

Cercle par centre et rayon par deux points

Sélectionnez le point qui deviendra le centre du cercle. Ensuite, choisissez deux points dont la distance de séparation est la longueur du rayon.

Cercle par centre et rayon algébrique

Sélectionnez le point qui deviendra le centre du cercle. Une boîte s'ouvre :
Renseignez la longueur du rayon du cercle à l'aide d'une [formule](#) en utilisant :

- ↳ les bandeaux de la boîte
- ↳ le clavier
- ↳ le menu déroulant (donnant accès aux choix précédent)

Le bouton Créer enregistre, ferme la boîte et le cercle est créé. Le bouton Sortir ferme la boîte sans tenir compte des renseignements.

Image par la transformation

Ce menu n'est accessible que lorsqu'une (des) transformation(s) a (ont) été créée(s). S'il n'existe pas de transformation, le menu est grisé.

Lorsque le menu est accessible, vous pouvez sélectionner la transformation qui vous intéresse puis l'appliquer à un objet existant en cliquant dessus.

Attention

Les transformations ne sont applicables qu'aux points, segments, droites par deux points et demi-droites.

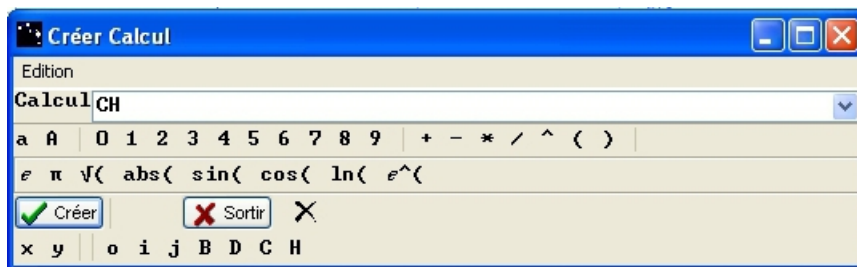
Créer la courbe

Ce menu n'est accessible que lorsque des fonctions ont été créées dans le volet algèbre. Lorsqu'il n'existe pas de fonction, le menu est grisé. Lorsque le menu est accessible, un sous-menu propose d'afficher dans le volet de géométrie dynamique la (les) fonction(s) existante(s). Il suffit de cliquer sur la formule qui vous intéresse.

Noter que si la fonction est affine, Casyopée créera un objet droite, plutôt que courbe.

Créer Calcul

Ce menu permet de faire des mesures entre les points de la figure. Il ouvre une boîte de dialogue.



Boîte "Créer calcul"

Renseignez la case "Calcul" à l'aide d'une [formule](#) en utilisant :

- ↳ les bandeaux de la boîte
- ↳ le clavier
- ↳ le menu déroulant (donnant accès aux choix précédents)

Le bouton Créer enregistre et crée le calcul dans le volet de Calcul géométrique. Le bouton Sortir ferme la boîte sans tenir compte des renseignements.

Ajustement

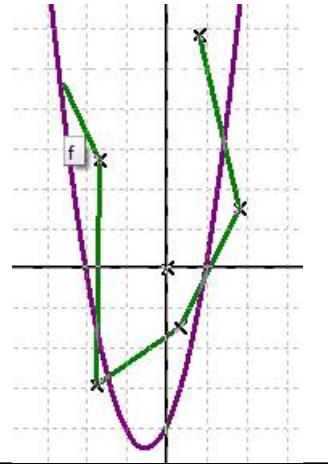
Pour une régression autre que linéaire, une courbe étant tracée, Casyopée offre la possibilité de créer le calcul « Somme des carrés des écarts », d'une série de points à cette courbe (les écarts étant calculés « verticalement »).

Le calcul est créé par le menu Calculs Géométriques-Ajustement. On clique successivement les points puis la courbe pour terminer.

Le calcul et sa valeur courante s'affichent.

$$c0 = S_{ce}([p_5, p_4, p_3, p_2, p_1], f) \quad 95.258$$

Dans le cas de la courbe d'une fonction avec paramètres, on peut piloter pour obtenir un meilleur ajustement.



Barre d'outils



Barre d'outils du volet de géométrie dynamique

Les icônes sont des menus déroulants. Comme dans d'autres logiciels de géométrie dynamique, le choix opéré dans le menu est conservé comme icône du menu. L'icône permet d'effectuer directement l'action sélectionnée. La flèche à droite de l'icône permet de dérouler le menu pour sélectionner une action.



Le menu

La première flèche permet de déplacer un point libre dans le plan ou un point libre sur objet.

Elle permet aussi de déplacer un label ou une image par rapport à l'objet de référence.

