

Apprendre à utiliser Géoplan & Géospace

- ✎ **Régis DELEUZE** (*collège Beurnonville – Troyes*) : rdeleuze@ac-reims.fr
- ✎ **Franck LOISEAU** (*collège Marie Curie – Troyes*) : floiseau@ac-reims.fr



Apprendre à utiliser Géoplan & Géospace

document d'accompagnement des stages PAF

**Enseigner la géométrie avec les logiciels, niveau 1
niveau 2**

Régis DELEUZE

Franck LOISEAU

Remerciements :

Les auteurs tiennent à remercier tous les stagiaires, qui, par leur intérêt, leurs interrogations, leurs remarques ont participé à l'amélioration de ce document, ainsi que Perrine BAZIN, Jean-Luc LOISEAU, Jean-Louis GÉRARD, et Stéphane ROEBROECK pour leurs relectures attentives et leurs commentaires.

la bonne adresse est :

<http://www.aid-creem.org/telechargement.html>

Géoplan - Géospace est un logiciel édité par le CRDP de Champagne - Ardenne,

<http://www.crdp-reims.fr/ressources/lib/Titres-reseau.htm?produits/pdt118.htm>
gratuitement téléchargeable dans sa dernière version, pour une utilisation pédagogique non commerciale, sur le site de l'Académie d'Amiens.

<http://pedagogie.ac-amiens.fr/maths/TICE/geoplan/index.htm>

Cette brochure a été réalisée à l'aide de logiciels libres ou gratuits.

Le texte a été mis en forme avec \LaTeX . <http://www.gutenberg.eu.org/> – <http://www.ctan.org/starter.html>

Les cliparts illustrant cette brochure sont tirés de la bibliothèque *Open Clip Art Library* <http://www.openclipart.org/>.

Les captures d'écran ont été réalisées à l'aide du logiciel IrfanView <http://www.irfanview.com/>.

Quelques schémas ont été conçus avec Inkscape <http://www.inkscape.org/>.

Annuaire de logiciels libres : <http://www.framasoft.net/>.

**Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage des Conditions Initiales à l'Identique
2.0 France**

Vous êtes libres :



de reproduire, distribuer et communiquer cette création au public.



de modifier cette création.

Selon les conditions suivantes :



Paternité. Vous devez citer le nom de l'auteur original de la manière indiquée par l'auteur de l'œuvre ou le titulaire des droits qui vous confère cette autorisation (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'ils vous soutiennent ou approuvent votre utilisation de l'œuvre).



Pas d'Utilisation Commerciale. Vous n'avez pas le droit d'utiliser cette création à des fins commerciales.



Partage des Conditions Initiales à l'Identique. Si vous modifiez, transformez ou adaptez cette création, vous n'avez le droit de distribuer la création qui en résulte que sous un contrat identique à celui-ci.

- À chaque réutilisation ou distribution, vous devez faire apparaître clairement aux autres les conditions contractuelles de mise à disposition de cette création.
- Chacune de ces conditions peut être levée si vous obtenez l'autorisation du titulaire des droits.
- Rien dans ce contrat ne diminue ou ne restreint le droit moral de l'auteur ou des auteurs.

Ce qui précède n'affecte en rien vos droits en tant qu'utilisateur (exceptions au droit d'auteur : copies réservées à l'usage privé du copiste, courtes citations, parodie...)

Ceci est le Résumé Explicatif du [Code Juridique \(la version intégrale du contrat\)](#).

- I. Généralités 7**
 - I.A. Déplacer, zoomer 7
 - I.B. Le rappel des objets construits 7
 - I.C. La boîte des styles 9
 - I.D. Effacer ou modifier un objet ou annuler une action 10
 - I.E. Le texte de la figure 11
 - I.F. L'historique 12
 - I.G. Les premières figures 13

- II. Géoplan en vidéoprojection 14**
 - II.A. Dessin par bloc et dessin par étape 14
 - II.B. Afficher un texte ou une mesure 17
 - II.C. Avec des calculs 19
 - II.D. Utilisation de variables et pilotage 21
 - II.E. Le mode trace 23
 - II.F. Utiliser le grapheur de Géoplan 26
 - II.G. Affectation aléatoire 31
 - II.H. Nombres complexes 33
 - II.I. Exercice de synthèse 36
 - II.J. Pour aller plus loin 37
 - 1) Réaliser une animation 37
 - 2) Réaliser un affichage conditionnel 41
 - 3) Avec le temps actif 46
 - 4) Réaliser un dessin par bloc conditionnel 50

- III. Géoplan en salle informatique 54**
 - III.A. Introduction 54
 - III.B. Protéger un objet 55
 - III.C. Des exercices pour conjecturer et chercher 56
 - 1) Chat et loup 56
 - 2) Le problème de la rivière 58
 - 3) L'escargot de Pythagore 59
 - 4) Les coccinelles 61
 - III.D. Des problèmes de construction 64
 - 1) Le cerf-volant 65
 - 2) Le parallélogramme 67
 - 3) L'orthocentre 67
 - 4) Le symétrique 69
 - III.E. Introduire et faire découvrir une notion 69
 - 1) Le parallélogramme qui tourne 69
 - 2) Les équations produits 73
 - 3) Le théorème de THALÈS 76
 - 4) Parallélogrammes particuliers 79

III.F. Démontrer	81
IV. Exercices supplémentaires	83
IV.A. Triangle et médiane	83
IV.B. Comparaison d'aires	83
IV.C. Une échelle contre un mur	84
IV.D. Le carré d'un nombre	84
IV.E. Pavage chinois	84
IV.F. Le Théorème de Pythagore	87
IV.G. Un tangram	88
IV.H. Avec la trace	89
IV.I. Une grenouille qui fait des bonds	90
IV.J. Aire du trapèze	91
IV.K. Aire du disque	91
IV.L. Les lunules d'Hyppocrate	92
IV.M. Des exercices pour chercher	92
IV.N. Un puzzle de Lewis Carroll	95
IV.O. Une classification de quelques quadrilatères	96
IV.P. Le jeu du franc-carreau	97

Géospace

I. Généralités	99
I.A. Déplacer ou faire tourner la figure dans l'espace	99
I.B. Opacité, vue en fil de fer et parties cachées	99
I.C. Changement de vue	100
I.D. Projection oblique	102
I.E. Plan de face maintenu	104
I.F. Vue d'un plan isolé	105
II. Les figures de base	105
II.A. Le pavé droit	105
1) La construction	105
2) Un patron du pavé droit	106
II.B. Les prismes droits	107
1) Les constructions	107
2) Patron d'un prisme droit	110
II.C. Les pyramides	110
1) Les constructions	110
2) Patron d'une pyramide	111
II.D. Le cylindre de révolution	111
II.E. Le cône de révolution	112
II.F. La sphère	113
III. Les sections de solides	114
III.A. Section d'un pavé par un plan parallèle à une face	114
III.B. Section d'un pavé par un plan parallèle à une arête	118
III.C. Section d'un cône par un plan parallèle à la base	123
III.D. Section d'une pyramide régulière par un plan parallèle à la base	126

III.E. Section d'un cylindre par un plan parallèle à la base	130
III.F. Section d'un cylindre par un plan parallèle à son axe	132
III.G. Section d'une sphère	135
III.H. Un exemple de progression en troisième	138
IV. Autres applications	140
IV.A. Représenter des surfaces	140
IV.B. Les onze patrons du cube	144
IV.C. Un patron de cylindre de révolution et un patron de cône	146
1) Patron du cylindre de révolution	147
2) Patron du cône de révolution	150
IV.D. Figures communicantes (plan/espace)	151

Technique

I. Personnalisation de Géoplan	153
II. Exporter une figure Géoplan vers un autre logiciel	154
III. Les contrôles ActiveX du CREEM	156
III.A. Première solution	156
III.B. Seconde solution	157
1) Installation	157
2) Utilisation	158

Ressources

I. D'autres logiciels de géométrie dynamique gratuits	161
I.A. GéométriX	161
I.B. Déclic	161
I.C. GeoNext	162
I.D. TracEnPoche	162
I.E. GeoGebra	162
I.F. MathGraph32	163
I.G. CaR	163
I.H. CaRMetal	163
I.I. GéoLabo	164
I.J. JGex	164
I.K. Apprenti Géomètre	164
I.L. Calques 3D	164
I.M. Geometria	165
I.N. Les ateliers de géométrie 2D et 3D	165
II. Logiciels relatifs à Géoplan	165
II.A. Géoplan-Géospace	165

II.B. GéoplanW et GéospacW	166
II.C. GéoPlanSpace	166
II.D. Protothèque	167
II.E. GéoPlus	167
II.F. RabGéom	167
II.G. GéoLaTeX	168
II.H. GéoDico	168
III. Liens utiles	168
Index	171

La fonction originelle de ce document consistait à servir de support d'accompagnement au stage « Enseigner la géométrie avec les logiciels, niveau 1/niveau 2 »¹ inscrit dans le Plan Académique de Formation (PAF) de l'académie de Reims . Le petit fascicule de quelques pages est rapidement (quelques mois) devenu un dossier bien plus complet grâce aux remarques et autres suggestions des stagiaires, qui, au fil des stages, nous ont permis d'enrichir progressivement ce document.

Pour rappels, le tableau ci-dessous présente les objectifs et contenus du stage tels qu'inscrits dans le PAF :

⇨ Niveau 1 :

Objectif pédagogique	Contenu
<p>Maîtrise des fonctionnalités de base d'un logiciel de géométrie dynamique.</p> <p>Savoir reconnaître les séquences d'enseignement pour lesquelles l'utilisation d'un logiciel de géométrie est pertinente et savoir choisir les modalités pour l'intégration.</p> <p>Savoir varier les supports d'enseignement, et connaître quelques possibilités d'enrichissement des apprentissages par l'utilisation de logiciels</p>	<p>Initiation à l'utilisation de logiciels de géométrie dynamique (Géoplan sera utilisé préférentiellement, mais la démarche est généralisable à d'autres logiciels), étude d'exemples et manipulation du logiciel, premiers pas vers une application dans des séances d'enseignement.</p>

Public Cible

Enseignants de mathématiques de collège, débutants dans l'utilisation des logiciels de géométrie dynamique.

⇨ Niveau 2 :

Objectif pédagogique	Contenu
<p>Acquérir une maîtrise suffisante des outils étudiés pour que la technique ne soit pas un frein à la conception d'activité. Savoir varier les supports d'enseignement, et connaître quelques possibilités d'enrichissement des apprentissages par l'utilisation de logiciels.</p>	<p>À partir d'exemples principalement issus de situations en collège, mise en pratique de plusieurs techniques avancées de Géoplan : réalisation d'animations, affichages conditionnels, dessins par blocs conditionnels, ... Ces différentes techniques pourront être ré-exploitées au sein d'autres logiciels.</p> <p>Initiation à Géospace, réalisation de sections planes.</p> <p>Découverte d'autres logiciels de géométrie gratuits, en particulier GéométriX, mais aussi TracEnPoche, GéoGebra, ...</p>

Public Cible

Enseignants de mathématiques de collège et lycée, familiarisés avec l'utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique.

Les motivations d'un tel stage puisent leurs sources dans les programmes scolaires (en effet, la pression institutionnelle est forte pour inciter le professeur de mathématiques à inclure dans son enseignement

1. Ce stage a été proposé pour la première fois lors de l'année scolaire 2005-2006

l'usage de logiciels de géométrie dynamique) et dans la demande en conséquence du terrain à se former à l'utilisation de tels outils.

On trouvera sur le site personnel de Jacques MOISAN ² (~~<http://jac.moisan.free.fr/TICE.HTM>~~) un texte de cadrage du groupe des mathématiques de l'IGEN sur l'utilisation des TICE (Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation) dans l'enseignement des mathématiques au collège et au lycée. En ce qui concerne en particulier les logiciels de géométrie, on y lira :

Les logiciels de géométrie permettent une approche dynamique de la construction de figures et par la mise en valeur d'invariants facilitent la résolution de problèmes. De plus, dans le cas de la géométrie dans l'espace en particulier, ils sont une source de visualisation et, à ce titre, contribuent à l'apprentissage. Ils permettent aussi, comme d'autres types de logiciels, de varier et associer facilement les points de vue (numériques, fonctionnels, graphiques, géométriques) et contribuent à l'unité de la formation donnée aux élèves.

Dans un article ³ paru dans *Les dossiers de l'ingénierie éducative* n°54 (Des outils pour les mathématiques – avril 2006), Jacques MOISAN écrit encore, à propos des logiciels de géométrie :

Pour ces logiciels aussi, il faut que la maîtrise technique soit acquise à la sortie du collège.

Les logiciels de géométrie dynamique plane permettent des constructions « à la règle et au compas » aisément modifiables. Ils donnent ainsi la possibilité de mettre en place, en géométrie, une véritable méthode d'investigation – dans l'esprit des nouveaux programmes de collège – et constituent une aide essentielle à l'apprentissage de la démonstration. Ils permettent aussi la visualisation de transformations d'une configuration ou d'un lieu géométrique. Ils ont leur place, en particulier, dans l'étude des différentes représentations en perspective.

Les logiciels de construction géométrique dans l'espace ont aussi cet aspect dynamique. Ils sont d'abord une aide à la description et à la vision de solides, à l'étude de sections ou d'intersections, à la réalisation de patrons – mais aussi à l'acquisition de la vision dans l'espace.

La maîtrise d'un logiciel de géométrie dynamique prépare aussi les élèves à l'utilisation de logiciels professionnels de dessin technique employés dans d'autres disciplines ou dans certaines poursuites d'études.

Les programmes de mathématiques traduisent cet élan pour l'utilisation des nouvelles technologies à travers les différents documents d'accompagnement et autres commentaires associés aux compétences exigibles. Ainsi, désormais dans les programmes de collège, toute activité propice à l'utilisation de l'informatique est repérée par la mention [B2i] (Brevet Informatique et Internet). Dans l'« Introduction commune à l'ensemble des disciplines scientifiques » (B.O Spécial n° 6 du 28 août 2008), un paragraphe complet (paragraphe IV) est consacré à la place des TICE dans l'enseignement. Dans la partie consacrée au socle commun de connaissances et de compétences, et en liaison avec les mathématiques (paragraphe II.1.), on retiendra en particulier :

Les constructions géométriques, avec leurs instruments traditionnels – règle, équerre, compas, rapporteur –, aussi bien qu'avec un logiciel de géométrie, constituent une étape essentielle à la compréhension des situations géométriques.

Pour rappel, on trouvait, concernant la place des TICE dans l'enseignement, dans la précédente « Introduction commune à l'ensemble des disciplines scientifiques » qui accompagnait les programmes de cycle central (juillet 2005) :

Un enseignement moderne ne peut ignorer l'importance des techniques informatiques, et en particulier leur diversité, leur spécificité et leurs champs d'application. [...]

En préambule aux nouveaux programmes de collège, il est clairement fait référence à l'usage de l'informatique :

L'utilisation d'outils logiciels est particulièrement importante et doit être privilégiée chaque fois qu'elle est une aide à l'imagination, à la formulation de conjectures ou au calcul. Cette utilisation se présente sous deux formes indispensables, notamment dans le cadre des compétences du socle commun :

2. Doyen du groupe des mathématiques de l'Inspection Générale de l'Éducation Nationale

3. Des outils numériques pour l'enseignement des mathématiques, pages 4 – 8

l'usage d'un vidéoprojecteur en classe et l'utilisation par les élèves d'ordinateurs en « fond de classe » ou en salle informatique. (*paragraphe 4.1.*)

[...]

Les moyens modernes de communication (informatique, banques de données, audiovisuel. . .) sont également utilisés chaque fois que leur usage est justifié. (*paragraphe 4.3.*)

[...]

Pour ces travaux en dehors de la classe, il convient de favoriser l'accès des élèves aux ordinateurs de l'établissement qui doivent être munis des logiciels adéquats. (*paragraphe 4.8.*)

[...]

Le travail en classe proprement dit doit être complété par des séances régulières en salle informatique où l'élève utilise lui-même les logiciels au programme (tableur, grapheur, logiciel de géométrie). Ces séances de travaux pratiques sur ordinateur doivent toujours avoir pour objectif l'appropriation et la résolution d'un problème mathématique. Tout travail en salle informatique doit aboutir à la production d'un écrit, manuscrit ou imprimé. (*paragraphe 4.8.*)

Dans les accompagnements des programmes de 3^e en vigueur jusqu'en 2008 on trouve également un paragraphe intitulé « L'outil informatique et l'enseignement des mathématiques au collège » :

[...] l'informatique fait et fera de plus en plus partie de l'environnement des élèves. Ainsi l'enseignement des mathématiques peut, dans ce cadre, utiliser avec profit des expérimentations diverses sur les objets qu'elles étudient comme les nombres ou les figures géométriques, et donc contribuer à la formation scientifique des élèves.

[...]

(*À propos des logiciels de construction géométrique*) Leur utilisation en collège présente deux caractéristiques particulièrement intéressantes. La première est l'explicitation des propriétés mises en oeuvre pour les constructions, [...]. La deuxième a trait à l'expérience graphique que font les élèves en observant une figure dont on déplace des éléments variables. Des propriétés apparaissent et provoquent des questions qui motivent et préparent à la démonstration.

Si l'on parcourt les programmes de collège et que l'on s'attache principalement aux exemples d'activités et commentaires proposés dans la partie Géométrie, on trouvera par exemple :

↪ En classe de sixième :

Les travaux géométriques sont conduits dans différents cadres : espace ordinaire (cour de récréation, par exemple), espace de la feuille de papier uni ou quadrillé, écran d'ordinateur. La résolution des mêmes problèmes dans ces environnements différents, et les interactions qu'elle suscite, contribuent à une approche plus efficace des concepts mis en oeuvre.

[...]

(*À propos des propriétés et construction des triangles usuels.*) On travaillera à la fois les constructions sur papier par les outils de dessin traditionnels et les constructions à l'aide d'un logiciel de géométrie.

[...]

L'usage d'outils informatiques permet une visualisation de différentes représentations d'un même objet de l'espace.

↪ En classe de cinquième :

La résolution de problèmes a pour objectifs [...] d'entretenir la pratique des constructions géométriques (aux instruments et à l'aide d'un logiciel de géométrie) [...]

[...]

Les travaux de géométrie plane prennent toujours appui sur des figures dessinées, suivant les cas, à main levée, à l'aide des instruments de dessin et de mesure, ou dans un environnement informatique.

[...]

(*À propos des prismes droits et cylindres de révolution.*) L'usage d'outils informatiques (logiciels de géométrie dans l'espace) peut se révéler utile pour une meilleure découverte de ces solides.

↪ En classe de quatrième :

La résolution de problèmes a pour objectifs [...] d'entretenir en l'enrichissant la pratique des constructions géométriques (aux instruments et à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique) et des raisonnements sous-jacents.

[...]

(À propos des configurations de l'espace.) Ces activités doivent être complétées par l'observation et la manipulation d'images dynamiques données par des logiciels de géométrie.

[...]

(À propos des agrandissements et réductions) Des activités de construction (avec éventuellement l'utilisation de logiciels de construction géométrique) permettent aux élèves de mettre en évidence et d'utiliser quelques propriétés : conservation des angles (et donc de la perpendicularité) et du parallélisme, multiplication des longueurs par le facteur k d'agrandissement ou de réduction.

↳ En classe de troisième :

À la fin de cette classe terminale du collège, la maîtrise par les élèves de plusieurs types de savoirs est visée : [...] dans le domaine des TICE : utilisation d'un tableur-grapheur et d'un logiciel de construction géométrique.

[...]

Le recours à des logiciels de construction géométrique (par les élèves ou de manière collective) est intégré aux séquences d'enseignement, dans l'approche d'une notion ou dans la résolution de problèmes.

[...]

(À propos de la configuration de THALÈS) L'utilisation d'un logiciel de construction géométrique permet de créer des situations d'approche ou d'étude du théorème et de sa réciproque.

[...]



(À propos des configurations dans l'espace) L'utilisation de logiciels de géométrie dans l'espace permet de conjecturer ou d'illustrer la nature des sections planes.

Le document d'accompagnement des programmes intitulé « Géométrie au collège » (juillet 2007) précise certains points évoqués plus haut :

Les phases d'investigation ou d'expérimentation, qu'elles soient réalisées en groupe ou individuellement, peuvent prendre appui sur les logiciels de géométrie dynamique (vérification d'une conjecture ou découverte d'une propriété, par exemple par la mise en évidence d'un invariant lorsqu'on « bouge » les points d'une configuration).

Outre les recommandations officielles relatives à l'usage de l'informatique au sein des classes, il paraît indéniable que les apports des logiciels (et pas seulement de géométrie) sont nombreux et variés. Citons par exemple l'aspect motivant, le plaisir de chercher, l'apprentissage actif, la possibilité de découvrir et d'explorer des concepts, l'aide à la visualisation en géométrie dans l'espace, ... À travers les activités proposées, les élèves peuvent développer la pratique de la démarche scientifique (expérimenter, conjecturer, démontrer). La sanction immédiate par le logiciel d'une faute de syntaxe contribue à développer l'esprit de rigueur. Le professeur peut aussi aisément effectuer des changements de cadres : pour une même situation, le logiciel permettra d'en explorer les aspects algébriques, géométriques ou bien graphiques.

En géométrie, l'un des enjeux majeurs du collège est le passage d'une géométrie perceptive à une géométrie théorique (distinction dessin/figure). Les objets physiques du dessin, caractérisés par des repères spatiaux, doivent laisser place aux objets théoriques de la figure, caractérisés par des propriétés. Les logiciels de géométrie ont ici un rôle essentiel à jouer en permettant, par exemple, de faire expliciter les caractéristiques des objets et des relations en jeu pour les construire. Ou encore, en permettant de distinguer, par le dynamisme de la figure, des propriétés qui relèvent de la position, de l'orientation, du spatial. On peut également jouer sur la distinction entre les propriétés qui ne résistent pas au déplacement et celles qui résistent au déplacement (propriétés géométriques invariantes). Dans ce fichier [carrés.g2w](#), on a *dessiné* le carré $ABCD$, tandis que le carré $RSTU$ a été *construit* (persistance de la figure et des propriétés associées malgré le déplacement du sommet R). De surcroît, il est possible à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique d'introduire de nouveaux objets (qui ne sont ni tout à fait des dessins, ni tout à fait des figures) et dont on peut se poser la question du statut : dans [carpar.g2w](#), $RSTU$ est-il un carré ou bien un parallélogramme ? Qu'est-ce que cet

objet (dessiné ? construit ?) dans tricerple.g2w qui se déforme lorsque l'on appuie sur les flèches de direction  et  ?

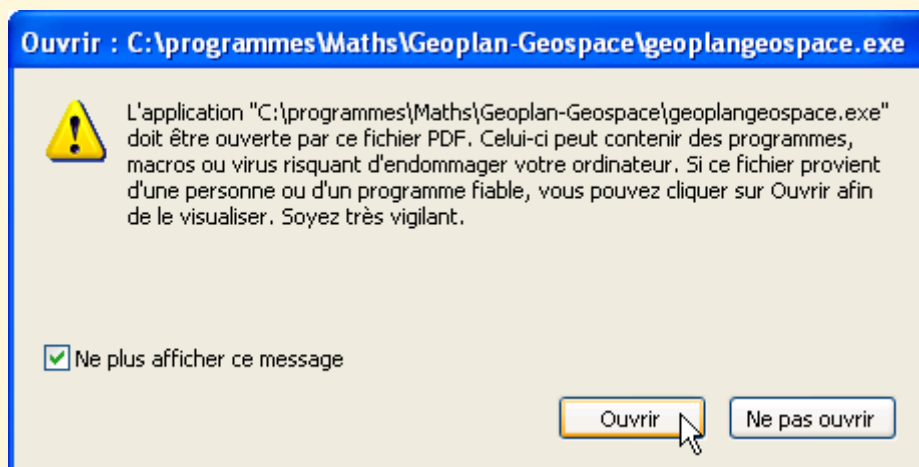
Comme on vient de le voir, les exemples d'utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique sont divers et variés (réalisation d'un document, observation de propriétés, problèmes de constructions, résolution de problèmes, intégration dans l'étude d'une notion, ...). Mais avant de pouvoir exploiter les possibilités d'un tel logiciel et en tirer la substantifique moelle, il est d'abord nécessaire d'en maîtriser le fonctionnement. De notre point de vue, la technique à mettre en œuvre dans la conception d'une activité informatique ne doit pas être un frein à la créativité. C'est la raison pour laquelle, tout au long de ce document, nous porterons prioritairement nos efforts sur la réalisation technique des fichiers au détriment des explications pédagogiques associées (objectifs, prérequis, intérêt, place dans la progression, scénarios d'utilisation, comptes-rendus d'expérience, etc). C'est un parti pris de notre part, dans le but d'éviter de mélanger les genres et d'alourdir de façon démesurée notre propos avec des considérations qui, à elles seules, méritent un dossier à part entière. En conséquence, même si nous ne menons peu, voire pas, de réflexions pédagogiques autour des activités proposées à travers ce document, nous espérons néanmoins que la pertinence de la majorité de ces exemples ne fera pas de doute. Par ailleurs, si les exemples rencontrés ici sont pour la plupart d'un niveau collège, c'est parce que les auteurs enseignent en collège. Nous ne pensons pas que cela soit un obstacle à l'appropriation du contenu par un professeur de lycée : comme nous l'avons déjà précisé, le contenu est essentiellement technique, et nous nous adressons en premier lieu à toute personne désireuse d'élever son niveau de connaissance dans l'utilisation d'un logiciel de construction géométrique. Toujours afin d'éviter toute dispersion dans notre propos, nous avons délibérément choisi de nous limiter au logiciel Géoplan-Géospace. Celui-ci équipe de très nombreux établissements scolaires et, depuis juillet 2007, est gratuitement mis à disposition, dans sa dernière version (pour toute utilisation pédagogique non commerciale), par l'équipe du AID-CREEM qui l'a développé (voir page page 165). En outre, Géoplan-Géospace nous semble posséder des qualités (notamment en matière de génération d'imagiciels, utiles en vidéoprojection) que l'on ne retrouve pas chez ses concurrents. Et même si la partie technique développée dans le cadre de ce document est exclusivement relative à Géoplan-Géospace, la démarche employée reste, moyennant quelques adaptations, généralisable à la plupart des autres logiciels de géométrie dans le plan⁴. Il n'existe, pour l'heure, pas de logiciel pédagogique apte à rivaliser avec le module de géométrie dans l'espace de Géoplan-Géospace.

Bien entendu, la majorité des idées mises en œuvre à travers les exemples proposés dans ce fascicule ne sont pas originales. Nous tenons néanmoins à préciser, qu'à de rares exceptions près (et qui sont clairement signalées comme telles), les fichiers utilisés ici ont été conçus par les auteurs de ce document et sont issus de leur pratique quotidienne en classe. Certains fichiers utilisent parfois des prototypes afin de dessiner des marques (angles droits, angles égaux, segments de même longueur, ...), prototypes qui sont empruntés au logiciel Protothèque (voir page 167).

4. À l'exception, bien sûr, des activités reposant sur des fonctionnalités spécifiques à Géoplan-Géospace.

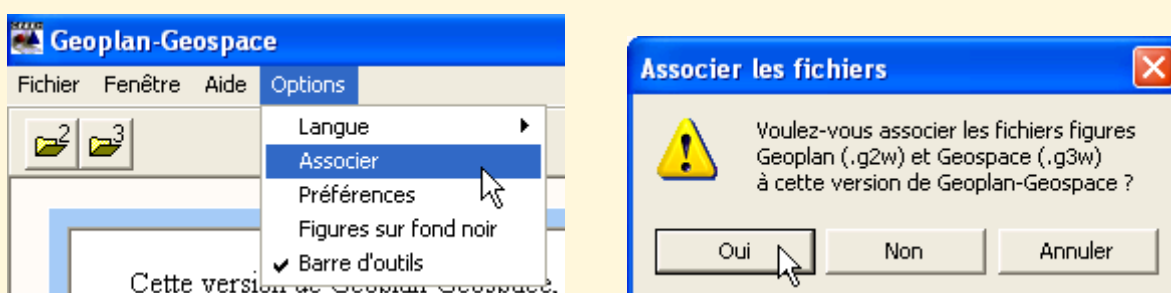
Si vous lisez la version électronique de ce document, vous disposez alors des fonctionnalités relatives au format pdf qui rendent cliquables la table des matières, l'index, les liens et ainsi que les renvois inclus dans le texte.

Si le logiciel Géoplan-Géospace est installé sur votre ordinateur, vous pouvez directement ouvrir les figures en cliquant simplement sur leur nom. Adobe Reader émettra alors l'avertissement suivant :



Vous pouvez cocher « Ne plus afficher ce message », puis cliquer sur le bouton « Ouvrir ».

Si Géoplan-Géospace ne s'exécute pas automatiquement lorsque vous double-cliquez sur des fichiers ayant pour extension .g2w ou .g3w, vous devez associer ces types de fichiers au logiciel. Pour se faire, lancez Géoplan-Géospace et choisissez [OPTIONS][ASSOCIER].

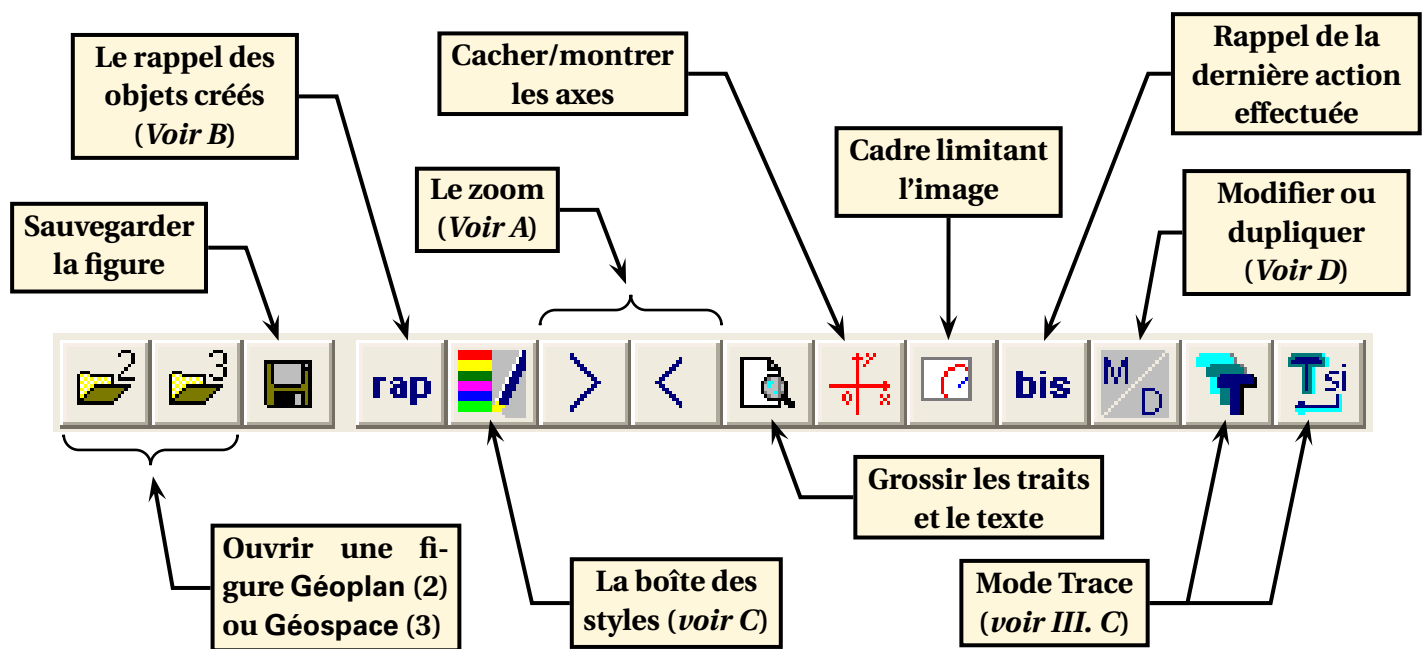


Sous Windows Vista, vous devez exécuter Géoplan-Géospace en tant qu'administrateur pour avoir accès à l'option [OPTIONS][ASSOCIER] : pour cela, effectuez un clic avec le bouton droit sur le fichier GeoplanGeospace.exe et choisissez la commande **Exécuter en tant qu'administrateur**.

Sous Windows Vista, l'aide du logiciel ne fonctionne pas par défaut : il faut auparavant installer une ressource fournie par la société Microsoft (voir page 166).



I. Généralités

Nous allons détailler dans cette section quelques fonctions de la barre d'outils.




I.A. Déplacer, zoomer



- **Pour déplacer une figure** (pour la recentrer par exemple), on effectue un glissé déposé avec le bouton droit de la souris, ce qui consiste à maintenir enfoncé le bouton droit de la souris tout en déplaçant celle-ci (ce qui à l'écran a pour effet de translater la figure) et à relâcher le bouton lorsque la figure a trouvé sa nouvelle place.
- **Pour zoomer vers l'avant**, on clique autant de fois que nécessaire sur l'icône , et **pour zoomer vers l'arrière**, on clique autant de fois que nécessaire sur l'icône .

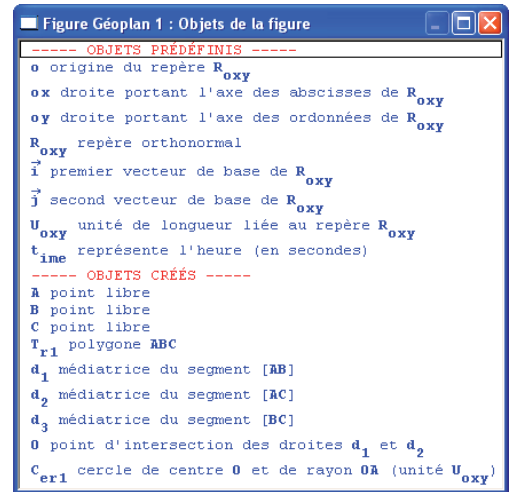
I.B. Le rappel des objets construits


Géoplan demande de nommer chacun des objets construits et de rappeler ce nom lors de l'utilisation future de cet objet. Une figure, même basique, peut rapidement contenir plusieurs dizaines de noms. Heureusement, un outil de rappel des objets construits est là pour nous aider.

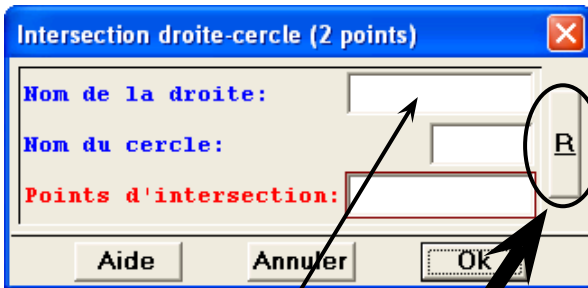
↳ **Pour rappeler les objets construits**, on utilise l'icône  de la barre d'outils. La fenêtre ci-contre s'ouvre alors, décrivant tous les objets construits depuis le début de la figure.

Les objets prédéfinis dans Géoplan pour chaque figure

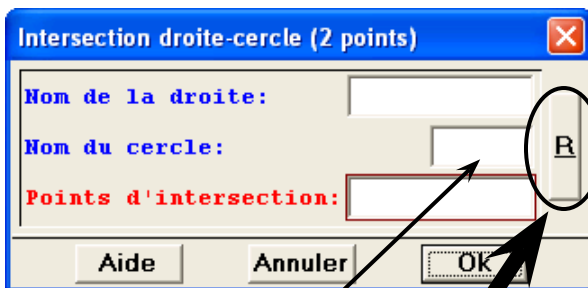
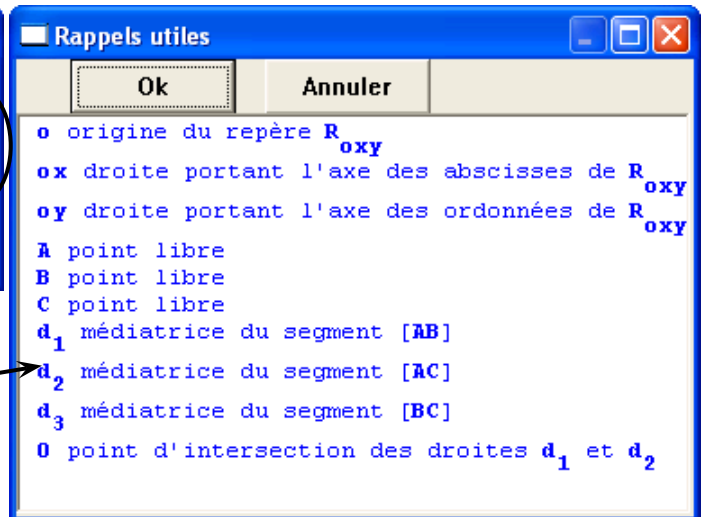
Les objets construits par l'utilisateur



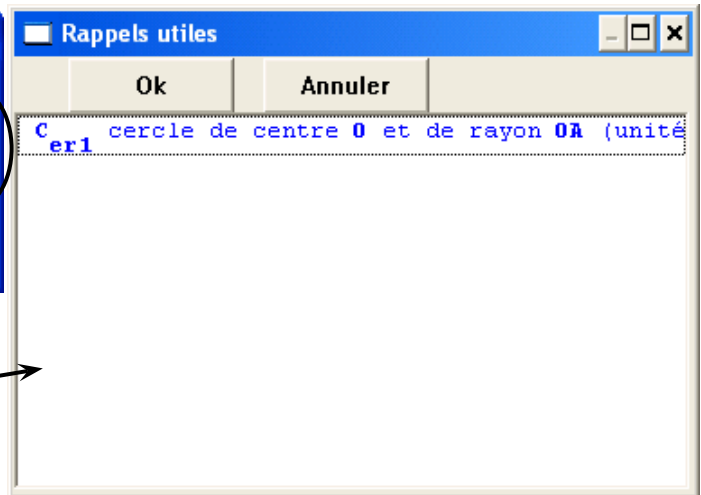
↳ **Pour rappeler les objets construits lors de la création d'un autre objet** : dans chaque fenêtre de création d'objet, la touche  est présente et permet de rappeler les objets construits. On peut également se contenter de cliquer sur l'objet désiré pour qu'il soit collé directement dans le champ de saisie sélectionné. Le rappel s'adapte en fonction du champ sélectionné :




Fenêtre de rappel des objets construits lorsque le champ sélectionné est « nom de la droite »



Fenêtre de rappel des objets construits lorsque le champ sélectionné est « nom du cercle »



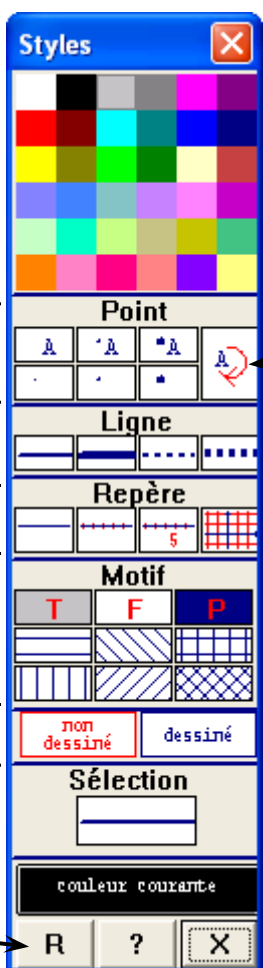
I.C. La boîte des styles

La boîte des styles permet de modifier l'épaisseur des traits, la position de la lettre par rapport au point, de remplir une figure, de cacher certains objets... Pour faire apparaître la boîte des styles, on appuie sur l'icône  de la barre d'outils.

Géoplan

↳ Pour appliquer un style à un objet :

- 1) Sélectionner le style à appliquer en cliquant dessus (couleur, épaisseur, pointillé,...), le style sélectionné s'affiche alors tout en bas de la fenêtre dans la case sélectionnée.
- 2) Cliquer ensuite sur les objets de la figure pour leur appliquer le style sélectionné.



La boîte de dialogue 'Styles' est divisée en plusieurs sections :

- Couleur :** Une grille de couleurs pour sélectionner la couleur de l'objet, qu'on pourra appliquer à un remplissage, à des hachures ou à des lignes.
- Point :** Des options pour modifier le style du point (avec ou sans lettre, avec ou sans marque, taille de la marque). Une icône de rotation permet de faire tourner la lettre autour du point.
- Ligne :** Des options pour modifier l'épaisseur d'une ligne ou obtenir des pointillés.
- Repère :** Des options pour modifier le style du repère.
- Motif :** Des options pour modifier le motif de remplissage : T pour transparent, F pour peint comme couleur de fond, P pour remplissage plein.
- Sélection :** Une case à cocher pour indiquer le style sélectionné qui sera appliqué à l'objet.
- État de l'objet :** Des cases 'non dessiné' et 'dessiné' pour rendre invisible ou réapparaître des objets.
- Actions :** Des boutons 'R', '?', et 'X' pour rappeler les objets construits.

Astuce :



- ↳ Une fois le style « *non dessiné* » appliqué à un objet, cet objet devient invisible. Pour le faire réapparaître, il faut cliquer sur « *dessiné* » et le sélectionner dans la boîte de dialogue.
- ↳ Pour hachurer un objet en bleu, il faut commencer par sélectionner le style « *hachure* » puis l'appliquer à l'objet et ensuite choisir la couleur bleue et l'appliquer aux hachures.

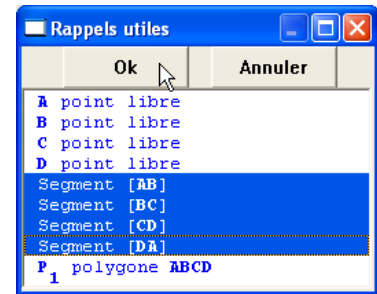
Attention :

Lorsque l'on utilise la boîte de style de Géoplan, on peut avoir parfois l'impression qu'il n'est pas possible de remplir un polygone avec une couleur autre que le noir (ou encore qu'il n'est pas possible de changer la couleur des hachures). Sur cet exemple [remplidenoir.g2w](#) on constate que la couleur du remplissage du polygone $ABCD$ n'est pas modifiable.

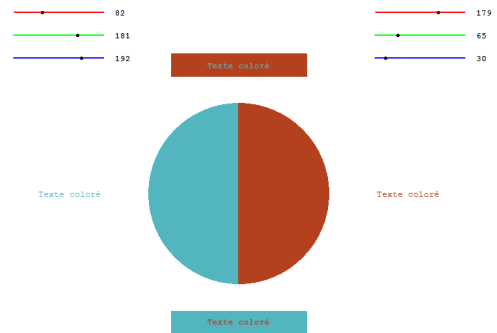


Ces ennuis sont causés en réalité par la superposition des côtés du polygone avec le polygone lui-même (les segments $[AB]$, $[BC]$, $[CD]$ et $[DA]$ ont été construits, ainsi que le polygone $ABCD$). Pour remédier à cela, on peut tout simplement supprimer (voir page 10) les côtés du polygone, ou en-

core les rendre invisibles en cliquant sur le bouton non dessiné puis en les sélectionnant dans la fenêtre de rappel des objets construits.



Remarque : Si vous estimez que les 36 couleurs prédéfinies dans Géoplan sont insuffisantes, vous avez le choix d'utiliser toute autre couleur personnalisée comme l'illustre le fichier [mirecouleur.g2w](#). Cela nécessite cependant de modifier le texte de la figure (voir page 11).

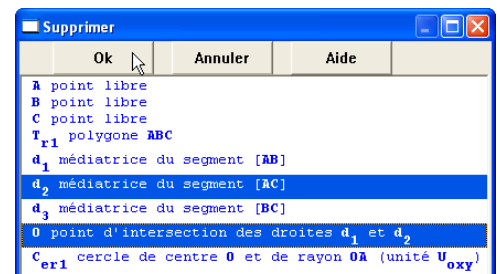
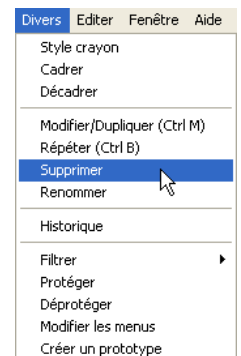


I.D. Effacer ou modifier un objet ou annuler une action




➤ Pour effacer un objet construit :

- 1) Aller dans le menu **[DIVERS][SUPPRIMER]**.
- 2) Une fenêtre rappelant tous les objets construits apparaît.
- 3) Cliquer sur le ou les objets à supprimer.



➤ Pour modifier un objet construit :

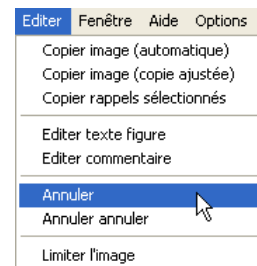
- 1) Cliquer sur l'icône  pour ouvrir la fenêtre ci-contre.
- 2) Saisir le nom de l'objet à modifier (en cas d'oubli du nom de l'objet à modifier, la touche de rappel des objets construits est bien utile).



- 3) Valider en appuyant sur [OK] pour faire apparaître la boîte de dialogue ayant servi à la création de cet objet.

↳ Pour annuler les dernières actions :

- 1) Géoplan permet d'annuler les dernières actions dans l'ordre inverse où elles ont été effectuées. Il suffit de cliquer autant de fois que désiré sur [ANNULER] du menu [EDITER].
- 2) Le bouton [ANNULER ANNULER] permet quant à lui de rétablir la dernière action qui a été annulée.



I.E. Le texte de la figure

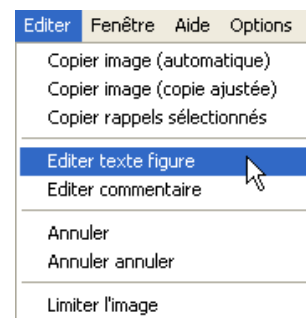
Lorsque l'on crée une figure avec Géoplan, le logiciel se charge de construire un texte de cette figure. Si la figure est modifiée, le texte est modifié et si le texte est modifié (en respectant la syntaxe appropriée) alors la figure est elle aussi modifiée. Réservée aux utilisateurs expérimentés, la modification du texte de la figure permet parfois de gagner du temps. Elle permet également d'insérer des commandes qui ne sont pas accessibles par des menus.



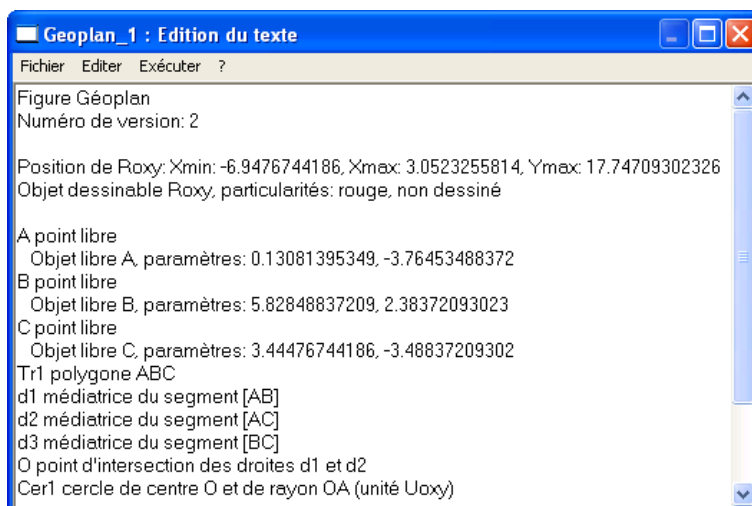
Géoplan

↳ Pour faire apparaître le texte d'une figure :

- 1) Aller dans le menu [EDITER][EDITER TEXTE FIGURE].



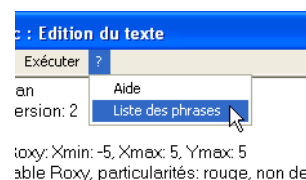
- 2) Le texte de la figure apparaît dans une nouvelle fenêtre :



- 3) L'utilisateur a alors tout loisir de modifier directement le texte de la figure en respectant la syntaxe Géoplan.

↳ Insérer une phrase :

- 1) Le menu [?][LISTE DES PHRASES] permet de faire apparaître l'ensemble des phrases disponibles dans Géoplan. La liste des phrases est ordonnée, et cliquer sur + permet de se déplacer dans l'arborescence des phrases.



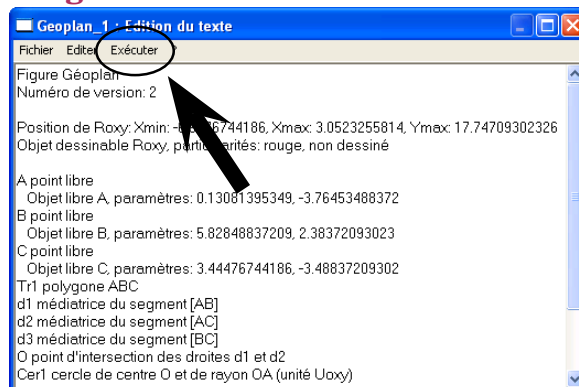
- 2) Pour modifier le texte de la figure, on place le curseur de la souris à l'endroit où l'on désire insérer une

phrase (partie gauche de la fenêtre), et l'on sélectionne la phrase que l'on désire insérer (partie droite de la fenêtre). Il faudra, bien sûr, penser à remplacer les « ? » par des objets Géoplan valides.



↪ Prise en compte des modifications du texte de la figure :

Si le texte de la figure a été modifié, il est nécessaire d'appuyer sur [EXECUTER] pour que la figure soit mise à jour.



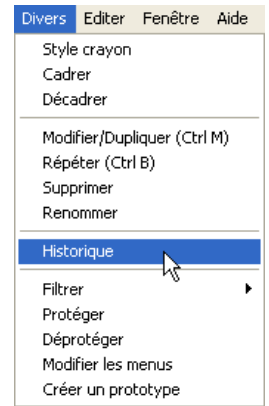
Astuce :



- ↪ Il est souvent plus rapide d'effectuer un copié/collé dans le texte de la figure pour créer plusieurs objets du même type.
- ↪ Étudier le texte de figures déjà construites (dans l'aide de Géoplan ou sur Internet) est un excellent moyen d'apprendre la syntaxe du texte de la figure.

I.F. L'historique

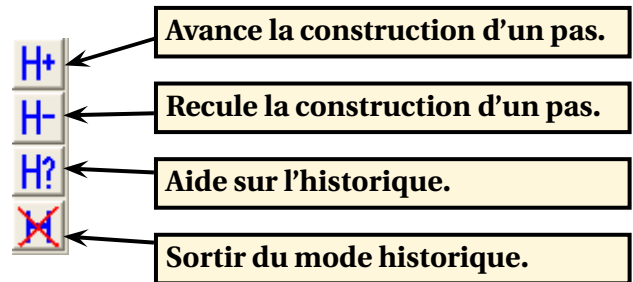
Géoplan dispose d'une fonction qui permet de revoir toute la construction de la figure pas à pas : l'historique de construction.



➤ Pour utiliser l'historique de construction :

1) Aller dans le menu [DIVERS][HISTORIQUE].

2) La construction s'effectue alors pas à pas à l'aide du menu ci-contre.



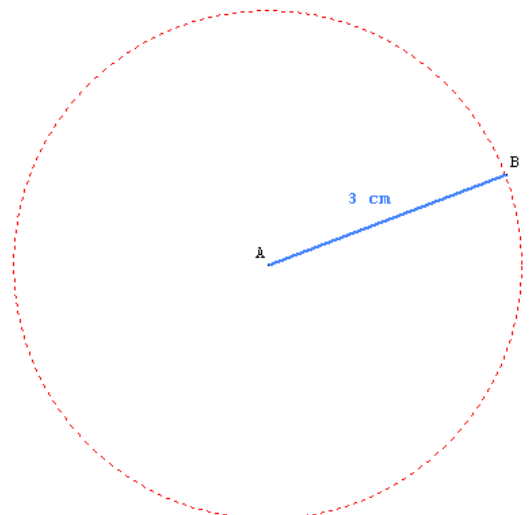
3) Parfois, on peut décider de cacher la construction d'un objet à travers l'historique. Nous développerons ce point plus loin (section III.C. page 56).

I.G. Les premières figures

Lors de ses premières tentatives de constructions avec un logiciel de géométrie dynamique, l'utilisateur débutant (élève ou adulte) est très rapidement confronté au problème du tracé de segments de longueurs données. Les techniques décrites ci-dessous doivent faire l'objet d'un apprentissage auprès des élèves pour qu'elles deviennent savoir-faire opérant.

➤ Pour créer un segment de longueur donnée :

Pour créer un segment $[AB]$ de longueur 3 cm par exemple, on place un point A libre dans le plan, puis on trace un cercle de centre A et de rayon 3 cm ([CREER][LIGNE][CERCLE][DEFINI PAR CENTRE ET RAYON]) et on place un point B libre sur le cercle ([CREER][POINT][POINT LIBRE][SUR UN CERCLE]). Il ne reste enfin plus qu'à tracer le segment $[AB]$ et à cacher le cercle.



✦ Pour placer un point à distance donnée d'un autre point :

Imaginons qu'il s'agisse de placer un point C sur le segment $[AB]$, à 3 cm du point A . Il serait bien sûr possible de tracer le cercle de centre A et de rayon 3 cm, puis de définir le point C comme l'une des intersections du cercle et de la droite (AB) , mais il y a plus simple.

Comme son nom l'indique, le menu [CREER][POINT][POINT REPERE][SUR UNE DEMI-DROITE] permet de placer un point à une distance donnée de l'origine d'une demi-droite. Dans le cas présent, il n'y a donc qu'à remplir la boîte de dialogue comme sur la figure ci-dessous pour créer le point C .



► EXERCICE

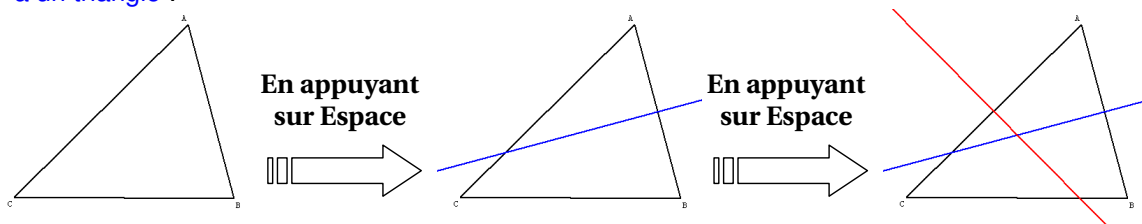
Construisez un parallélogramme, un rectangle et un carré en utilisant les méthodes de votre choix. Entraînez-vous aussi à utiliser la boîte à outils avec les premières figures créées.

II. Géoplan en vidéoprojection

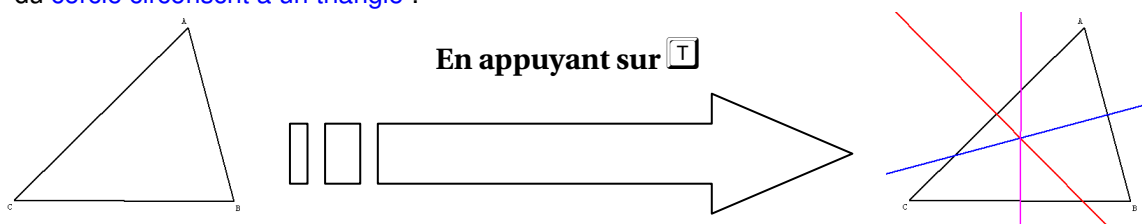
II.A. Dessin par bloc et dessin par étape

Le dessin par bloc et le dessin par étape sont des fonctions particulières de Géoplan qui permettent de faire apparaître ou disparaître n'importe quelle construction ou partie de construction en appuyant sur une touche. C'est une façon simple de créer des imagiciels⁵.

✦ **Le dessin par étape** permet de faire apparaître une construction étape par étape en appuyant sur une unique touche. Prenons l'exemple de l'illustration de la construction du **cercle circonscrit à un triangle** :



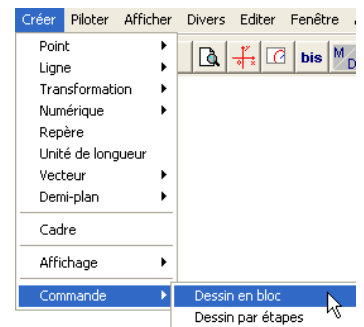
✦ **Le dessin par bloc** permet de faire apparaître ou disparaître des objets en appuyant sur une touche choisie lors de la création de la figure. Prenons l'exemple de l'illustration de la construction du **cercle circonscrit à un triangle** :



5. Un imagiciel est une utilisation pédagogique de l'ordinateur où l'enseignant se sert de celui-ci afin d'illustrer son cours, c'est comme un « super tableau noir ». Ces illustrations sont, par exemple, des simulations simples gérées par l'enseignant.

➤ **Pour réaliser une construction par bloc :**

- 1) Réaliser la figure complète.
- 2) Utiliser le menu [CREER][COMMANDE][DESSIN PAR BLOC].



- 3) Compléter les différents champs de saisie de la boîte de dialogue :

Indiquer ici les objets à faire apparaître ou disparaître en appuyant sur la touche. On peut mettre plusieurs objets en les séparant d'un espace.

Indiquer ici la touche sur laquelle appuyer pour faire apparaître ou disparaître les objets.

Commande de dessin en bloc

Séparer les noms par un espace

Objets à changer d'état:

à l'appui sur la touche:

Nom de la commande: Cm0

Aide Annuler Ok

À noter : le mot-clé ESPACE (en majuscules ou minuscules) désigne la barre d'espace.

- 4) Recommencer l'opération autant de fois que nécessaire.

➤ **Pour réaliser une construction par étapes :**

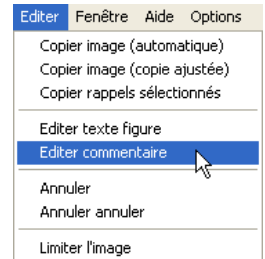
Les étapes sont les mêmes que celles de la construction par bloc. On utilise ici le menu [CREER][COMMANDE][DESSIN PAR ETAPES]. La différence vient du fait que les objets à changer d'état apparaîtront un à un à chaque appui sur la touche choisie.



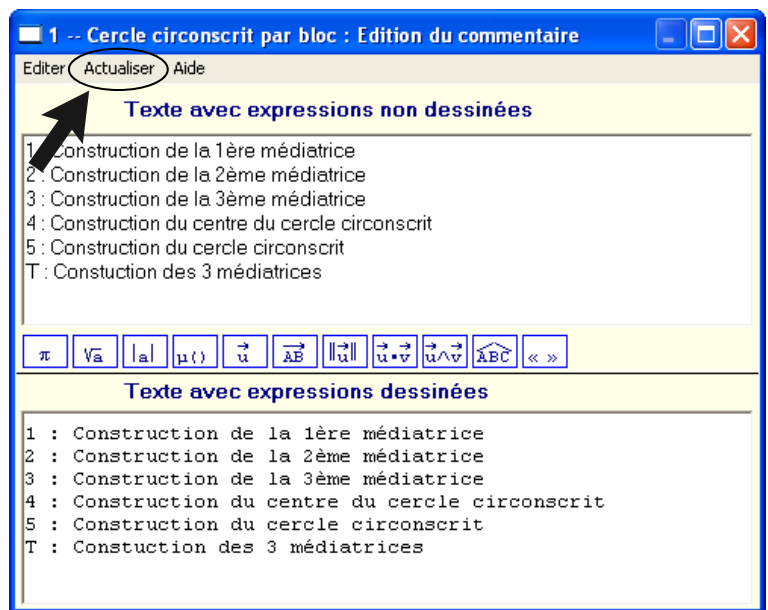
Astuce :

- ↪ La combinaison [CTRL]+[B] permet de répéter la dernière commande utilisée sans passer par le menu. Pratique lorsque l'on a plusieurs fois le même type d'objets à construire. On peut aussi appuyer sur l'icône **bis** dans la barre de menu.
- ↪ Lorsque l'on réalise des figures en utilisant des dessins par bloc, il est fréquent d'oublier les touches utilisées et leurs actions. Pour éviter cela, il peut être bon d'ajouter des commentaires.

1) Après avoir réalisé la figure, aller dans le menu [EDITER][EDITER COMMENTAIRE].



2) Compléter les commentaires.



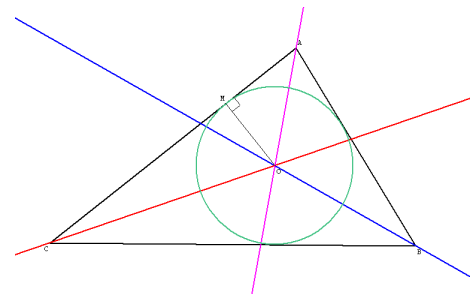
3) Valider les commentaires en appuyant sur [ACTUALISER] (sans cela, les commentaires saisis seront perdus!).

- ↪ Pour rappeler les commentaires d'une figure, appuyer sur la touche **F3**.

► EXERCICE

Vous devez réaliser l'illustration du tracé du cercle inscrit à un triangle en utilisant une construction par bloc ou par étape.

▲ Fichier fini : [cercleinscrit.g2w](#) ▼



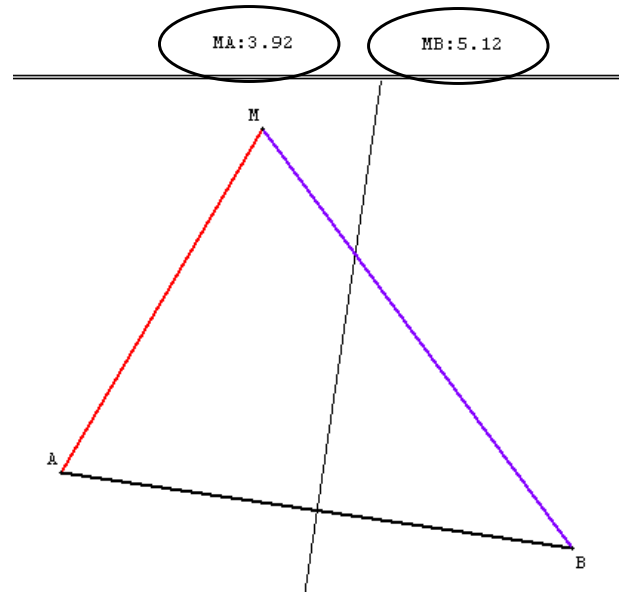
II.B. Afficher un texte ou une mesure

Géoplan permet d'afficher la longueur d'un segment, la mesure d'un angle, ... dans sa zone de texte.

En guise d'exemple, nous allons utiliser le fichier [médiatrice et distance](#) qui a pour but d'illustrer les deux propriétés suivantes de la médiatrice d'un segment :

- ↳ « Si un point appartient à la médiatrice d'un segment alors ce point est équidistant des extrémités de ce segment » ;
- ↳ « la médiatrice du segment $[AB]$ partage le plan en 2 demi-plans, l'un contenant les points plus proches de A que de B et l'autre contenant les points plus proches de B que de A ».

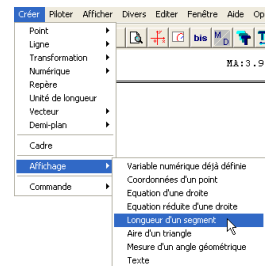
On a tracé un segment $[AB]$, puis (d_1) la médiatrice de $[AB]$ et enfin M un point libre du plan. Bien entendu pour illustrer ces propriétés, il est nécessaire d'afficher la longueur des segments $[MA]$ et $[MB]$:



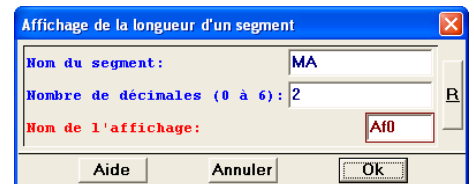
Géoplan

↳ Pour afficher la longueur d'un segment :

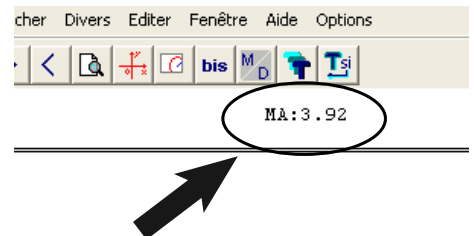
1) Aller dans le menu [CREER][AFFICHAGE][LONGUEUR D'UN SEGMENT].



2) Compléter les champs de saisie.



3) La longueur demandée apparaît alors dans la zone de texte.



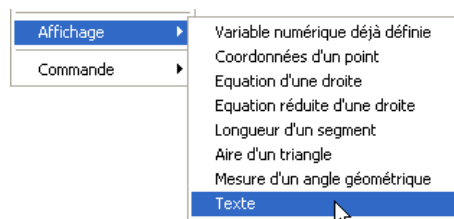
4) Recommencer l'opération pour afficher toutes les longueurs désirées.

↳ Pour afficher un texte contenant la longueur d'un segment :

Dans la procédure précédente, la longueur apparaît sous la forme « $MA : 3,25$ ». Cette écriture n'est pas très mathématique (« : » au lieu de « = », pas d'unité). Il existe un moyen de modifier cette notation, et d'obtenir ce que l'on voit sur la figure ci-après (fichier [Médiatrice et distance avec texte complexe.g2w](#)) :



1) Utiliser le menu **[CREER][AFFICHAGE][TEXTE]** qui offre la possibilité de mettre en forme un texte mathématique, et permet également d'afficher des expressions calculées à partir des valeurs des variables utilisées dans le texte de la figure.



2) Compléter le texte de manière classique, ou bien utiliser la syntaxe de Géoplan pour obtenir des mises en formes particulières (qui doivent être placées entre deux caractères « \ »).



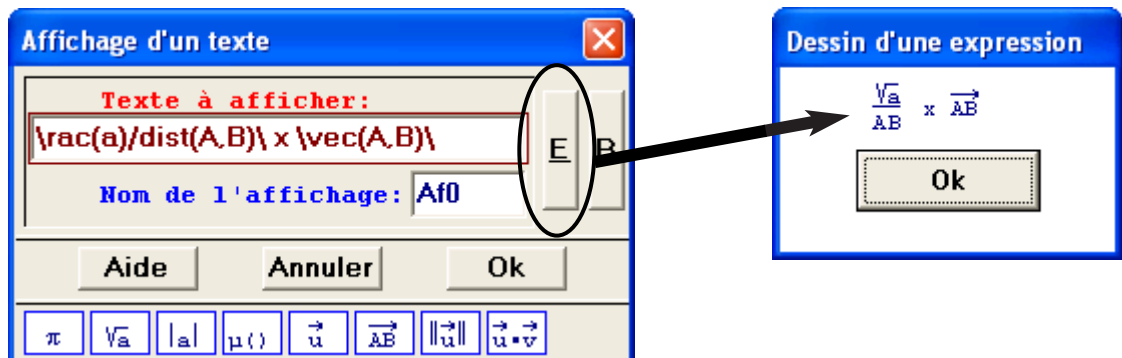
À saisir dans le champ « Texte à afficher »	Résultat dans la zone de texte
Le quotient <code>\a/b\</code>	Le quotient $\frac{a}{b}$
Le quotient <code>\dist(A,B)/dist(C,D)\</code>	Le quotient $\frac{AB}{CD}$
Le carré de 2x : <code>\(2x)^2\</code> vaut <code>\4x^2\</code>	Le carré de 2x : $(2x)^2$ vaut $4x^2$
Puisque <code>\sqrt{4}\</code> =2 alors ...	Puisque $\sqrt{4}=2$ alors ...
Le vecteur <code>\vec(A,B)\</code> est égal à <code>2\vec(u)\</code>	Le vecteur \vec{AB} est égal à $2\vec{u}$
L'angle <code>\hat(ABC)\</code> et l'arc <code>\arc(MN)\</code>	L'angle \widehat{ABC} et l'arc \widehat{MN}
On peut utiliser la fonction <code>val(exp,n)</code> pour afficher des expressions (exp) calculées avec n chiffres après la virgule	
Le produit <code>4,5*3,2</code> vaut <code>\val(4.5*3.2)\</code>	Le produit <code>4,5*3,2</code> vaut 14
Le produit <code>4,5*3,2</code> vaut <code>\val(4.5*3.2,1)\</code>	Le produit <code>4,5*3,2</code> vaut 14.4
La longueur de [AB] est <code>\val(dist(A,B),2)\</code>	La longueur de [AB] est 4.26
<code>\dist(A,B)/dist(C,D)\</code> = <code>\val(dist(A,B),2)/val(dist(C,D),2)\</code>	$\frac{AB}{CD} = \frac{4.26}{9.27}$
L'angle <code>\hat(BAC)\</code> mesure <code>\val(x,1)\</code> ° (si x est une variable numérique définie dans le texte de la figure)	L'angle \widehat{BAC} mesure 41.6°

Pour davantage de renseignements sur ces fonctions, il ne faut pas hésiter à consulter l'aide de Géoplan en

cliquant sur **Aide** puis sur [Des détails sur la syntaxe utilisée](#)
Sous-menu [Affichage](#)

Astuce :

- ↪ La touche \boxed{E} qui apparaît dans certaines fenêtres de Géoplan permet d'obtenir un aperçu de la mise en forme du texte tapé entre $\backslash \backslash$, par exemple :



- ↪ La zone de texte peut être agrandie ou réduite, pour cela il suffit de saisir la ligne de séparation et de monter ou descendre cette ligne dans le sens désiré.
- ↪ On verra plus loin (page 38) une méthode permettant d'afficher du texte dans la zone de la figure.

II.C. Avec des calculs

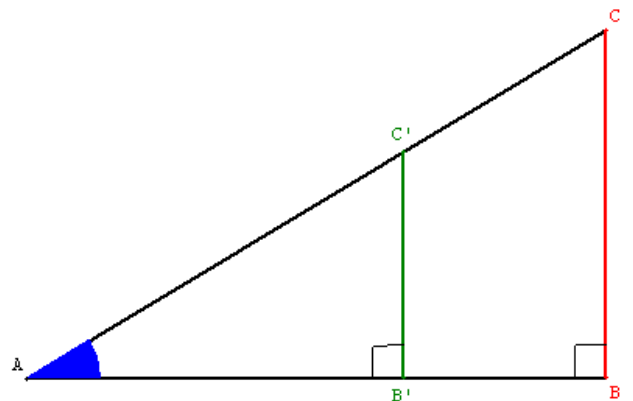
Géoplan permet d'effectuer des calculs avec des variables issues de mesures sur une figure.

En guise d'exemple, nous allons utiliser le fichier **cosinus**.

Nous avons créé un triangle ABC rectangle en B, un point B' libre sur le segment [AB] et un point C' tel que $(B'C') \perp (AB)$. L'intérêt de cette figure est d'illustrer la notion de cosinus lors de son introduction en classe de 4^e.

Cette figure fait donc appel à des calculs algébriques puisque des quotients sont à calculer. On peut aussi remarquer l'utilisation des fonctions avancées d'affichage du texte pour obtenir les différentes mises en forme \widehat{BAC} et $\frac{AB}{AC}$.

$$\widehat{BAC} \text{ mesure } 30.83^\circ \quad \frac{AB}{AC} = 0.8587 \quad \frac{AB'}{AC'} = 0.8587$$



Géoplan

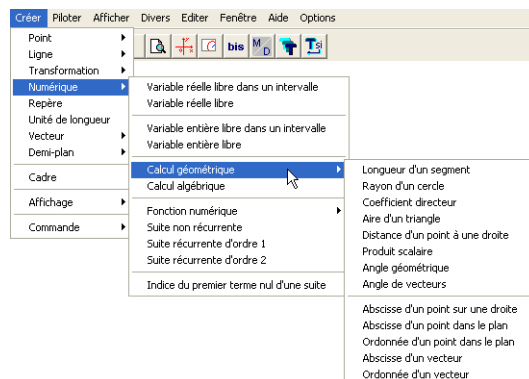
Pour utiliser des calculs dans une figure :

Afficher un calcul dans Géoplan se passe en deux étapes : d'abord on définit le calcul à effectuer et ensuite on crée un affichage du résultat de ce calcul.

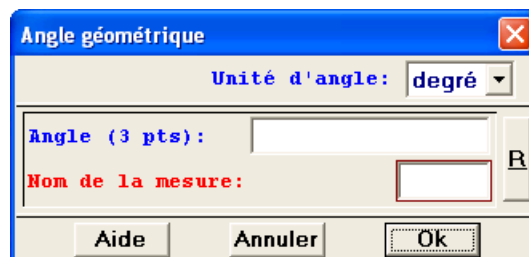
Toutes les variables qui interviennent dans un calcul doivent préalablement être définies et nommées (exception faite des longueurs de segments qui peuvent être directement utilisées dans un calcul).

- ↪ **Pour définir une variable numérique** (qu'on utilisera ensuite dans un calcul) :

1) Aller dans le menu [CREER][NUMERIQUE][CALCUL GEOMETRIQUE].



2) On peut ainsi définir un grand nombre de variables différentes. Pour l'exemple, nous allons définir un angle géométrique. En choisissant ce menu, la fenêtre ci-contre va s'ouvrir.

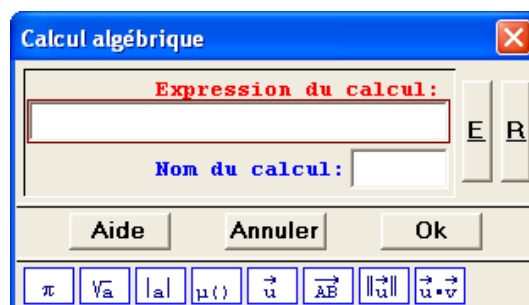


3) Comme pour tout objet Géoplan, une variable doit porter un nom. C'est grâce à ce nom que nous pourrions par la suite afficher la valeur de la variable ou effectuer des calculs avec elle.

➤ **Pour effectuer un calcul avec une variable numérique définie :**

1) Aller dans le menu [CREER][NUMERIQUE][CALCUL ALGEBRIQUE].

2) Taper alors l'expression à calculer en utilisant les variables déjà définies (on peut utiliser directement les longueurs de segments en les écrivant sous la forme AB). On pourra encore penser à se servir de la touche de rappel des objets construits !



3) Il est nécessaire de donner un nom au calcul pour pouvoir l'afficher par la suite.

4) Il ne reste plus qu'à créer un affichage du résultat du calcul en suivant la procédure décrite au II.B. en page 17.

Astuce :

➤ Pour créer une expression à calculer, il faut utiliser la syntaxe suivante :



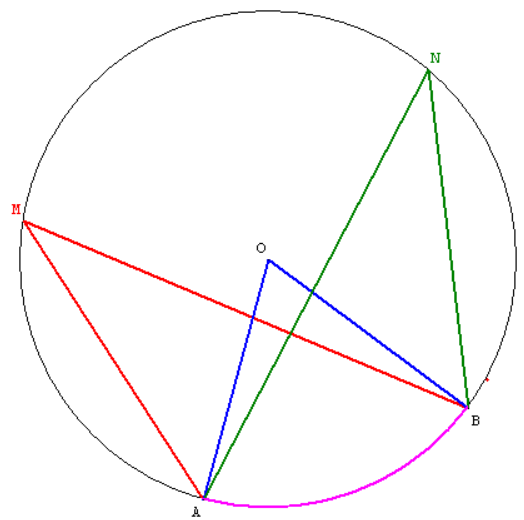
En maths	Géoplan
÷	/
×	*
Logarithme	ln()
Exponentielle	exp()
Puissance	x ^y
Valeur absolue	abs()
Partie entière	int()
Racine carrée	rac() ou sqrt()
Factorielle	n!

En maths	Géoplan
Trigonométries	sin(), cos(), tan(), arcsin(), arccos(), arctan()
Plus petit ou plus grand de deux nombres	min(,), max(,)
Arrangements à p éléments parmi n	anp(,)
Combinaisons à p éléments parmi n	cnp(,)

► EXERCICE

Vous devez réaliser l'illustration des propriétés de l'angle inscrit et de l'angle au centre.

$$\hat{AMB} = 34.3 \quad \hat{ANB} = 34.3 \quad \hat{AOB} = 68.7$$

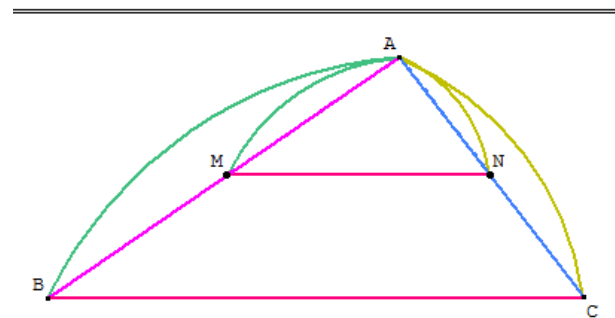


▲ Fichier fini : [angle.g2w](#) ▼

► EXERCICE

Vous devez mettre en évidence les égalités de quotients qui résultent d'une figure en configuration de THALÈS.

$$\frac{AM}{AB} = \frac{2.02}{4.12} = 0.49 \quad \frac{AN}{AC} = \frac{1.43}{2.93} = 0.49 \quad \frac{MN}{CB} = \frac{2.54}{5.19} = 0.49$$



▲ Fichier fini : [thales.g2w](#) ▼

(inspiré de <http://www.ac-poitiers.fr/math/prof/logic/didgeopl/didacticiel.htm#ecritures>)

II.D. Utilisation de variables et pilotage

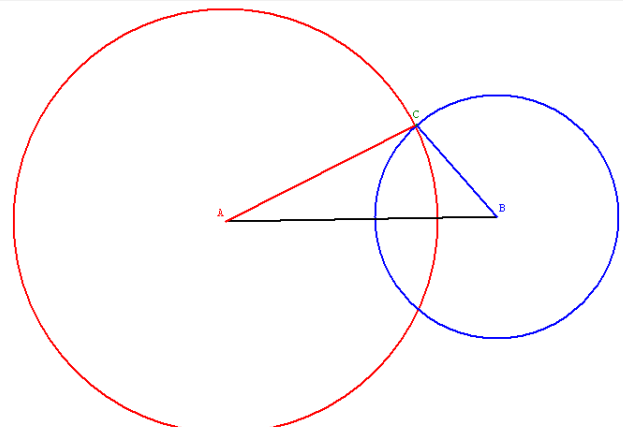
Géoplan permet d'utiliser des variables liées à la figure. Ces variables peuvent ensuite être pilotées au clavier, ce qui consiste à modifier directement leurs valeurs à l'aide des flèches de direction.

En guise d'exemple, nous allons utiliser le fichier [inégalité triangulaire](#).

Nous avons défini 3 variables numériques qui représentent les longueurs des côtés d'un triangle.

Cette figure permet d'amener une conjecture quant aux conditions nécessaires à la construction d'un triangle. Il est bien entendu possible de modifier les longueurs des trois côtés du triangle, et ce, par l'intermédiaire des variables égales à ces longueurs que l'on pilotera au clavier. On peut améliorer la présentation en utilisant des dessins par bloc pour afficher ou masquer les différents objets de la figure.

AB = 4.2 cm (1 pour piloter) Touche 4 : affichage du cercle de centre A et de rayon AC
 AC = 3.3 cm (2 pour piloter) Touche 5 : affichage du cercle de centre B et de rayon BC
 BC = 1.9 cm (3 pour piloter) Touche 6 : affichage du point C
 Touche 7 : affichage du segment [AC]
 Touche 8 : affichage du segment [BC]



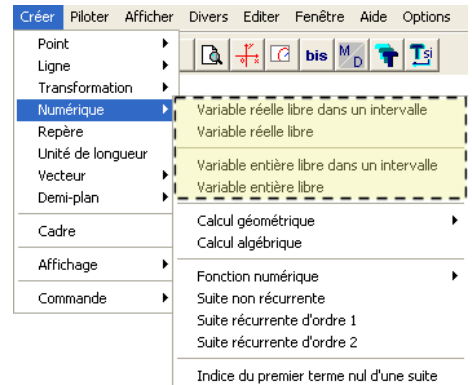
Pour réaliser un pilotage au clavier :

Le pilotage au clavier d'une variable numérique se déroule en deux étapes : il s'agit d'abord de créer une variable libre que l'on rend ensuite pilotable.

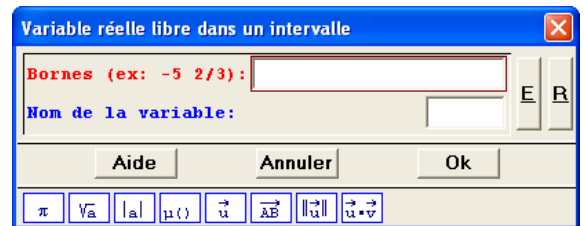
↳ Pour créer une variable numérique libre :

- 1) Aller dans le menu [CREER][NUMERIQUE] puis effectuer l'un des quatre choix suivants :

- ↳ [REEL LIBRE]
- ↳ [REEL LIBRE DANS UN INTERVALLE]
- ↳ [ENTIER LIBRE]
- ↳ [ENTIER LIBRE DANS UN INTERVALLE]

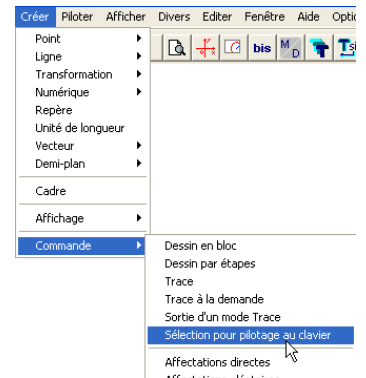


- 2) Choisir, par exemple, une variable numérique réelle libre dans un intervalle. Saisir alors les bornes voulues et donner un nom à cette variable.
- 3) Recommencer l'opération pour toutes les variables souhaitées.

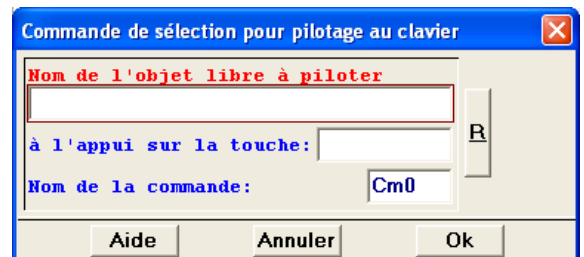


↳ Pour rendre pilotable une variable :

- 1) Aller dans le menu [CREER][COMMANDE][SELECTION POUR PILOTAGE AU CLAVIER].



- 2) Taper ensuite le nom de la variable à piloter ainsi que le nom de la touche sur laquelle appuyer pour piloter cette variable.
- 3) Recommencer l'opération pour toutes les variables à piloter.



- 4) Pour piloter la variable, il suffit maintenant d'appuyer sur la touche choisie puis de faire varier sa valeur en utilisant les flèches haut \uparrow et bas \downarrow du clavier.

- 5) Il est également possible de définir manuellement la variable à piloter en utilisant le menu [PILOTER][PILOTER AU CLAVIER] qui liste l'ensemble des variables pilotables et permet de sélectionner celle que l'on désire.



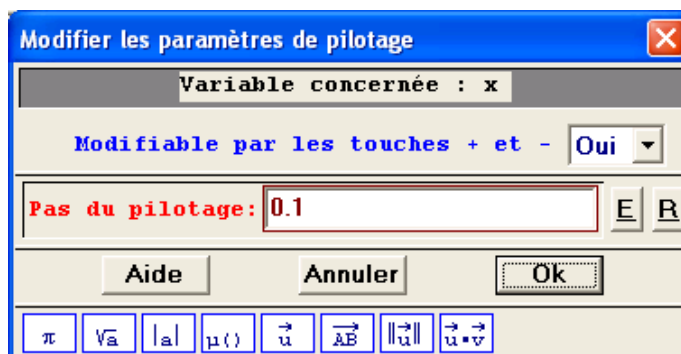
↳ Paramètres de pilotage :

- 1) Lorsque l'on appuie sur les flèches de direction pour modifier la valeur d'une variable pilotée au clavier, on ajoute ou on retranche une quantité appelée « pas du pilotage ».

Le pas du pilotage peut être réglé de deux façons :

- ↳ soit directement, en passant par le menu [PILOTER][MODIFIER PARAMETRES DE PILOTAGE AU CLAVIER], et dans ce cas, on change la valeur dans le champ « pas du pilotage » ;

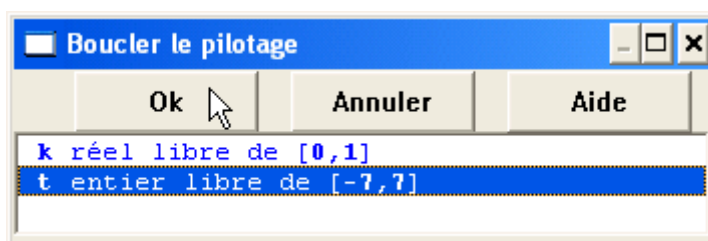
- ↪ soit à l'aide des touches $\boxed{+}$ et $\boxed{-}$ (à condition que « oui » soit sélectionné en face de « modifiable par les touches – et + », dans la boîte de dialogue précédente) : à chaque appui sur $\boxed{+}$ ou $\boxed{-}$, le pas de pilotage est modifié d'un coefficient 2.



- 2) Les variables numériques définies dans un intervalle peuvent être « bouclées » : lorsque la borne supérieure de l'intervalle est atteinte, la variable est automatiquement réinitialisée à une valeur égale à la borne inférieure de l'intervalle.

On accède à cette fonctionnalité par le menu [PILOTER][BOUCLER LE PILOTAGE].

Pour « déboucler » un pilotage, on passe évidemment par le menu [PILOTER][DEBOUCLER LE PILOTAGE].



Astuce :



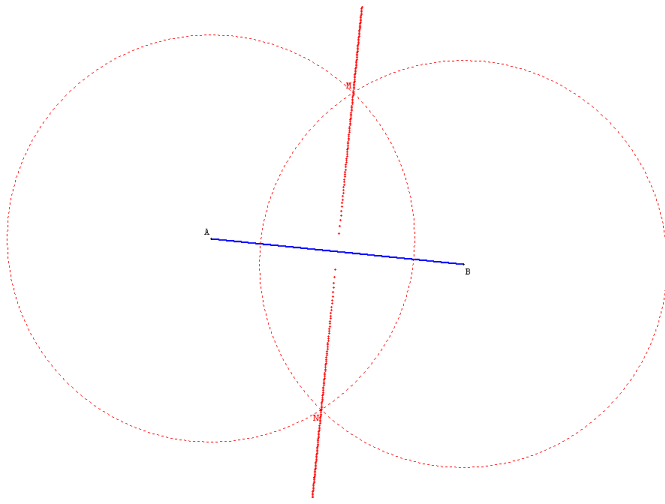
Il peut être parfois nécessaire de définir une variable libre n'ayant qu'un seul chiffre après la virgule. Pour cela, on peut définir une variable entière n , puis définir à l'aide d'un calcul algébrique la variable $\frac{n}{10}$.

II.E. Le mode trace

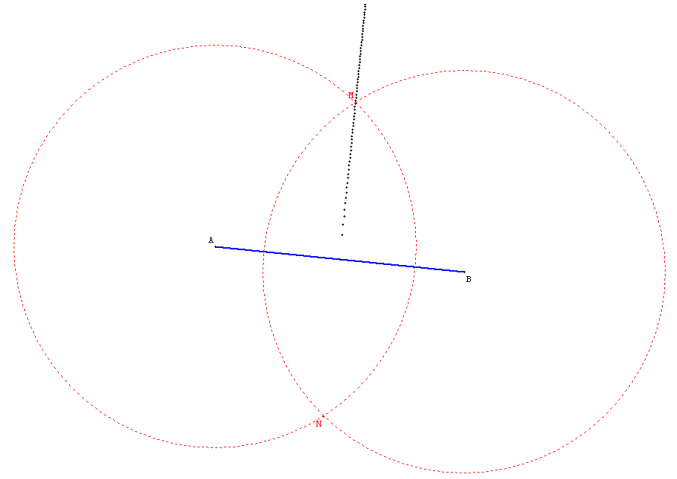
Le mode **Trace** de Géoplan permet d'afficher le lieu d'un objet quand un autre est déplacé.

En guise d'exemple, nous allons utiliser le fichier [médiatrice.g2w](#).

Les points A et B sont libres dans le plan. M et N sont les intersections des cercles de centre A et B et de même rayon. Lorsque l'on fait varier le rayon des cercles et que l'on active le mode trace, M et N semblent parcourir une droite perpendiculaire à $[AB]$ et passant par son milieu.



Trace des points M et N

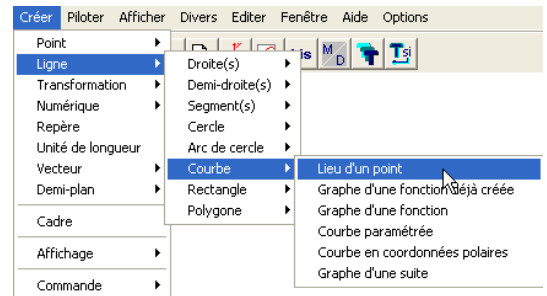


Lieu du point M

Géoplan

↳ Pour créer le lieu d'un point :

1) Aller dans le menu [CREER][LIGNE][COURBE][LIEU D'UN POINT].



2) Compléter les champs :



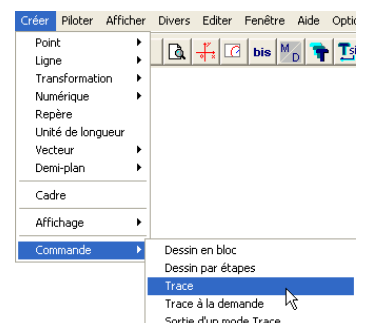
Indiquer ici le point mobile (celui qui « bouge »).

Indiquer ici le point dépendant du point mobile, dont on veut le lieu.

La courbe obtenue peut ensuite être utilisée dans la suite de la figure.

↳ Pour créer la trace d'un objet :

1) Aller dans le menu [CREER][COMMANDE][TRACE].




- 2) Compléter les champs. On remarque au passage qu'il est possible de demander la trace d'un objet autre qu'un point (une droite, un segment, un cercle, ...).



- 3) Appuyer sur la touche choisie pour activer le mode trace. Déplacer ensuite un objet mobile et la trace des objets sélectionnés se dessine.
- 4) Pour désengager le mode trace, il convient de créer une commande de sortie du mode trace à l'aide du menu [CREER][COMMANDE][SORTIE D'UN MODE TRACE].