La seconde flèche permet de déplacer un point libre dans le plan en le gardant à distance constante d'un point sélectionné au préalable.



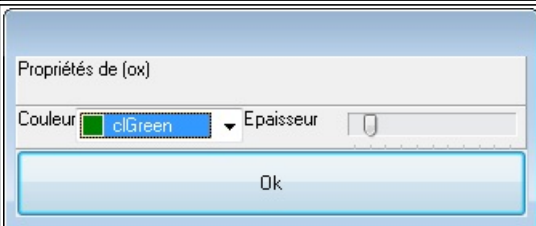
Le menu

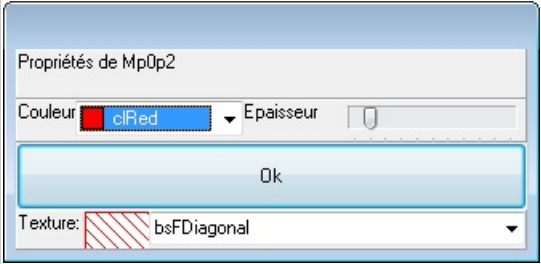
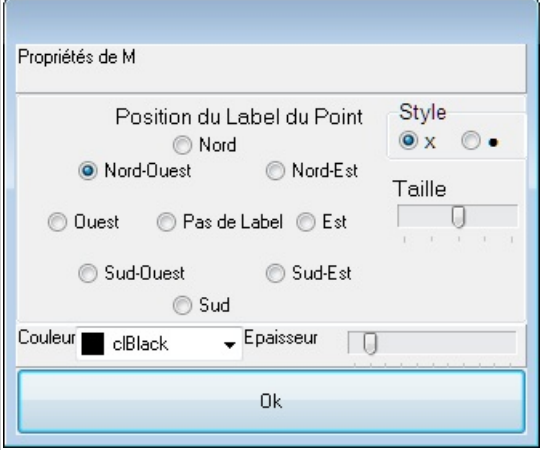
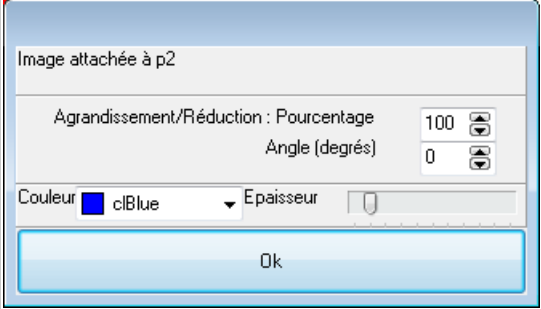
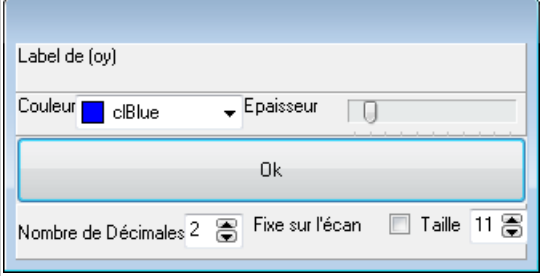
Les icônes permettent respectivement de déplacer la figure dans l'écran et de zoomer arrière ou avant sur une zone de la figure.

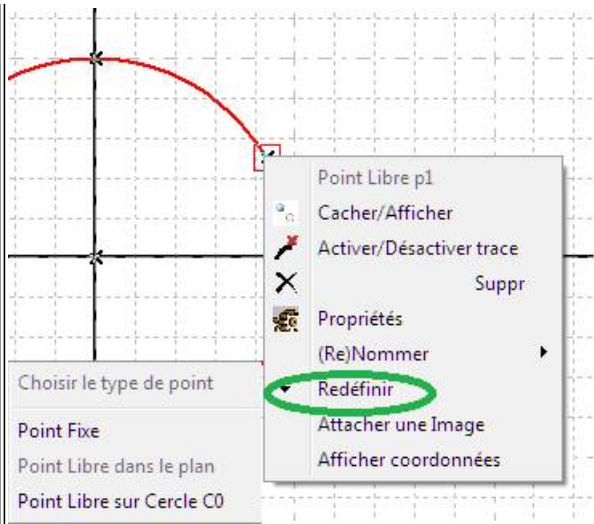
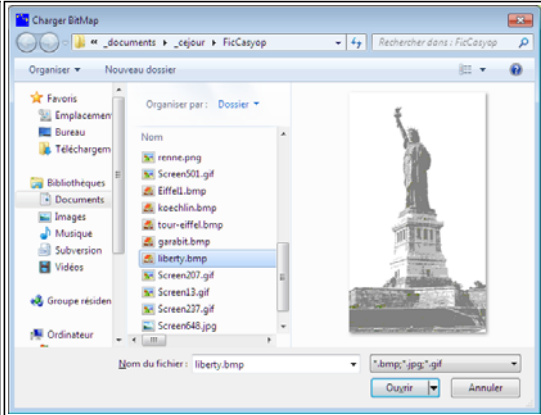
Les autres menus sont les raccourcis du menu [Créer Objet](#).