Astuce :




On peut aussi activer/désactiver le mode trace en cliquant simplement sur l'icône . Les objets dont on veut garder la trace peuvent être sélectionnés directement à partir du menu [AFFICHER][SELECTION TRACE].


Géoplan



↳ Le mode Trace à la demande :

En mode trace, les objets laissent leurs traces quel que soit le déplacement des objets dont ils dépendent. Ce comportement peut être vu comme un inconvénient si l'on désire pouvoir effectuer des manipulations sur la figure en laissant affichée la trace des objets mais sans créer de nouvelle trace. De même, on aimerait pouvoir afficher les traces différentes laissées par le **même** objet selon plusieurs configurations (par exemple, plusieurs courbes obtenues comme la trace d'un point dans un repère).

Le mode Trace à la demande résout ce problème. Après avoir sélectionné des objets à l'aide de la commande [AFFICHER][SELECTION TRACE], on entre dans le mode Trace à la demande en cliquant sur l'icône .

De la même façon qu'avec le mode Trace, on peut aussi définir une commande permettant d'entrer dans le mode Trace à la demande à l'appui sur une touche. On passe alors par le menu [CREER][COMMANDE][TRACE A LA DEMANDE].

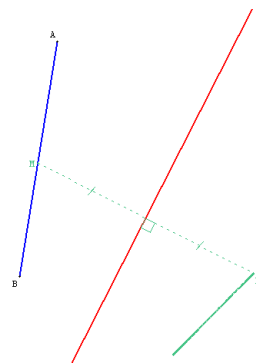
Une fois en mode Trace à la demande, la trace des objets ne s'affichera qu'à la condition que la touche Entrée  soit enfoncée au même moment.

Pour sortir du mode Trace à la demande, il suffit de cliquer sur l'icône  ou bien d'appuyer sur la touche d'échappement .

On trouvera d'autres exemples (avancés) d'utilisation du mode Trace dans la section « Exercices supplémentaires » (page 89).

► EXERCICE

Il s'agit de réaliser un imagiciel montrant que, dans une symétrie axiale, l'image d'un segment est un segment.



▲ Fichier fini : [symsegment.g2w](#) ▼

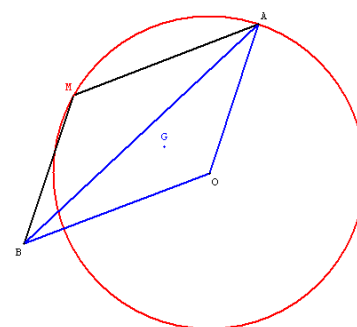
► EXERCICE

Voici un exercice proposé par l'équipe de mathématiques de l'académie de Bordeaux, en 2003.

Sur la figure ci-contre, C est un cercle de centre O . Le point A est fixe sur ce cercle, et le point M est mobile sur ce même cercle.

On définit le point B tel que le quadrilatère $OAMB$ soit un parallélogramme.

Le point G est le centre de gravité du triangle OAB .



Quel est l'ensemble des points que décrit G quand M se déplace sur le cercle ?

Vous allez devoir réaliser un imagiciel (qui sera manipulé par le professeur au fur et à mesure de la séance) qui permettra d'amener les élèves à différentes conjectures puis à la démonstration du résultat.

Voici les fichiers réalisés par cette équipe :

↪ [Description de l'activité au format Word.](#)

↪ [La figure Géoplan.](#)

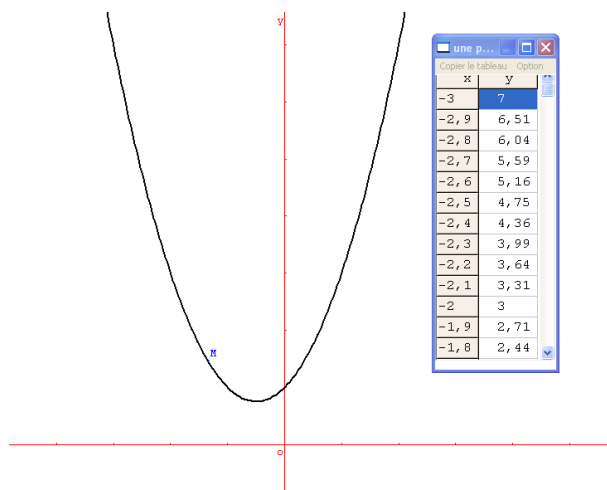
II.F. Utiliser le grapheur de Géoplan

Géoplan permet de dessiner les courbes de n'importe quelle fonction mathématique. Géoplan possède aussi un repère (O, \vec{i}, \vec{j}) orthonormé, mais on peut en créer d'autres avec des origines ou des unités différentes.

En guise d'exemple, nous allons utiliser le fichier [parabole](#).

Nous avons tout simplement tracé la représentation graphique de la fonction f telle que $f(x) = x^2 + x + 1$ sur l'intervalle $[-5; 5]$ dans le repère par défaut de Géoplan.

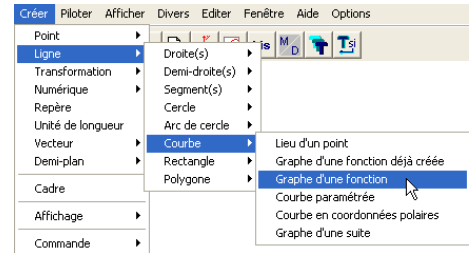
On peut aussi créer automatiquement un tableau de valeurs pour une fonction choisie.



➤ **Pour dessiner la courbe d'une fonction dans le repère par défaut :**

- 1) Aller dans le menu [CREER][LIGNE][COURBE][GRAPHE D'UNE FONCTION].

On utilisera le menu [GRAPHE D'UNE FONCTION DEJA CREEE], si la fonction dont on veut la courbe a déjà été définie par le menu [CREER][NUMERIQUE][FONCTION NUMERIQUE]. Cette commande est utile lorsqu'on a besoin de se servir plusieurs fois d'une même fonction.

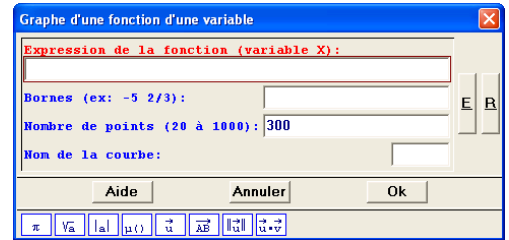


- 2) Faire apparaître le repère par défaut en appuyant sur l'icône



de la barre d'outils.

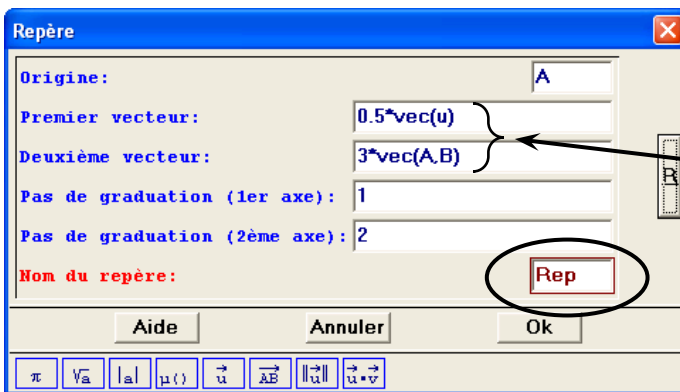
- 3) Saisir ensuite l'expression de la fonction (avec X majuscule comme variable), entrer les bornes et donner le nom de la courbe.



- 4) Penser enfin à utiliser la boîte à outils pour modifier le style des axes du repère (affichage ou nom des coordonnées, sous-graduation, ...)

➤ **Pour créer un autre repère et tracer une courbe dans ce repère :**

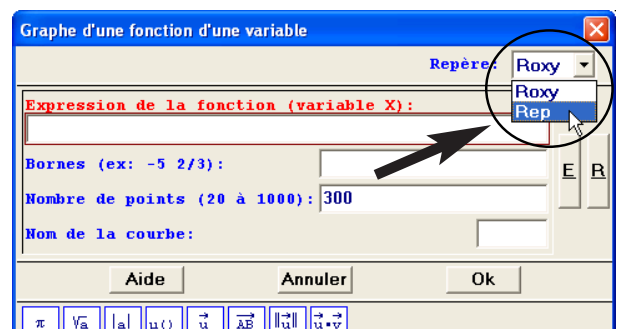
- 1) Aller dans le menu [CREER][REPERE].
- 2) Il faut alors remplir tous les champs avec des objets qui ont été préalablement définis :
 - Un point pour origine ;
 - 2 vecteurs unitaires pour les axes.



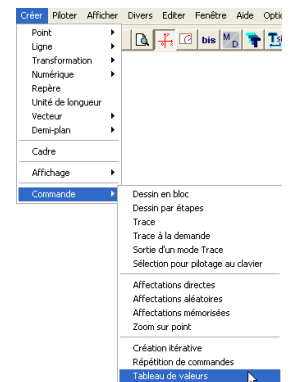
Pour nommer un vecteur, il faut utiliser la syntaxe `vec()` :

- `Vec(u)` : nécessite que le vecteur `u` ait été préalablement créé ;
- `Vec(A,B)` : nécessite que les point `A` et `B` aient été préalablement créés.

- 3) Pour tracer la courbe d'une fonction dans ce nouveau repère, il suffit de suivre la procédure décrite précédemment, à la seule différence qu'il faut maintenant changer de repère dans le champ prévu à cet effet en haut à droite (Rep est ici le nom du nouveau repère, Roxy est toujours le repère par défaut de Géoplan).



✎ Pour créer un tableau de valeurs :



1) Aller dans le menu [CREER][COMMANDE][TABLEAU DE VALEUR].

2) La fenêtre ci-contre va s'ouvrir :

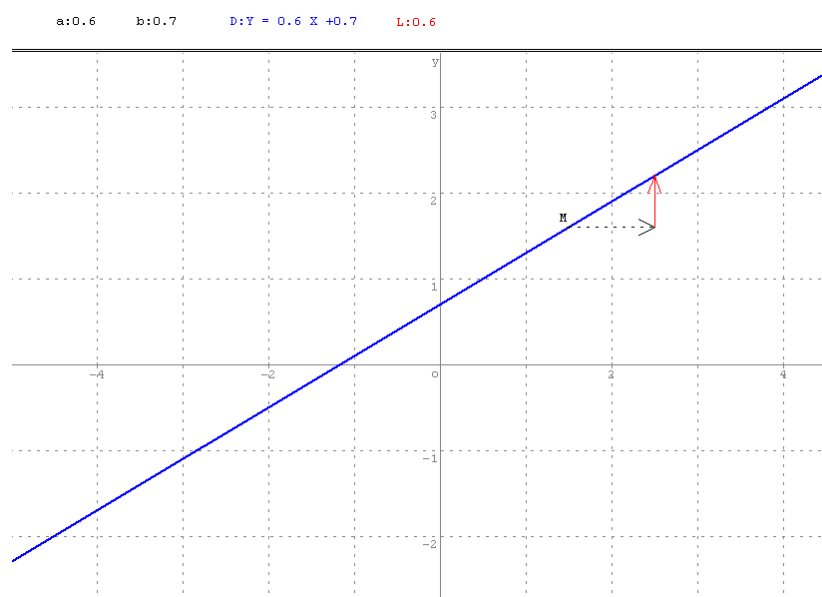
Le tableau de valeurs s'affichera alors dans une nouvelle fenêtre lorsque l'utilisateur appuiera sur la touche sélectionnée.

Ceci signifie que les variables x et y seront affichées avec 2 décimales et que la variable y dépend de la variable x .



► EXERCICE

Vous devez réaliser un fichier illustrant l'action de la modification du coefficient directeur et de l'ordonnée à l'origine d'une fonction affine sur sa représentation graphique. Ainsi, le coefficient directeur de la droite et son ordonnée à l'origine devront être pilotables au clavier.



▲ Fichier fini : [affine.g2w](#) ▼

(tiré de <http://www.irem.univ-mrs.fr/activites/lp/affine.php>)

Si a et b désignent respectivement le coefficient directeur et l'ordonnée à l'origine de la droite représentée, il peut être tentant de définir l'affichage de l'équation de la droite de la façon suivante :

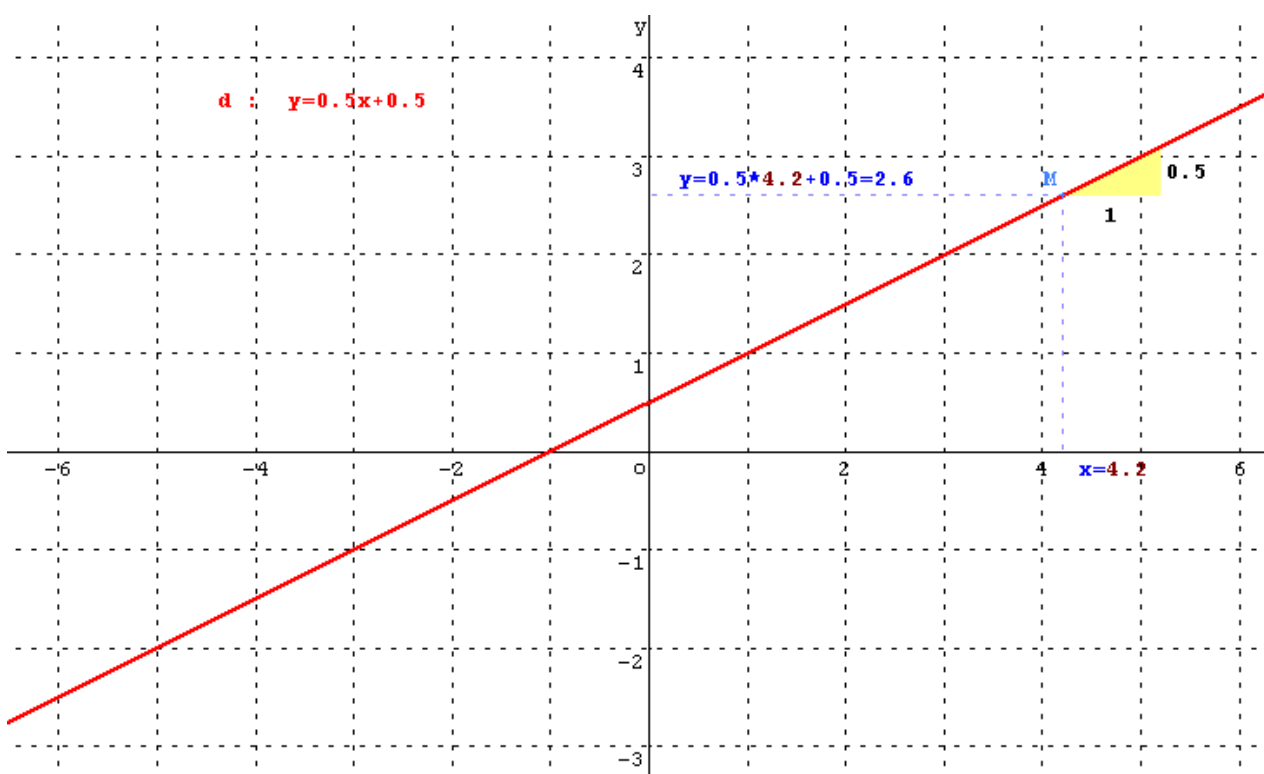
$$D: Y=\text{val}(a,1)\backslash X+\text{val}(b,1)\backslash$$

Il sautera aux yeux du lecteur que cette méthode présente le sérieux inconvénient de produire un affichage indésirable lorsque b est négatif (avec, par exemple, une équation affichée de la forme « $Y=3X+-2$ »).

On s'extirpera de cette situation en utilisant tout simplement le menu :

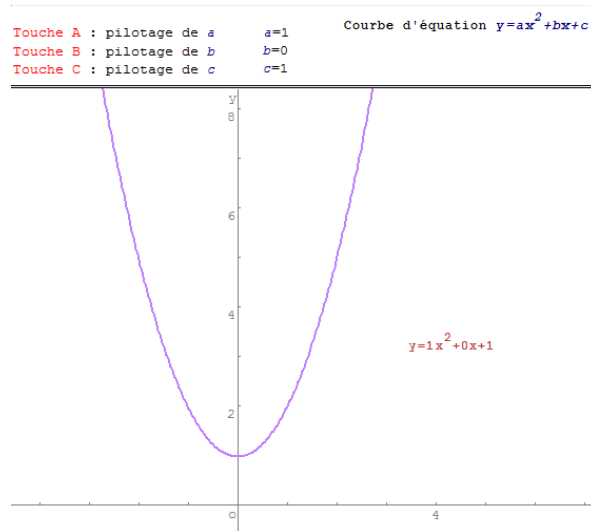
[CREER][AFFICHAGE][EQUATION REDUITE D'UNE DROITE].

Le fichier [affine2.g2w](#) propose une version beaucoup plus sophistiquée du fichier précédent et sa réalisation met en œuvre des techniques étudiées dans la suite de ce document.



► EXERCICE

Réalisez une figure qui montre l'influence des coefficients a , b et c dans la représentation graphique de la fonction qui à x associe $ax^2 + bx + c$.

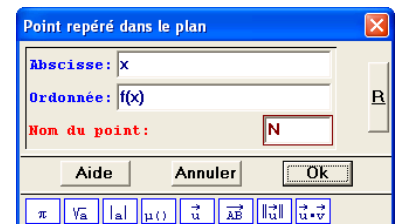
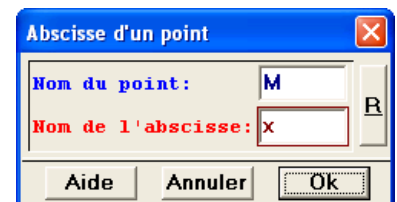


▲ Fichier fini : [seconddegre.g2w](#) ▼

Astuce :

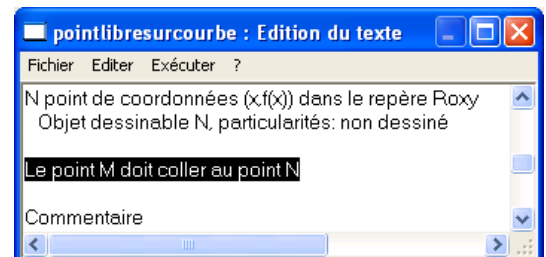
Par défaut, Géoplan ne possède pas de commande permettant de placer un point libre sur une courbe. Il est cependant possible de simuler le comportement d'un point libre sur une courbe en effectuant les manipulations suivantes :

- 1) Si f est une fonction et $C1$ sa courbe représentative, créer un point M libre dans le plan.
- 2) À l'aide de la commande [CREER][NUMERIQUE][CALCUL GEOMETRIQUE][ASBCISSE D'UN POINT DANS LE PLAN], nommer x l'abscisse du point M .
- 3) En utilisant [CREER][POINT][POINT REPERE][DANS LE PLAN], nommer N le point de coordonnées $(x; f(x))$.



- 4) Éditer le texte de la figure ([EDITER][EDITER TEXTE FIGURE]), et insérer à la fin (avant le mot-clé Commentaire) la phrase suivante :

Le point M doit coller au point N

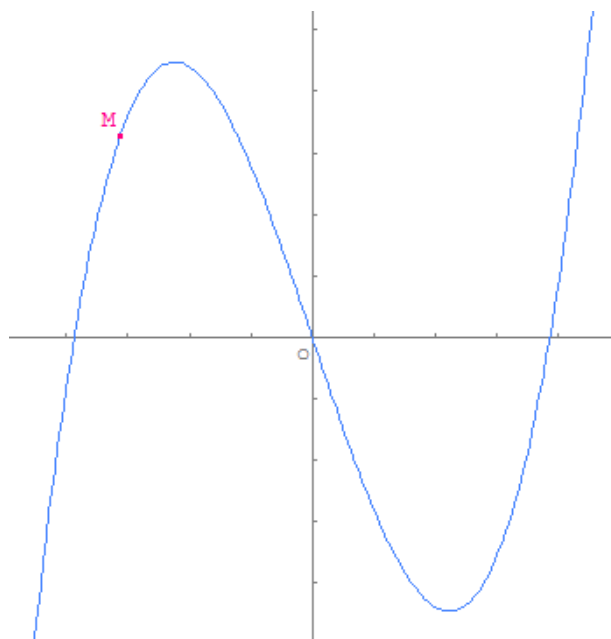


Cette instruction force le point M à rester confondu avec le point N (c'est grâce à cette phrase que l'on peut, par exemple, obliger un point à rester à l'intérieur d'un polygone ou d'un cercle : voir page 82).

- 5) Fermer le texte de la figure en cliquant sur le bouton [EXECUTER] : on peut toujours déplacer librement le point M , mais désormais, celui-ci reste « collé » sur la courbe.

La technique précédemment expliquée à été appliquée dans le fichier [pointlibresur-courbe.g2w](#) pour créer un point « libre » sur la courbe représentative de la fonction $f : x \mapsto 0,2x^3 - 3x$.

Dans ce fichier, il suffit de modifier la définition de la fonction f pour obtenir un point libre sur toute courbe représentative de fonction.

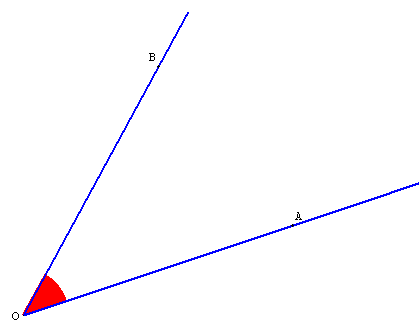


II.G. Affectation aléatoire

Il est possible dans Géoplan d'attribuer des valeurs aléatoires à des objets libres (points ou variables) par appui sur une touche.

Lors du traitement en 6^e du chapitre consacré aux angles, on peut instaurer en début d'heure un petit jeu qui consiste, à vue d'œil, à deviner la mesure d'un angle vidéoprojeté au tableau.

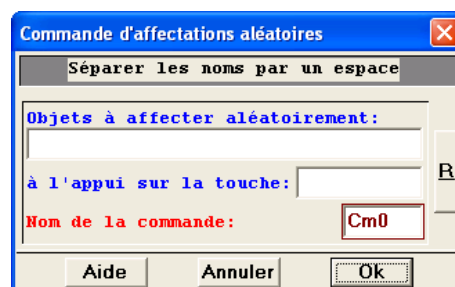
Dans le principe, l'idée est simple : en pressant une touche, un angle \widehat{AOB} s'affiche aléatoirement, et l'appui sur une autre touche affiche la mesure de l'angle : [lireangle.g2w](#).



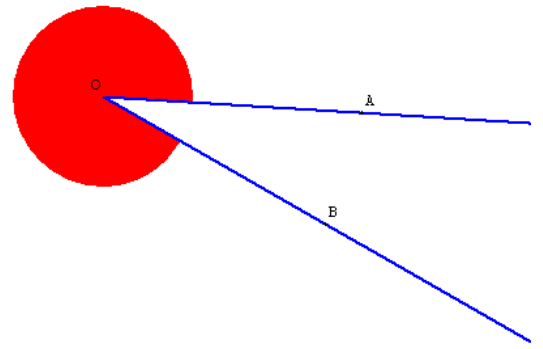
 Géoplan

↳ Pour une affectation aléatoire :

La réalisation technique d'un tel imagiciel repose sur la commande **[CREER][COMMANDE][AFFECTATION ALEATOIRE]** qui permet d'attribuer une position aléatoire à des objets libres dans le plan, ou une valeur aléatoire à des variables libres, à l'appui sur une touche.



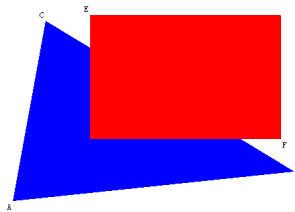
Pour réaliser l'activité ci-dessus, on pourrait penser qu'il suffit de créer 3 points libres O , A et B dans le plan, et de leur affecter une position aléatoire à l'aide de la commande précédemment décrite. Ce n'est pas tout à fait exact car les arcs de cercle créés par Géoplan sont toujours dans le sens direct. Autrement dit, si l'on n'y prête attention, on risque fort de se retrouver dans la situation ci contre :



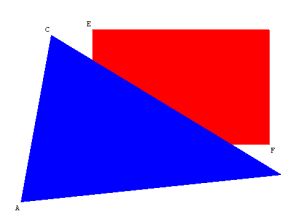
En pratique, il est plus judicieux de créer seulement 2 points, O et A , libres dans le plan, de définir une variable entière libre ang dans l'intervalle $[0; 180]$, puis de construire B comme l'image de A par la rotation de centre O et d'angle ang .

Astuce :

Il faut penser à construire l'arc de cercle **avant** les côtés de l'angle de telle sorte que le remplissage par une couleur de l'arc ne fasse pas déborder cette couleur sur les côtés. En effet, la gestion des couleurs par Géoplan implique que le dernier objet construit est celui qui se trouve au premier plan.



Le rectangle a été construit après le triangle.



Le triangle a été construit après le rectangle.

Le fichier [lireangle.g2w](#) contraint l'utilisateur à appuyer successivement sur des touches différentes : une première fois sur la touche **A** pour afficher la mesure de l'angle, une seconde fois sur cette même touche pour cacher la mesure et enfin sur la barre d'espace pour montrer un nouvel angle. Moyennant quelques modifications au fichier précédent (et l'utilisation de techniques étudiées plus loin dans ce document), il est possible de faire en sorte que l'utilisateur n'ait à appuyer que sur la barre d'espace pour modifier la valeur de l'angle (et cacher l'affichage de la mesure de l'angle) puis montrer la mesure de l'angle : [lireangle2.g2w](#)

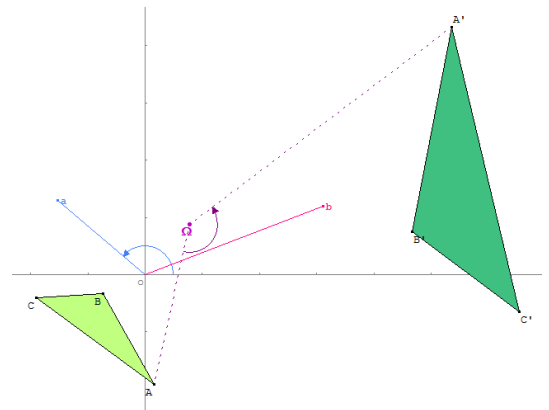
II.H. Nombres complexes

La toute dernière version de Géoplan implémente de nouvelles fonctionnalités qui permettent l'utilisation des nombres complexes, la représentation de points d'affixes données, la définition de vecteurs dont on connaît l'affixe, de fonctions de \mathbb{C} dans \mathbb{C} , ...

L'exemple suivant permet d'illustrer l'influence des nombres a et b sur une similitude directe dont l'expression complexe est de la forme $z \mapsto az + b$ ($a \in \mathbb{C}^*$ et $b \in \mathbb{C}$).

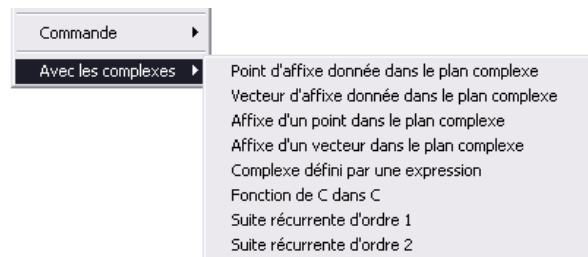
Cependant, l'élaboration du fichier [similitude.g2w](#) recourt à des techniques avancées (qui seront vues dès la section II.J.) mais, seulement pour illustrer à l'aide d'une animation les différentes transformations mises en jeu.

Il est, en revanche, très facile d'obtenir les images de points quelconques à partir de la forme complexe de la similitude, en utilisant les fonctions décrites ci-après.



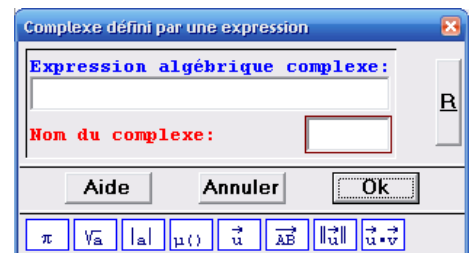
➤ Pour accéder aux commandes relatives aux complexes :

C'est la commande [CREER][AVEC LES COMPLEXES] qui permet d'accéder aux fonctionnalités relatives aux nombres complexes.



➤ Pour définir une expression complexe :

La commande [CREER][AVEC LES COMPLEXES][COMPLEXE DEFINI PAR UNE EXPRESSION] est très souple d'utilisation et autorise une grande variété d'écritures dans l'expression d'un nombre complexe.



➤ Un nombre complexe peut être entré sous la forme $a + ib$ (a et b réels) : pour définir le nombre z égal à $-3 + 2i$, on tapera $-3+2i$ dans le champ « Expression algébrique complexe » et z dans le champ « Nom du complexe ».

Il est bien entendu possible ici d'utiliser aussi des variables numériques préalablement définies pour définir un nombre complexe : si a et b sont des variables connues du logiciel, l'expression $a+ib$ est alors parfaitement valide.

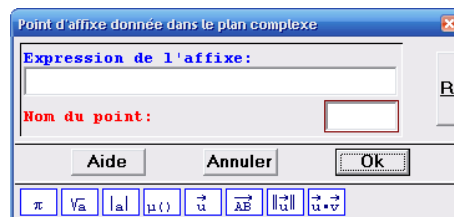
➤ Géoplan accepte les nombres complexes sous la forme $re^{i\theta}$ (r réel positif et θ exprimé en radians) : on utilisera la fonction \exp du logiciel qui permettra, par exemple, de définir le nombre $3e^{i\frac{\pi}{2}}$ en écrivant simplement $3\exp(i*\pi/2)$ (il est même possible d'omettre le signe « * » dans l'expression du nombre complexe).

➤ Partie réelle, partie imaginaire, conjugué, module, argument : les fonctions re , im , $conj$, abs et arg permettent respectivement d'obtenir la partie réelle, la partie imaginaire, le conjugué, le module et l'argument d'un nombre complexe. En supposant que z est un nombre complexe déjà défini, on écrira $im(z)$ pour obtenir sa partie imaginaire ou encore $arg(z)$ pour déterminer son argument exprimé en radians.

↳ Géoplan accepte évidemment tout calcul valide dans l'expression d'un nombre complexe. Par exemple, si z est un complexe déjà défini, pour définir le nombre $\frac{z+i}{\bar{z}-1}$ on tapera : $(z+i)/(\text{conj}(z)-1)$.

↳ Pour créer un point d'affixe donnée :

La commande [CREER][AVEC LES COMPLEXES][POINT D'AFFIXE DONNEE DANS LE PLAN COMPLEXE] permet, comme son nom l'indique, de représenter un point dont on donne directement l'affixe (en utilisant la syntaxe vue précédemment) ou dont on fournit l'affixe sous forme d'une variable complexe préalablement définie.

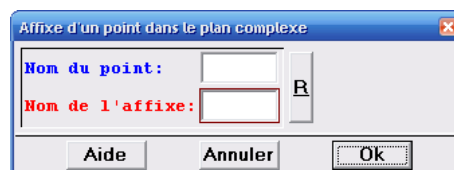


↳ Pour définir un vecteur d'affixe donnée :

La commande [CREER][AVEC LES COMPLEXES][VECTEUR D'AFFIXE DONNEE DANS LE PLAN COMPLEXE] est similaire à la commande [CREER][AVEC LES COMPLEXES][POINT D'AFFIXE DONNEE DANS LE PLAN COMPLEXE]. On fera attention à utiliser la fonction `vec` de Géoplan pour définir le nom du vecteur. Une fois créé, le vecteur devient utilisable dans toutes les fonctions de Géoplan relatives aux vecteurs.

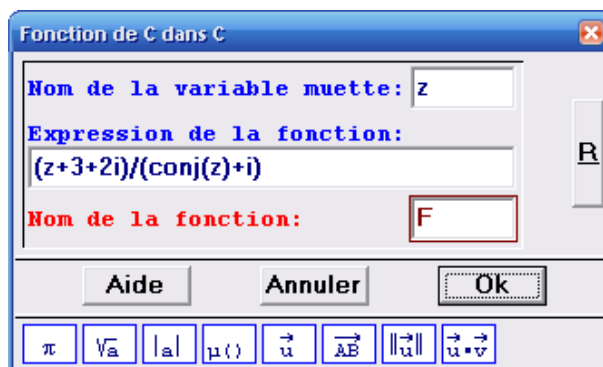
↳ Pour déterminer l'affixe d'un point ou d'un vecteur :

Les commandes [CREER][AVEC LES COMPLEXES][AFFIXE D'UN POINT DANS LE PLAN COMPLEXE] et [CREER][AVEC LES COMPLEXES][AFFIXE D'UN VECTEUR DANS LE PLAN COMPLEXE] permettent de définir un nombre complexe égal à l'affixe d'un point ou d'un vecteur désigné.



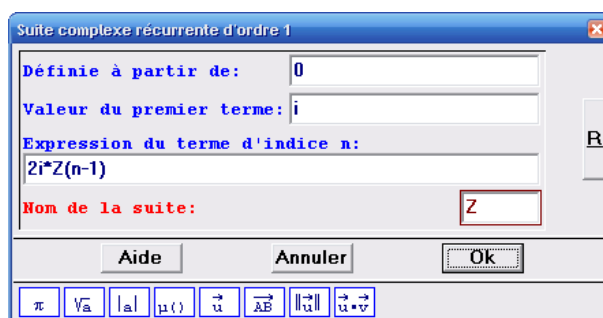
↳ Fonction de \mathbb{C} dans \mathbb{C} :

La commande [CREER][AVEC LES COMPLEXES][FONCTION DE C DANS C] est l'équivalent de la commande [CREER][NUMERIQUE][FONCTION NUMERIQUE][A 1 VARIABLE] pour les nombres complexes. Une fois la fonction créée, il devient possible de l'utiliser dans l'expression d'un nombre complexe.



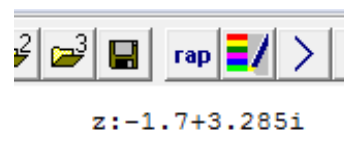
↳ Pour définir une suite récurrente dans \mathbb{C} :

Considérons, par exemple, la suite récurrente d'ordre 1 définie par $Z_0 = i$ et $Z_{n+1} = 2i \times Z_n$. La capture d'écran ci-contre montre comment, avec Géoplan, utiliser la commande [CREER][AVEC LES COMPLEXES][SUITE RECURRENTE D'ORDRE 1] pour définir une telle suite. Il devient alors possible de représenter graphiquement cette suite à l'aide de la commande [CREER][LIGNE][COURBE][GRAPHE D'UNE SUITE].

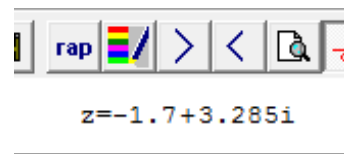


↳ Pour afficher un nombre complexe :

Si z est un nombre complexe, la commande [CREER][AFFICHAGE][VARIABLE NUMERIQUE DEJA DEFINIE] permet d'afficher le nombre z sous la forme $a+ib$.



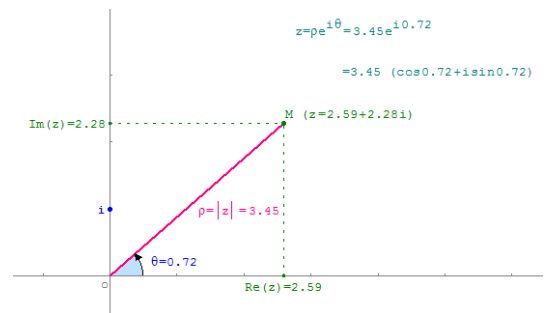
On peut bien sûr améliorer l'affichage en passant par la commande [CREER][AFFICHAGE][TEXTE] et en utilisant la fonction `val` (voir page 18). Ainsi, si l'on désire montrer le signe « = » entre le nom du complexe et son expression, on écrira : $z=\text{val}(z,2)\backslash$.



Si on désire afficher le complexe sous la forme $re^{i\theta}$ on écrira : $z=\text{val}(\text{abs}(z),2)e^{(i\text{val}(\text{arg}(z),2))}$.

► EXERCICE

Vous pouvez réaliser un imagiciel très simple illustrant la notion d'affixe d'un point.

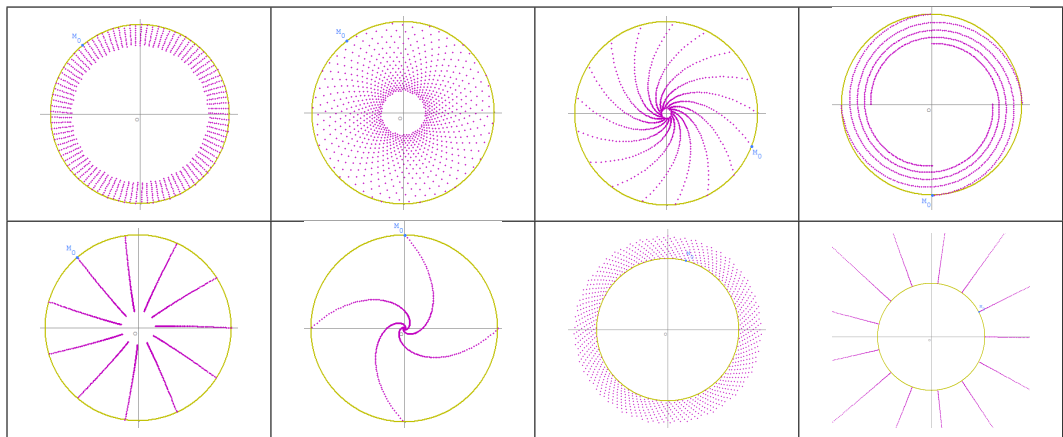


▲ Fichier fini : [affiche.g2w](#) ▼

► EXERCICE

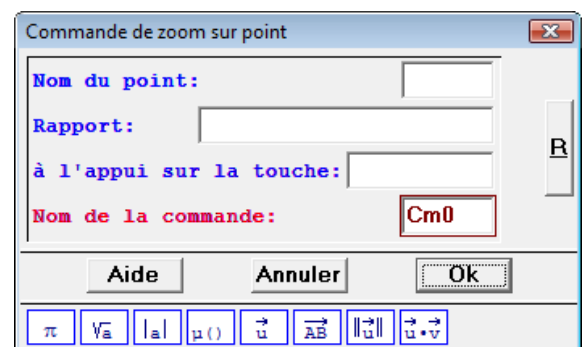
La représentation graphique de la suite $(z^n)_{n \geq 0}$ des puissances d'un nombre complexe z s'obtient très facilement avec le logiciel et offre la possibilité d'observer de jolies figures.

▲ Fichier fini : [suitezn.g2w](#) ▼



Réalisation technique

Dans le fichier précédent [suitezn.g2w](#), l'appui sur la touche **Z** provoque un zoom avant ou un zoom arrière sur le point M_0 . Cette fonctionnalité s'obtient à l'aide de la commande **[CREER][COMMANDE][ZOOM SUR UN POINT]**. Le rapport peut être un nombre (s'il est négatif, la commande n'a aucun effet), un calcul ou une variable préalablement définie.

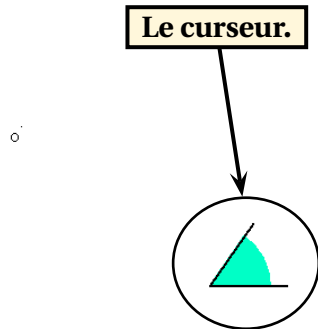


La commande **[AFFICHER][REVENIR AU CADRAGE INITIAL]** permet de retrouver le cadrage à l'ouverture de la figure. Pour effectuer alternativement un zoom avant et un zoom arrière à l'appui sur un même bouton, l'astuce consiste à créer une variable, n par exemple, lui affecter une valeur (le rapport), créer une commande de zoom sur point en entrant comme rapport la variable n et grouper cette commande avec un commande d'affectation directe qui transforme n en son inverse.

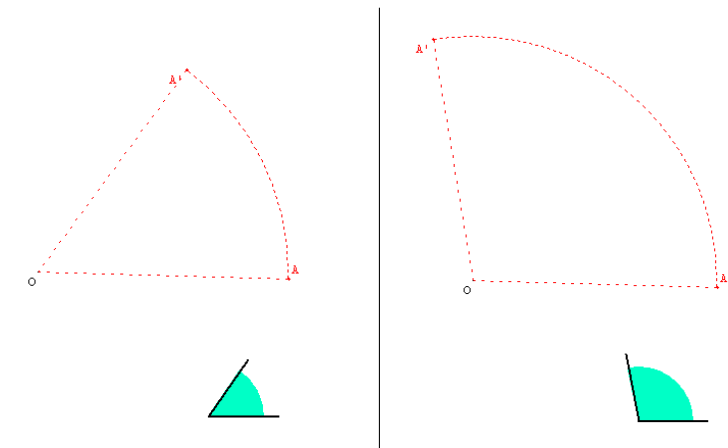
II.I. Exercice de synthèse

► EXERCICE

Vous allez devoir illustrer la notion de rotation comme dans le fichier suivant : [rotation](#). L'originalité de ce fichier réside dans la présence d'un curseur matérialisant l'angle de la rotation. Voici les détails du fichier à créer :

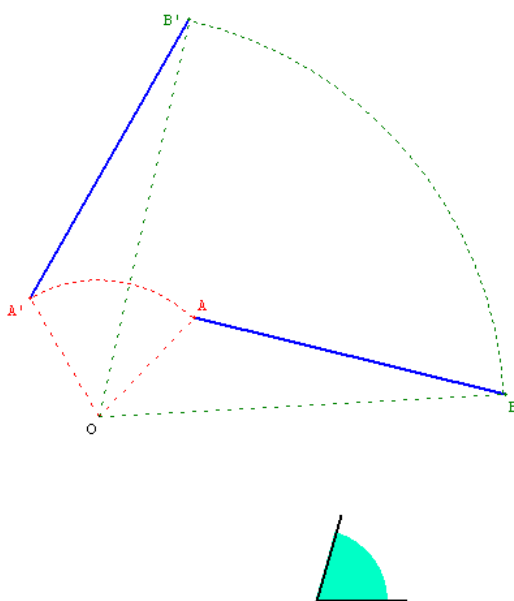


Un point O libre dans le plan et le curseur (voir l'aide un peu plus loin pour la réalisation du curseur)



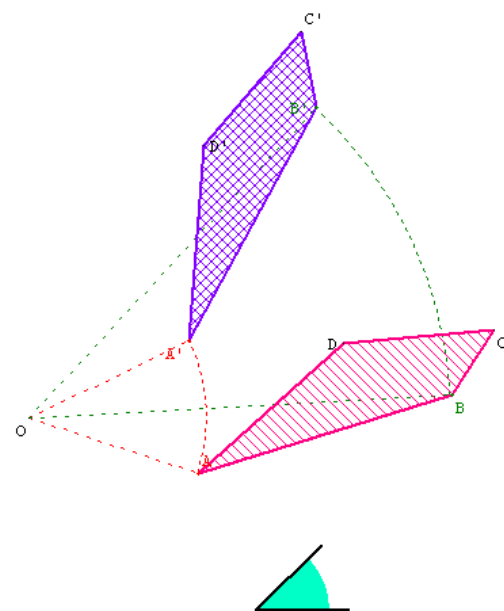
En appuyant sur :

- ↪ La touche **[A]** : apparition d'un point A et de son image A' par la rotation de centre O et d'angle défini par le curseur.
- ↪ La touche **[1]** : apparition des segments $[OA]$, $[OA']$ et de l'arc $\widehat{AA'}$.



En appuyant sur :

- ↪ La touche **[B]** : apparition d'un point B et de son image B' par la rotation de centre O , d'angle défini par le curseur et des segments $[AB]$ et $[A'B']$.
- ↪ La touche **[2]** : apparition des segments $[OB]$, $[OB']$ et de l'arc $\widehat{BB'}$.

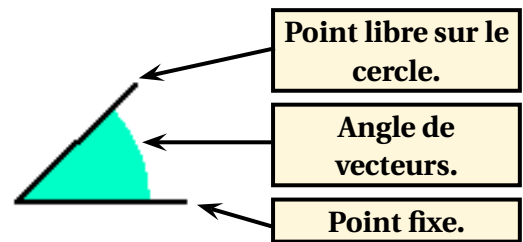


En appuyant sur :

- ↪ La touche **[C]** : apparition d'un quadrilatère quelconque $ABCD$ et de son image $A'B'C'D'$.

Ce curseur est composé de 2 rayons d'un cercle.

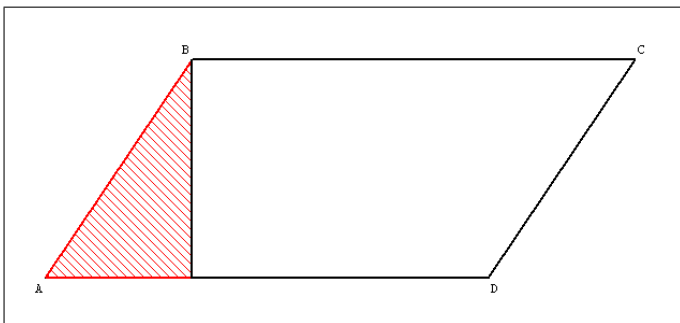
- ↪ Pour fixer le premier point sur le cercle, on utilisera le menu [CREER][POINT][POINT REPERE][SUR UN CERCLE] et un angle nul avec (Ox).
- ↪ On définira une mesure d'angle de vecteurs pour mesurer l'angle de la rotation.



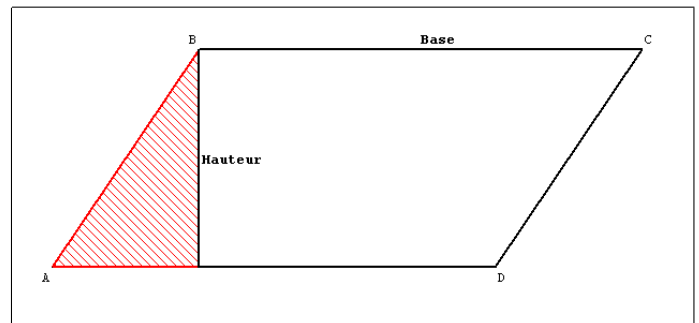
II.J. Pour aller plus loin

1) Réaliser une animation

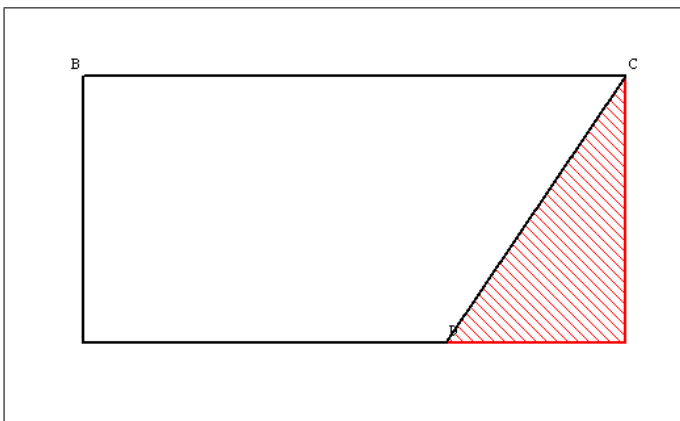
La figure suivante [aire parallélogramme](#) est un imagiciel permettant de visualiser l'aire d'un parallélogramme comme égale à celle d'un rectangle de même base et de même hauteur. De nombreuses fonctionnalités avancées de Géoplan sont nécessaires à la réalisation de cette figure.



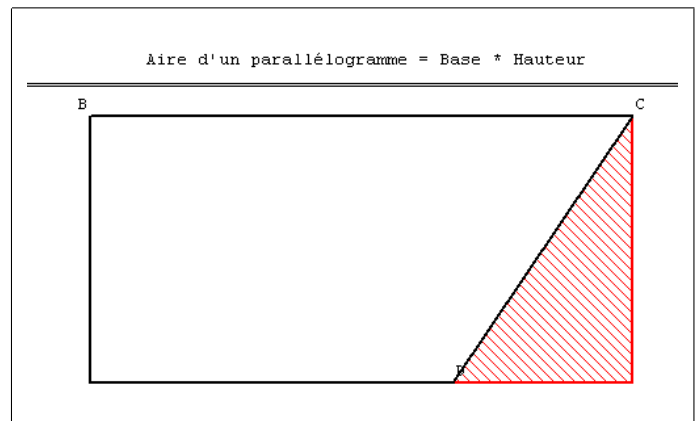
L'appui sur la touche **0** montre le triangle qui par découpage et recollement fera apparaître un rectangle de même aire.



L'appui sur la touche **1** montre sur la figure la hauteur et la base du parallélogramme.

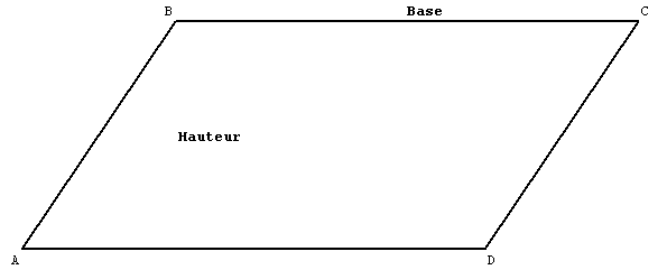


L'appui sur la touche **2** anime le triangle de telle sorte que celui-ci se déplace dans le « coin » opposé.



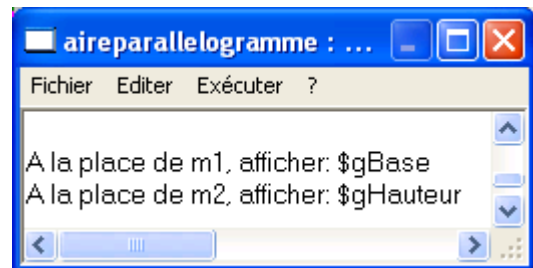
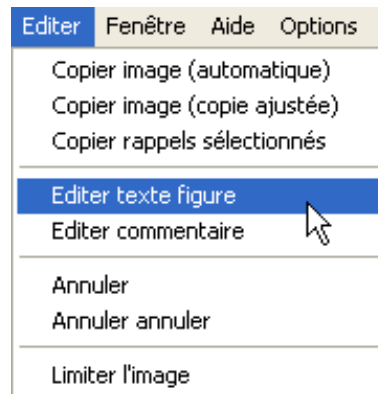
L'appui sur la touche **3** affiche la formule de l'aire du parallélogramme.

L'appui sur la touche ESPACE réinitialise la figure.



Réalisation technique

- 1 Construire un parallélogramme $ABCD$ de telle sorte que seul le point B soit libre. On pourra utiliser les coordonnées des points pour fixer les points A et D . On appellera $P1$ ce parallélogramme.
- 2 Construire le trapèze obtenu par soustraction du triangle au parallélogramme. On appellera $P2$ ce trapèze.
- 3 Pour obtenir l'affichage sur la figure des mots « Base » et « Hauteur », il faut commencer par placer les milieux $m1$ et $m2$ des côtés du rectangle. On peut alors demander au logiciel d'afficher à la place de $m1$, le texte « Base » et d'afficher à la place de $m2$ le texte « Hauteur », mais il n'existe pas de menu permettant d'effectuer directement cette manipulation. On est obligé de passer par le texte de la figure.



À la fin du texte de la figure, avant la partie Commentaire, on tapera les phrases clé suivantes :

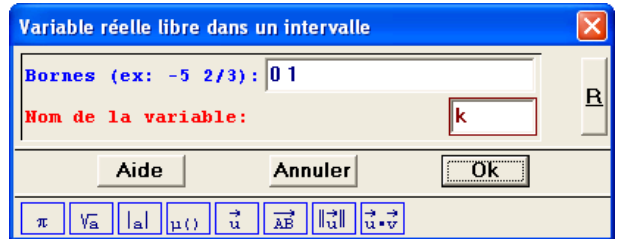
- A la place de $m1$, afficher : $\$gBase$
- A la place de $m2$, afficher : $\$gHauteur$

Il faut veiller à respecter **scrupuleusement** la syntaxe sinon Géoplan émettra un message d'erreur. L'utilisation de « $\$g$ » permet d'afficher le texte en gras (pour obtenir toutes les mises en forme possibles utilisables dans un texte, se reporter à l'aide en ligne de Géoplan, rubrique Formatage d'un texte, à partir du sommaire de l'aide).

Une fois le texte tapé, cliquer sur [EXECUTER] pour fermer la boîte de dialogue et actualiser la figure.

- 4 Créer l'affichage $Af0$ de la formule de l'aire du parallélogramme.
- 5 Pour créer l'animation, il faut s'imaginer un point M décrivant le segment $[BC]$ et entraînant le triangle dans son sillage. Mathématiquement, un tel point est défini par la relation vectorielle : $\overrightarrow{BM} = k\overrightarrow{BC}$ avec k réel variant de 0 à 1.

↪ En pratique, il s'agit donc de créer une variable réelle libre dans un intervalle à l'aide du menu [CREER][NUMERIQUE][VARIABLE LIBRE DANS UN INTERVALLE].



↪ Puis construire le point M comme l'image du point B par la translation de vecteur $k\vec{BC}$ par le menu [CREER][POINT][POINT IMAGE PAR][TRANSLATION VECTEUR].



↪ Pour le moment, le point M se pilote à l'aide des flèches de direction.

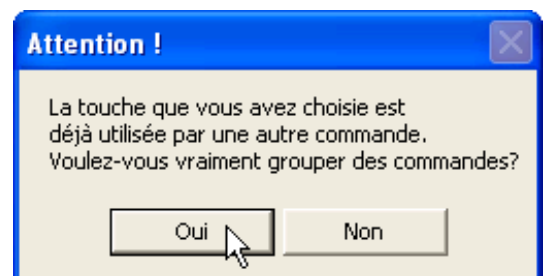
- ⑥ Construire le triangle rectangle qui a pour sommet le point M . On appellera $T1$ ce triangle.
- ⑦ Cacher tous les objets devenus désormais inutiles (les sommets du triangle, les droites utilisées pour le construire, ...)
- ⑧ Maintenant que tous les éléments sont en place, il ne reste plus qu'à créer les commandes permettant d'animer la figure.

↪ La touche \square doit tout d'abord provoquer l'affichage du triangle $T1$ et du trapèze $P2$: créer la commande $Cm0$, affectée à la touche \square , dessin en bloc de $T1$ et de $P2$, puis appuyer sur \square pour cacher $T1$ et $P2$.

↪ À l'appui sur la touche \square , le point M doit être confondu avec le point B , autrement dit, la variable k doit être égale à 0.
Créer la commande $Cm1$, affectée aussi à la touche \square en utilisant le menu [CREER][COMMANDES][AFFECTATION DIRECTE] :



↪ Le fait d'affecter plusieurs commandes à une même touche permet de grouper ces commandes, et de les exécuter simultanément. Géoplan nous alerte par le message ci-contre :



↪ L'appui sur la touche \square doit enfin provoquer la disparition du parallélogramme $P1$: créer la commande $Cm2$, affectée à la touche \square , dessin en bloc de $P1$.

- ↪ La touche **[1]** provoque l'affichage des mots « Hauteur » et « Base » : créer la commande Cm3, affectée à la touche **[1]**, dessin en bloc de $m1$ et $m2$.
- ↪ La touche **[2]** doit tout d'abord cacher le point A : créer la commande Cm4, affectée à la touche **[2]**, dessin en bloc de A.

- ↪ L'appui sur la touche **[2]** doit aussi provoquer le parcours de l'intervalle $[0, 1]$ par le réel k . On va donc commencer par créer une commande d'affectation directe Cm5, qui va affecter la valeur $k + 0,01$ à la variable k . La commande Cm5 est affectée à la touche AUCUNE car il est inutile, dans le cas présent, qu'une touche déclenche l'incrément de k .



- ↪ Répéter 100 fois la commande Cm5 permet le déplacement du triangle. Pour répéter ainsi une commande, on utilise le menu [CREER][COMMANDE][REPETITION DE COMMANDES] :



- ↪ L'appui sur la touche **[3]** doit provoquer l'affichage de la formule : créer la commande Cm7, affectée à la touche **[3]**, dessin en bloc de Af0.

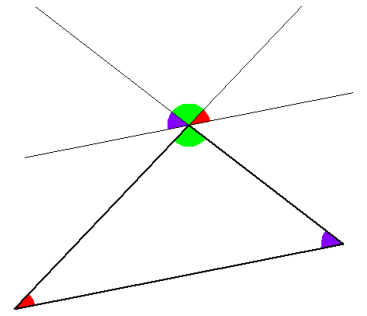
- ↪ Pour réinitialiser la figure à l'aide de la touche ESPACE, il suffit d'exécuter les commandes Cm0, Cm1, Cm2, Cm3, Cm4 et Cm7 :



2) Réaliser un affichage conditionnel

Il y a de nombreux moyens d'illustrer la propriété sur la somme des angles d'un triangle en 5^e. On peut, par exemple, procéder comme dans l'imagiciel suivant : [sommeangles1.g2w](#).

L'animation est déclenchée à l'aide des flèches du clavier, et on remarque la présence d'un affichage conditionnel des marques d'angles (réalisé à l'aide de la fonction μ) qui n'apparaissent qu'à la fin de l'animation.



Géoplan

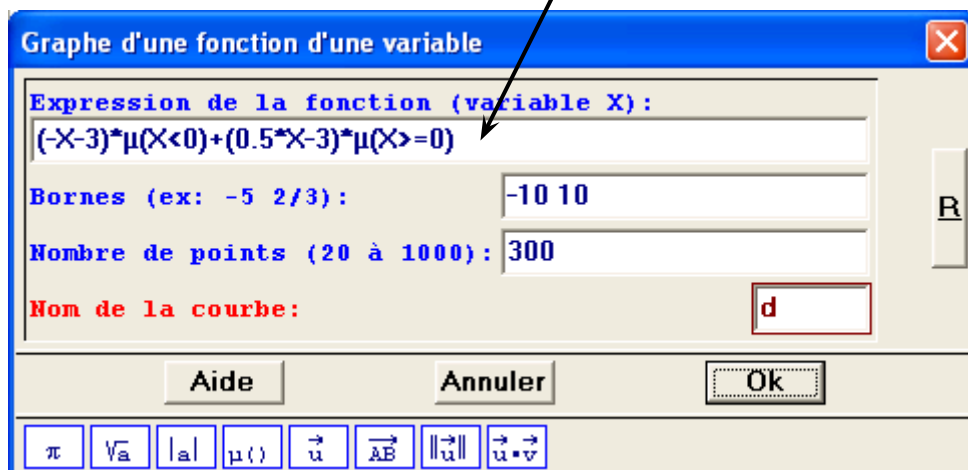
La fonction μ est une fonction particulière de Géoplan qui renvoie 1 si une condition est vérifiée et 0 sinon. Par exemple :

- ↪ « $\mu(x \geq 3)$ » vaut 1 si la variable x est plus grande ou égale à 3, sinon elle est égale à 0.
- ↪ « $\mu(x > 5 \text{ ET } x < 9)$ » vaut 1 si la variable x est strictement comprise entre 5 et 9, 0 sinon.
- ↪ « $\mu(x < 10 \text{ OU } y > 5)$ » vaut 1 si l'une des conditions (x plus petit que 10, y plus grand que 5) au moins est vérifiée, 0 sinon.

Géoplan connaît les opérateurs logiques ET, OU et NON qui peuvent s'utiliser dans l'écriture d'une condition avec la fonction μ .

On peut aussi utiliser la fonction μ pour représenter graphiquement des fonctions définies par intervalles. Si l'on considère la fonction f définie par $f(x) = -x - 3$ pour $x < 0$ et $f(x) = 0,5x - 3$ pour $x \geq 0$, on utilisera la syntaxe suivante dans le logiciel pour définir cette fonction :

$$(-X-3) * \mu(X < 0) + (0.5 * X - 3) * \mu(X \geq 0)$$



- En effet, si x est plus petit que 0, alors $\mu(X < 0) = 1$ et $\mu(X \geq 0) = 0$ et dans ce cas, la fonction devient : $f(x) = -x - 3$.
- Et si x est supérieur ou égal à 0, alors $\mu(X < 0) = 0$ et $\mu(X \geq 0) = 1$ et dans ce cas, la fonction devient : $f(x) = 0,5x - 3$.

La fonction μ est également très intéressante lorsqu'il s'agit de faire apparaître ou disparaître des objets selon certaines conditions, comme on le verra par la suite.

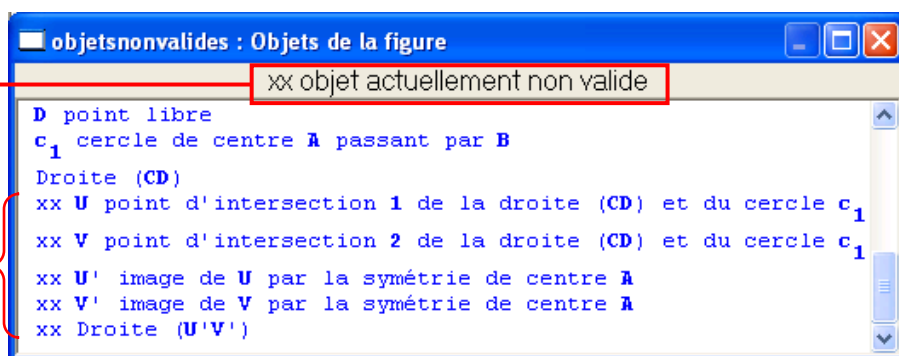
Les affichages conditionnels d'objets dans Géoplan, reposent sur une fonctionnalité importante du logiciel : la possibilité de créer des objets « non valides ».

On peut, par exemple, définir les points d'intersection U et V entre une droite d et un cercle C qui ne sont pas sécants. Les points U et V n'« existent » pour le logiciel qu'à partir du moment où la droite d coupe effectivement le cercle C . De même pour tous les objets construits à partir de U et de V .

Exemple : [objetsnonvalides.g2w](#)

Astuce :

Les objets non valides apparaissent dans la liste de rappel des objets construits précédés de « xx ».



Géoplan

↳ Pour réaliser un affichage conditionnel :

En pratique, pour réaliser l'affichage conditionnel d'un objet dans Géoplan, il est indispensable que l'existence de cet objet repose sur l'existence d'autres objets (un ou plusieurs) qui ne seront eux-mêmes valides que lorsque la condition est réalisée.

Pour qu'un objet existe ou non selon une condition donnée, on utilise la plupart du temps la fonction μ associée à une translation de vecteur nul ou à un barycentre.

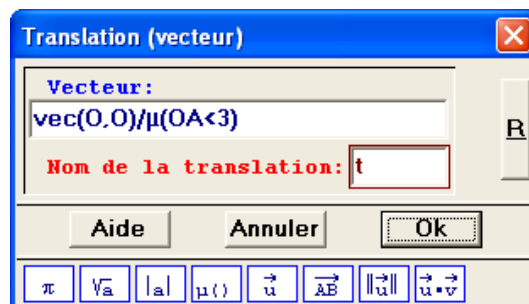
Exemple ❶ : avec une translation

O et A sont deux points libres. On désire faire apparaître un cercle de centre O et de rayon 3 cm uniquement lorsque le point A est à moins de 3 cm du point O .

- 1) On trace le cercle C_1 de centre O et de rayon 3 cm, puis on le cache.
- 2) À l'aide du menu [CREER][TRANSFORMATION][TRANSLATION (vecteur)] on définit la translation t , de vecteur :

$$\text{teur : } \frac{\vec{OO}}{\mu(OA < 3)}$$

Lorsque $OA \geq 3$, $\mu(OA < 3) = 0$ et donc la translation n'existe pas. En revanche, lorsque $OA < 3$, $\mu(OA < 3) = 1$ et la translation existe. On peut alors créer le cercle C_2 , image du cercle C_1 par la translation t : [CREER][LIGNE][CERCLE][IMAGE D'UN CERCLE].



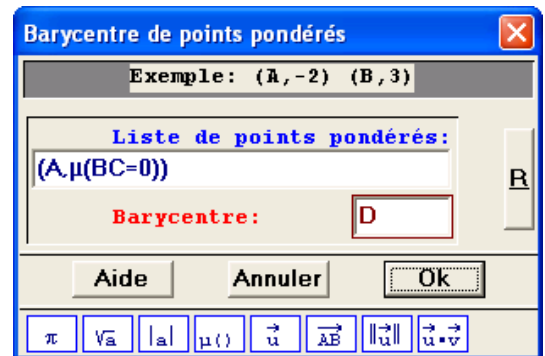
▲ Fichier fini : [cercllemagique.g2w](#) ▼

Exemple ② : avec un barycentre

C est un point libre sur une droite (AB) . On désire afficher la droite d perpendiculaire à (AB) passant par A lorsque C est confondu avec B .

On utilise le menu [CREER][POINT][BARYCENTRE], et on définit le point D comme étant le barycentre du point A affecté du coefficient $\mu(BC=0)$.

Il ne reste alors plus qu'à cacher le point D et à tracer la droite d perpendiculaire à (AB) passant par D .



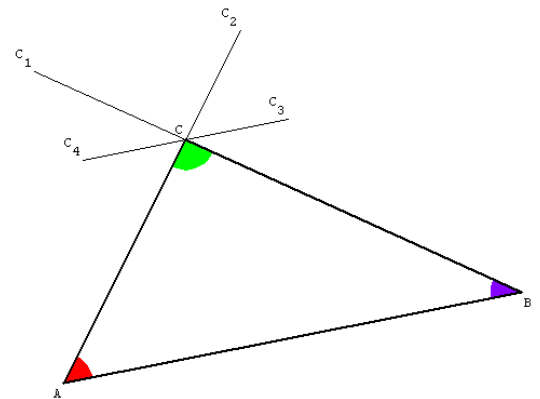
Remarque : en pratique, l'utilisation de $\mu(BC=0)$ pose problème du fait de la précision de calcul et d'affichage requise. D'un point de vue informatique, B et C sont représentés par des coordonnées et des groupes de pixels qui peuvent, selon l'inclinaison de la droite (AB) par exemple, ne jamais être exactement égaux. On préférera donc une pondération de la forme $\mu(BC < 0.01)$ pour définir le point D .

▲ Fichier fini : [perpmagique.g2w](#) ▼

Réalisation technique

Réalisation de l'imagiciel [sommeangles1.g2w](#)

- ↳ Créer un triangle ABC (A , B et C sont libres dans le plan).
- ↳ Définir une variable numérique k parcourant l'intervalle $[0; 1]$
- ↳ C_1 est l'image de C par la translation de vecteur $k \times \overrightarrow{BC}$
- ↳ C_2 est l'image de C par la translation de vecteur $k \times \overrightarrow{AC}$
- ↳ C_3 est l'image de C par la translation de vecteur $0,5 \times k \times \overrightarrow{AB}$
- ↳ C_4 est l'image de C par la translation de vecteur $0,5 \times k \times \overrightarrow{BA}$



Pour marquer les angles on utilise un prototype (voir page 56) tout fait, fourni dans Prototypique (voir page 167) :

```

Début de [1 marque d'angle (auto)]
B point donné
A point donné
C point donné
r = rac(2)
m mesure de l'angle de vecteurs (vec(A,B),vec(A,C)) en degré
d = μ(abs(abs(m)-90)>0.000001)
l = min(AB,AC) (unité de longueur Uoxy)
P1 image de A par la translation de vecteur 0.4*min(1,l/3)*vec(A,B)/AB
                                                                    (unité de longueur Uoxy)
P2 image de P1 par la rotation de centre A et d'angle d*m/10 (degré)
    
```

P3 image de P2 par la rotation de centre A et d'angle $d*m/10$ (degré)
 P4 image de P3 par la rotation de centre A et d'angle $d*m/10$ (degré)
 P5 image de P4 par la rotation de centre A et d'angle $d*m/10$ (degré)
 P6 image de P5 par la rotation de centre A et d'angle $d*m/10$ (degré)
 P7 image de P6 par la rotation de centre A et d'angle $d*m/10$ (degré)
 P8 image de P7 par la rotation de centre A et d'angle $d*m/10$ (degré)
 P9 image de P8 par la rotation de centre A et d'angle $d*m/10$ (degré)
 P10 image de P9 par la rotation de centre A et d'angle $d*m/10$ (degré)
 P11 image de P10 par la rotation de centre A et d'angle $d*m/10$ (degré)
 P12 image de P1 dans la similitude (centre A angle $(m/abs(m))*45*(1-d)+m*d$
 (degré) rapport $r*(1-d)+d$)
 P13 image de P1 par la rotation de centre A et d'angle
 $m*d+(m/abs(m))*90*(1-d)$
 (degré)
 M polygone AP1P2P3P4P5P6P7P8P9P10P11P12P13
 Description de l'interface
 M est la 1 marque d'angle B et A et C.
 Point sur un côté de l'angle
 Sommet de l'angle :
 Point sur l'autre côté de l'angle :
 Nom de la marque (polygone)
 Trace une marque sur l'angle et met un carré si l'angle
 est droit. La taille est en fonction des longueurs des côtés de l'angle.
 Que demander de plus :)
 Fin de [1 marque d'angle (auto)]

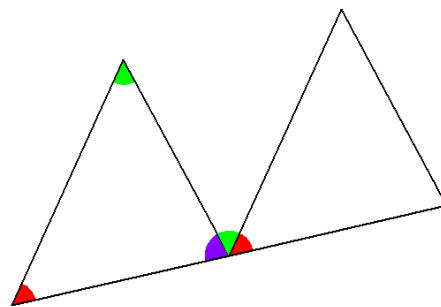
L'objet Marque d'angle est créé à partir du sommet de l'angle et de deux points, chacun sur l'un des côtés de l'angle.

Ainsi pour réaliser l'affichage conditionnel des marques d'angles lorsque k vaut 1, il suffit de définir les trois marques d'angles à partir d'un sommet qui n'existe que lorsque k est égal à 1 :

- ↳ Z est le barycentre de C affecté du coefficient $\mu(k = 1)$
- ↳ n_1 est la marque de l'angle $\widehat{C_2 Z C_3}$
- ↳ n_2 est la marque de l'angle $\widehat{C_4 Z C_1}$
- ↳ n_3 est la marque de l'angle $\widehat{C_1 Z C_2}$

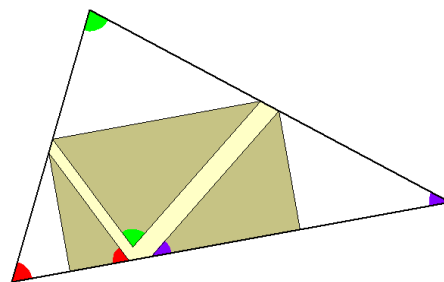
► EXERCICE

Réaliser cet imagiciel : [sommeangles2.g2w](#)



► EXERCICE

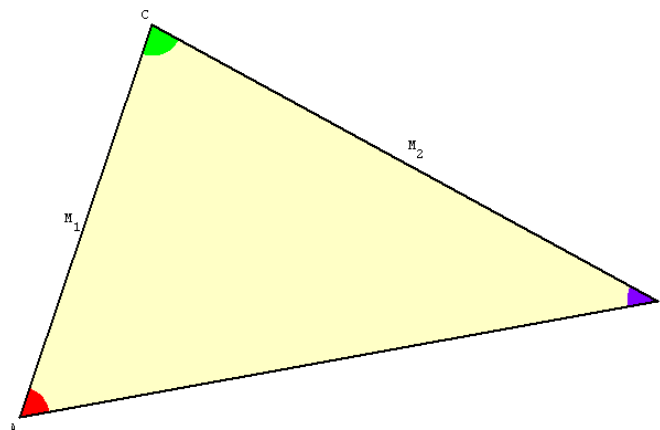
Réaliser cet imagiciel : [sommeangles3.g2w](#)



Astuce :

Pour que l'animation puisse opérer de façon correcte dans ce dernier imagiciel, il est nécessaire que les angles \hat{A} et \hat{B} soient aigus. Comme tous les objets animés dépendent des milieux M_1 et M_2 des côtés $[AC]$ et $[BC]$, on peut subordonner leur existence à la condition angulaire précédemment citée. Pour réaliser cela :

- On définit x_1 la mesure de l'angle \widehat{BAC} et x_2 celle de l'angle \widehat{ABC} ;
- On nomme (puis l'on cache) H_1 et H_2 les milieux respectifs de $[AC]$ et $[BC]$;
- M_1 est alors défini comme le barycentre de H_1 affecté du coefficient $\mu(x_1 < 90 \text{ ET } x_2 < 90)$;
- De la même façon, M_2 est le barycentre de H_2 pondéré par $\mu(x_1 < 90 \text{ ET } x_2 < 90)$;
- Toutes les autres constructions utilisées dans l'animation ont pour antécédents (ou sont bâties sur des constructions qui ont elles-mêmes pour antécédents) M_1 ou M_2 .

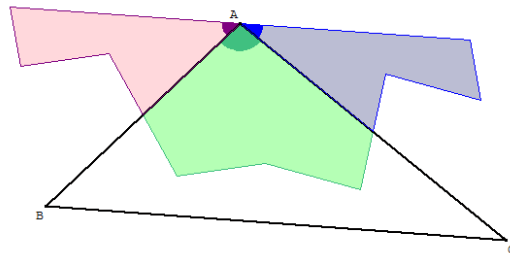


Pour le plaisir : [sommeangles.g3w](#)

► EXERCICE

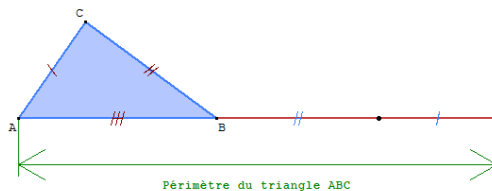
Réaliser cet imagiciel : [sommeangles4.g2w](#)

(inspiré de http://pedagogie.ac-amiens.fr/maths/BAT/Triangles/somme_angles.html)



► EXERCICE

En classe de sixième par exemple, il est assez courant de « déplier » des polygones afin de comparer leurs périmètres. Le dépliage peut être illustré à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique : [depliage.g2w](#)



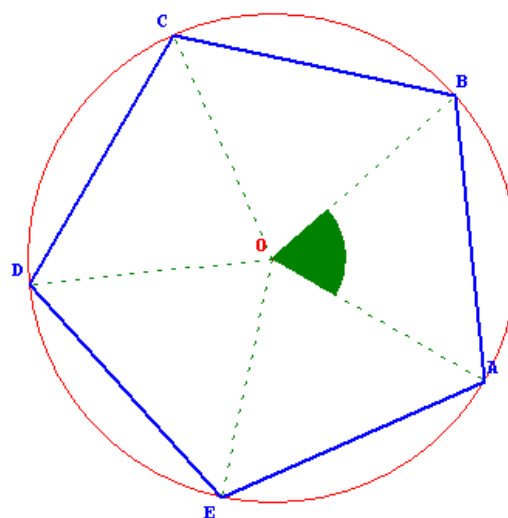
► EXERCICE

Il s'agit d'illustrer la notion de polygone régulier à l'aide de l'imagiciel suivant : [poly-reg.g2w](#).

Le nombre de côtés du polygone se pilote à l'aide des flèches du clavier et les sommets du polygone sont modifiés en conséquence.

Nombre de côtés = 5

$$\text{Angle au centre} = \frac{360}{5} = 72^\circ$$

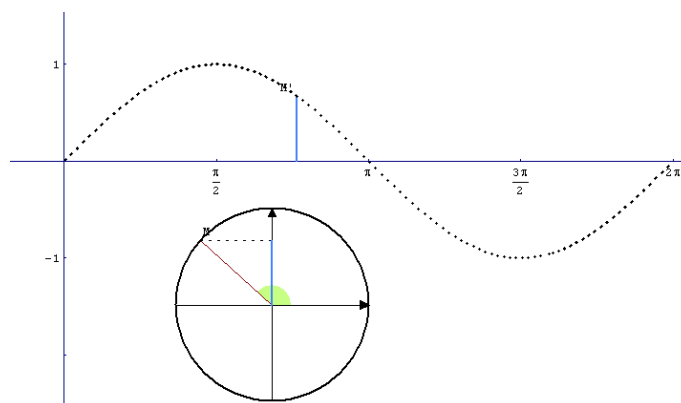


3) Avec le temps actif

Parmi les objets prédéfinis dans Géoplan, il en existe un très particulier : la variable numérique « time » qui représente le temps écoulé, en secondes, depuis minuit.

L'utilisation au sein d'un fichier Géoplan de la variable `time` permet la réalisation d'animations basées sur le temps.

Dans le fichier [sinus.g2w](#), un point M décrit le cercle trigonométrique en dix secondes, tandis qu'un point M' décrit au même moment la courbe représentative de la fonction sinus dans un repère personnalisé de Géoplan.



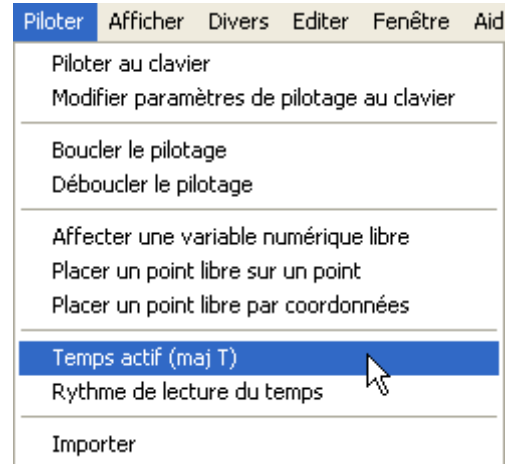


✎ Pour utiliser le temps actif dans une figure :

La variable `time` n'est mise à jour par le logiciel qu'à partir de l'instant où le temps est déclaré « actif ».

- 1) La commande **[PILOTER][TEMPS ACTIF]** (activable également par le raccourci clavier **Shift T**) permet de déclencher l'actualisation de la variable `time` par Géoplan. Le logiciel actualise cette variable à un rythme défini à l'aide de la commande **[PILOTER][RYTHME DE LECTURE DU TEMPS]**.
- 2) Le concepteur d'un fichier Géoplan peut également rendre le temps actif par défaut à l'ouverture d'une figure, en incluant la phrase-clé suivante dans le texte de la figure :

Démarrer avec le temps actif



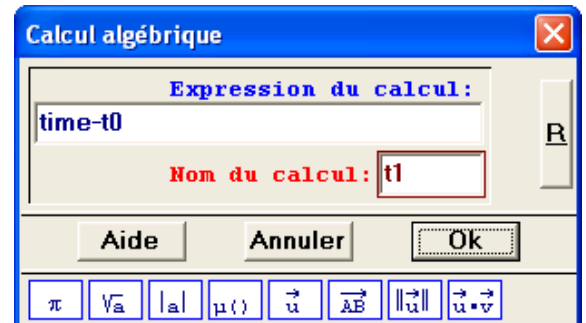
✎ Durée écoulée depuis l'appui sur une touche :

À moins de vouloir réaliser une application basée sur une horloge, il est rare d'utiliser la variable `time` telle quelle. On a le plus souvent besoin d'une variable qui s'initialise à la valeur 0 lors de l'appui sur une touche et qui est égale ensuite à la durée écoulée en secondes depuis l'appui sur cette touche.

- 1) Il suffit de créer une variable numérique libre, par exemple, t_0 et de lui attribuer la valeur de la variable `time` à l'appui sur une touche (on utilise la commande **[CREER][COMMANDE][AFFECTATION DIRECTE]**).



- 2) Il ne reste alors plus qu'à définir une variable (commande **[CREER][NUMERIQUE][CALCUL ALGEBRIQUE]**), par exemple t_1 , égale à la différence entre `time` et t_0 .



Dès lors, t_1 est égal à la durée, en secondes, écoulée depuis l'appui sur la touche désignée (dans notre exemple, il s'agit de la touche **A**).

Réalisation technique

En pratique, de nombreux petits problèmes se posent lorsqu'il s'agit de concevoir un fichier similaire au fichier [sinus.g2w](#) proposé ici.

- ❶ Comme expliqué précédemment, on déclare une variable libre t_0 , à laquelle on affecte

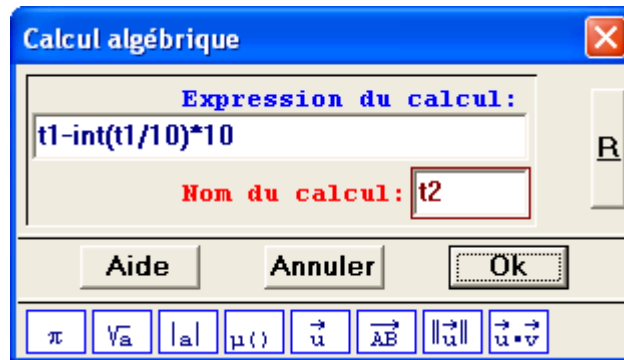
la valeur de t_{ime} à l'appui sur la touche $\boxed{0}$.

La variable t_1 est égale à $t_{ime} - t_0$.

- ② Pour que le point M décrive le cercle trigonométrique en dix secondes, on peut définir une variable t_2 à valeurs dans l'intervalle $[0; 10]$:

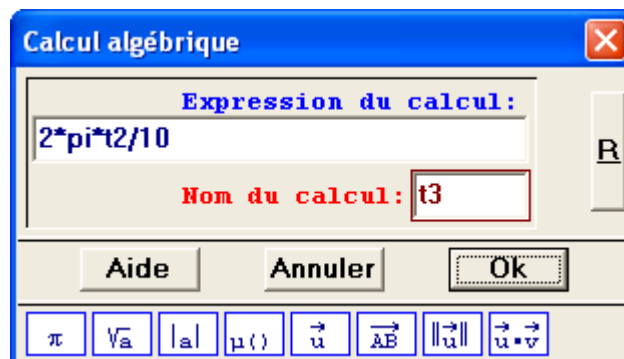
$$t_2 = t_1 - E\left(\frac{t_1}{10}\right) \times 10$$

où $E(x)$ = partie entière de x (qui se code « int » dans Géoplan – voir page 20).



- ③ Il ne reste plus qu'à définir une nouvelle variable t_3 qui parcourt l'intervalle $[0; 2\pi]$ en dix secondes :

$$t_3 = 2\pi \times \frac{t_2}{10}$$



(bien sûr, plutôt que de procéder par étapes comme on vient de le faire, il aurait été possible de définir de façon plus directe la variable t_3 , au détriment de la lisibilité et de la compréhension du texte de la figure).

Le point M est ainsi repéré sur le cercle par ses coordonnées $(\cos(t_3); \sin(t_3))$, tandis que le point M' est repéré, dans le repère personnalisé, par les coordonnées $(t_3; \sin(t_3))$.

- ④ Dans l'état actuel des choses, l'animation fonctionne correctement. Seulement, lorsque l'on stoppe l'animation (touche $\boxed{\text{Shift T}}$) et qu'on la reprend plus tard, on constate un saut dans la position du point M , puisque celle-ci dépend du temps. Pour remédier à cela, nous allons programmer une pause de l'animation, déclenchée à partir de la touche \boxed{P} .

Analysons la situation :

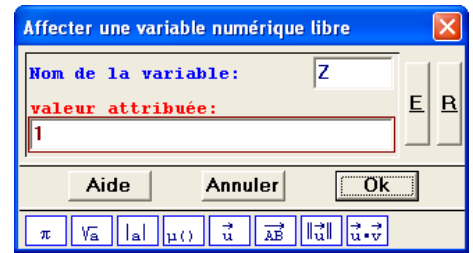
- lorsque l'utilisateur appuie une première fois sur la touche \boxed{P} , les points M et M' doivent se figer. On obtient cela si l'on arrive à bloquer la variable t_1 ;
- un second appui sur \boxed{P} doit non seulement débloquer t_1 , mais également, redonner à t_1 la valeur qui était la sienne au moment du premier appui sur la touche \boxed{P} . Or, on se souvient que $t_1 = t_{ime} - t_0$. Ainsi, en affectant à t_0 la valeur correcte, il est possible d'attribuer à t_1 toute valeur.

En pratique :

- ↪ Tout d'abord, il convient de pouvoir distinguer le premier appui du second appui sur la touche **P**.

L'astuce consiste à introduire une nouvelle variable numérique, Z par exemple, égale à -1 lorsqu'on a appuyé sur **P**, et à 1 sinon.

Pour initialiser la valeur de Z , on passe par la commande **[PILOTER][AFFECTER UNE VARIABLE NUMERIQUE LIBRE]**.



- ↪ La deuxième étape consiste à modifier la définition de t_1 , de telle sorte que sa valeur s'adapte au contexte : points M et M' mobiles ($Z = 1$) ou immobiles ($Z = -1$).

$$t_1 = (t_{ime} - t_0) \times \mu(Z = 1) + t_0 \times \mu(Z = -1)$$

D'après cette définition :

- lorsque $Z = 1$: $t_1 = t_{ime} - t_0$;
- lorsque $Z = -1$: $t_1 = t_0$.

Reste bien entendu à adapter la valeur de t_0 en conséquence.

- ↪ Nous allons utiliser la commande **[CREER][COMMANDE][AFFECTATION DIRECTE]** pour gérer l'appui sur la touche **P**.

D'une part, Z doit se voir affecter son opposé, et d'autre part il convient d'affecter à t_0 la valeur adéquate :

- lorsque l'on veut mettre l'animation en pause : Z vaut 1 , et t_0 doit se voir affecter la valeur de t_2 ;
- lorsque l'on veut relancer l'animation mise en pause : $Z = -1$ et une valeur de t_0 égale à $t_{ime} - t_2$ conviendra pour assurer la continuité des positions des points M et M' .

Autrement dit, à l'appui sur **P**, la nouvelle valeur de Z sera $-Z$, tandis que la nouvelle valeur de t_0 sera donnée par $t_2 \times \mu(Z = 1) + (t_{ime} - t_2) \times \mu(Z = -1)$.



- ↪ Il faut également penser à modifier la définition de la commande relative à la touche **0**. En effet, on peut désormais appuyer sur **0** quand l'animation est en pause et, dans ce cas, ce n'est plus t_{ime} qu'il faut affecter à t_0 , mais la valeur 0 . Ainsi, l'appui sur la touche **0** doit maintenant affecter la valeur $t_{ime} \times \mu(Z = 1) + \mu(Z = -1)$ à t_0 .

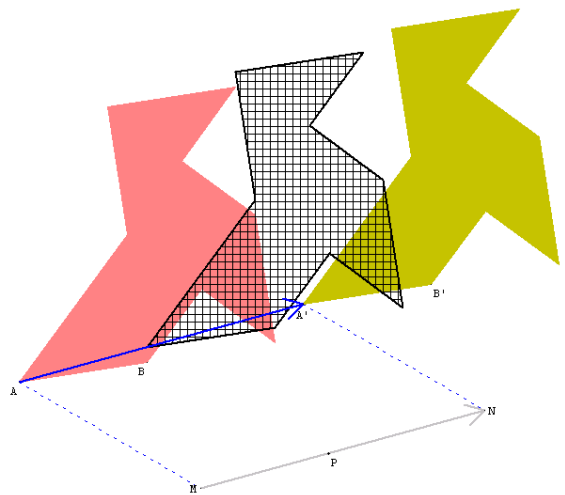


► EXERCICE

(Librement inspiré de <http://bernard.gault.free.fr/tice.htm#G%E9oplanw>)

Il s'agit de réaliser un imagiciel illustrant l'action d'une translation de vecteur \overrightarrow{MN} sur une « cocotte ».

À l'appui sur une touche, on observe le « glissement » de la cocotte depuis sa position de départ jusqu'à sa position d'arrivée. La cocotte a été réalisée à l'aide d'un prototype (voir page 56).



▲ Fichier fini : [cocotte.g2w](#) ▼

Remarque : À de rares exceptions près, la plupart des imagiciels qui utilisent la technique du temps actif, sont également concevables en mettant en œuvre la technique rencontrée page 37 basée sur des incréments successifs d'une variable (il est d'ailleurs souvent plus simple de boucler le pilotage d'une variable plutôt que d'effectuer des calculs basés sur le temps afin que l'animation tourne en boucle). C'est au concepteur de choisir la technique qui lui semble la plus appropriée selon le contexte, ou simplement, la technique avec laquelle il se sent le plus à l'aise.

4) Réaliser un dessin par bloc conditionnel

La commande de dessin par bloc manque de souplesse, et n'autorise pas, par exemple, d'assigner une condition permettant de déclencher ou non l'apparition d'un objet.

Imaginons à titre d'exemple, une figure comportant un triangle dont les sommets sont trois points libres, un cercle centré sur un point libre et de rayon 2 cm, ainsi qu'un rectangle défini par sa diagonale (deux points libres également).

On désire que la touche **T** provoque une commande similaire à une commande de dessin par bloc, qui permet de cacher ou de montrer le triangle, mais à la condition que le cercle et le rectangle soient cachés. De même, la touche **C** doit permettre d'afficher le cercle si le triangle et le rectangle sont cachés et la touche **R** doit montrer le rectangle si le triangle et le cercle sont cachés.

L'idée consiste à utiliser ce que nous qualifierons de « variables d'état », des variables dont la valeur indique la présence ou non d'un objet à l'écran.

↳ Pour créer les variables d'état :

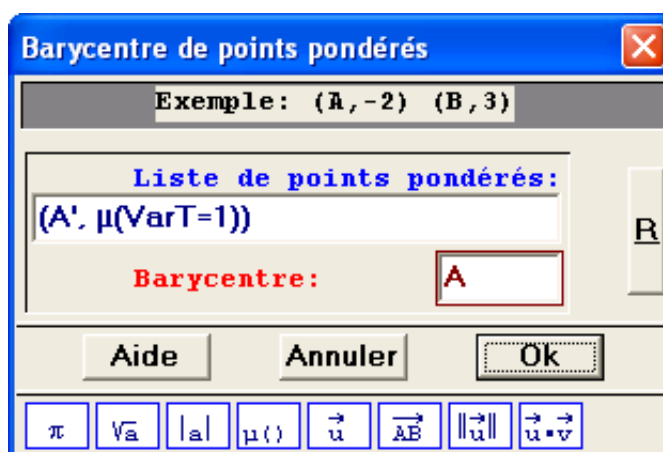
- 1) Commençons par définir une variable relative à l'état du triangle. Le menu [CREER][NUMERIQUE][VARIABLE ENTIERE LIBRE DANS UN INTERVALLE] permet de créer la variable entière $VarT$ libre dans l'intervalle $[0; 1]$. Ainsi définie, cette variable ne peut prendre que les valeurs 0 ou 1. Plus loin, nous rendrons $VarT$ égale à 0 lorsque le triangle est caché, et égale à 1 quand le triangle est à l'écran.
- 2) Utilisons ensuite la commande [PILOTER][BOUCLER LE PILOTAGE] pour boucler le pilotage de la variable $VarT$. Ainsi, il suffit d'ajouter 1 à la variable $VarT$ pour la faire passer de 0 à 1 ou de 1 à 0.
- 3) Il est aussi souhaitable d'interdire le pilotage de cette variable à l'aide des flèches du clavier : [DIVERS][FILTRER][INTERDIRE PILOTER] (voir page 68).
- 4) On crée ensuite, de façon identique, deux variables $VarD$ et $VarR$ qui permettront respectivement de déterminer et de modifier les états du cercle et du rectangle (on n'est pas autorisé à créer une variable nommée $VarC$ car elle contient le mot-clé « arc »).