Menu contextuel (clic droit)

Le click-droit permet d'accéder à des fonctionnalités des objets géométriques.

Cacher/Afficher	Tous	Un objet caché n'est pas détruit.	On peut réafficher tous les objets par le menu action
Activer/Désactiver Trace	Point	Les points peuvent laisser une trace quand ils sont déplacés. Pour supprimer toutes les traces utilisez Tout redessiner du menu action .	Note : La trace est volatile, elle disparaît par exemple si vous zoomez. Pour obtenir une trace pérenne d'un point vous pouvez utiliser l'outil Lieu.
Propriétés	Objets du menu droite, courbes et "cercles remplis"		La boîte des propriétés dépend de l'objet. On peut choisir la couleur et l'épaisseur.
	Surfaces et "cercles remplis"		Pour les surfaces et les "cercles remplis", on peut choisir en plus la texture

			
	Points		<p>Pour un point on peut choisir en plus la position du label, le style (point ou croix) et la taille.</p> <p>Pour les points libres sur objet, on peut donner de plus une vitesse.</p>
	Images		<p>Les images attachées à un segment ou à un point peuvent être redimensionnées et pivotées.</p>
	Labels		<p>Pour les labels, on peut donner la précision des nombres affichés, la taille des caractères.</p> <p>Si la case est cochée, le label ne suit plus l'objet dans ses déplacements.</p>
(Re)Nommer	Point	<p>A leur création, les points sont numérotés p1, p2... Une liste permet de les nommer à l'aide d'un caractère alphabétique disponible. Il est possible ensuite de les renommer.</p>	<p>Seuls les points nommés peuvent être utilisés dans les calculs géométriques</p>
Redéfinir	Point		<p>Un point d'un certain type (libre dans le plan, libre sur un objet ou fixe) peut-être redéfini en un autre type.</p> <p>Ci-contre le point libre dans le plan p1 a été glissé sur la circonférence d'un cercle C0. Casyopée propose de le redéfinir en Point fixe (repéré) ou en Point libre sur ce cercle. Cette fonctionnalité est utile pour ne pas recommencer une construction après une erreur de définition initiale.</p> <p>Elle est à utiliser avec précaution car le recalcul de certains objets peut entraîner des difficultés.</p>

			
Remplir	Cercle	Un cercle peut être rempli avec une couleur et une texture.	
Attacher une Image	Point		Une boîte de dialogue s'ouvre. Les fichiers de format graphique sont proposés. L'image se place avec son coin bas gauche sur le point choisi. L'image peut être déplacée par rapport au point. Elle peut être redimensionnée et pivotée par sa boîte de propriétés. Si le point est mobile, l'image suivra ce point dans les déplacements.
Attacher une Image	Segment	Comme pour les points, une boîte de dialogue s'ouvre. Les fichiers de format graphique sont proposés. Les points en bas de l'image, à gauche et à droite, sont placés aux deux extrémités du segment. L'image peut être déplacée par rapport au point. Elle peut être redimensionnée et pivotée par sa boîte de propriétés.	Si le segment a des extrémités mobiles, l'image suivra ce ou ses points dans les déplacements.
Equation	Droite	Deux sous-menus sont proposés : <ul style="list-style-type: none"> l'équation peut être affichée (création d'un label) l'équation peut être exportée sous forme d'une fonction affine dont la droite est la "courbe". 	Les données dans les labels sont numériques. La fonction affine est exportée de façon formelle.
Afficher Aire	Surface, cercle "rempli"	L'aire en unité d'aire	Les labels peuvent être déplacés par rapport à l'objet de référence.
Afficher coordonnées	Point	Les coordonnées dans les axes, sous forme numérique	
Afficher Equation	Cercle	L'équation cartésienne dans les axes, sous forme numérique	
Afficher Longueur	Segment	La longueur avec l'unité des axes	

Volet calculs géométriques

Barre "Créer calcul"



Barre "Créer calcul" du volet de calculs géométriques

Bouton Créer Calcul

Ce bouton est le même que [celui](#) présenté dans le volet de géométrie dynamique.