↳ Pour créer les objets :

Chacun des objets à traiter (triangle, cercle, rectangle) doit être rendu dépendant d'un objet dont l'existence dépend elle-même de la valeur de la variable d'état associée à l'objet.


- 1) Le triangle ABC existe si tous ses sommets sont correctement définis. Pour cacher ou montrer le triangle à volonté, il n'y a qu'à rendre l'un de ses sommets dépendant de la variable $VarT$.

On crée pour cela un point A' libre dans le plan. Le point A est alors défini comme le barycentre du point A' affecté du coefficient $\mu(VarT = 1)$.



Cette méthode présente un inconvénient : le point A n'est alors plus un point libre du plan. Qu'à cela ne tienne, puisque A' l'est, peut-on se dire. Oui... Mais... Si l'on cache le point A' à l'aide de la boîte de styles, le point A n'est plus sélectionnable par l'utilisateur (forcément, puisqu'il n'est pas libre !). Il ne faut donc surtout pas cacher le point A' . Deux solutions s'offrent alors à nous :

- Avec la boîte de styles, on essaie de rendre le point A' invisible, mais pas caché !

On utilise pour cela le bouton  afin de cacher le nom du point et de rendre la marque la plus fine possible. On peut aussi faire usage de la palette de couleurs pour rendre la marque de couleur blanche.

- Une solution plus élégante (mais pas toujours utile en pratique, sauf si le nom des sommets n'a pas à être caché) consiste à cacher le point A , et à faire afficher, à la place du nom A' , le nom A . On utilise la phrase clé (voir page 38) :
 - A la place de A' , afficher : A

Dans le cas présent, cette dernière possibilité n'est pas adaptée : on désire cacher et montrer le triangle... ainsi que ses sommets. Or, l'existence du point A' n'est assujettie à aucune contrainte. En conséquence, il n'est pas possible de cacher A' tel qu'ainsi défini.

Puisque l'on désire cacher et montrer également les sommets du triangle à volonté, les sommets B et C doivent être définis de la même façon que le point A . Il est donc nécessaire de créer deux autres points libres B' et C' , et de nommer B et C leurs barycentres respectifs, affectés du coefficient $\mu(VarT = 1)$.

Ne reste plus alors qu'à créer le triangle T_1 défini par ses sommets A , B et C .

Évidemment, et, c'est ce à quoi l'on voulait aboutir, ni T_1 , ni A , B ou C n'existent, lorsque $VarT$ est différent de 1.

- 2) Le principe précédent est repris pour créer le cercle de centre D . D' est un point libre du plan, et D est le barycentre de D' affecté du coefficient $\mu(VarD = 1)$.
- 3) De même, les points E' et F' sont des points libres du plan, et E et F sont les barycentres de ces points affectés du coefficient $\mu(VarR = 1)$.

✎ Pour créer les commandes conditionnelles de dessins en bloc :

Nous n'allons surtout pas utiliser des commandes de dessin par bloc, mais des commandes d'affectations directes. Pour modifier l'état des objets, il suffit de modifier la valeur des variables $VarT$, $VarD$ et $VarR$. Comme ces variables sont « bouclées », nous n'avons qu'à leur ajouter 1 pour être certain de passer de 0 à 1 ou de 1 à 0.

Mais si nous nous contentons de basculer ainsi l'état des variables, nous n'avons alors réalisé qu'une banale instruction de dessin par bloc. Il faut de surcroît assigner une condition à l'incrément des différentes variables.

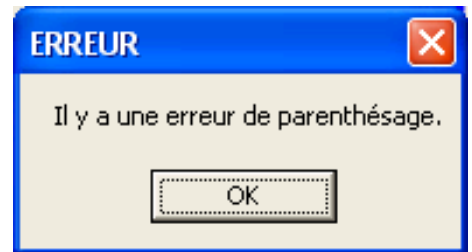
Considérons la variable $VarT$ par exemple.

- si $VarT = 0$, alors on ne la rend égale à 1 que si $VarD = 0$ et $VarR = 0$;
- si $VarT = 1$, alors, dès que l'utilisateur le souhaite, $VarT$ doit prendre la valeur 0, et ce, de façon inconditionnelle.

Une utilisation judicieuse de la fonction μ et des opérateurs logiques « et » et « ou » permet d'aboutir au résultat souhaité. Utilisons la commande [CREER][COMMANDE][AFFECTATIONS DIRECTES] et affectons à la variable $VarT$ la valeur $VarT + \mu((VarD = 0 \text{ et } VarR = 0) \text{ ou } VarT = 1)$.



Hélas, l'appui sur la touche « Ok » conduit au message d'erreur suivant :



Il s'agit là du bug de Géoplan ! Le même genre d'affectation dans Géospace est pourtant parfaitement validé par le logiciel.

Pour contourner le problème, on crée une variable intermédiaire νT ([CREER][NUMERIQUE]-[CALCUL ALGEBRIQUE]) égale à $\mu((VarD = 0 \text{ et } VarR = 0) \text{ ou } VarT = 1)$ et on affecte à $VarT$ la valeur de $VarT$ augmentée de νT lorsque l'on appuie sur la touche **T**.

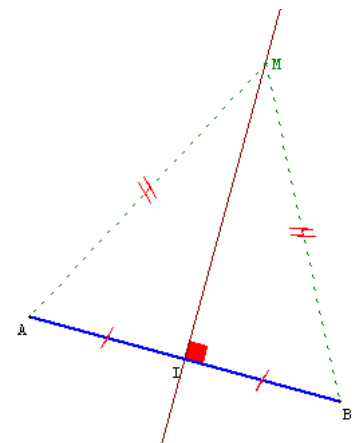
De la même façon, on définit la variable νD égale à $\mu((VarT = 0 \text{ et } VarR = 0) \text{ ou } VarD = 1)$ et la variable νR égale à $\mu((VarT = 0 \text{ et } VarD = 0) \text{ ou } VarR = 1)$. La touche **C** permet d'ajouter νD à $VarD$ et la touche **R** permet d'ajouter νR à $VarR$.

Ainsi, avec un petit peu d'astuce et au prix de quelques manipulations, nous sommes parvenus à réaliser les dessins par blocs du triangle, du cercle et du rectangle, à la condition que les autres n'existent pas.

▲ Fichier fini : [dessinbloc.g2w](#) ▼

► EXERCICE

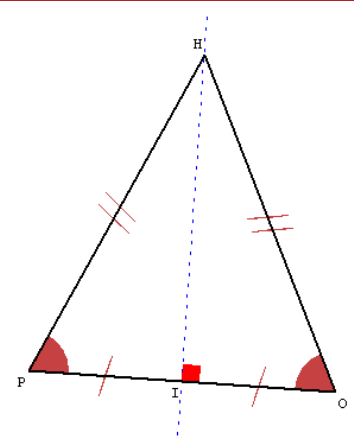
Dans cet imagiciel, nous faisons apparaître la médiatrice d'un segment ainsi qu'un point M sur cette médiatrice. La touche associée au dessin du point M ne doit déclencher son apparition qu'à la condition que la médiatrice soit tracée. Et la touche qui permet de cacher/montrez la médiatrice doit permettre de cacher aussi le point M lorsque la médiatrice est cachée.



▲ Fichier fini : [médiatrice.g2w](#) ▼

► EXERCICE

Il s'agit de réaliser un imagiciel illustrant les propriétés du triangle isocèle. Le codage de la figure relatif à la médiatrice de la base ne doit apparaître que si la médiatrice est elle-même tracée. Une difficulté supplémentaire ici réside dans le tracé des arcs de cercles qui codent les angles à la base (voir les commentaires associés à la figure).

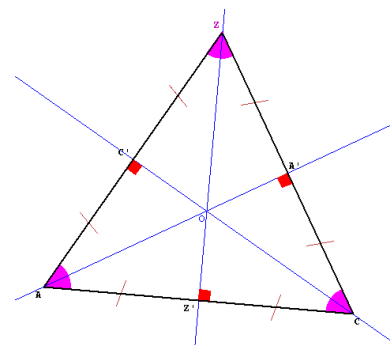


Dans le fichier corrigé, c'est une autre méthode que celle expliquée précédemment qui est mise en œuvre pour vérifier que la médiatrice est bien tracée. On utilise ici deux variables d'état.

▲ Fichier fini : [isocele.g2w](#) ▼

► EXERCICE

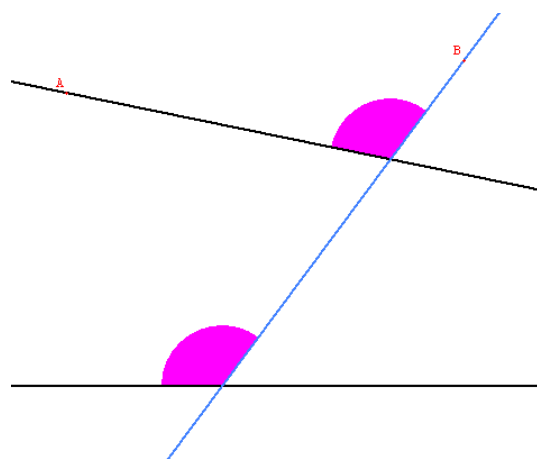
Ce qui vient d'être réalisé avec un triangle isocèle peut évidemment l'être aussi avec un triangle équilatéral. Ici le codage de la figure est « dynamique » et change selon que les médiatrices des côtés sont tracées ou non.



▲ Fichier fini : [equilat.g2w](#) ▼

► EXERCICE

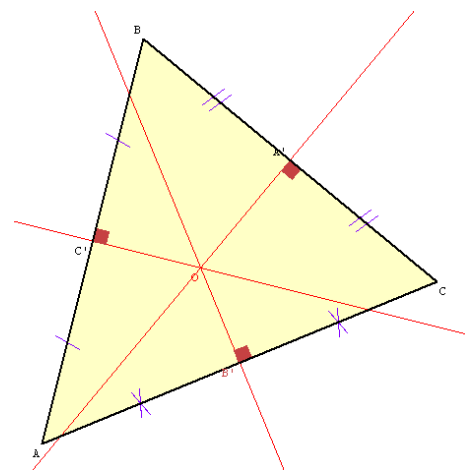
La figure à réaliser ici doit permettre d'illustrer les notions d'angles correspondants et alternes-internes. À l'aide des flèches du clavier, on doit pouvoir modifier la position des angles affichés. Comme il existe quatre paires d'angles correspondants, une variable d'état pouvant prendre quatre valeurs doit contrôler la paire d'angles correspondants à afficher.



▲ Fichier fini : [secante.g2w](#) ▼

► EXERCICE

En cinquième, on peut vouloir illustrer le chapitre « Droites remarquables du triangle ». Le codage relatif aux milieux des côtés doit être affiché lorsque les médianes ou les médiatrices sont présentes à l'écran et disparaître s'il n'y a plus de droites remarquables ou seulement des hauteurs. Il peut aussi être intéressant de prolonger les côtés du triangle lorsque le projeté orthogonal d'un sommet n'appartient plus au côté (segment) qui lui est opposé.



▲ Fichier fini : [dterem.g2w](#) ▼

III. Géoplan en salle informatique

III.A. Introduction

Se rendre en salle informatique pour y faire travailler les élèves n'est pas toujours aisé. Non seulement l'enseignant est soumis à des contraintes d'ordre matériel (état du matériel, nombre de postes disponibles, logiciels installés, place de l'activité dans la progression à mettre en rapport avec la possibilité ou non de réserver la salle informatique au bon moment, ...), mais il doit de plus adapter son enseignement au nouvel environnement de travail. Une fois les élèves en situation de travail devant les machines, ceux-ci avancent à

leur propre rythme et il sera très difficile pour le professeur de reprendre la main et de gérer globalement le groupe classe.

La solution passe par la distribution d'une fiche de travail (fiche-élève) précise et progressive ou encore l'obligation d'un rendu final (fichier, dossier, site web, ...). La fiche-élève doit contenir des consignes détaillées sur le travail attendu, d'éventuelles indications techniques sur l'utilisation du logiciel ou sur le lieu de stockage des différents fichiers, et bien souvent un questionnement mathématique (l'élève y répondra sur la fiche ou sur son cahier). Cette trace écrite ainsi conservée par les élèves permettra de faire la synthèse une fois de retour en classe, et évitera également que certains élèves pensent qu'en salle informatique on ne fait que « jouer » avec les ordinateurs.

Comme l'objectif de ce document consiste essentiellement à familiariser le lecteur avec la prise en main de Géoplan et de Géospace, nous ne reviendrons que très peu dans la suite sur la fiche-élève pouvant accompagner une activité informatique. Il s'agit cependant d'un point essentiel à ne pas négliger lors de la conception d'une activité informatique.

Astuce :



Un dernier conseil avant de se rendre en salle informatique : toujours prévoir un travail papier-crayon de secours en cas d'impondérables de dernière minute (réseau défaillant, logiciel refusant de démarrer, connexion inactive, travaux dans la salle informatique, ...).

III.B. Protéger un objet

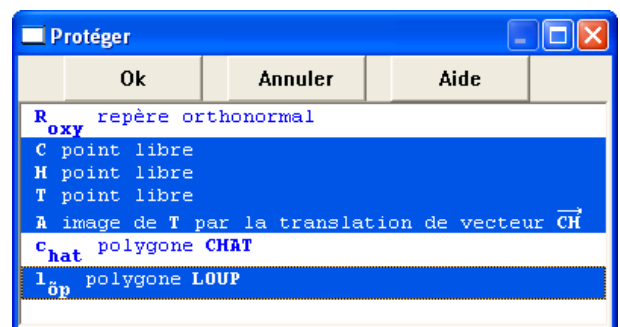
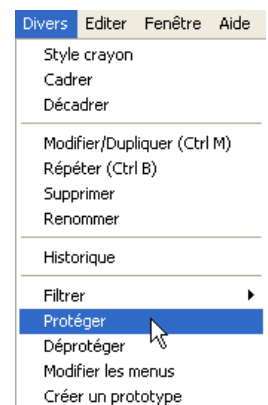
Il est souvent utile d'interdire l'effacement de certains ou de tous les objets déjà construits d'une figure. Pour ce faire, il faut protéger les objets construits.



Géoplan

↳ Pour protéger des objets :

- 1) Construire la figure.
- 2) Aller dans le menu **[DIVERS][PROTEGER]**.
- 3) Choisir ensuite les objets à protéger.
- 4) Pour déprotéger un objet, aller dans le menu **[DIVERS][DEPROTEGER]** et choisir les objets à déprotéger (on apprendra un peu plus loin à bloquer l'accès à certains menus).

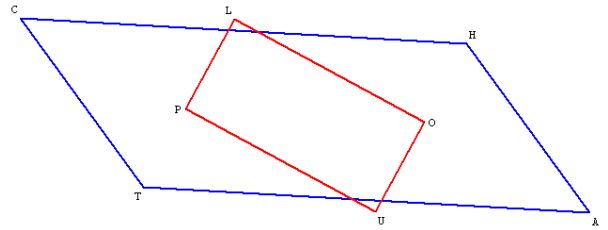


III.C. Des exercices pour conjecturer et chercher

1) Chat et loup

Cet exercice est une boîte noire⁶. Deux parallélogrammes apparaissent à l'écran. Le parallélogramme *LOUP* dépend du parallélogramme *CHAT*. On pose donc la question : **comment le parallélogramme *LOUP* a-t-il été construit ?**

Trois sommets de *CHAT* sont libres, les élèves peuvent les déplacer comme ils le désirent (*CHAT* reste toujours un parallélogramme). *CHAT* et *LOUP* ont été protégés (impossible d'effacer ces points).



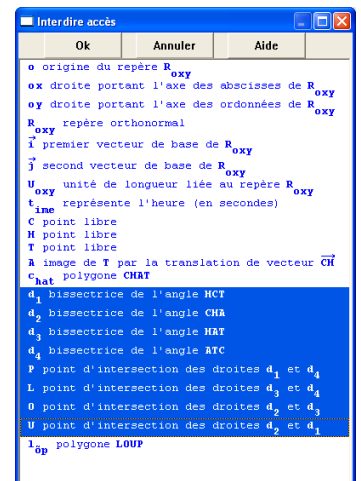
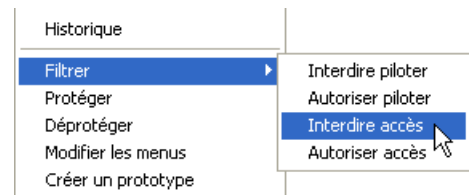
▲ Fichier fini : [Chatloup.g2w](#) ▼

Un problème se pose cependant, les élèves ne doivent pas avoir accès à la construction de *LOUP* dans le rappel des objets ou dans l'historique. On utilise alors la fonction interdire l'accès de Géoplan.

Géoplan

➤ Pour interdire l'accès à des objets :

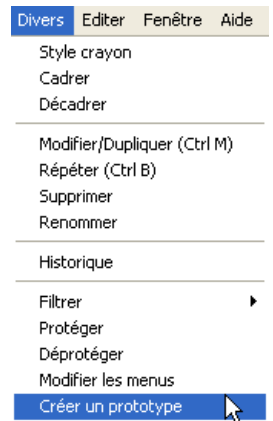
- 1) Construire la figure.
- 2) Aller dans le menu **[DIVERS][FILTRER][INTERDIRE L'ACCES]**.
- 3) Choisir ensuite les objets dont il faut interdire l'accès. Ils apparaissent alors en bleu foncé.
- 4) Pour autoriser à nouveau l'accès à un objet, aller dans le menu **[DIVERS][FILTRER][AUTORISER L'ACCES]**.



Cet exercice est aussi l'occasion d'utiliser les **prototypes**. Un prototype est une fonction, au sens informatique du terme, qui, une fois défini, permet comme tout article du menu Créer, de créer un objet à partir d'autres objets. On peut, par exemple, définir le prototype carré qui, à partir de deux points, crée un carré direct. Pour notre exercice, on va définir un prototype, *chatloup*, qui va créer le parallélogramme *LOUP* à partir de trois points *C*, *H* et *T*.

6. L'utilisateur doit simplement connaître le rôle de la fonction et les données à manipuler, mais il ne doit pas savoir comment la transformation se réalise. On dit que le processus est « transparent » pour l'utilisateur.

➤ Pour créer un prototype :

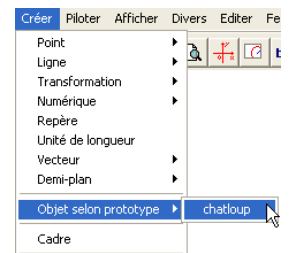


- 1) Construire la figure.
- 2) Aller dans le menu [DIVERS][CREER UN PROTOTYPE].

3) Compléter alors les champs :

La phrase modèle doit impérativement commencer par le nom de l'objet à construire, et doit comporter les noms des objets antécédents.

- 4) Désormais un menu [OBJET SELON PROTOTYPE] est apparu dans le menu [CREER]. Il contient le prototype que nous venons de créer.

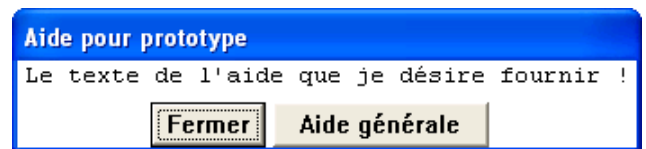
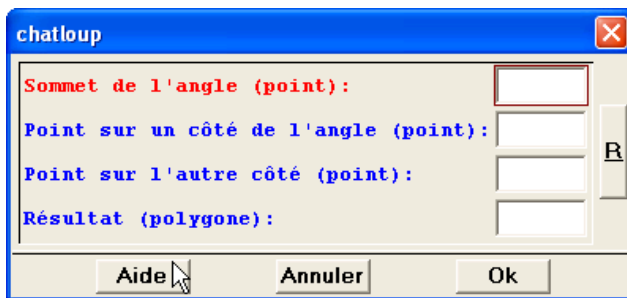


- 5) En choisissant ce menu, la fenêtre ci-contre va s'ouvrir. Cette fenêtre est créée automatiquement en fonction de la définition du prototype. Elle contient autant d'antécédents que nécessaire pour la création de l'objet final

- 6) Il est possible de modifier les intitulés apparaissant dans la fenêtre de création d'un objet prototype. Il faut pour cela ouvrir le texte de la figure et remplacer le texte « Antécédent 1 », ..., « Résultat » par ce que l'on désire :

Début de [chatloup] ... Description de l'interface loup à partir de C H T Antécédent 1 (point) : Antécédent 2 (point) : Antécédent 3 (point) : Résultat (polygone) : Aide particulière non écrite. Fin de [chatloup]	}	Début de [chatloup] ... Description de l'interface loup à partir de C H T Sommet de l'angle (point) : Point sur un côté de l'angle (point) : Point sur l'autre côté (point) : Résultat (polygone) : Aide particulière non écrite. Fin de [chatloup]
---	---	--

7) Il est également possible de créer une aide pour l'utilisation d'un prototype. Il suffit dans le texte du prototype de remplacer la phrase « Aide particulière non écrite. » par l'aide que l'on désire fournir. En cliquant sur le bouton [AIDE] l'utilisateur verra apparaître le message souhaité.



Astuce :



Le prototype créé est lié à la figure. Si vous commencez une autre figure, ce prototype ne sera plus présent. Pour utiliser à nouveau ce prototype dans une autre figure, il suffit de copier/coller le texte du prototype dans le texte de la nouvelle figure. Le texte du prototype est facilement repérable puisqu'il commence par « Début de [nom du prototype] » et se termine par « Fin de [nom du prototype] » et est placé au tout début du texte de la figure (juste après « Figure Géoplan - Numéro de version: 2 »).

Par ailleurs, une technique existe permettant d'ouvrir une figure contenant déjà certains prototypes : voir page 153.

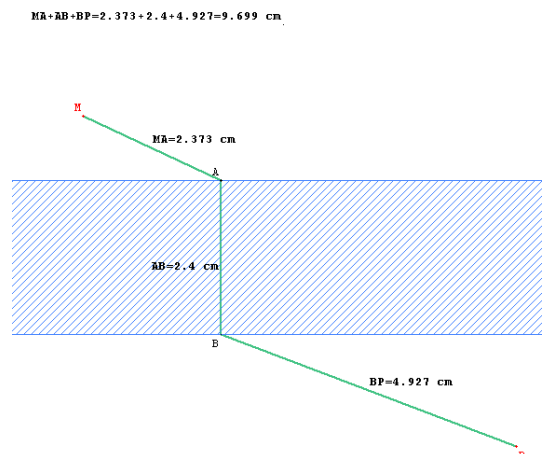
► EXERCICE Créer d'autres prototypes (carré, rectangle, losange, ...).

2) Le problème de la rivière

Deux villes *M* et *P* sont de part et d'autre d'une rivière.
Où faut-il placer un pont [AB] perpendiculaire aux rives pour que la distance à parcourir soit minimale ?

Pour conjecturer une réponse à cette question, on a créé la figure ci-contre. Les connaissances Géoplan mises en œuvre pour la construction de la figure sont les suivantes :

- ☞ Affichage du texte sur la figure.
- ☞ Calcul et affichage de la somme de plusieurs longueurs.



▲ Fichier fini : Riviere.g2w ▼

Attention :

Si l'on veut rester tout à fait rigoureux dans la réalisation de ce fichier, il faut prendre garde à l'utilisation des affichages de longueurs avec Géoplan.

En effet, la première idée qui vient à l'esprit, est d'utiliser la fonction `val` de Géoplan pour afficher la longueur MA par exemple, en tapant : `\val(MA,2)\` (même chose pour la longueur BP). On affiche donc une valeur arrondie au centième près des longueurs MA et BP (la longueur AB , qui est constante, ne pose pas de problème). Le problème vient de l'affichage de la somme des trois longueurs : si l'on écrit `\val(MA+AB+BP,2)\`, l'élève pointilleux et doté d'un solide sens de l'observation, constatera rapidement que le calcul affiché par le logiciel est faux, puisque la somme des arrondis est rarement égale à l'arrondi de la somme.

La solution proposée ici repose sur le prototype [arrondi.g2w](#) qui permet, comme son nom l'indique, de calculer l'arrondi de tout nombre réel à 10^{-n} près (n entier).



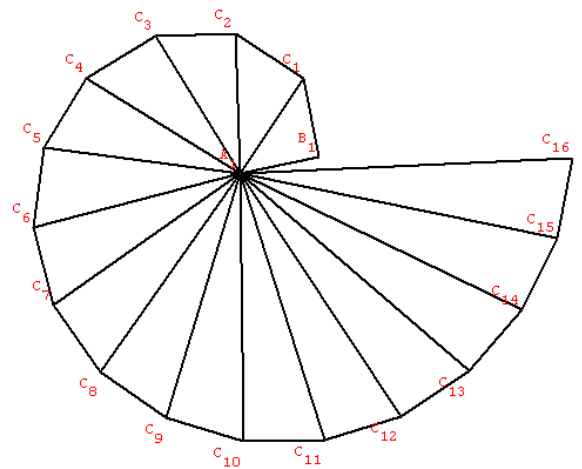
3) L'escargot de Pythagore

Dans cette construction, on part d'un triangle rectangle dont les côtés de l'angle droit mesurent 1 cm. Puis on construit, de proche en proche, de nouveaux triangles rectangles, dont l'un des côtés de l'angle droit est l'hypoténuse du triangle précédent, et l'autre côté de l'angle droit mesure à nouveau 1 cm.

Nous n'aborderons ici que l'aspect technique concernant la réalisation de la figure ci-contre. Pour une activité clé en main mettant en œuvre l'escargot de PYTHAGORE, on pourra se reporter aux documents (fiche élève, fiche professeur, fichiers informatiques) proposés par Bernard GODON sur le site de l'IREM de Lille : <http://irem.univ-lille1.fr/activites/spip.php?article15>

Ne pas enregistrer la figure en quittant !

Touche E : construction de l'escargot suivant



▲ Fichier fini : [escargot.g2w](#) ▼

Dans le fichier précédent, un nouveau triangle, bâti à partir du précédent, apparaît à chaque appui sur une touche, complétant ainsi la construction de l'escargot. C'est grâce à une commande de création itérative que l'on peut réaliser ce genre d'effet dans Géoplan.



Géoplan

↳ La commande de création itérative

La commande `[CREER][COMMANDE][CREATION ITERATIVE]` déclenche l'ouverture de la boîte de dialogue ci-dessous :

Commande de création itérative

Séparer les noms par un espace

Objets à reproduire:

Antécédents à remplacer:

respectivement par:

à l'appui sur la touche:

Nom de la commande:

Aide Annuler Ok

Les noms des champs à compléter sont relativement explicites ici : à l'appui sur une touche, le logiciel va reproduire la construction des objets nommés dans le champs Objets à reproduire en remplaçant les objets cités dans le champ Antécédents à remplacer par ceux figurant dans le champ Respectivement par.

Il convient de respecter un certain nombre de conditions pour que cette commande s'exécute correctement :

- les antécédents à remplacer doivent permettre de construire les objets à reproduire et il ne peut y avoir le même élément parmi les objets à reproduire et les antécédents à remplacer ;
- la liste des antécédents et celle des objets les remplaçant doivent se correspondre en nombre et en genre (on ne remplace pas un point par une droite) ;
- la liste des remplaçants doit être incluse dans la liste des objets à reproduire (sinon, un objet ne serait remplaçant qu'une seule et unique fois).

Il faut noter qu'on ne peut pas utiliser dans cette commande des objets prédéfinis, des commandes ou encore des affichages.

Réalisation technique

La réalisation technique du fichier [escargot.g2w](#) ne pose pas réellement de problème. Les escargots sont construits à l'aide d'un prototype : A_1 et B_1 sont deux points tels que $A_1 B_1 = 1$ et le prototype permet de construire le troisième sommet C_1 du triangle que l'on appellera T_1 .

Le seul point qui mérite attention est la définition de la commande de création itérative. Les objets à reproduire sont donc C_1 et T_1 , en remplaçant B_1 par C_1 .

Commande de création itérative

Séparer les noms par un espace

Objets à reproduire: C1, T1

Antécédents à remplacer: B1

respectivement par: C1

à l'appui sur la touche: E

Nom de la commande: Cm0

Aide Annuler Ok

Attention :



Il est prudent d'enregistrer sa figure **avant** d'utiliser une commande de création itérative. En effet, non seulement l'exécution d'une commande de création itérative ajoute des objets à la figure, mais son emploi modifie aussi la propre définition de la commande (par exemple, si A_1 est remplacé par A_2 dans la première définition de la commande, il faut, qu'après appui sur la touche déclenchant la commande, le logiciel prenne en compte que désormais, il faut remplacer A_2 par A_3). Et à moins de modifier le texte de la figure, il n'est pas possible de revenir en arrière après avoir déclenché une construction basée sur une itération.

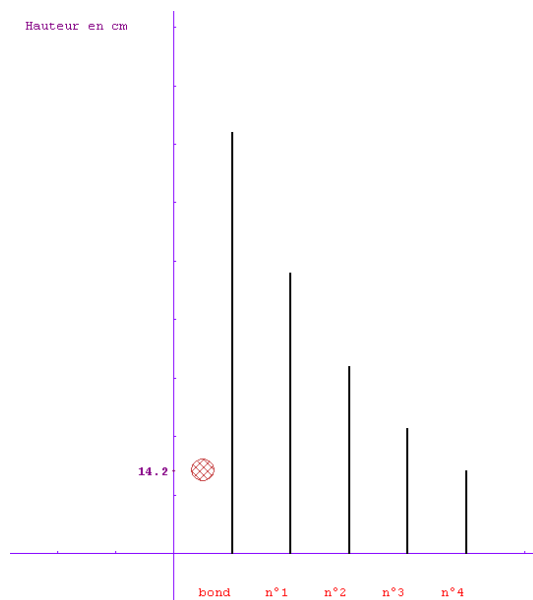
► EXERCICE

La commande de création itérative permet par exemple d'illustrer la situation suivante :

Une balle tombe d'une hauteur de 81 cm. Elle rebondit aux $\frac{2}{3}$ de la hauteur d'où elle a été lâchée.

- 1) Calculer la hauteur du 4^e rebond.
- 2) Calculer la distance parcourue par la balle.

▲ Fichier fini : [rebond.g2w](#) ▼

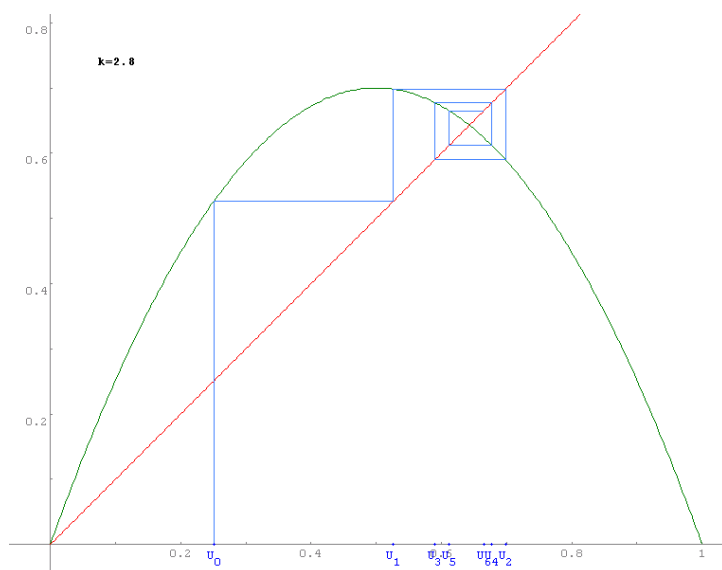


4) Les coccinelles

Géoplan permet de définir simplement et rapidement des suites numériques, récurrentes ou non. Il n'existe en revanche pas de commande simple permettant la représentation graphique d'une suite et l'étude de son éventuelle convergence, telle qu'on l'étudie au lycée. Nous allons pourtant voir comment y parvenir.

On se propose d'étudier l'évolution d'une population de coccinelles à l'aide d'un modèle utilisant la fonction numérique f définie par $f(x) = kx(1-x)$, k étant un paramètre qui dépend de l'environnement ($k \in \mathbb{R}^+$).

Dans le modèle choisi, on admet que le nombre de coccinelles reste inférieur à un million. L'effectif des coccinelles, exprimé en millions d'individus, est approché pour l'année n par un nombre réel U_n compris entre 0 et 1. Par exemple si l'année zéro il y a 300 000 coccinelles, on prendra $U_0 = 0,3$.



On admet que l'évolution d'une année sur l'autre obéit à la relation $U_{n+1} = f(U_n)$, f étant la fonction définie ci-dessus.

Le but de l'exercice est d'étudier le comportement de la suite (U_n) pour différentes valeurs de la population initiale U_0 et du paramètre k .

1) **Conjecturer graphiquement le comportement de la suite (U_n) et interpréter le résultat pour la population de coccinelles dans les cas suivants :**

- a) $U_0 = 0,4$ et $k = 1$;
- b) $U_0 = 0,3$ et $k = 1,8$.

2) **On choisit maintenant $k = 3,2$. Trouver une valeur de U_0 pour expliquer le vieux proverbe : « Il y a des années à coccinelles et d'autres sans ».**

▲ Fichier fini : [suite.g2w](#) ▼

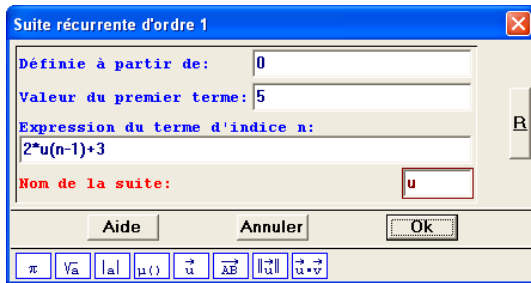
On peut utiliser l'outil informatique pour corriger cette activité en vidéoprojection, mais l'on peut également se placer en salle informatique et fournir aux élèves le fichier représentant graphiquement la suite (U_n) . À charge pour les élèves d'émettre des conjectures en faisant varier U_0 et k .

Géoplan

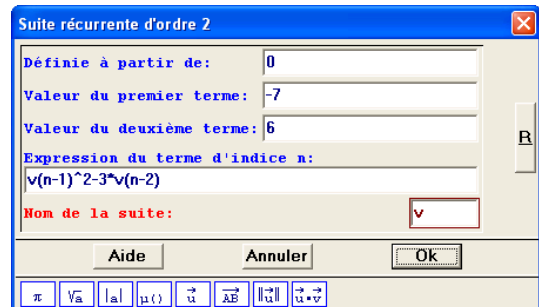
↳ Pour définir une suite :

Il existe trois commandes [CREER][NUMERIQUE][SUITE NON RECURRENTE], [CREER][NUMERIQUE][SUITE RECURRENTE D'ORDRE 1] et [CREER][NUMERIQUE][SUITE RECURRENTE D'ORDRE 2] qui permettent de définir une suite. Une suite non récurrente est définie par une expression en fonction de n .

Pour définir une suite récurrente, il faut tout d'abord déterminer le rang à partir duquel la suite est définie. On précise ensuite la (suite d'ordre 1) ou les (suite d'ordre 2) valeurs initiales et on finit en fournissant l'expression du terme d'indice n .



La capture ci-dessus montre comment définir une suite (u_n) de premier terme $u_0 = 5$, telle que $u_n = 2u_{n-1} + 3$.



La capture ci-dessus montre comment définir une suite (v_n) de premiers termes $v_0 = -7$ et $v_1 = 6$, telle que $v_n = v_{n-1}^2 + 3v_{n-2}$.

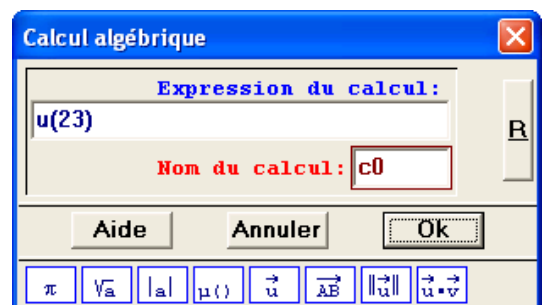
Il est également possible de créer une suite récurrente à partir d'une fonction préalablement définie : rien n'empêche d'écrire l'expression du terme de rang n à l'aide d'une fonction définie par l'utilisateur. On utilisera alors, par exemple, la syntaxe $f(u_{n-1})$.

↳ Pour calculer le terme de rang n d'une suite :

On utilise simplement la commande [CREER][NUMERIQUE][CALCUL ALGEBRIQUE] et on écrit $u(23)$ pour demander le calcul de u_{23} .

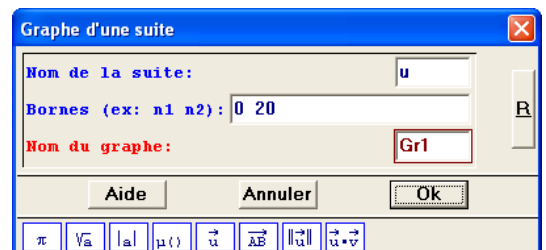
On peut évidemment utiliser une variable entière préalablement définie en guise de rang (si i est une variable entière, on peut demander le calcul de $u(i)$).

Si le rang fourni n'est pas entier, un message d'erreur est émis, mais on a la possibilité de confirmer le calcul.



↳ Pour représenter graphiquement une suite :

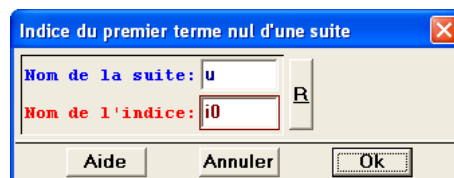
La commande [CREER][LIGNE][COURBE][GRAPHE D'UNE SUITE] permet de représenter dans un repère l'ensemble des points de coordonnées $(n; u_n)$ pour n , entier, variant entre les bornes fournies par l'utilisateur dans la boîte de dialogues.



✎ **Pour déterminer le rang du premier terme nul d'une suite :**

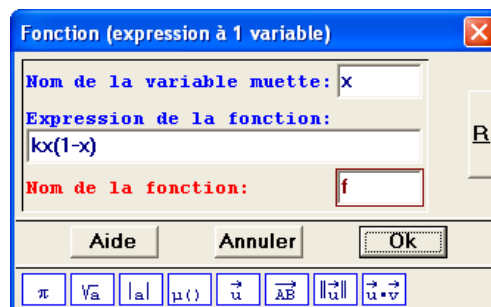
Le rang du premier terme nul d'une suite (lorsqu'il existe) est donné par la commande [CREER][NUMERIQUE][INDICE DU PREMIER TERME NUL D'UNE SUITE].

Géoplan émet un avertissement si aucun terme nul n'est trouvé, mais on peut tout de même forcer la création de l'indice.



Réalisation technique

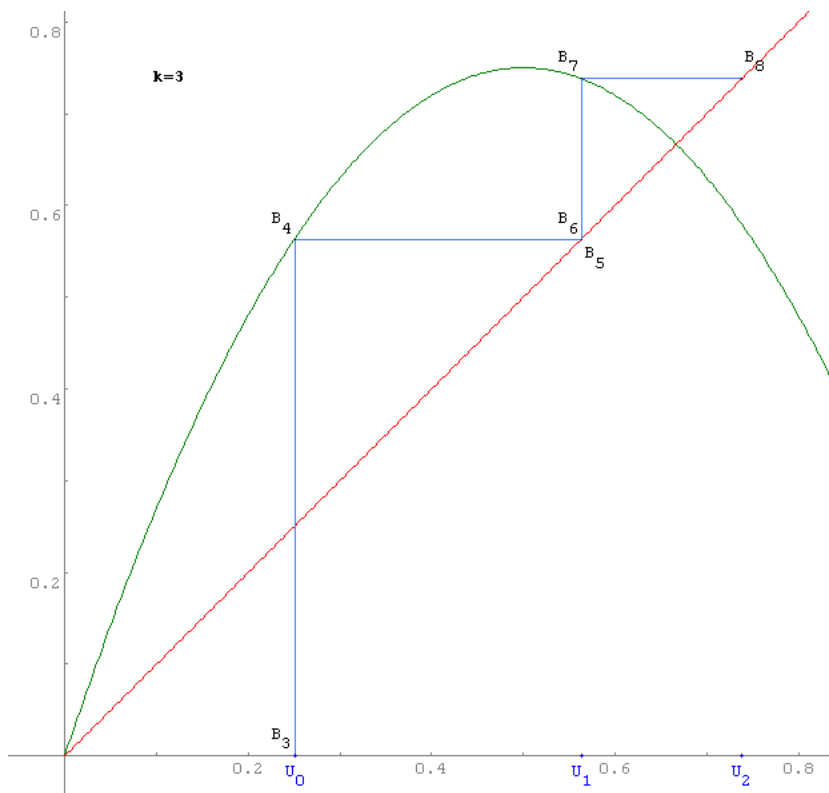
Dans le fichier fourni ici, la suite $(U_n)_{n \in \mathbb{N}}$ est une suite récurrente d'ordre 1 où $U_n = f(U_{n-1})$, avec f une fonction à une variable définie comme sur la figure ci-contre (k est une variable réelle de l'intervalle $[0; 1]$).



Ce fichier est générique dans le sens où il suffit de modifier la définition de la fonction f pour modifier la suite.

L'appui sur la barre d'espace provoque le calcul du terme suivant de la suite et l'affichage de segments illustrant la façon de déduire un terme à partir de son prédécesseur en utilisant la représentation graphique de la fonction f et la droite d'équation $y = x$. Nous utilisons une commande de création itérative pour aboutir à ce résultat. À chaque itération, nous produisons deux segments (définis à partir de trois points) ainsi que le calcul du terme suivant de la suite. Cela peut paraître simple, mais il faut prendre le temps de la réflexion au moment de créer les premiers objets qui seront reproduits par itérations.

Examinons l'exemple ci-dessous où les trois premiers termes sont calculés :



Connaissant U_1 , l'appui sur la barre d'espace va provoquer le calcul de U_2 , la création des points $B_6 (u_1; u_1)$, $B_7 (u_1; u_2)$, $B_8 (u_2; u_2)$ et des segments $[B_6B_7]$, $[B_7B_8]$.

Revenons en arrière : on constate que pour U_0 connu, l'appui sur la barre d'espace provoque le calcul de U_1 , la création des points $B_3(u_0; 0)$, $B_4(u_0; u_1)$, $B_5(u_1; u_1)$ et des segments $[B_3B_4]$ et $[B_5B_6]$. Il s'agit là de la première itération.

On remarque donc que pour déclencher la première itération, on a besoin de trois points et de segments reliant ces points. On note également le cas particulier relatif à B_3 , car ses coordonnées ne sont pas $(u_0; u_0)$. On peut alors penser que les objets initiaux dans le processus d'itération sont les points $B_0(u_{-1}; u_{-1})$, $B_1(u_{-1}; u_0)$ et $B_2(u_0; u_0)$. Comme les termes d'indices négatifs ne sont évidemment pas calculés par Géoplan, B_0 et B_1 ne sont pas définis, seul B_2 existe, mais cela ne pose pas de problème, car les segments $[B_0B_1]$ et $[B_1B_2]$ ne sont alors pas tracés.

La vraie difficulté concerne le point B_3 qui est un cas particulier et qu'il ne va pas falloir traiter à part puisqu'il doit être généré à partir des objets initiaux. L'idée consiste à définir une variable entière n_0 égale à 0, et une variable n_1 telle que $n_1 = n_0 + 1$, puis, à demander le remplacement de n_0 par n_1 lors de la première itération. Au fil des itérations, on obtiendra ainsi une suite de variables entières $(n_i)_{i \in \mathbb{N}}$ telles que $n_i = i$. Les objets initiaux à reproduire, seront donc $U_0(u_{n_0}; 0)$, $B_0(u_{n_0-1}; u_{n_0-1})$, $B_1(u_{n_0-1}; u_{n_0})$ et $B_2(u_{n_0}; u_{n_0})$, mais, pour le moment, le cas du point B_3 n'est toujours pas traité. Or, l'ordonnée du point B_3 doit être nulle lorsqu'on demande le calcul de U_1 . Il suffit donc de modifier légèrement la définition de l'objet initial correspondant à B_3 , c'est-à-dire B_0 . On définira alors B_0 ainsi :

$$B_0(u_{n_0-1}; u_{n_0-1} \times \mu(n_0 \neq 1))$$

En effet, à la première itération, B_0 sera remplacé par B_3 ayant pour coordonnées

$$(u_{n_1-1}; u_{n_1-1} \times \mu(n_1 \neq 1)) \text{ avec } n_1 = 1$$

On aura donc bien $\mu(n_1 \neq 1) = 0$ et par conséquent, l'ordonnée de B_3 sera nulle. Par ailleurs, les ordonnées des points générés à partir de B_0 pour des indices supérieurs ou égaux à 2 (B_6, B_9, B_{12}, \dots) ne sont pas affectées par la fonction μ présente dans la définition de B_0 .

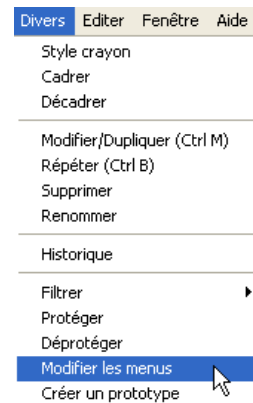
Dans la définition de la commande de création itérative on demande donc l'itération des objets suivants : $U_0, B_0, B_1, B_2, [B_0B_1], [B_1B_2]$ et n_1 , en remplaçant n_0 par n_1 .



III.D. Des problèmes de construction

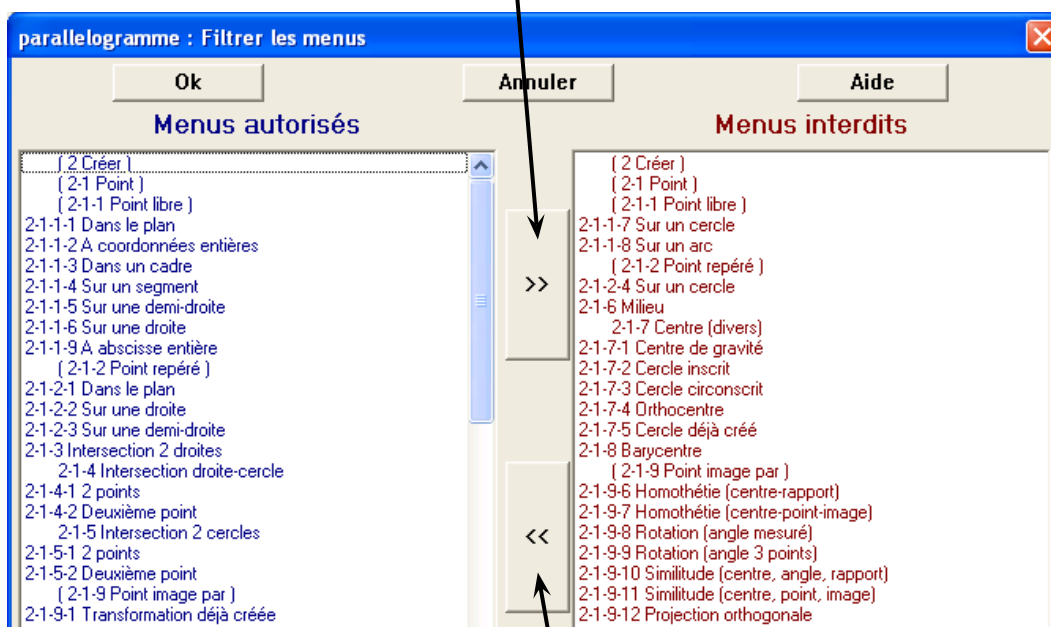
Certains problèmes de construction ont pour but de faire réaliser une figure aux élèves en limitant les objets qu'ils pourront construire. Par exemple, tracer la médiatrice d'un segment sans utiliser le milieu et les droites perpendiculaires. Pour cela, Géoplan permet d'**inhiber** les menus désirés.

☞ Pour inhiber un menu :



- 1) Aller dans le menu [DIVERS][MODIFIER LES MENUS].
- 2) Choisir alors un menu dans la fenêtre de gauche et appuyer sur le bouton » pour l'interdire. Faire l'opération inverse pour l'autoriser.

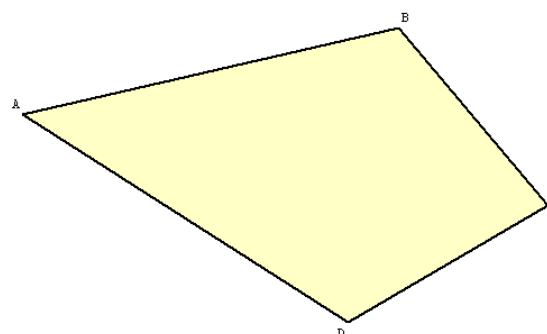
Bouton qui sert à interdire le menu sélectionné dans la fenêtre de gauche.



Bouton qui sert à autoriser le menu sélectionné dans la fenêtre de droite.

1) Le cerf-volant

Construire un quadrilatère $ABCD$ tel que $AB = AD = 5$ cm et $CB = CD = 3$ cm. Donner le nom de cette figure.



Pour la plupart des élèves, la construction sur logiciel du cerf-volant à partir des longueurs de ses côtés constitue en soi une réelle difficulté. Ce n'est donc pas un exercice à donner en début d'apprentissage d'un logiciel de géométrie dynamique. Les élèves doivent auparavant maîtriser les outils de base, et savoir construire un segment de longueur donnée.

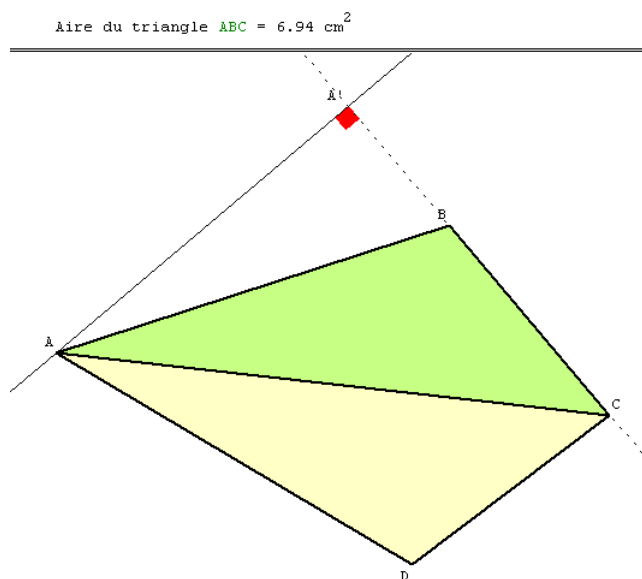
Souvent, les élèves voudront imiter la construction du losange (pour peu qu'ils l'aient déjà rencontrée) et, à partir du sommet A , construire deux points B et D à 5 cm de A , puis, en utilisant des cercles de rayon 3 cm et de centres B et D , construire le point C par intersection de ces cercles. Évidemment, cette méthode va montrer ses limites avec B et D distants de plus de 6 cm ! Les élèves devront alors réfléchir à une autre façon de construire le losange de sorte qu'il soit toujours défini, quelle que soit la position des sommets.

Ce problème de construction peut rapidement devenir un problème pour chercher et conjecturer, à condition d'ajouter une question supplémentaire :

Parmi tous les quadrilatères que l'on obtient, quel est celui qui a la plus grande aire ? Justifier.

De nombreux scénarios sont possibles à partir de cette question : on peut fournir le problème à chercher, individuellement ou en groupe, sur papier/crayon, on peut demander une recherche sur logiciel en ayant inhibé au préalable les menus [CREER][AFFICHAGE][AIRE D'UN TRIANGLE] et [CREER][NUMERIQUE][CALCUL GEOMETRIQUE][AIRE D'UN TRIANGLE], ou encore on peut simplement laisser faire les élèves avec une version pleinement fonctionnelle de Géoplan.

La justification de la position pour laquelle l'aire du cerf-volant est maximale peut être délicate, surtout si les élèves cherchent à se servir des diagonales du quadrilatère. Dans le fichier [cerfvolant.g2w](#) (qui peut servir au professeur pour corriger l'activité), l'appui sur la barre d'espace provoque l'affichage d'éléments qui aident fortement à la résolution du problème.



Réalisation technique

- Construction du cerf-volant :** on construit un cercle c_1 de centre B et de rayon 5 cm, puis un cercle c_2 de centre D et de rayon 3 cm. Le point A est un point libre de c_1 tandis que B est un point libre de c_2 . Le point D est obtenu par symétrie par rapport à l'axe (AC) .

Pour représenter le cerf-volant, deux polygones ont été nécessaires : l'un permettant de « remplir » le polygone, l'autre permettant de montrer le bord du polygone.

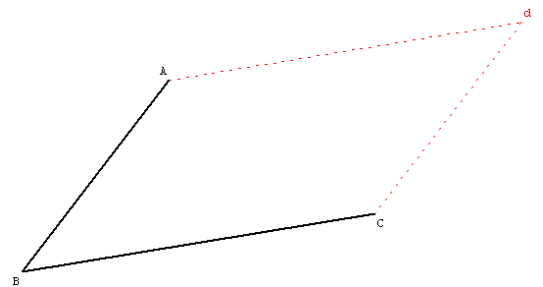
- Construction de la hauteur issue de A et du codage :** l'appui sur la barre d'espace provoque le dessin en bloc du triangle ABC , de la droite d , hauteur issue de A dans le triangle ABC , du codage ainsi que l'affichage de l'aire du triangle ABC .

Lorsque A' , le pied de la hauteur issue de A n'appartient plus au côté $[BC]$, la droite (BC) apparaît automatiquement en pointillés. Dans l'exercice [dterem.g2w](#) (voir page 54), les côtés sont munis d'un repère et c est l'abscisse du pied de la hauteur dans ce repère qui permet de savoir si l'on doit prolonger les côtés ou non. Nous avons opté pour une autre méthode ici : la droite (BC) apparaît lorsque la somme des longueurs BA' et $A'C$ est différente de la longueur BC . La précision des calculs internes à Géoplan ne permet cependant pas de vérifier exactement cette condition (on peut avoir $A' \in [BC]$ et $BA' + A'C \neq BC$ à cause des erreurs d'arrondis). Pour remédier à cela, on se contente de vérifier que $|(BA' + A'C) - BC| < 0,1$. On crée donc un point B_1 confondu avec B qui n'existe que lorsque cette condition est vérifiée : le point B_1 est le barycentre du point B affecté du coefficient $\mu(|(BA' + A'C) - BC| < 0,1)$ (on rappelle que c 'est la fonction abs de Géoplan qui renvoie la valeur absolue d'un nombre). Le codage de l'angle droit est obtenu grâce au prototype « Marque angle droit » issu de Protothèque (voir page 167).

2) Le parallélogramme

Construire le parallélogramme $ABCD$ à partir de deux segments $[AB]$ et $[BC]$ en utilisant uniquement les commandes disponibles.

Cet exercice peut être proposé pour faire travailler la relation entre la translation et le parallélogramme. Dans ce fichier certaines constructions d'objets sont interdites.



Réalisation technique

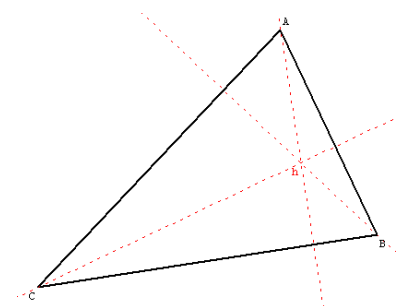
- ❶ Construire les deux segments $[AB]$ et $[BC]$.
- ❷ Réaliser un dessin par bloc du point d solution de l'exercice (apparition de d et des segments $[Ad]$ et $[Cd]$ en pointillés lors de l'appui sur une touche).
- ❸ Demander l'affichage de D à la place de d .
- ❹ Protéger les points A, B, C et d .
- ❺ Interdire l'accès au point d .
- ❻ Inhiber les menus qui permettent la construction du point d d'une autre façon que par la translation ainsi que les menus **[DEPROTEGER]** et **[AUTORISER ACCES]**.

▲ Fichier fini : [Parallelogramme.g2w](#) ▼

3) L'orthocentre

Construire l'orthocentre d'un triangle ABC en utilisant uniquement les objets disponibles.

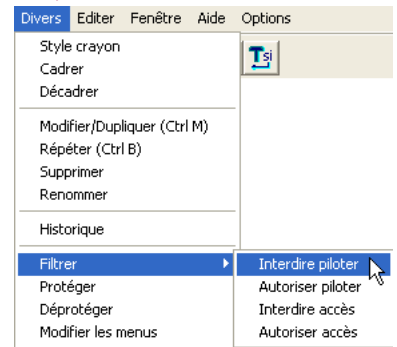
Pour cet exercice, en plus d'interdire l'utilisation de certains menus, nous allons aussi interdire aux points A, B et C d'être déplacés. Pour cela nous allons utiliser la fonction **[INTERDIRE PILOTER]** de Géoplan.



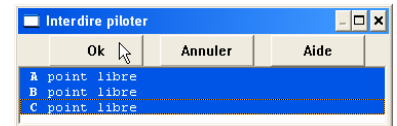


➤ Pour interdire à un point d'être déplacé (interdire de piloter) :

1) Aller dans le menu [DIVERS][FILTRER][INTERDIRE PILOTER].



2) Choisir alors les objets désirés.



Réalisation technique

- ❶ Construire le triangle *ABC*.
- ❷ Interdire le pilotage des points *A*, *B* et *C*.
- ❸ Réaliser un dessin par bloc du point *h* solution de l'exercice (apparition de *h* et des hauteurs en pointillés à l'appui sur une touche).
- ❹ Demander l'affichage de *H* à la place de *h*.
- ❺ Protéger les points *A*, *B*, *C* et *h*.
- ❻ Inhiber les menus [AUTORISER PILOTER], [AUTORISER ACCES] et les menus suivants :

- (2 Créer)
- (2-1 Point)
- 2-1-7 Centre (divers)
- 2-1-7-1 Centre de gravité
- 2-1-7-2 Cercle inscrit
- 2-1-7-3 Cercle circonscrit
- 2-1-7-4 Orthocentre
- 2-1-7-5 Cercle déjà créé
- 2-1-9 Point image par
- 2-1-9-1 Transformation déjà créée
- 2-1-9-2 Symétrie axiale
- 2-1-9-3 Symétrie centrale
- 2-1-9-4 Translation (vecteur)
- 2-1-9-5 Translation (point-image)
- 2-1-9-6 Homothétie (centre-rapport)
- 2-1-9-7 Homothétie (centre-point-image)

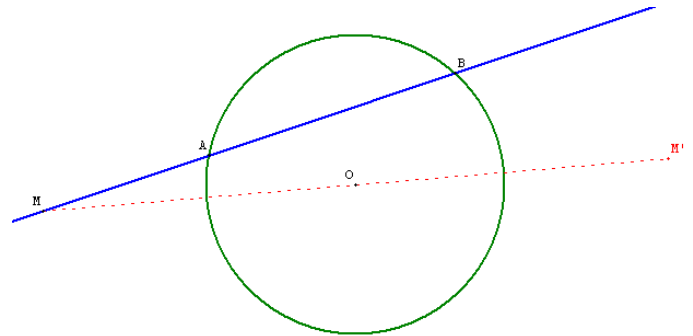
- 2-1-9-8 Rotation (angle mesuré)
- 2-1-9-9 Rotation (angle 3 points)
- 2-1-9-10 Similitude (centre, angle, rapport)
- 2-1-9-11 Similitude (centre, point, image)
- 2-1-9-12 Projection orthogonale
- 2-1-9-13 Projection sur droite parallèlement à droite
- (2-2 Ligne)
- (2-2-1 Droite(s))
- 2-2-1-2 Parallèle
- 2-2-1-3 Perpendiculaire
- 2-2-1-4 Médiatrice
- 2-2-1-5 Bissectrice
- (2-2-4 Cercle)
- 2-2-4-3 Circonscrit
- 2-2-4-4 Inscrit
- 2-2-4-5 Défini par centre et une tangente

▲ Fichier fini : [Orthocentre.g2w](#) ▼

4) Le symétrique

On considère deux points A et B libres dans le plan et un cercle de centre O passant par A et B . Soit M un point libre de la droite (AB) .

Construire le point M' symétrique de M par la symétrie centrale de centre O en utilisant uniquement les objets disponibles.



Réalisation technique

- ❶ Construire les points A et B ainsi qu'un cercle de centre O , passant par A et B et le point M .
- ❷ Réaliser un dessin par bloc du point m' solution de l'exercice (apparition de m' et du segment $[Mm']$ à l'appui sur une touche).
- ❸ Demander l'affichage de M' à la place de m' .
- ❹ Protéger les points A, B, O, M et m' ainsi que le cercle.
- ❺ Inhiber les menus [DEPROTEGER] et [AUTORISER ACCES] et les menus suivants :

(2 Créer)
 (2-1 Point)
 2-1-7 Centre (divers)
 2-1-7-1 Centre de gravité
 2-1-7-2 Cercle inscrit
 2-1-7-3 Cercle circonscrit
 2-1-7-4 Orthocentre
 2-1-7-5 Cercle déjà créé
 2-1-9 Point image par
 2-1-9-1 Transformation déjà créée
 2-1-9-2 Symétrie axiale
 2-1-9-3 Symétrie centrale
 2-1-9-4 Translation (vecteur)
 2-1-9-5 Translation (point-image)
 2-1-9-6 Homothétie (centre-rapport)
 2-1-9-7 Homothétie (centre-point-image)
 2-1-9-8 Rotation (angle mesuré)
 2-1-9-9 Rotation (angle 3 points)

2-1-9-10 Similitude (centre, angle, rapport)
 2-1-9-11 Similitude (centre, point, image)
 2-1-9-12 Projection orthogonale
 2-1-9-13 Projection sur droite parallèlement à droite
 (2-2 Ligne)
 2-2-4 Cercle
 2-2-4-1 Défini par centre et rayon
 2-2-4-2 Défini par centre et un point
 2-2-4-3 Circonscrit
 2-2-4-4 Inscrit
 2-2-4-5 Défini par centre et une tangente
 2-2-4-6 Défini par un diamètre
 2-2-4-7 Image d'un cercle
 2-2-5 Arc de cercle
 2-2-5-1 Demi-cercle
 2-2-5-2 Arc défini par extrémités et cercle
 2-2-5-3 Arc défini par extrémités et centre

▲ Fichier fini : [Symetrie.g2w](#) ▼

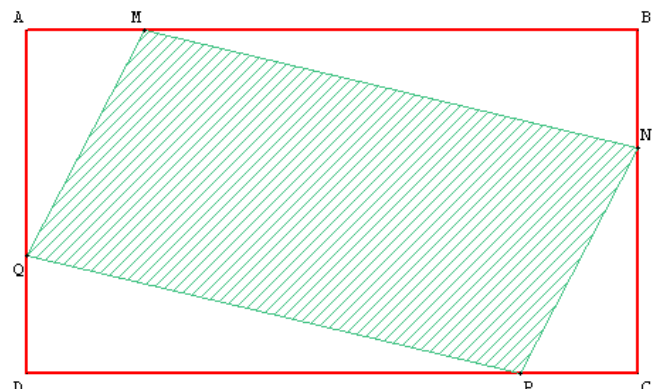
III.E. Introduire et faire découvrir une notion

1) Le parallélogramme qui tourne

Soit $ABCD$ un rectangle tel que $AB = 8$ et $BC = 4,5$.

- Soit N un point libre du segment $[BC]$.
- Soit M un point de $[AB]$ tel que $AM = BN$.
- Soit P un point de $[DC]$ tel que $CP = BN$.
- Soit Q un point de $[AD]$ tel que $DQ = CP$.

Où faut-il placer N pour que l'aire du quadrilatère $MNPQ$ soit la plus petite possible ?



Pour trouver la position du point N , nous allons réaliser la représentation graphique de l'aire de $MNPQ$ en fonction de la longueur BN . Cet exercice peut servir à l'introduction de la notion de fonction. Il a l'avantage de ne pas avoir de solution géométrique simple, et la notion de fonction semble être le bon outil pour résoudre le problème. Pour un scénario possible, on pourra consulter la page suivante : <http://sierra.univ-lyon1.fr/irem/cabri/tourpgsc.html>.

Nous allons utiliser un autre fichier Géoplan pour réaliser cette représentation graphique et nous allons utiliser la fonction [IMPORTER] pour « passer » les variables d'un fichier à l'autre.

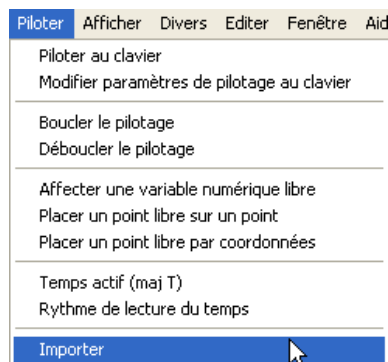
Réalisation technique

↳ Réalisation de la figure dans le fichier parallélo1.g2w :

- ❶ Construire une figure répondant à l'énoncé.
- ❷ Définir une variable numérique x représentant la longueur BN .
- ❸ Définir une variable numérique $aire$ représentant l'aire du parallélogramme $MNPQ$.
- ❹ Afficher x et $aire$ dans la zone de texte.

↳ Réalisation de la représentation graphique dans parallélo2.g2w :

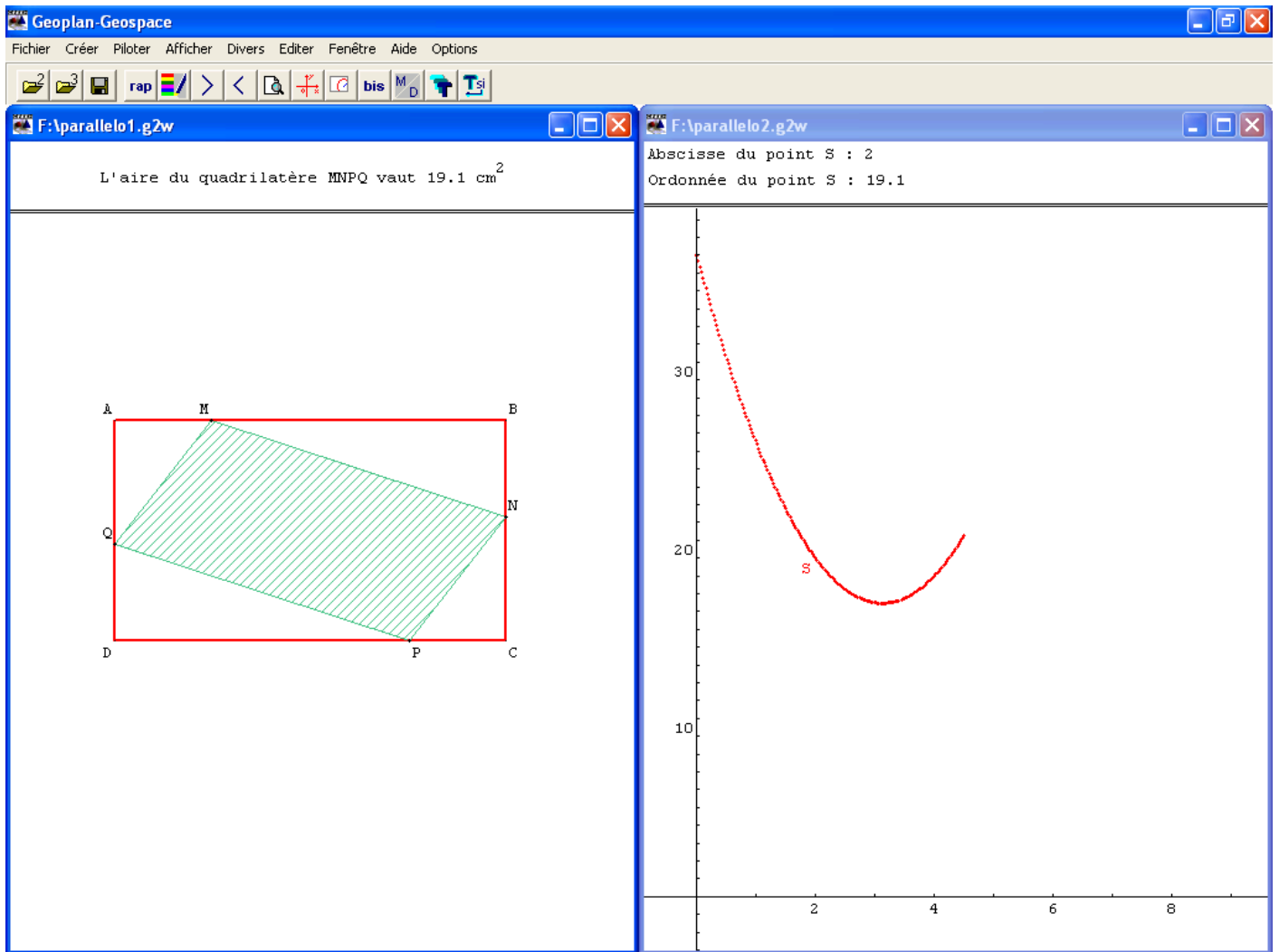
- ❶ Définir un nouveau repère $(O; \vec{i}; 0,3 \times \vec{j})$.
- ❷ Définir x et $aire$ comme variables numériques réelles libres.
- ❸ Créer un point S de coordonnées $(x; aire)$.
- ❹ Afficher x et $aire$.
- ❺ Cocher [IMPORTER] dans le menu [PILOTER].
- ❻ On affichera la trace du point S en appuyant sur la touche **S**.



↳ Fonctionnement de l'imagiciel :

- ❶ Fermer toutes les figures actives dans Géoplan et n'ouvrir que les deux fichiers parallélo1.g2w et parallélo2.g2w.
- ❷ Cocher [MOZAIQUE VERTICALE] dans le menu [FENETRE].
- ❸ Cliquer dans la fenêtre de parallélo2.g2w et activer le mode trace.
- ❹ Cliquer dans la fenêtre de parallélo1.g2w et déplacer le point N .

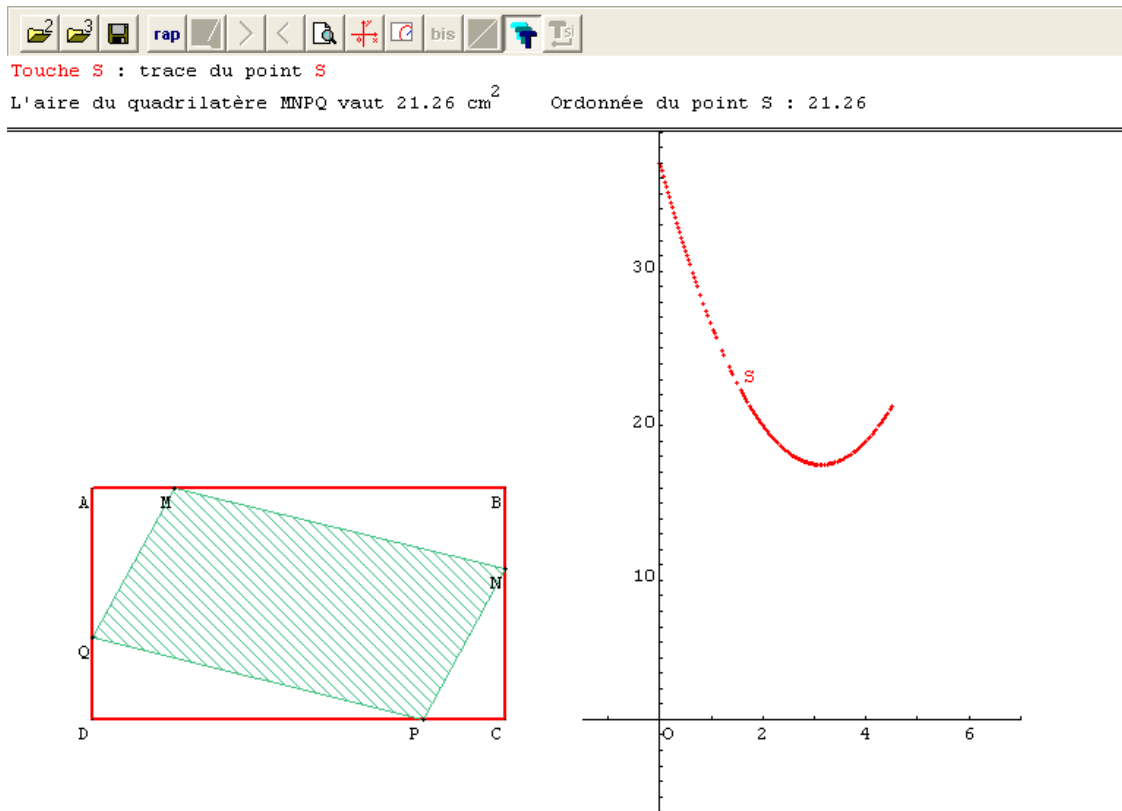




▲ Fichier fini : [Parallelo1.g2w](#) et [Parallelo2.g2w](#) ▼

Le logiciel permet également de faire communiquer une figure du plan avec une figure de l'espace. Pour un exemple d'application de figures communicantes plan/espace on se reportera à la page 151.

Plutôt que d'utiliser des figures communicantes, l'activité précédente (*le parallélogramme qui tourne*) peut être réalisée à l'aide d'un seul fichier du plan dans lequel on place en parallèle la figure de géométrie et le repère. C'est alors l'occasion d'exploiter une possibilité offerte par Géoplan qui consiste à « cadrer » une partie de la figure. Cela consiste à limiter l'affichage d'objets choisis par l'utilisateur au sein d'un cadre rectangulaire. On peut ainsi montrer la figure de géométrie et uniquement la partie utile du repère, comme sur la capture d'écran ci-après.



Géoplan

↳ Pour créer cadre :

La commande **[CREER][CADRE]** permet de définir un cadre rectangulaire à partir d'une de ses diagonales : il faut donc fournir les noms de deux points. Un cadre est un objet Géoplan comme un autre, il faut donc le nommer. Comme tout objet Géoplan, on peut cacher un cadre afin de faire disparaître ses bords.

↳ Pour limiter l'affichage d'objets à un cadre :

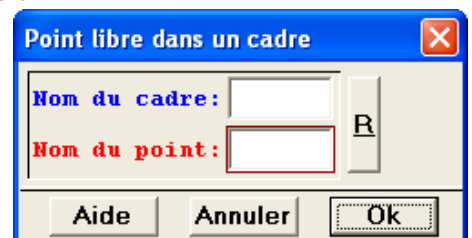
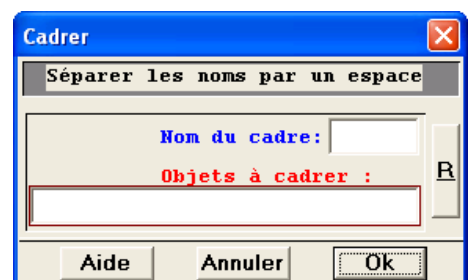
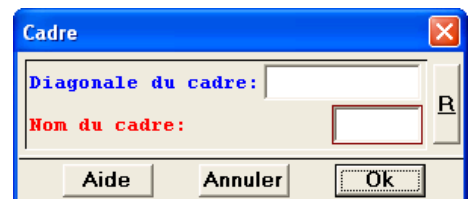
C'est la commande **[DIVERS][CADRER]** qui permet de sélectionner les objets dont on souhaite limiter l'affichage à l'intérieur d'un cadre donné.

La commande **[DIVERS][DECADRER]** permet d'annuler l'effet du cadrage.

↳ Pour astreindre un point libre à rester dans un cadre :

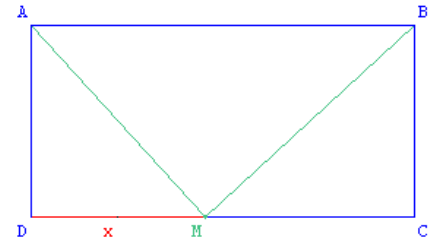
On peut créer un point libre et faire en sorte que ce point reste à l'intérieur d'un cadre à l'aide de la commande **[CREER][POINT][POINT LIBRE][DANS UN CADRE]**.

Si l'on supprime un cadre, on supprime également les points astreints à rester dans ce cadre.



2) Les équations produits

On considère un rectangle de $ABCD$ tel que : $AB = 5$ et $BC = 2$.
 M est un point qui se déplace sur $[DC]$. On pose $DM = x$.



Il s'agit de déterminer les valeurs de x pour lesquelles le triangle AMB est rectangle en M .

Cette activité est proposée sur le site académique de Rennes : <http://www.ac-rennes.fr/pedagogie/maths/eqprod/eqprpres.htm>

Vous y trouverez une [fiche-élève](#), [une fiche-professeur](#) ainsi que la [figure](#) Géoplan à télécharger. Elle vise à introduire la notion d'équation produit en 3^e, en favorisant au passage le changement de cadre : cadre algébrique, géométrique et graphique.

Dans cette activité, on demande tout d'abord aux élèves de déplacer le point M pour conjecturer les positions de ce point pour lesquelles le triangle AMB est rectangle en M . Il s'agit ensuite de valider ces conjectures.

↪ **Cadre algébrique** : on demande aux élèves d'exprimer une condition suffisante pour que AM soit rectangle en M ($AM^2 + MB^2 = 25$), puis on leur demande alors d'exprimer AM^2 et BM^2 en fonction de x . En remplaçant, on aboutit à l'équation suivante : $2x^2 - 10x + 8 = 0$. De façon très artificielle, on leur demande alors de développer $2(x - 1)(x - 4)$ pour constater que cette expression est égale à l'expression trouvée précédemment. S'ouvre ensuite un débat pour résoudre l'équation-produit. Il s'agira alors plus tard de généraliser les propositions émises.

↪ **Cadre géométrique** : il s'agit de faire émerger l'idée du cercle de diamètre $[AB]$. On pourra ensuite discuter du nombre de points d'intersection entre le cercle et $[DC]$ en fonction du rapport $\frac{AB}{BC}$.

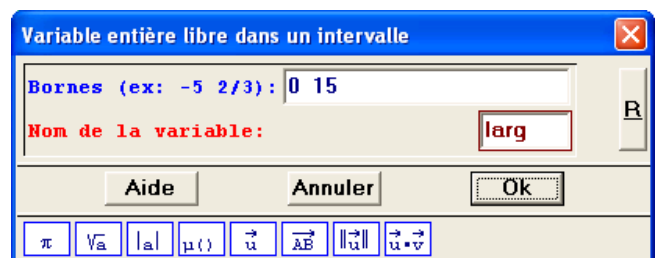
↪ **Cadre graphique** : on peut étudier graphiquement la valeur de l'angle \widehat{AMB} en fonction de x .

Réalisation technique

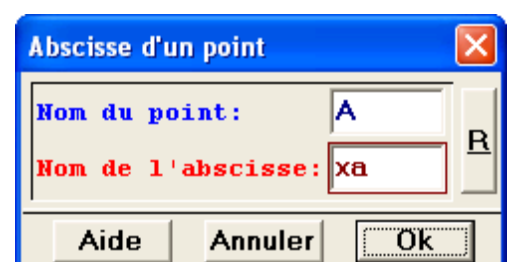
❶ **Construction du rectangle** : si l'on veut pouvoir observer l'influence du rapport $\frac{AB}{BC}$ sur le nombre de solutions de l'équation, il faut que les longueurs AB et BC soient modifiables au clavier.

On crée donc dans Géoplan deux variables entières libres dans un intervalle qui seront pilotables au clavier : *long* et *larg* dans l'intervalle $[0; 15]$ par exemple.

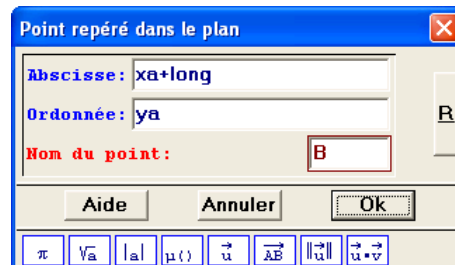
Puis on affecte la valeur 5 à *long* et la valeur 2 à *larg* en utilisant le menu **[PILOTER][AFFECTER UNE VARIABLE NUMERIQUE LIBRE]**.



Il s'agit alors de créer un point A libre dans le plan, puis de définir les coordonnées x_a et y_a de ce point : **[CREER][NUMERIQUE][CALCUL GEOMETRIQUE][ABSCISSE D'UN POINT DANS LE PLAN]** et **[ORDONNEE D'UN POINT DANS LE PLAN]**.



Reste alors à créer les points B , C et D définis par leurs coordonnées. Par exemple pour le point B : [CREER][POINT][POINT REPERE][DANS LE PLAN].



Comme il a été vu à la section II.D. (page 21), on peut alors décider d'affecter à la touche [B] le pilotage de $long$, et d'affecter à la touche [C] le pilotage de $larg$. On peut également afficher les valeurs de $long$ et $larg$.

▲ EQ Étape 1 ▼

- ② **Affichage du segment $[DM]$ et de la marque x** : après avoir créé le point M , on peut décider d'afficher en rouge le segment $[DM]$ et d'afficher « x » sous le segment. Pour que la marque « x » se déplace avec le segment, on appelle m_1 le milieu du segment $[DM]$, puis comme il a été vu page 38, on affiche « x » à la place de m_1 :

A la place de m_1 , afficher: \$rx

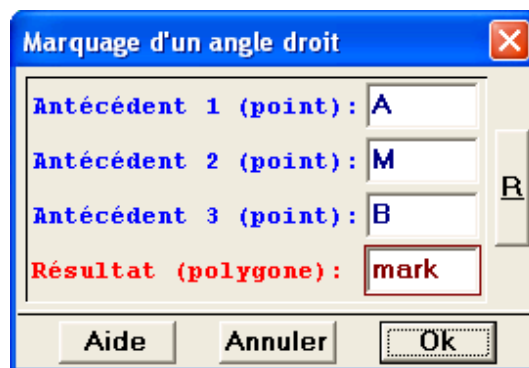
Il convient maintenant de créer la variable numérique x égale à la longueur du segment $[DM]$ ([CREER][NUMERIQUE][CALCUL GEOMETRIQUE][LONGUEUR D'UN SEGMENT]), puis d'afficher cette valeur. On peut décider d'affecter alors à la touche [X] l'affichage du segment $[DM]$, de la marque « x » et de la valeur de x .

▲ EQ Étape 2 ▼

- ③ **Marquage de l'angle \widehat{AMB} si droit** : on peut décider d'afficher une marque d'angle droit sur l'angle \widehat{AMB} lorsque le point M est positionné correctement. On utilisera pour cela le prototype suivant :

```
Début de [Marquage d'un angle droit]
B point donné
A point donné
C point donné
D sur demi-droite [AB), distance à l'origine 0.2 (unité Uoxy)
E sur demi-droite [AC), distance à l'origine 0.2 (unité Uoxy)
F image de E par la translation transformant A en D
x mesure de l'angle géométrique BAC en degré
G barycentre de (F,  $\mu(\text{abs}(x-90)<0.15)$ )
Q polygone ADGE
Description de l'interface
Q marquage de l'angle BAC si droit
Antécédent 1 (point):
Antécédent 2 (point):
Antécédent 3 (point):
Résultat (polygone):
Aide particulière non écrite.
Fin de [Marquage d'un angle droit]
```

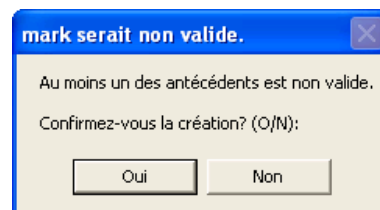
Le principe de fonctionnement de ce prototype est le suivant : étant donné un angle \widehat{BAC} , on crée un point D sur $[AB)$ et un point E sur $[AC)$ situés à 0,2 unité de A . Le point F est l'image de E par la translation de vecteur \overrightarrow{AD} . Bien sûr le quadrilatère $Aefd$ n'est un carré que lorsque l'angle \widehat{BAC} est droit. C'est pour cela qu'on définit le point G de telle manière qu'il n'existe que lorsque la mesure de l'angle \widehat{BAC} est de 90° (on utilise la fonction μ étudiée page 41).



Dans ce prototype, l'objet résultant est donc le quadrilatère $ADGE$ qui n'existe que lorsque l'angle \widehat{BAC} est droit.

Une fois le texte de ce prototype copié dans le texte de la figure, on utilise la commande **[CREER][OBJET SELON PROTOTYPE][MARQUAGE D'UN ANGLE DROIT]** :

Géoplan émet un message d'avertissement car, à moins d'avoir placé le point M de telle sorte que \widehat{AMB} soit droit, le point G du prototype n'existe pas.



On valide en cliquant sur **[OUI]**.

Il n'est peut-être pas très judicieux d'activer le marquage de l'angle droit en début de recherche du problème par les élèves. On affecte donc à la touche \boxed{V} le dessin en bloc du polygone *mark* ainsi que l'affichage du texte « touche V active ».

▲ EQ Étape 3 ▼

- ④ **Pilotage du point M** : la sélection à la souris du point M ne permet pas forcément un déplacement précis de celui-ci. Pourtant, il devrait être possible de le déplacer très finement afin d'obtenir, de façon exacte, la position de l'angle droit \widehat{AMB} .

On utilise la commande **[CREER][COMMANDE][SELECTION POUR PILOTAGE AU CLAVIER]** pour que la touche \boxed{M} permette de piloter précisément le point M . Ainsi, à l'appui de la touche \boxed{M} on peut déplacer le point M à l'aide des flèches du clavier (on peut régler la précision du pilotage en utilisant les touches $\boxed{+}$ et $\boxed{-}$).

▲ EQ Étape 4 ▼

- ⑤ **Affichage de la mesure de l'angle \widehat{AMB}** : créer l'affichage de la mesure de cet angle, actif à l'appui sur la touche \boxed{A} .

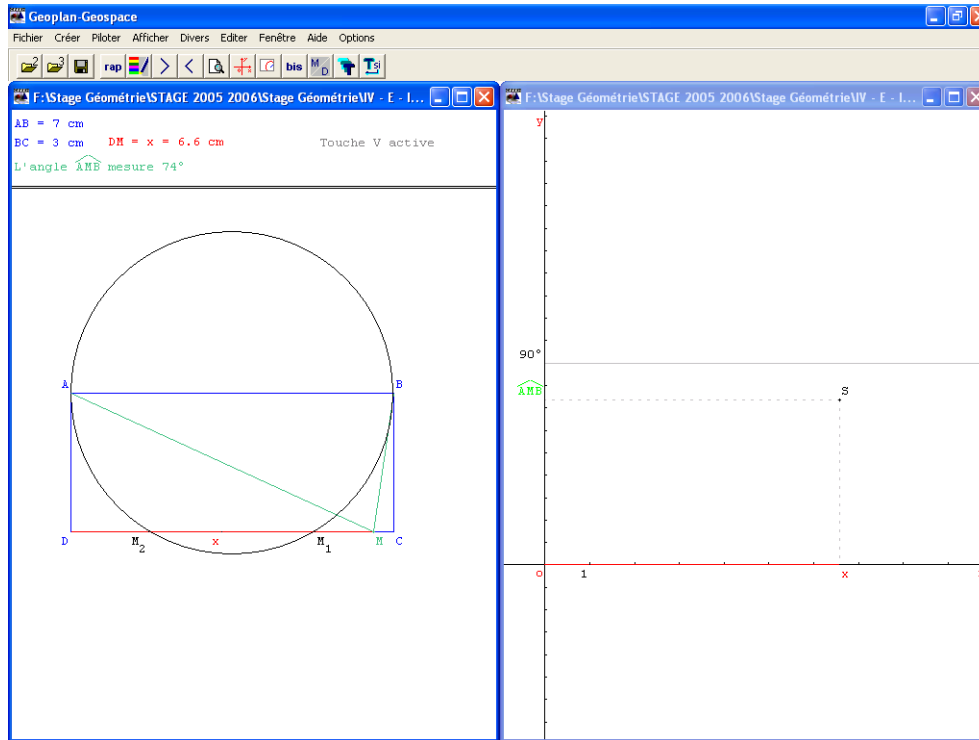
▲ EQ Étape 5 ▼

- ⑥ **Affichage du cercle de diamètre $[AB]$** : créer l'affichage du cercle de diamètre $[AB]$ (ainsi que des points d'intersections M_1 et M_2), actif à l'appui de la touche G .

▲ EQ Final ▼

- ⑦ **Création du graphique :** de la même façon que dans l'exercice précédent (le parallélogramme qui tourne) on crée un second fichier représentant la mesure de l'angle \widehat{AMB} en fonction de x que l'on fait communiquer avec la première figure Géoplan.