Sélecteur "Précision"

Ce sélecteur permet de choisir le nombre de chiffres qui apparaissent après la virgule.

Liste des calculs géométriques

Sous la barre "Créer calcul", le volet de calculs géométriques est séparé verticalement en deux. La partie de gauche est la Liste des calculs géométriques.

Cette liste affiche les uns en dessous des autres les différents calculs créés avec Casyopée.

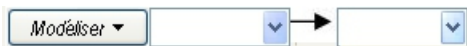
Dépendance

Cette entrée se trouve dans le menu contextuel des calculs. Une boîte indique de quel(s) objet(s) géométrique(s) dépend le calcul. Elle donne aussi un diagnostic sur la possibilité d'utiliser le calcul comme variable de fonction.

Fenêtre des valeurs numériques

Cette fenêtre est la partie droite du volet calculs géométriques. Elle affiche les résultats des calculs cochés dans la liste des calculs. La précision des résultats est gérée grâce au curseur "Précision".

Barre d'outils "Modéliser"



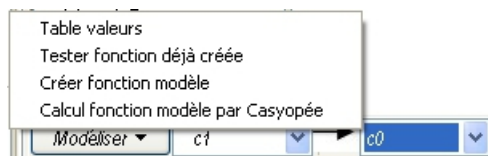
Barre d'outils "Modéliser" du volet de calculs géométriques

Cette barre d'outils permet de modéliser des fonctions géométriques dont la variable et les valeurs correspondent à des calculs géométriques.

Boîtes variable et valeur de la fonction

Ces boîtes sont les deux menus déroulants à droite du bouton Modéliser. Le premier permet de choisir, parmi la liste de calculs, la variable de la fonction. Le second menu permet de choisir, toujours parmi la liste de calculs, ce qui sera calculé en fonction de la variable.

Bouton Modéliser



Bouton "Modéliser" du volet de calculs géométriques

Une fois les variable et valeur choisies, ce bouton permet différentes actions.

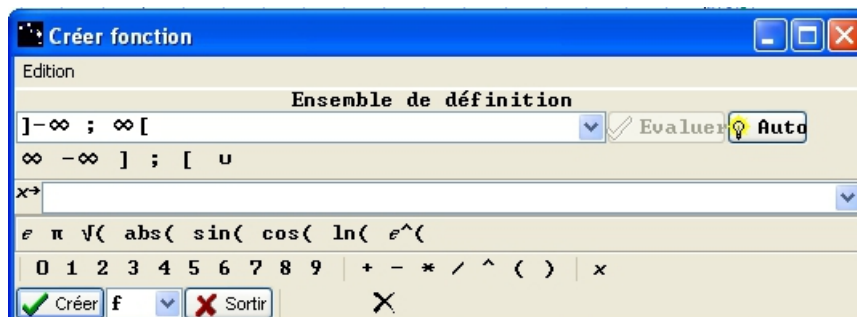
Table valeurs

Ouvre une [table de valeurs](#) avec un affichage graphique.

Tester une fonction déjà créée

Permet de choisir une fonction précédemment créée dans le volet algèbre et de la définir comme relation algébrique entre deux objets géométriques.

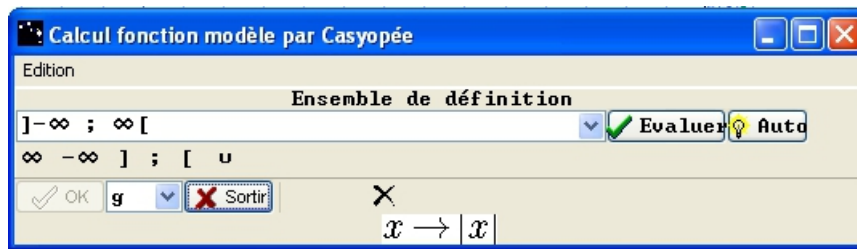
Créer fonction modèle



Boîte "Créer fonction"

Permet de créer une nouvelle fonction mais l'utilisateur doit l'écrire.

Calcul fonction modèle par Casyopée




Boite "Créer fonction modèle par Casyopée"

Casyopée crée une nouvelle fonction.

Bloc Note

Menu déroulant

Le menu déroulant du [Bloc Note](#) est accessible grâce au bouton . Ce menu contient les entrées qui suivent.

BlocNote Pleine Page

Cette entrée permet d'afficher le Bloc Note sur tout la colonne de droite. Ceci permet de voir une plus grande partie de l'historique. Dans ce cas le [volet graphique](#) ou le [volet de calcul géométriques](#) n'est plus visible.