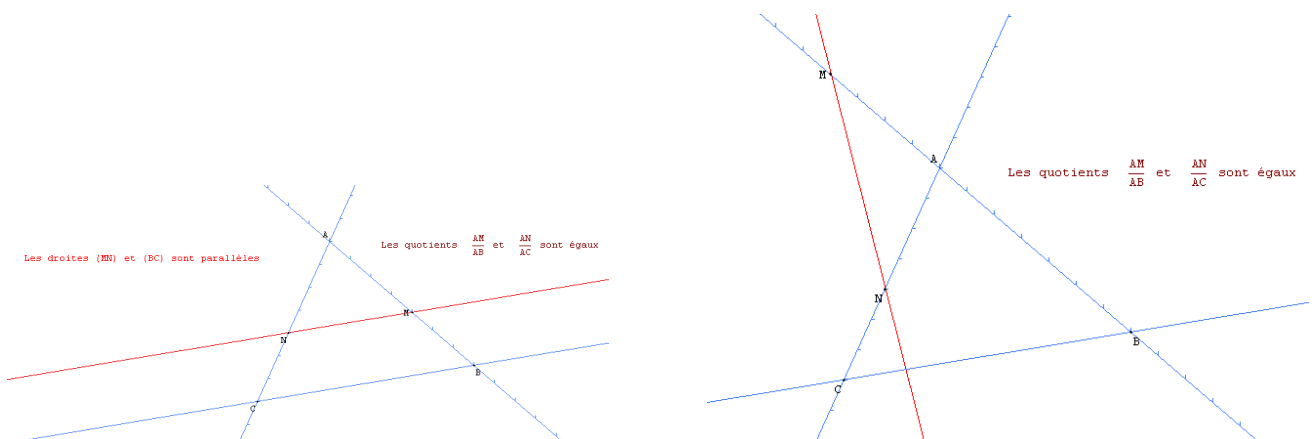
▲ RepGraph ▼



3) Le théorème de THALÈS

En classe de troisième on généralise les résultats obtenus en quatrième sur la proportionnalité de longueurs dans un triangle. Ce n'est donc pas un résultat fondamentalement nouveau qu'il s'agit de faire découvrir aux élèves, mais plutôt son extension au cas où les points M et N « sortent » du triangle ABC (dans la configuration classique d'un triangle ABC avec $M \in [AB]$ et $N \in [AC]$).

Géoplan peut nous aider à visualiser les cas où la droite (MN) est parallèle à la droite (BC) et à observer les égalités de quotients qui en résultent. On peut aussi observer les cas où les quotients $\frac{AM}{AB}$ et $\frac{AN}{AC}$ sont égaux et où les droites (MN) et (BC) ne sont pas parallèles.

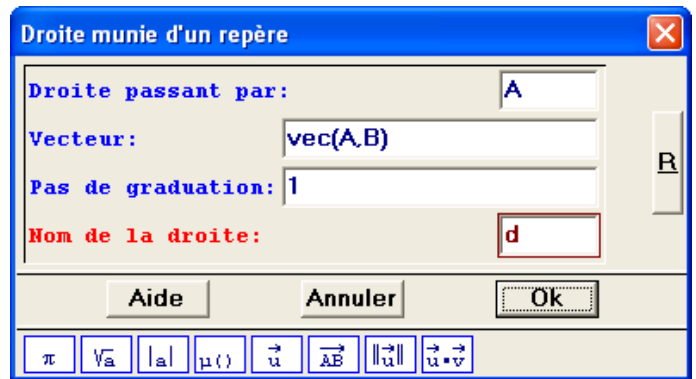




↳ Pour créer une droite graduée :

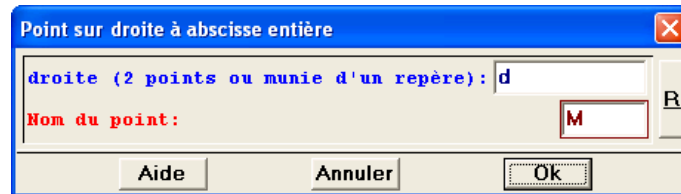
La commande [CREER][LIGNE][DROITE(S)][MUNIE D'UN REPERE] permet de construire une droite graduée passant par un point et orientée selon un vecteur directeur donné. On peut également préciser le pas de graduation.

Il est possible de faire apparaître les étiquettes des graduations en utilisant le bouton  de la boîte des styles.



↳ Pour construire un point à abscisse entière :

Il est aisé avec Géoplan de construire des points libres sur une droite graduée et qui possèdent une abscisse exclusivement entière. C'est la commande [CREER][POINT][POINT LIBRE][A ABCISSE ENTIERE] qui permet cela.



Dans le fichier [introthales.g2w](#) les élèves peuvent déplacer les points A , B , C , M et N . L'espacement des graduations est également librement modifiable. Lorsque les droites (MN) et (BC) sont parallèles, un message apparaît dans la zone de la figure pour le signifier. Un autre message est programmé pour apparaître lorsque les quotients $\frac{AM}{AB}$ et $\frac{AN}{AC}$ sont égaux. La touche **A** montre la valeur des quotients $\frac{AM}{AB}$ et $\frac{AN}{AC}$ dans la zone d'affichage. La touche **B** provoque l'affichage du quotient $\frac{MN}{BC}$. La touche **C** montre les triangles ABC et AMN et la touche **S** montre les symétriques des points M et N par rapport au point A .

Réalisation technique

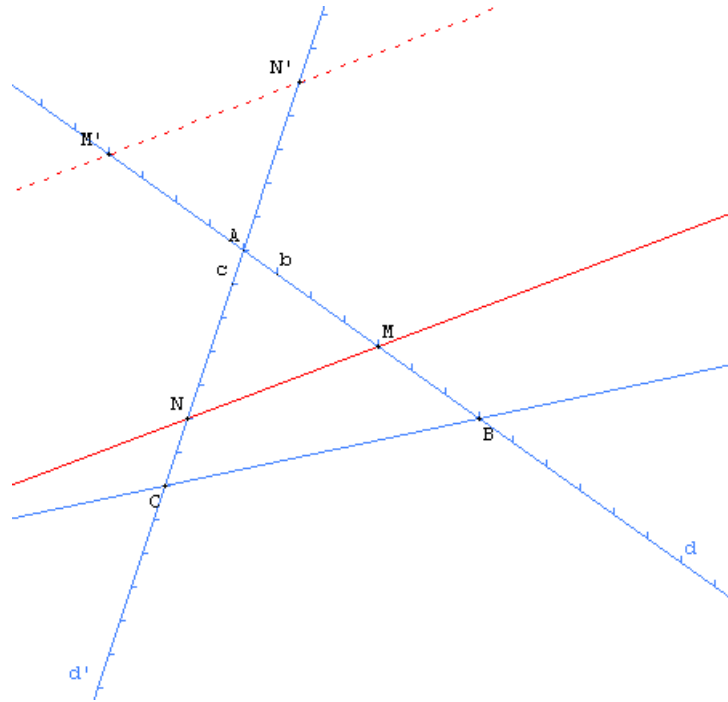
- ❶ **Construction de la figure :** les points A , b et c sont trois points libres. On peut alors définir les droites graduées $d_1 : (A, \overrightarrow{Ab})$ et $d_2 : (A, \overrightarrow{Ac})$. Les points B et M sont deux points libres de d_1 à abscisses entières, et C et N sont deux points libres de d_2 à abscisses entières.

On trace les droites (MN) et (BC) et on définit les polygones AMN et ABC (nommés respectivement t_1 et t_2).

On appelle M' et N' les symétriques respectifs des points M et N par rapport au point A .

Les étiquettes des points b et c sont cachées.

Comme Géoplan n'affiche pas d'étiquette pour montrer le nom des droites, on peut créer deux points fixes d et d' respectivement sur d_1 et d_2 . Nous avons choisi de créer ces points en utilisant la commande [CREER][POINT][POINT REPERE][SUR UNE DROITE], mais il aurait également été possible de les définir comme points libres sur les droites puis d'utiliser la commande [DVERS][FILTRER][INTERDIRE PILOTER] pour les fixer sur les droites d_1 et d_2 .



② **Affichage du message lorsque les quotients sont égaux :** le point z_1 est un point libre du plan. La position du point z_1 déterminera l'emplacement où s'effectuera l'affichage du texte.

On va créer un point z_2 dont l'existence est subordonnée à l'égalité des quotients $\frac{AM}{AB}$ et $\frac{AN}{AC}$. Pour cela, il suffit de définir le point z_2 comme l'image du point z_1 par la translation de vecteur

$$\frac{\overrightarrow{OO}}{\mu(|AM/AB - AN/AC| < 0,001)}$$

Soit, en langage Géoplan :

$$\text{vec}(o, o) / \mu(\text{abs}(\text{dist}(A, M) / \text{dist}(A, B) - \text{dist}(A, N) / \text{dist}(A, C)) < 0.001)$$

Comme il a été vu page 43, la condition relative à l'existence du point z_2 n'est pas $\frac{AM}{AB} = \frac{AN}{AC}$ (car du fait de la précision des calculs internes de Géoplan elle serait difficile à obtenir), mais plutôt $\left| \frac{AM}{AB} - \frac{AN}{AC} \right| < 0,001$ qui est plus facile à vérifier.

Il ne reste alors plus qu'à mettre en œuvre la technique évoquée page 38 pour modifier l'affichage de z_2 . En éditant le texte de la figure, on ajoute la phrase-clé :

A la place de z_2 , afficher: Les quotients $\text{dist}(A, M) / \text{dist}(A, B)$ et $\text{dist}(A, N) / \text{dist}(A, C)$ sont égaux

③ **Affichage du message en cas de parallélisme des droites (BC) et (MN) :** la commande [CREER][NUMERIQUE][CALCUL GEOMETRIQUE][COEFFICIENT DIRECTEUR] permet de définir les variables coe_1 et coe_2 coefficients directeurs respectifs des droites (MN) et (BC).

z_3 est un point libre que l'on positionnera sur la figure à l'endroit où l'on veut voir apparaître le message « les droites (MN) et (BC) sont parallèles ».

Le point z_4 est l'image du point z_3 par la translation de vecteur

$$\frac{\overrightarrow{OO}}{\mu(|coe_2 - coe_1| < 0,00001)}$$

Ou, en langage Géoplan : $\text{vec}(o, o) / \mu(\text{abs}(coe_2 - coe_1) < 0.00001)$.

Il ne reste alors plus qu'à éditer le texte de la figure et à inclure la ligne suivante :

A la place de z4, afficher: Les droites (MN) et (BC) sont parallèles

- ④ **Affichage des quotients :** la commande [CREER][NUMERIQUE][CALCUL GEOMETRIQUE]-[ABSCISSE D'UN POINT SUR UNE DROITE] permet de définir les variables x_M, x_B abscisses respectives de M et B sur la droite d_1 , et x_N, x_C , abscisses respectives de N et C sur la droite d_2 .

On crée ensuite trois affichages de la forme :

```
Af0 affichage du texte: \dist(A,M)/dist(A,B)\=
                        \val(abs(xm))/val(abs(xb))\= \val(AM/AB,4)\
```

```
Af1 affichage du texte: \dist(A,N)/dist(A,C)\=
                        \val(abs(xn))/val(abs(xc))\= \val(AN/AC,4)\
```

```
Af2 affichage du texte: \dist(M,N)/dist(B,C)\=
                        \val(MN,2)/val(BC,2)\= \val(MN/BC,4)\
```

- ⑤ **Finalisation de la figure :** on termine en créant des commandes de dessin par bloc pour afficher ou cacher à volonté les quotients, les triangles ABC et AMN , les points M' et N' .

On peut également vouloir un placement aléatoire des points M et N à l'ouverture de la figure. On utilise la commande [CREER][COMMANDE][AFFECTATIONS ALEATOIRES] pour définir deux commandes qui vont placer aléatoirement le point M et le point N . On associe la touche **AUCUNE** à ces commandes. Il reste alors à éditer le texte de la figure et insérer la phrase-clé

Démarrer en exécutant 1 fois les commandes Cm0 Cm1

en supposant que $Cm0$ et $Cm1$ sont définies ainsi :

Cm0 (touche AUCUNE) affectation aléatoire de M

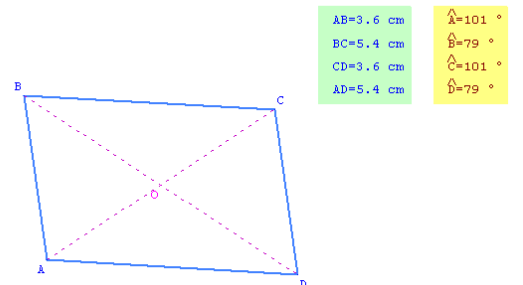
Cm1 (touche AUCUNE) affectation aléatoire de N

▲ Fichier fini : [introthales.g2w](#) ▼

4) Parallélogrammes particuliers

En classe de cinquième, l'étude des parallélogrammes particuliers peut donner lieu à une activité informatique au cours de laquelle les élèves construisent des figures particulières et déduisent des propriétés. On peut aussi fournir une figure préalablement préparée qui jouera le rôle d'un imagiciel comme nous le proposons dans l'exemple ci-contre.

ABCD est un parallélogramme de centre O

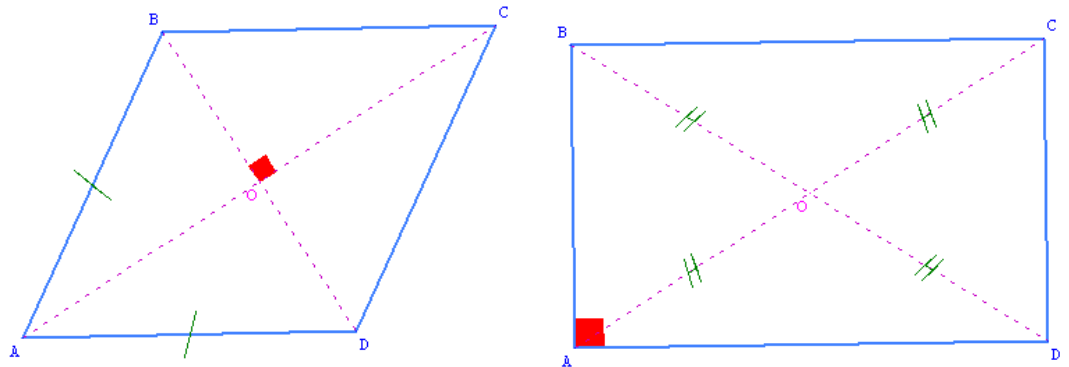


Il s'agit d'un parallélogramme $ABCD$ de centre O dont trois sommets sont libres et dont les diagonales sont représentées. La figure est construite de telle manière que lorsqu'on déforme le parallélogramme, un certain nombre de codages deviennent visibles : on a ainsi codé les angles \widehat{BAD} et \widehat{BOC} , les côtés $[AB]$ et $[AD]$ et les diagonales $[AC]$ et $[BD]$.

On peut ainsi concevoir une activité où l'élève doit obtenir, par exemple, un parallélogramme dont les diagonales sont perpendiculaires. On lui fera bien sûr obtenir de nombreux dessins différents représentant une même configuration et conjecturer une propriété.

Réalisation technique

- ❶ **Construction du parallélogramme :** A, B et C sont trois points libres du plan et D est l'image de C par la translation de vecteur \vec{BA} . On nomme O le point d'intersection des diagonales.
- ❷ **Création des marques :** on utilise la technique étudiée à partir de la page page 41 pour créer des marques conditionnelles et on puise parmi les prototypes fournis avec Protothèque (voir page 167) pour construire les différentes marques.

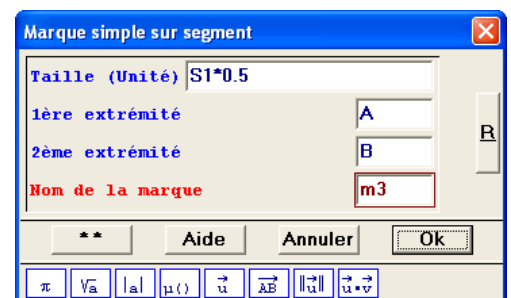


On désire également afficher à l'écran les longueurs des côtés du parallélogramme ainsi que les mesures de ces angles. Il faut alors faire attention aux conditions permettant l'apparition des différentes marques sur la figure. En effet, nous afficherons à l'écran des valeurs arrondies au dixième près par exemple, ce qui ne correspondra pas nécessairement à la précision des calculs internes du logiciel. Aussi, si l'on n'y prend garde, l'élève pourra constater à l'écran que les longueurs AB et AD sont égales, mais ne verra pas apparaître le codage relatif à cette égalité de longueur (l'inverse peut également se vérifier, avec un codage visible alors que les longueurs affichées sont différentes).

Il semble très difficile d'obtenir une simultanéité parfaite entre l'apparition des codages et l'affichage des valeurs exactes correspondant au déclenchement des codages. On peut néanmoins atténuer les effets dus à la précision des calculs en utilisant le prototype **arrondi** qui permet de calculer l'arrondi d'un nombre à un rang donné (on a déjà rencontré ce prototype à l'occasion du « problème de la rivière » page 58).

On appelle dAB et dAC les arrondis respectifs des longueurs AB et AC à 10^{-1} près. La variable S_1 est égale à $\mu(dAB = dAD)$. Autrement dit, S_1 est égale à 1 lorsque $ABCD$ est un losange, à 0 sinon.

On peut dès lors créer des marques de longueurs égales sur les segments $[AB]$ et $[AD]$. Pour que ces marques ne s'affichent que lorsque S_1 vaut 1, l'astuce consiste à relier S_1 à la taille de ces marques. On prendra donc pour taille $S_1 \times 0,5$, par exemple.



De la même façon, on crée la marque d'angle droit relative à l'angle \widehat{BOC} et de taille $S_1 \times 0,2$.

On appelle Ang_1 la mesure de l'angle géométrique \widehat{BAD} . Cette mesure est calculée en interne par Géoplan avec une précision d'au moins 2 chiffres après la virgule. On

appelle donc dng_1 l'arrondi à l'unité de Ang_1 et dng_2 est la différence entre 180 et dng_1 .

La variable S_2 est la valeur de la fonction μ prise lorsque dng_1 vaut 90. Autrement dit, S_2 vaut 1 lorsque $ABCD$ est un rectangle, et 0 sinon.

On peut alors créer des marques de longueurs égales sur les segments $[OA]$, $[OB]$, $[OC]$ et $[OD]$ et créer une marque d'angle droit relative à l'angle \widehat{BAD} .

En pratique, il vaudra mieux créer les codages relatifs aux angles droits avant de tracer les côtés du parallélogramme et avant de tracer ses diagonales. On se souvient en effet (voir page 32) que c'est toujours le dernier objet créé qui se trouve « au-dessus » des autres. Donc, comme on ne veut pas que les marques d'angles droits apparaissent par-dessus le parallélogramme et ses diagonales, il faut les construire en premier.

- ③ **Création des encadrés** : les encadrés sont des simples rectangles colorés (au passage, on notera l'utilisation de la commande `[CREER][LIGNE][RECTANGLE][DEFINI PAR DES COORDONNEES]`. On se sert de points repérés et de la phrase-clé (voir page 38)

A la place de XXX, afficher : YYY

pour afficher les valeurs dAB , dAD , dng_1 et dng_2 .

Le placement du texte à l'intérieur des rectangles dépend de la résolution employée sur l'ordinateur qui fait tourner le logiciel. Par exemple, le fichier fourni est optimisé pour un affichage en 800×600 . Si on ouvre ce fichier en plein écran sur un ordinateur dont l'affichage est paramétré en 1024×768 , le texte sera légèrement décalé à l'intérieur des rectangles. Avec des résolutions supérieures, le décalage sera encore plus important.

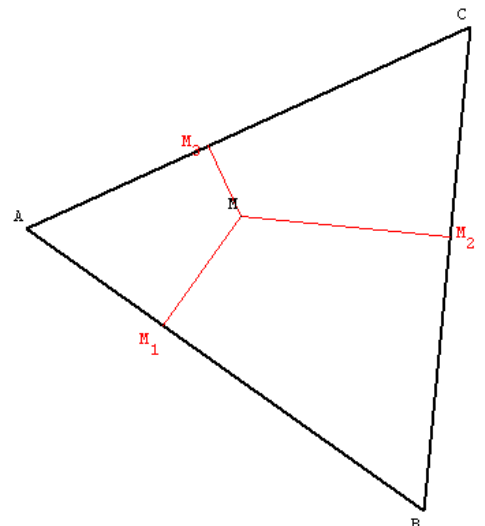
▲ Fichier fini : [parapart.g2w](#) ▼

III.F. Démontrer

Soit ABC un triangle équilatéral. Soit M un point intérieur à ce triangle. Soit M_1 , M_2 et M_3 les projetés orthogonaux de M respectivement sur $[AB]$, $[BC]$ et $[AC]$. Que peut-on dire la somme $MM_1 + MM_2 + MM_3$?

Cet exercice est accompagné de sa [fiche élève](#) au format Word.

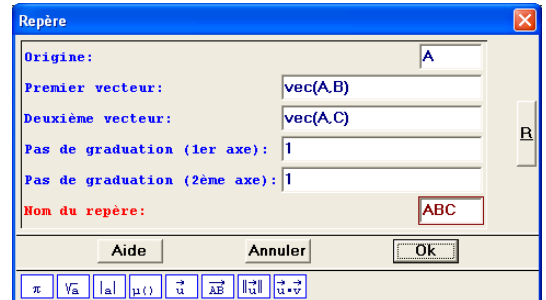
La difficulté principale dans cet exercice est de forcer le point M à rester à l'intérieur du triangle. Pour répondre à ce problème, nous allons utiliser la fonction μ et un peu d'astuce.



- ❶ **Une façon de construire le triangle ABC** : créer une variable numérique libre r dans un intervalle $([1, 4])$ par exemple, tracer un cercle de centre O et de rayon r , placer un point A libre sur le cercle, et construire les points B et C par rotation d'angle 120° .
- ❷ **Pour astreindre le point M à rester à l'intérieur du triangle ABC** : le point M est un point libre du plan, on ne peut donc pas directement l'assujettir à des contraintes d'appartenance au triangle.

L'idée consiste à créer un point P qui n'existe que lorsque le point M est à l'intérieur du triangle, puis forcer le point M à rester collé au point P .

- a) Créer le repère $(A; \vec{AB}; \vec{AC})$.
- b) Utiliser le menu [CREER][NUMERIQUE][CALCUL GEOMETRIQUE] [ABSCISSE D'UN POINT DANS LE PLAN] et [CREER][NUMERIQUE] [CALCUL GEOMETRIQUE][ORDONNEE D'UN POINT DANS LE PLAN], pour créer les coordonnées x_M et y_M du point M dans le repère $(A; \vec{AB}; \vec{AC})$.

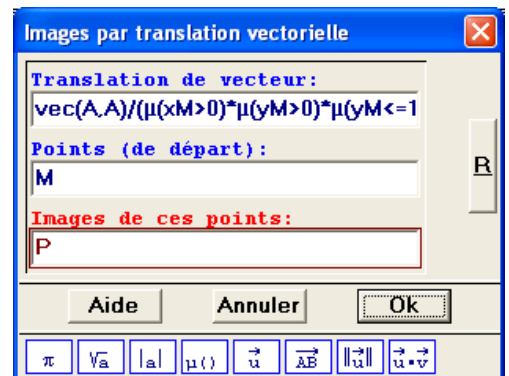


- c) Dans ce repère, un point M de coordonnées $(x_M; y_M)$ appartient au triangle si :

$$x_M > 0 \text{ et } y_M > 0 \text{ et } y_M < 1 - x_M$$

On va donc construire le point P comme l'image du point M par la translation de vecteur :

$$\frac{\vec{0}}{\mu(x_M > 0) \times \mu(y_M > 0) \times \mu(y_M < 1 - x_M)}$$



- Si l'une des conditions n'est pas réalisée, le dénominateur vaut 0 et le point P n'existe pas.
- Si les trois conditions sont réalisées ensemble, le dénominateur vaut 1, et P est l'image de M par la translation de vecteur nul.
- d) Pour que le point M reste confondu avec le point P , on est obligé de passer par le texte de la figure (menu [EDITER][EDITER TEXTE FIGURE]) et utiliser la phrase clé :

Le point ... doit coller au point ...

On tapera donc, juste avant la partie Commentaire :

Le point M doit coller au point P

- e) Puis on cachera le point P .

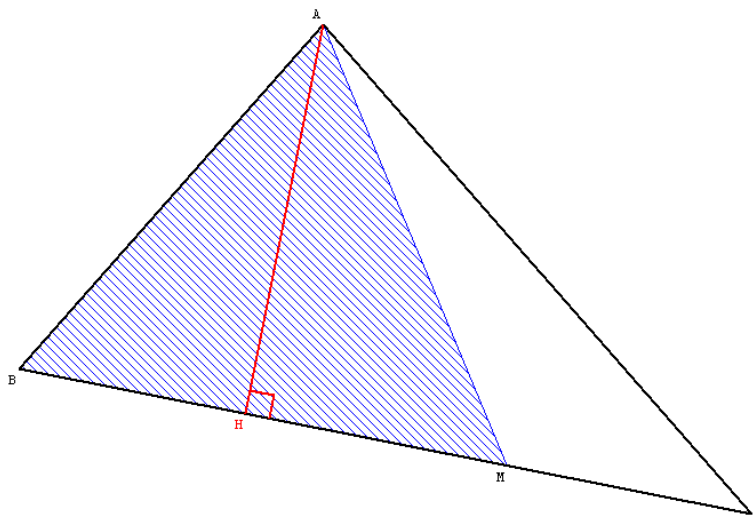
IV. Exercices supplémentaires

IV.A. Triangle et médiane

Créer un fichier Géoplan pour montrer que la médiane d'un triangle est la droite qui partage le triangle en deux triangles de même aire.

▲ Fichier fini : [Médiane.g2w](#) ▼

Le triangle AMB a pour aire 15.96 cm^2
Le triangle AMC a pour aire 8.02 cm^2



IV.B. Comparaison d'aires

D'après <http://maths.ac-rouen.fr/spip.php?article131>

$ABCD$ est un trapèze rectangle tel que $AB = 7 \text{ cm}$, $AD = 5 \text{ cm}$.

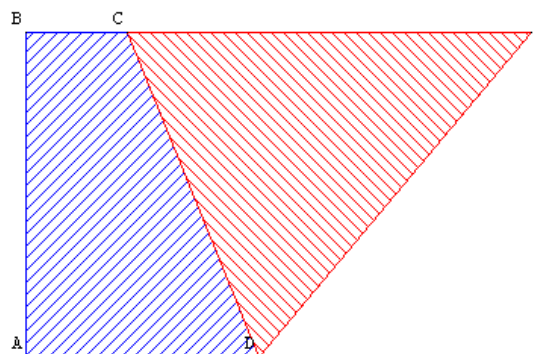
On pose $BC = x \text{ cm}$. E est un point de la demi-droite $[BC)$ tel que $CE = 4x$.

On appelle A_1 l'aire du trapèze $ABCD$ et A_2 l'aire du triangle DCE .

- 1) Pour quelle valeur de x a-t-on $A_1 = A_2$?
- 2) Pour quelles valeurs de x a-t-on $A_1 < A_2$? (si on veut travailler sur les inéquations)

▲ Fichier fini : [Comparaison aire.g2w](#) ▼

$A_1 : 25.12$ $A_2 : 30.482$ $x : 2.177$



Commentaires : Les constantes ont été choisies de telle sorte que la solution ne soit pas un nombre décimal ($17,5/10,5$). Ainsi, l'utilisation de Géoplan permet de trouver une valeur approchée de la solution, mais ne résout pas le problème et justifie ainsi l'utilisation du calcul littéral.

Déroulement de l'activité : On présente le problème aux élèves en traçant la figure au tableau et en leur demandant de la reproduire sur leur cahier. On projette en même temps le fichier Géoplan correspondant et on demande à un élève de déplacer le point C (éventuellement au clavier) afin de trouver la solution. On fait remarquer aux élèves que l'on a un encadrement apparent de la solution sans en avoir la valeur exacte. Si les élèves le proposent, on peut augmenter le nombre de décimales affichées. On passe alors à la résolution, permettant de revoir la formule de l'aire du triangle et de travailler sur l'aire du trapèze rectangle.

Place dans la progression :

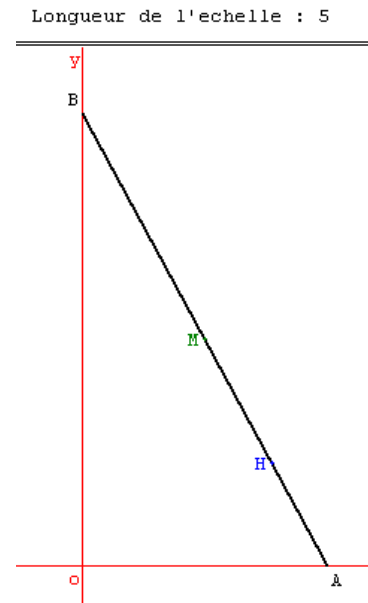
- ↪ En classe de quatrième, cette activité peut être utilisée comme introduction au chapitre sur les équations. Une fois établie la nécessité de résoudre une équation, on passe au cours correspondant. Lorsque les élèves maîtrisent les techniques de résolution, on peut résoudre le problème.
- ↪ En classe de troisième, cette activité peut être utilisée pour réviser les techniques de résolution d'équations vues en quatrième et rappeler leur utilité. Elle peut également être (ré)utilisée pour les inéquations.

IV.C. Une échelle contre un mur

Une échelle est posée contre un mur perpendiculaire au sol.

- 1) Quel est le lieu du point M , milieu de l'échelle, quand cette échelle glisse contre le mur ?
- 2) Quel est le lieu du point H , projeté orthogonal du centre du repère sur l'échelle, quand cette échelle glisse contre le mur ?

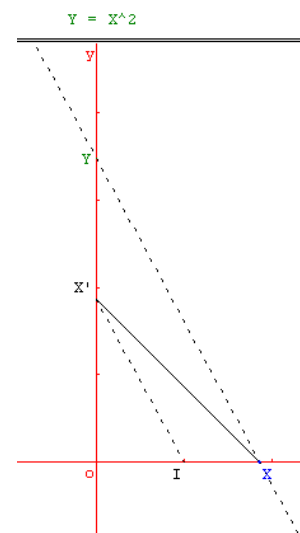
▲ Fichier fini : [Echelle.g2w](#) ▼



IV.D. Le carré d'un nombre

Proposer un fichier Géoplan permettant une construction du carré d'un nombre (on pourra s'aider de la figure ci-contre...)

▲ Fichier fini : [Carré de x.g2w](#) ▼

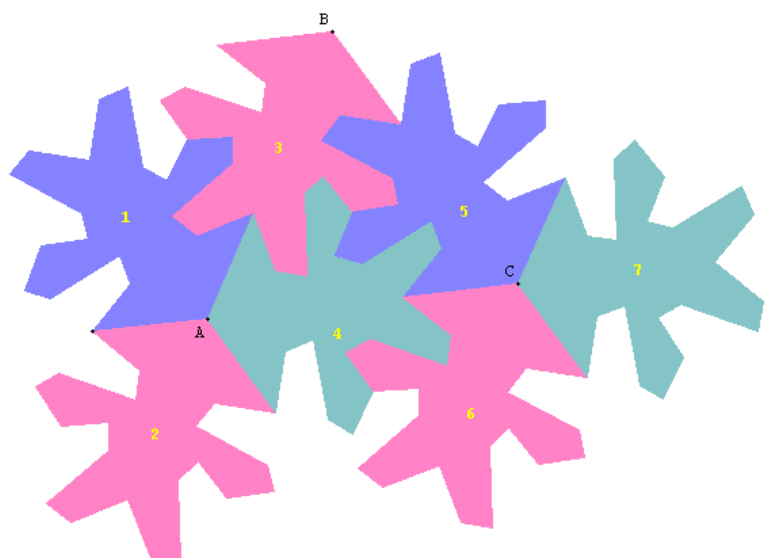


IV.E. Pavage chinois

En 3^e on peut introduire la notion de rotation à l'aide d'un pavage chinois. Que ce soit pour fabriquer une fiche élève ou bien pour corriger un travail sur le pavage, il est possible d'utiliser un logiciel de géométrie dynamique.

S'il s'agit par exemple pour le professeur de corriger [cette activité](#), un rétroprojecteur avec des transparents et un compas peut très bien faire l'affaire. Mais pourquoi se priver du plaisir de réaliser cette correction à l'aide de Géoplan ?

▲ Fichier fini : [chinois.g2w](#) ▼

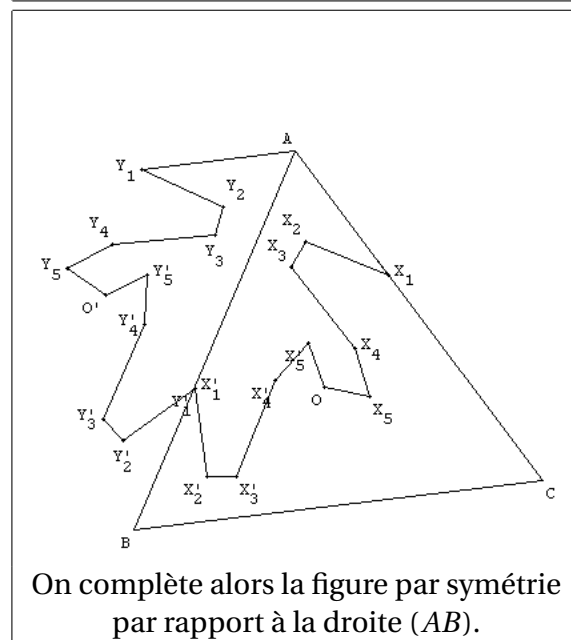
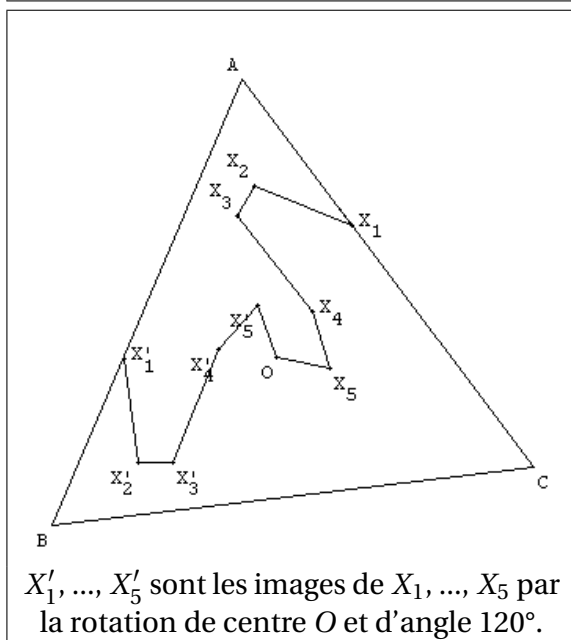
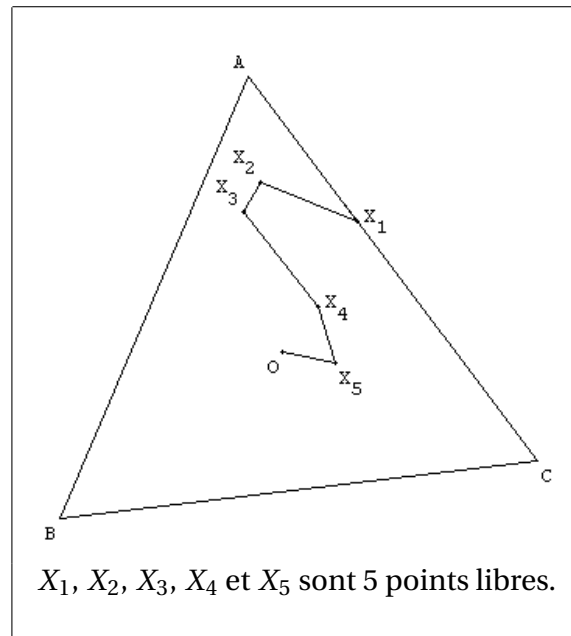
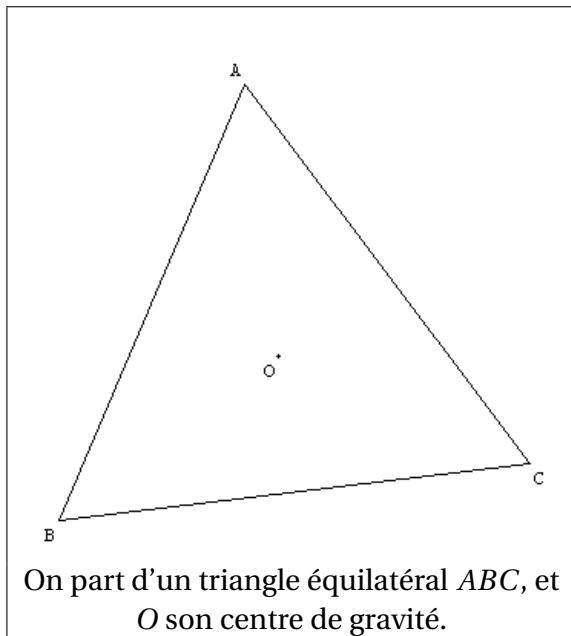


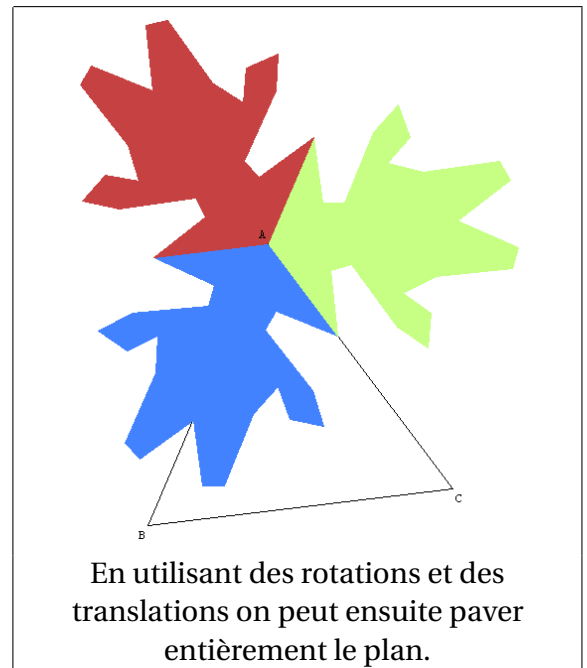
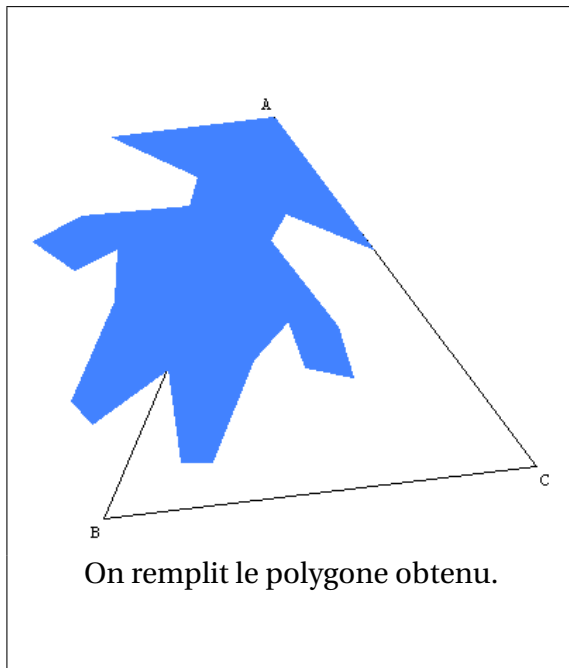
Références :

- http://www.univ-lille1.fr/irem/activites/article.php3?id_article=55
http://perso.wanadoo.fr/therese.veilleau/pages/jeux_mat/textes/chinoisF.htm
<http://users.skynet.be/cabri/cabri/chinois.htm>
 « Le Nouveau Pythagore 3^e » (avril 1999), Hatier, page 189

Réalisation technique

↳ Pavage Chinois





En pratique, il serait très fastidieux de réaliser la figure du fichier [chinois.g2w](#) avec cette méthode, car cela obligerait à nommer les sommets de tous les chinois construits. En effet, il n'est pas possible avec Géoplan⁷ de construire l'image d'un polygone par une transformation (il faut obligatoirement définir les images des sommets du polygone).

La réalisation du fichier [chinois.g2w](#) repose donc sur l'utilisation de prototype (voir page 56) où chaque chinois est défini à partir du sommet de son chapeau et du premier point sur le chapeau. Pour le bon fonctionnement du prototype, il a été nécessaire de rendre fixe les points X_2 , X_3 , X_4 et X_5 (voir page 67) et de les définir relativement à A et à X_1 .

↳ Les animations

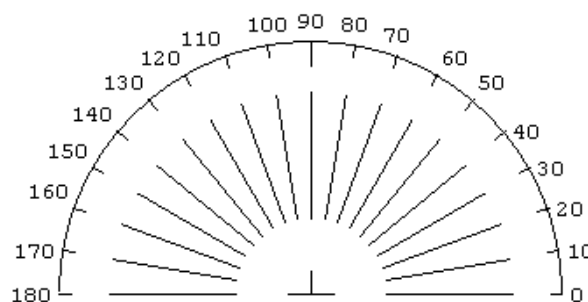
Les animations des chinois 1, 3 et 6 reposent sur la technique étudiée page 37 : ici c'est l'angle de la rotation que l'on fait varier pas à pas. L'animation du chinois 4 repose sur la technique étudiée page 36 : l'angle de la rotation est égal à l'angle représenté par le curseur rouge.

↳ Le rapporteur

Le rapporteur est construit manuellement à base d'arcs de cercles et de segments. L'affichage des mesures d'angles autour du rapporteur s'obtient à l'aide de la phrase à coder dans le texte de la figure (voir page 38) :

A la place de XXX, afficher: YYY

L'inclinaison du rapporteur se pilote à l'aide des flèches du clavier.



7. C'est pourtant réalisable avec Géospace!

↳ Initialisation de la figure

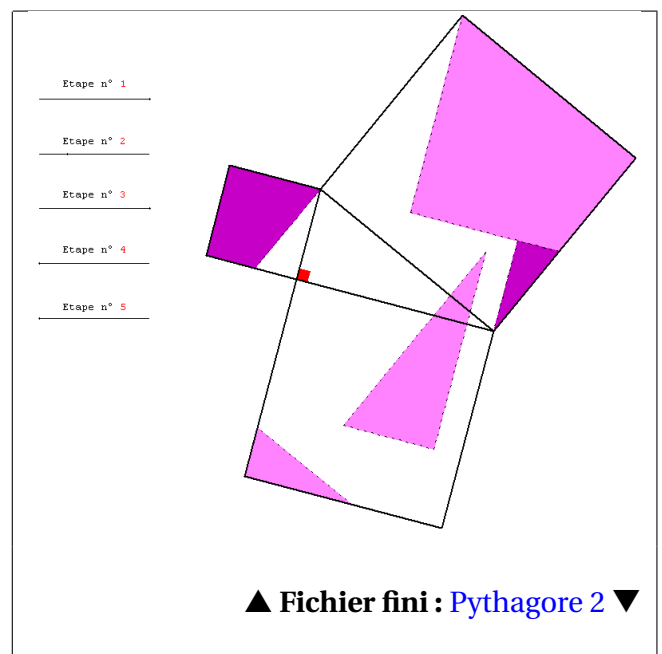
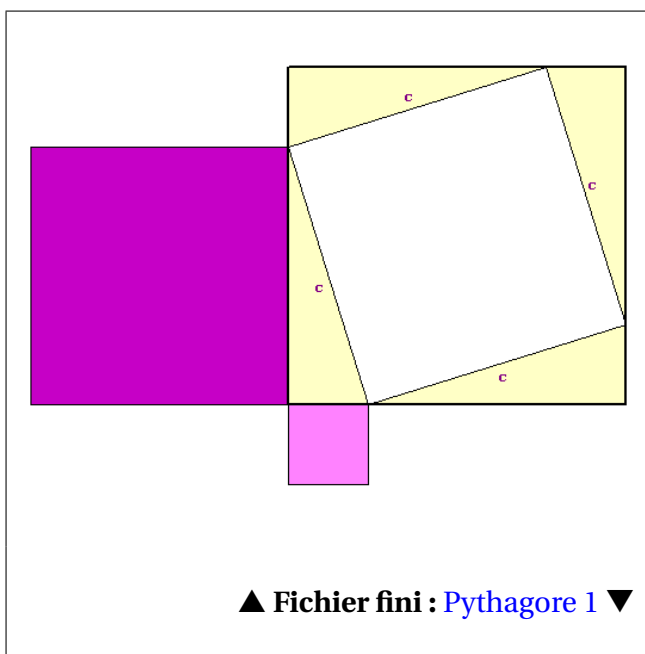
Il est possible de faire exécuter par Géoplan certaines commandes à l'ouverture de la figure. Dans le cas présent, on demande à Géoplan de lancer la commande associée à la touche **0** à l'aide de la phrase suivante à taper dans le texte de la figure :

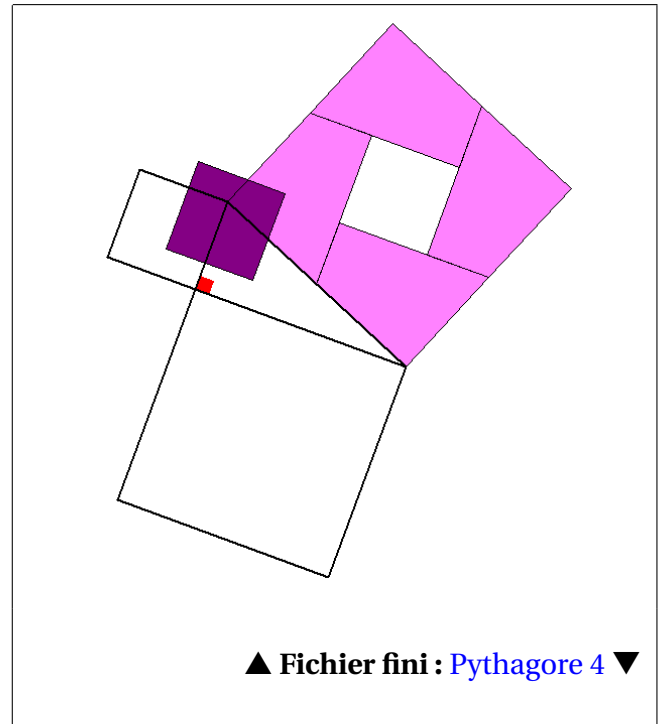
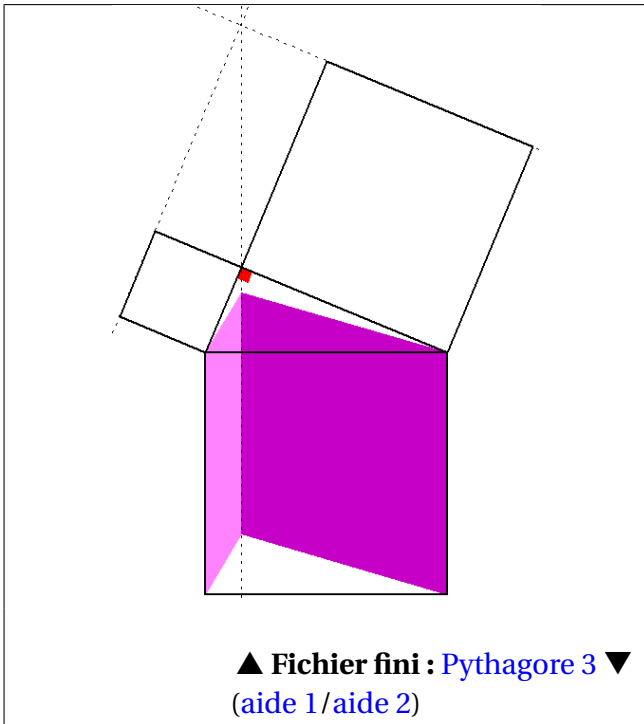
Démarrer en exécutant 1 fois la ou les commandes associées à la touche 0

Cela permet ici, dans le cas où l'on aurait par inadvertance enregistré la figure Géoplan avec des angles de rotation non nul (pour les chinois 1, 3, 6 et 4), de remettre ces angles à zéro.