Pour que le Bloc Note reprenne sa place initiale, il suffit de réitérer la sélection : menu déroulant → BlocNote Pleine Page.

Terminer tous les commentaires

Cette entrée permet de finir tous les commentaires en un seul geste. Ainsi, la lecture du Bloc Note est plus facile.

Important

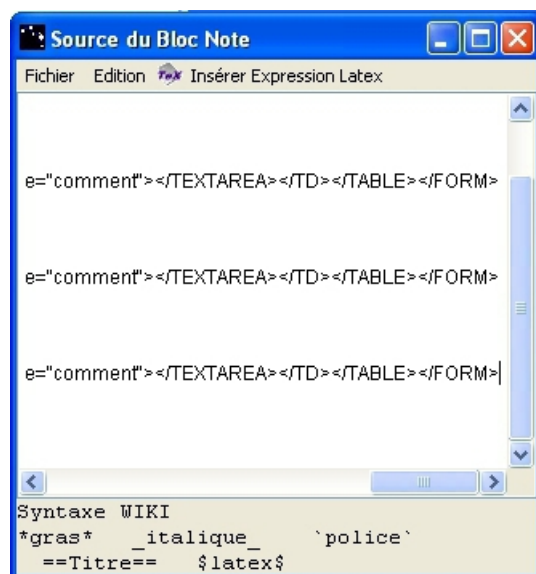
Une fois les commentaires terminés, il n'est plus possible de les modifier.

Enregistrer .MHT

Cette entrée permet d'enregistrer le contenu du Bloc Note dans un autre fichier avec l'extension .MHT. Les fichiers de ce type sont lus dans un navigateur web sous forme de page HTML.

Afficher/modifier la source

Cette entrée ouvre la boite "Source du Bloc Note"



Boite "Source du Bloc Note"

Cette boite possède sa propre barre de menu.

Fichier

CompilerBN

Cette entrée permet de mettre à jour le Bloc Note

Sauvegarder et Quitter

Cette entrée permet d'enregistrer les modifications apportées au Bloc Note et de fermer la boîte. Il existe un raccourci clavier pour cette entrée : **Ctrl+Q**

Quitter sans sauvegarder

Cette entrée permet de fermer la boîte sans enregistrer.

Edition

Défaire Bloc Note

Cette entrée permet d'annuler l'action précédente. Il existe un raccourci clavier pour cette entrée : **Ctrl+Z**

Copier

Cette entrée permet d'enregistrer dans le presse papier une partie sélectionnée du Bloc Note, ainsi on peut coller cette partie dans un autre fichier. Il existe un raccourci clavier pour cette entrée : **Ctrl+C**

Coller -> Bloc Note

Cette entrée permet de coller dans le Bloc Note un objet placé dans le presse papier. Il existe un raccourci pour cette entrée : **Ctrl+V**

Exemple 4.1. Copier un tableau de signe dans le Bloc Note

Sélectionnez, grâce à un clic droit, la [fonction](#) qui vous intéresse dans la [liste des fonctions](#). Un menu contextuel apparaît. Choisissez un mode de [copie](#) (les trois fonctionnent). Ouvrez le code source du Bloc Note : menu déroulant → Afficher/modifier la source. Une fois la boîte ouverte, faites Edition → Coller -> Bloc Note. Le tableau est inséré dans le Bloc Note.

Sélectionner BlocNote

Cette entrée permet de sélectionner l'intégralité du contenu du Bloc Note. Il existe un raccourci clavier pour cette entrée : **Ctrl+A**

Couper

Cette entrée permet de supprimer une sélection du Bloc Note et de la placer dans le presse papier

Il y a aussi le menu Insérer Expression Latex qui ouvre une seconde boîte de dialogue. Cette boîte permet d'écrire une expression Latex qui sera ajoutée au Bloc Note.

Note

Les Copier-Coller dans le Bloc Note s'ajoute à la fin de celui-ci.

compilerBN

Cette entrée permet de mettre à jour (actualiser) le contenu du Bloc Note.

casyopee.eu

Cette entrée ouvre la page d'accueil du site <http://casyopee.eu> dans le Bloc Note.

Commentaires

Il est possible de faire des annotations dans le contenu du Bloc Note. Les boîtes de commentaire servent à cela. Écrivez votre texte dans la boîte de commentaire concernée (il y a une boîte par ligne d'historique). Ensuite, cochez la case Terminée. À la prochaine compilation le commentaire sera inséré dans le Bloc Note.

Important

Une fois terminé, les commentaires ne sont plus modifiables.

Chapitre 5. Licence

Casyopée est sous licence CeCILL.