IV.F. Le Théorème de Pythagore

Géoplan permet d'illustrer facilement certaines démonstrations par les aires du théorème de PYTHAGORE.





En savoir plus :

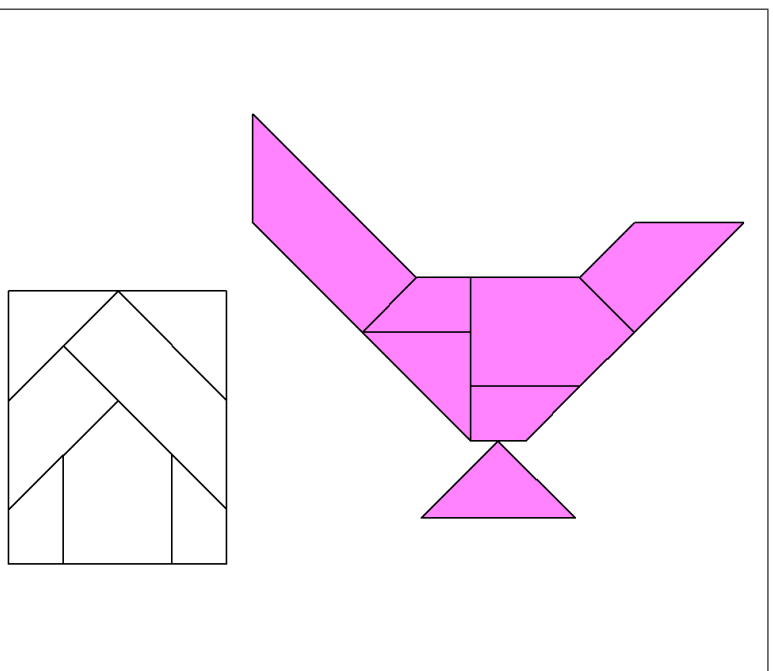
http://perso.wanadoo.fr/therese.eveilleau/pages/truc_mat/pythagor/textes/euclide.htm

IV.G. Un tangram

Gérard NOËL a proposé sur la liste de diffusion de l'académie de Reims cette superbe animation, mais au format Cabri. En voici la conversion au format Géoplan. Il est évident que le travail proposé ici aux élèves est un travail papier/crayon : mesures de longueurs, recouvrements de surfaces, calculs d'aires, ... Et pour citer Gérard NOËL, « l'animation n'est là que pour faire joli ».

Néanmoins, d'un point de vue technique, cette animation est difficile à réaliser avec notamment des compositions de transformations pour effectuer les déplacements de certaines pièces du tangram.

▲ Fichier fini : [tangram.g2w](#) ▼



IV.H. Avec la trace

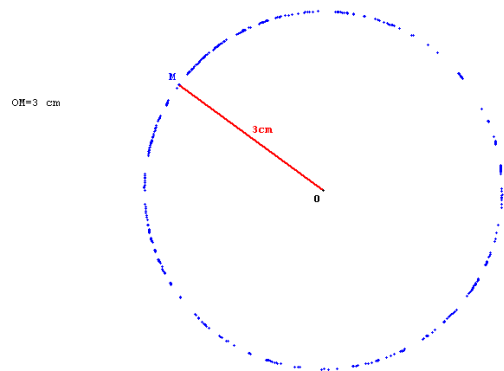
En 6^e on peut faire découvrir le cercle comme étant l'ensemble des points situés à égale distance d'un autre point à l'aide du fichier illustré ci-contre. Le point M est libre dans le plan, et lorsque la distance de O à M vaut 3 cm, le point M laisse une trace bleue dans le plan.

Ce fichier peut être utilisé en vidéoprojection à la suite d'une activité papier/crayon ou bien en salle informatique comme activité de découverte.

▲ Fichier fini : [CaracCercle.g2w](#) ▼

Touche 1 : garder la trace des points à 3 cm de O

Le point M est à 3 cm du point O



Réalisation technique

↳ Obtenir la trace des points situés à 3 cm de O

Il n'est évidemment pas question de demander directement la trace du point M étant donné que celui-ci est libre et peut être situé n'importe où. L'astuce consiste à créer un point N , confondu avec M , qui n'existe que lorsque la distance de O à M est égale à 3 cm. Et c'est la trace du point N que l'on affichera.

Pour des raisons identiques à celles expliquées dans la remarque page 43, on ne teste pas dans ce fichier si $OM = 3$, mais plutôt si $|OM - 3| < 0,01$, ce qui se traduit, en langage Géoplan, par une condition de la forme $\mu(\text{abs}(OM-3) < 0.01)$.

↳ Affichage conditionnel dans la zone d'affichage

Lorsque $OM = 3$ cm, le texte «Le point M est à 3 cm du point O » apparaît dans la zone d'affichage. Pour réaliser un tel affichage conditionnel, il est nécessaire de « bluffer » le logiciel en lui faisant croire que l'on demande l'affichage d'un calcul. Un calcul qui produit une erreur (et par conséquent n'est pas affiché) sauf lorsque $|OM - 3| < 0,01$.

L'idée consiste ensuite à afficher le texte désiré à la fin (ou devant) le calcul, et à demander l'affichage du calcul en blanc sur fond blanc afin de le rendre invisible.

Voici, par exemple, le code utilisé dans ce fichier pour provoquer l'affichage conditionnel du texte :

```
Le point M est à 3 cm du point O$bval(1/μ(abs(OM-3)<0.01),0)
```

Si $|OM - 3| \geq 0,01$ alors $\mu(|OM - 3| < 0,01) = 0$ et donc le calcul $\frac{1}{\mu(|OM - 3| < 0,01)}$ provoque une erreur, ce qui empêche l'affichage de tout le texte.

Lorsqu'au contraire, $|OM - 3| < 0,01$, le calcul ne provoque plus d'erreur, le texte s'affiche alors, ainsi que le résultat du calcul. Mais comme celui-ci est en blanc (utilisation de $\$b$), il n'est pas visible.

Sur le même principe, on peut illustrer le régionnement du plan par la médiatrice d'un segment, ou encore,

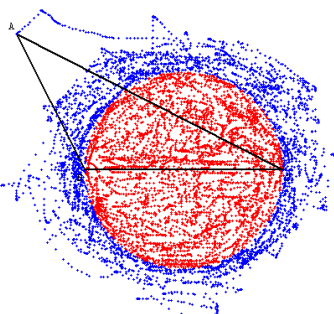
rechercher, pour B et C donnés, l'ensemble des points A du plan tels que $BC^2 = AB^2 + AC^2$.

L'appui sur la **touche 1** provoque l'affichage :

en **rouge** des points tels que $BC^2 > AB^2 + AC^2$
 en **bleu** des points tels que $BC^2 < AB^2 + AC^2$

Où sont les points tels que $BC^2 = AB^2 + AC^2$? Que constate-t-on alors pour le triangle ABC ?

BC=2 cm ----> $BC^2=4$
 AB=1.55 cm ----> $AB^2=2.39$
 AC=3.03 cm ----> $AC^2=9.19$
 $BC^2 < AB^2 + AC^2$

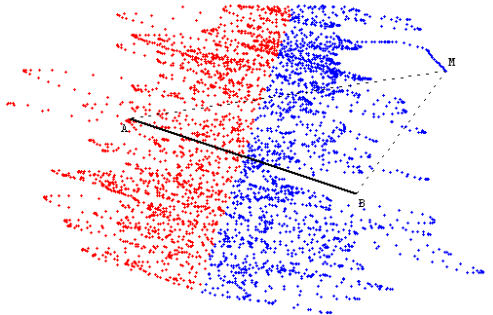


▲ Fichier fini : [lieutgrect.g2w](#) ▼

L'appui sur la **touche 1** provoque l'affichage :

en **rouge** des points tels que $MA < MB$
 en **bleu** des points tels que $MA > MB$

Où sont les points tels que $MA = MB$?



▲ Fichier fini : [regionmnt.g2w](#) ▼

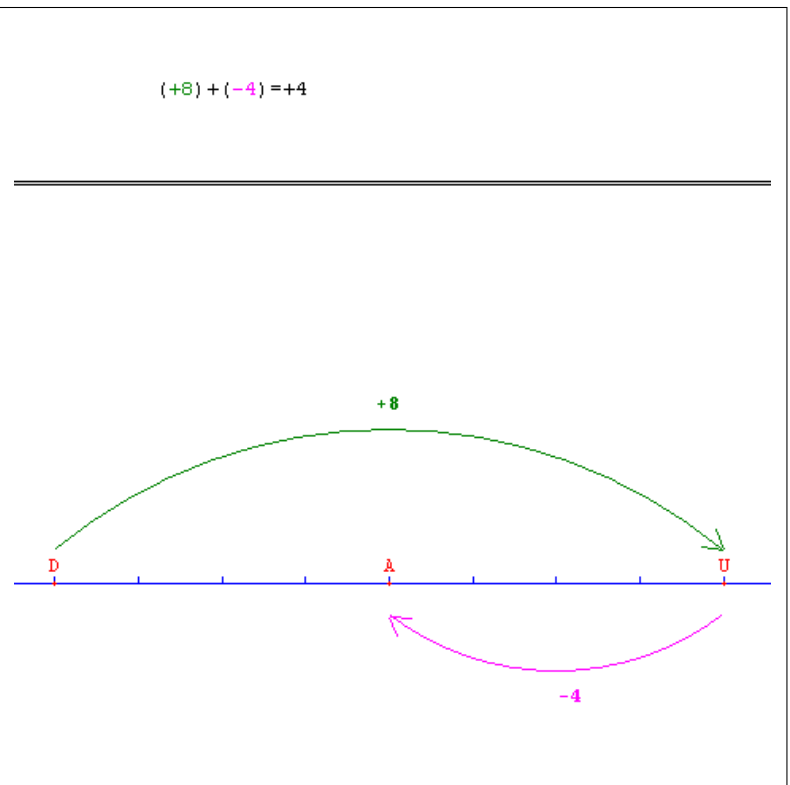
IV.I. Une grenouille qui fait des bonds

Pour illustrer la somme de nombres relatifs, il est courant de prendre l'image d'une grenouille effectuant des bonds sur un axe.

Dans ce même fichier, nous illustrons le cas où la grenouille (qui n'est pas dessinée !) effectue un seul bond (on se repère alors de façon absolue par rapport à l'origine de la droite graduée) et le cas où la grenouille effectue deux bonds consécutifs (on repère alors le point d'arrivée par rapport au point de départ).

Ce fichier est prévu pour être visualisé en pleine fenêtre sur un écran de résolution 1024x768. Pour mieux voir le calcul (touche \boxed{C}), on pourra éventuellement utiliser la commande [AFFICHER][TRAITS EPAIS (BASCULE)].

▲ Fichier fini : [grenouille.g2w](#) ▼

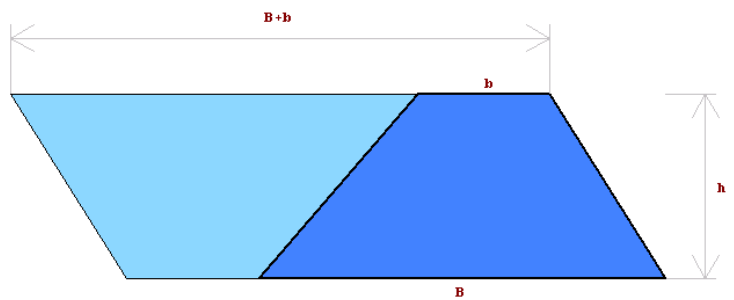


IV.J. Aire du trapèze

Dans cet imagiciel, les quatre sommets du trapèze sont libres. L'appui sur les flèches de direction provoque la rotation du trapèze autour du milieu de l'un de ses côtés, et l'animation se termine lorsque l'angle de la rotation est égal à 180° . On obtient ainsi un parallélogramme et connaissant l'aire du parallélogramme il devient facile de déduire une formule pour l'aire du trapèze.

À noter que l'animation reste valable quand le sommet « supérieur gauche » est confondu avec le sommet « supérieur droit » : cet imagiciel permet donc d'illustrer également la formule de l'aire d'un triangle quelconque.

▲ Fichier fini : [airetrapèze.g2w](#) ▼



$$2 \times \text{Aire du trapèze} = \text{Aire du parallélogramme} = (B+b) \times h$$

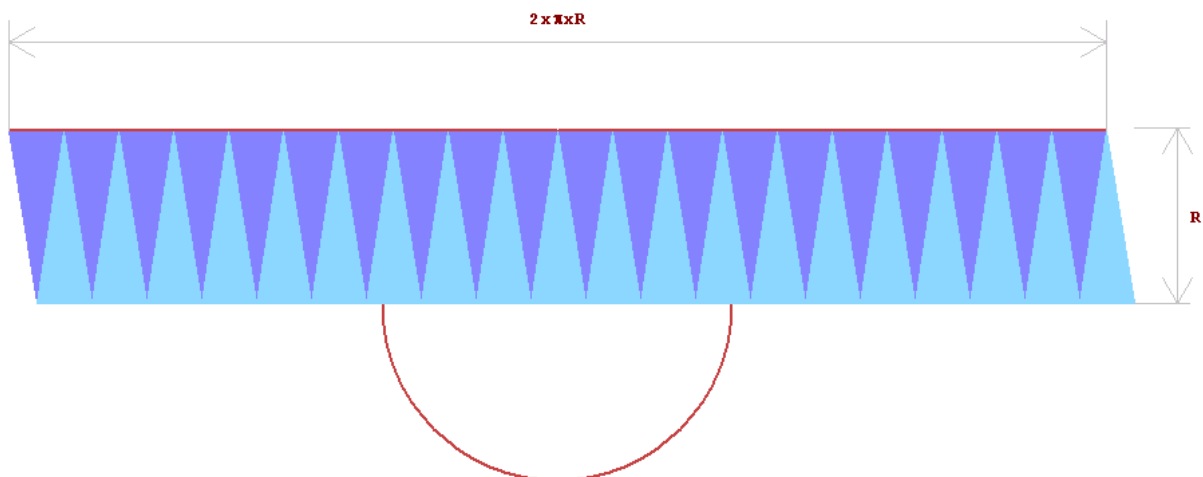
$$\text{donc Aire du trapèze} = \frac{(B+b) \times h}{2}$$

IV.K. Aire du disque

La méthode utilisée par ARCHIMÈDE pour déterminer l'aire d'un disque consiste à découper celui-ci en un très grand nombre de triangles isocèles de sommet principal le centre du disque. Lorsque le nombre de triangles isocèles est « suffisamment » grand, on peut considérer que leur hauteur est « presque » égale au rayon du disque et les bases de ces triangles, mises côte à côte, forment un segment de longueur approximativement égale au périmètre du disque.

L'imagiciel proposé ici montre que lorsqu'on double le nombre de triangles isocèles, on forme un parallélogramme de hauteur le rayon du disque et ayant une base de longueur égale au périmètre du disque. Connaissant l'aire d'un parallélogramme, le calcul de l'aire du disque devient possible.

▲ Fichier fini : [airedisque.g2w](#) ▼



$$2 \times \text{Aire du disque} = \text{Aire du parallélogramme} = 2 \times \pi \times R \times R = 2 \pi R^2$$

$$\text{donc Aire du disque} = \pi R^2$$

Références :

http://perso.orange.fr/therese.eveilleau/pages/hist_mat/textes/mirliton.htm

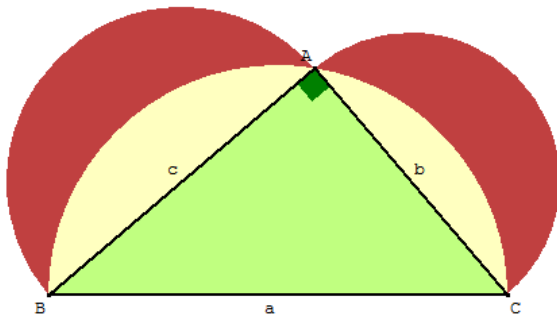
<http://www.mathkang.org/swf/archimede2.html>

IV.L. Les lunules d'Hippocrate

L'imagiciel suivant illustre le théorème connu sous le nom des « Lunules d'HYPPOCRATE », ou encore « Théorème des deux lunules ».

Dans ce fichier, l'ordre de création des différents objets est important si l'on veut obtenir une superposition correcte des couleurs. La technique du dessin par bloc conditionnel (voir page 50) est également mise en œuvre afin d'afficher les différents éléments dans l'ordre de la démonstration.

▲ Fichier fini : [lunules.g2w](#) ▼



$$\begin{aligned} \text{Aire du triangle ABC} &: \frac{bc}{2} \\ \text{Aire du demi-disque de diamètre [BC]} &: \frac{\pi \left(\frac{a}{2}\right)^2}{2} = \frac{\pi a^2}{8} \\ \text{Aire de la surface jaune:} &: \frac{\pi a^2}{8} - \frac{bc}{2} \\ \text{Aire du demi-disque de diamètre [AB]} &: \frac{\pi \left(\frac{c}{2}\right)^2}{2} = \frac{\pi c^2}{8} \\ \text{Aire du demi-disque de diamètre [AC]} &: \frac{\pi \left(\frac{b}{2}\right)^2}{2} = \frac{\pi b^2}{8} \end{aligned}$$

$$\text{Aire des lunules: } \frac{\pi b^2}{8} + \frac{\pi c^2}{8} - \left(\frac{\pi a^2}{8} - \frac{bc}{2} \right)$$

$$\frac{\pi b^2}{8} + \frac{\pi c^2}{8} - \frac{\pi a^2}{8} + \frac{bc}{2}$$

$$\frac{\pi}{8} (b^2 + c^2 - a^2) + \frac{bc}{2}$$

$$(\text{or } b^2 + c^2 = a^2 \text{ donc } b^2 + c^2 - a^2 = 0)$$

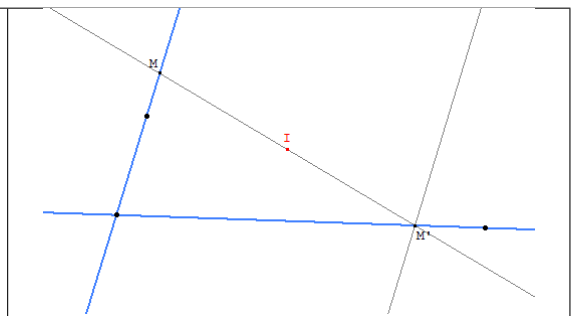
$$\frac{bc}{2} = \text{Aire du triangle ABC}$$

IV.M. Des exercices pour chercher

Nous vous proposons ci-dessous une sélection de quelques exercices dont la réalisation technique avec Géoplan ne pose aucun problème particulier (le fichier correspondant avec la solution est toutefois présent). Chacun de ces problèmes peut faire l'objet d'une activité à part entière en classe, tant les élèves sont heurtés à des difficultés pour les résoudre. L'intérêt de l'outil informatique ici est évident, et l'utilisation à bon escient d'un logiciel de géométrie dynamique autorise la mise en place d'une démarche scientifique de la part des élèves : observation, émission de conjectures, réfutation d'idées préconçues, tests de validité, interprétation, ...

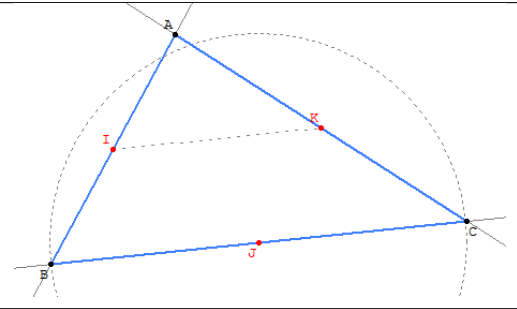
On considère deux droites d et d' et un point I n'appartenant à aucune de ces deux droites. Construire un point M sur d et un point M' sur d' de telle sorte que I soit le milieu de $[MM']$.

▲ Fichier fini : [chercher01.g2w](#) ▼



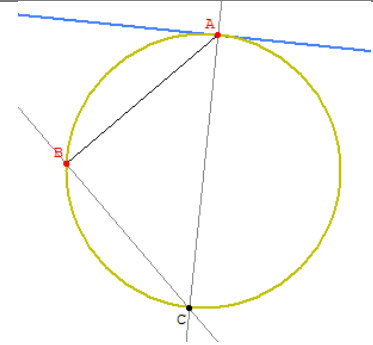
D'un triangle ABC , on connaît I le milieu de $[AB]$, J le milieu de $[BC]$ et K le milieu de $[CA]$. Reconstituer le triangle ABC .

▲ Fichier fini : [chercher02.g2w](#) ▼



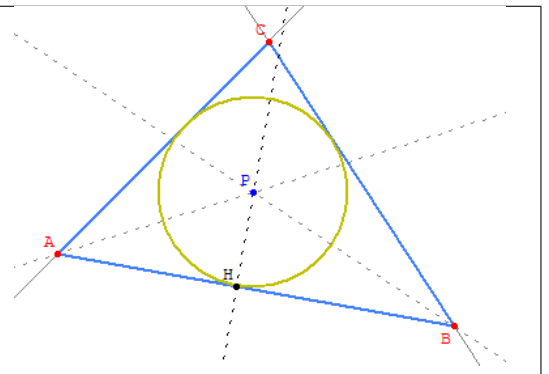
On considère une droite d , A un point de cette droite, et B un point n'appartenant pas à d . Construire le cercle \mathcal{C} tangent en A à la droite d et passant par le point B .

▲ Fichier fini : [chercher03.g2w](#) ▼



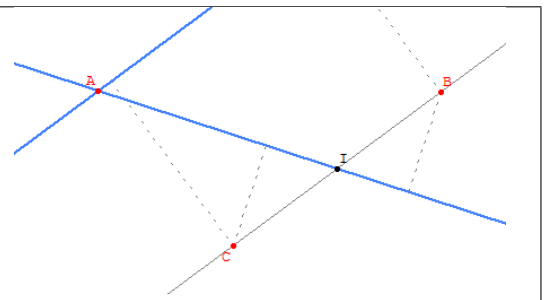
On considère un segment $[AB]$ et P un point n'appartenant pas à $[AB]$. Construire le point C de telle sorte que P soit le centre du cercle inscrit au triangle ABC .

▲ Fichier fini : [chercher04.g2w](#) ▼



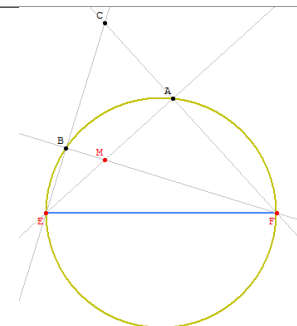
A , B et C sont trois points non alignés. Construire une droite passant par A , à égale distance des points B et C . Y a-t-il plusieurs solutions ?

▲ Fichier fini : [chercher05.g2w](#) ▼



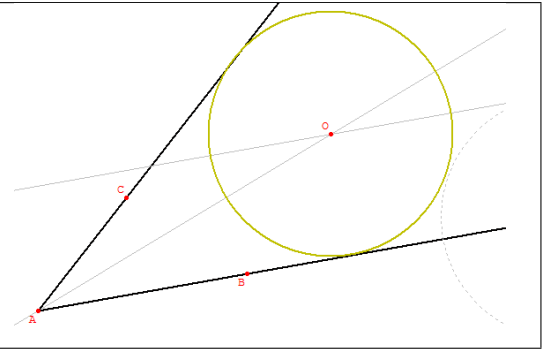
On considère un cercle \mathcal{C} de diamètre $[EF]$ et M un point à l'intérieur de ce cercle. En utilisant uniquement une règle non graduée, construire une droite d perpendiculaire à (EF) et passant par M .

▲ Fichier fini : [chercher06.g2w](#) ▼



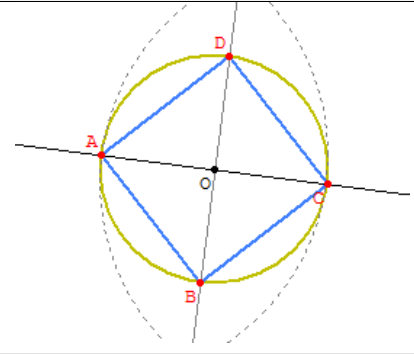
On considère un angle \widehat{ABC} . Construire un cercle de rayon 2 cm tangent chaque côté de l'angle \widehat{ABC} .

▲ Fichier fini : [chercher07.g2w](#) ▼



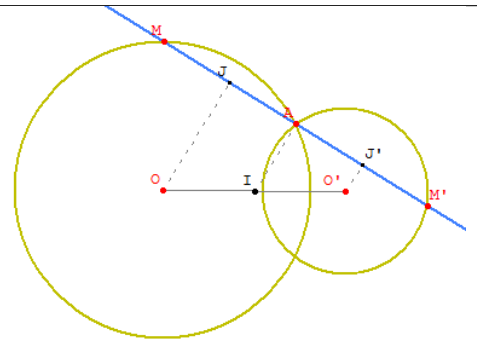
Construire un carré en utilisant uniquement le compas et la règle non graduée.

▲ Fichier fini : [chercher08.g2w](#) ▼



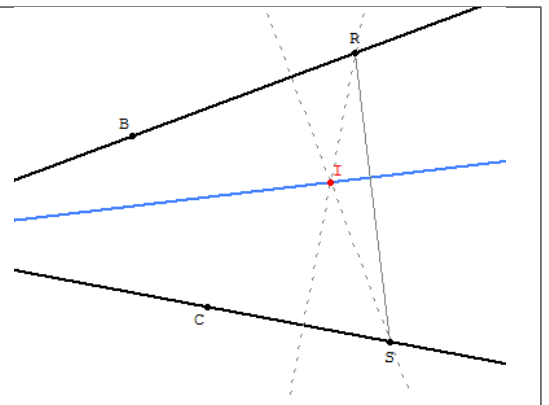
\mathcal{C} et \mathcal{C}' sont deux cercles de centres respectifs O et O' , sécants en A . Construire un point M sur \mathcal{C} et un point M' sur \mathcal{C}' de telle sorte que A soit le milieu de $[MM']$.

▲ Fichier fini : [chercher09.g2w](#) ▼



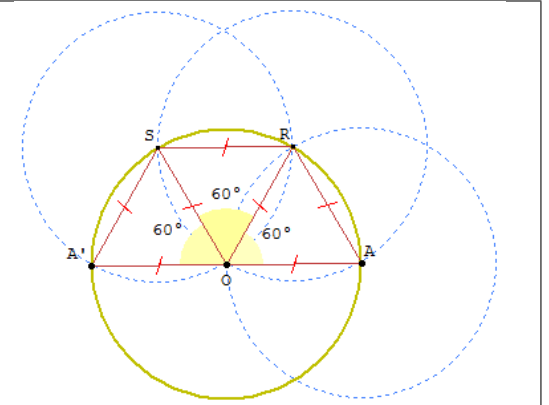
d et d' sont deux droites sécantes en A . Le point I n'appartient ni à d ni à d' . Construire la droite (AI) sans utiliser le point A .

▲ Fichier fini : [chercher10.g2w](#) ▼



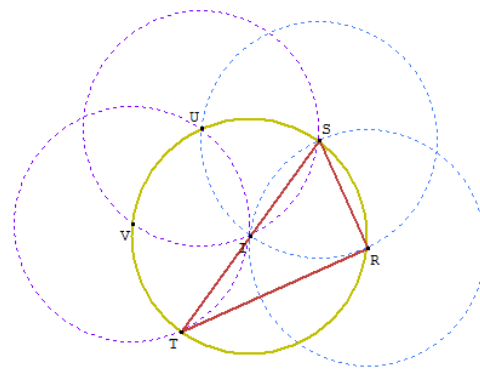
En utilisant uniquement le compas, construire le point A' , symétrique du point A par rapport au point O .

▲ Fichier fini : [chercher11.g2w](#) ▼



En utilisant uniquement le compas, construire un point T tel que le triangle RST soit rectangle en R .

▲ Fichier fini : [chercher12.g2w](#) ▼

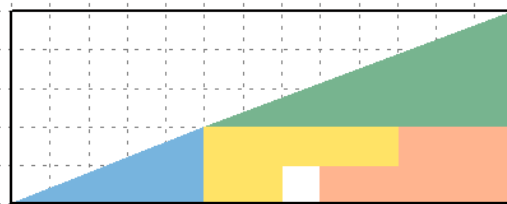
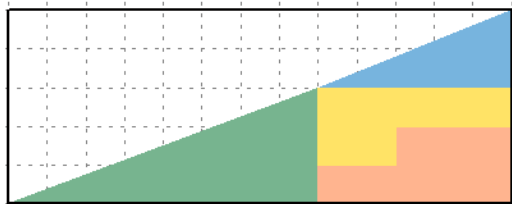


IV.N. Un puzzle de Lewis Carroll

Écrivain de renom, à qui l'on doit notamment « Alice au pays des merveilles », Lewis CARROLL était également un brillant mathématicien. On lui doit de nombreuses énigmes et, parmi celles-ci, un paradoxe resté célèbre illustré par l'imagiciel ci-dessous.

Ce fichier est une traduction sous Géoplan du fichier GeoGebra que Guy MARION présente sur son site **AbcdMaths** : http://abcmaths.free.fr/secondes/illusion/illusion_worksheet.html

▲ Fichier fini : [puzzle.g2w](#) ▼



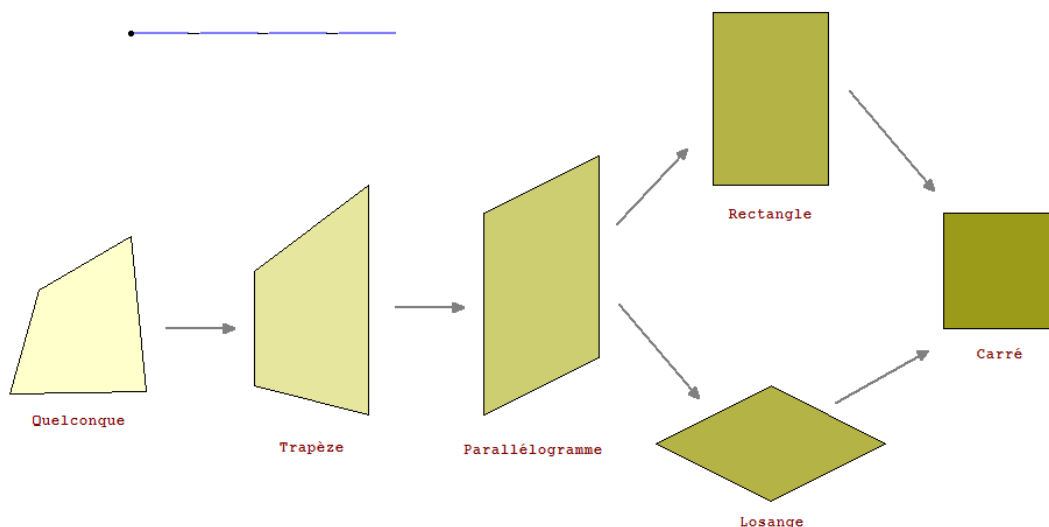
IV.O. Une classification de quelques quadrilatères

En utilisant la technique du morphing barycentrique (voir, par exemple, cette animation GeoGebra de Vincent PANTALONI : <http://prof.pantaloni.free.fr/spip.php?article71> ou sa transcription en Géoplan) on peut créer le petit imagiciel suivant qui illustre une classification possible de quelques quadrilatères.

Pour des articles détaillés concernant des classifications de quadrilatères, vous pouvez vous référer, par exemple, à :

- l'article « La maison des quadrilatères » de Giuseppe PINTAUDI dans le numéro 96 de *L'Ouvert* (septembre 1999) disponible en ligne : <http://irem.u-strasbg.fr/php/index.php?frame=.%2Fpubli%2Fouvert%2Fsommaire.php&m0=pub&m1=dispo&m2=ouv&>
- l'article « Classification objectives des quadrilatères » sur le site de l'Unité de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques : <http://dev.ulb.ac.be/urem/Classification-objective-des>

▲ Fichier fini : [classification.g2w](#) ▼



IV.P. Le jeu du franc-carreau

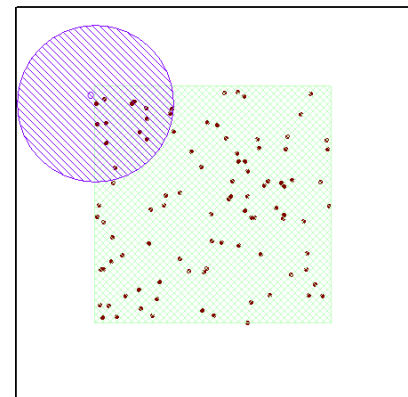
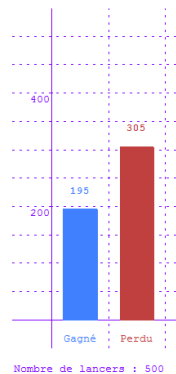
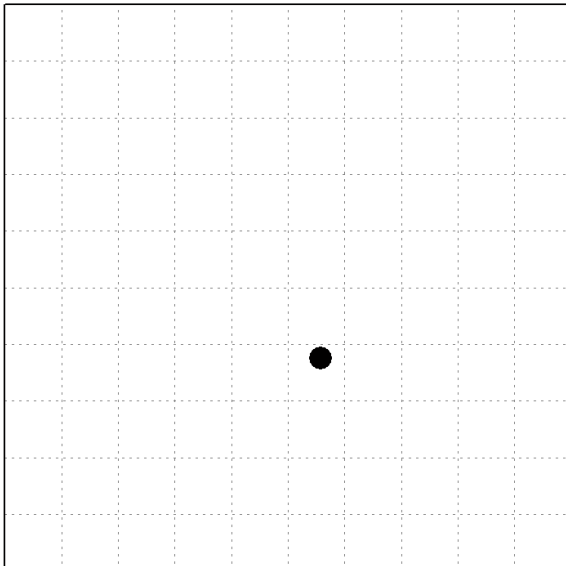
Le jeu du franc-carreau consiste à jeter une pièce de monnaie sur un plancher pavé de carreaux égaux. L'un des joueurs parie que cette pièce tombera à franc-carreau, c'est-à-dire sur un seul carreau. L'autre parie que la pièce touchera deux ou plusieurs carreaux.

Ce jeu peut être conçu comme une activité d'introduction au chapitre « Probabilités » en classe de troisième ou de seconde. Bien entendu, il ne s'agit pas de mener la simulation avec les élèves sur l'ordinateur mais au contraire, de leur faire expérimenter la situation à l'aide d'un quadrillage papier et d'une pièce de monnaie. On trouvera un scénario d'une telle activité dans un article de MathémaTice consacré au SFODEM : <http://revue.sesamath.net/spip.php?article132#r4> (on peut trouver d'autres éléments plus théoriques dans un article de l'IREM de Franche-Comté : <http://www-irem.univ-fcomte.fr/bulletins/067/067-article1-franc-carreau.html>).

Les imagiciels présentés ci-dessous permettent de faire la synthèse d'une telle activité. Le point délicat consiste à amener les élèves à comprendre le choix du modèle pour la simulation : tous les points du damier ont la même « chance » de devenir le centre de la pièce lancée et, la probabilité d'obtenir franc-carreau est indépendante du nombre de carreaux.

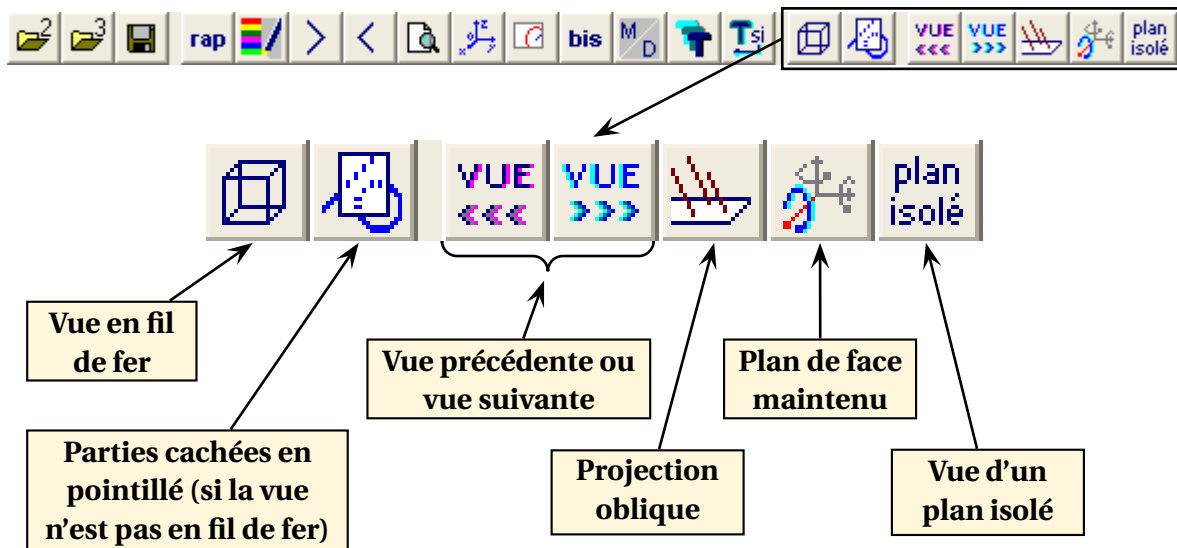
▲ Fichier fini : [franc-carreau_01.g2w](#) ▼

▲ Fichier fini : [franc-carreau_02.g2w](#) ▼




I. Généralités


Nous allons détailler dans cette section quelques fonctions relatives à la barre d'outils. On y retrouve évidemment les boutons de Géoplan que nous avons déjà rencontrés page 7. Les seuls boutons nouveaux dans Géospace sont ceux mis en valeur ci-dessous :




I.A. Déplacer ou faire tourner la figure dans l'espace



☞ **Faire tourner une figure dans l'espace** : tous les objets de Géospace sont représentés dans un repère de l'espace $Rxyz$ (que l'on rend apparent en cliquant sur le bouton ). Déplacer la souris en maintenant le bouton droit enfoncé, permet de faire tourner $Rxyz$ par rapport à un repère absolu de l'espace (celui-ci a la même origine o que $Rxyz$, un axe horizontal, un axe vertical et un axe orthogonal

au plan de l'écran). Le curseur prend alors la forme suivante : 

☞ **Déplacer une figure dans l'espace** : on peut modifier la position du point o (l'origine du repère $Rxyz$) sur l'écran en maintenant le bouton droit de la souris enfoncé, tout en appuyant simultanément sur la touche .

I.B. Opacité, vue en fil de fer et parties cachées

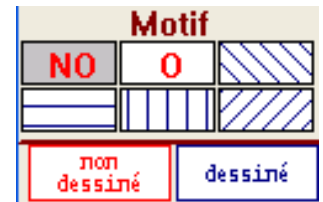
Les objets (ce qui suit s'applique aux solides) créés dans Géospace peuvent présenter l'une des trois caractéristiques suivantes :

- ils peuvent être dessinés en **fil de fer**, autrement dit, tous les éléments constituant la figure sont visibles, et il n'y a pas de gestion des parties cachées ;
- le style **opaque sans pointillés** permet de rendre les objets opaques, et les parties cachées n'apparaissent pas ;
- en style **opaque avec pointillés**, les objets peuvent devenir opaques, et les parties cachées apparaissent en pointillés.

Par défaut, les figures créées ne sont pas opaques, et les parties cachées ne sont pas gérées.

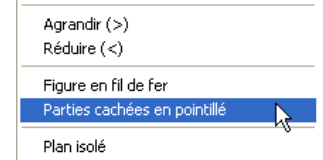
↳ Pour rendre un objet opaque :

Pour que les parties cachées soient gérées par Géospace, il faut d'abord rendre les objets opaques. On utilise pour ce faire la boîte de styles : le bouton **O** rend les objets opaques, tandis que le bouton **NO** rend les objets transparents.



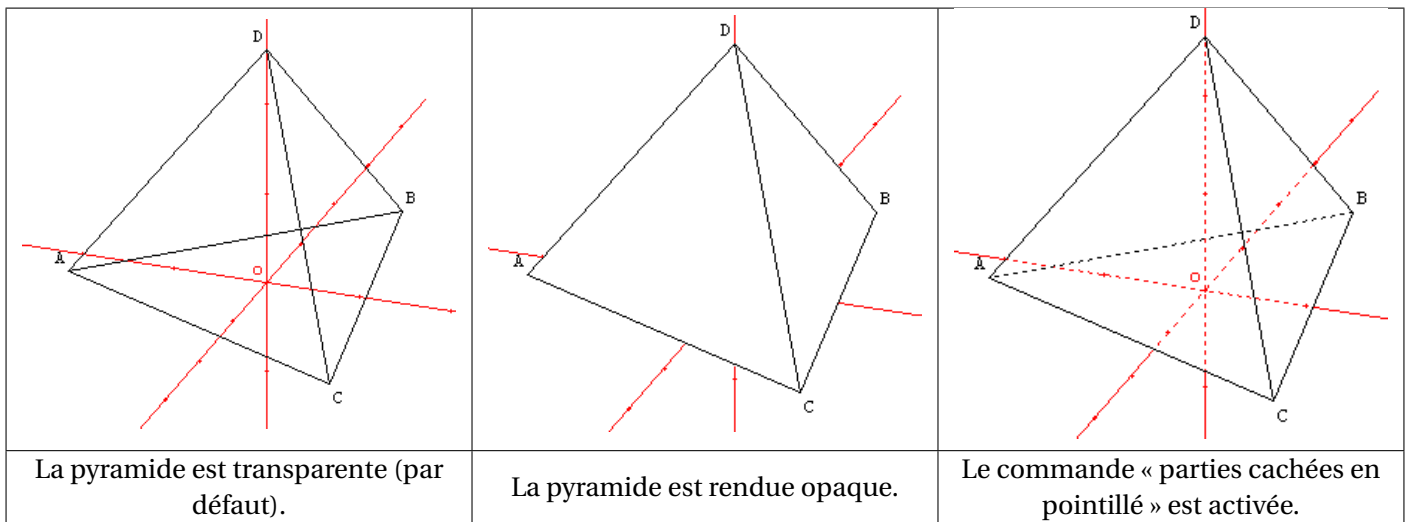
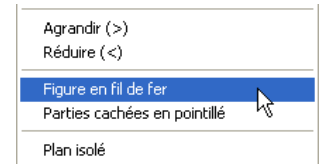
↳ Pour activer la gestion des parties cachées :

Les parties cachées apparaissent en pointillés lorsque les objets sont d'abord rendus opaques et lorsque la commande **[AFFICHER][PARTIES CACHEES EN POINTILLE]** est activée.



↳ Le mode fil de fer :

Comme on l'a vu précédemment, on peut rendre une figure transparente à l'aide de la boîte de styles. Mais l'on peut aussi rendre globalement toutes les figures transparentes en activant le menu **[AFFICHER][FIGURE EN FIL DE FER]**.

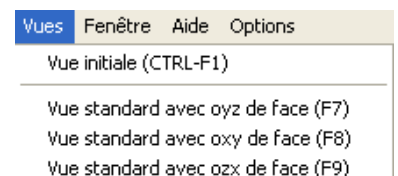


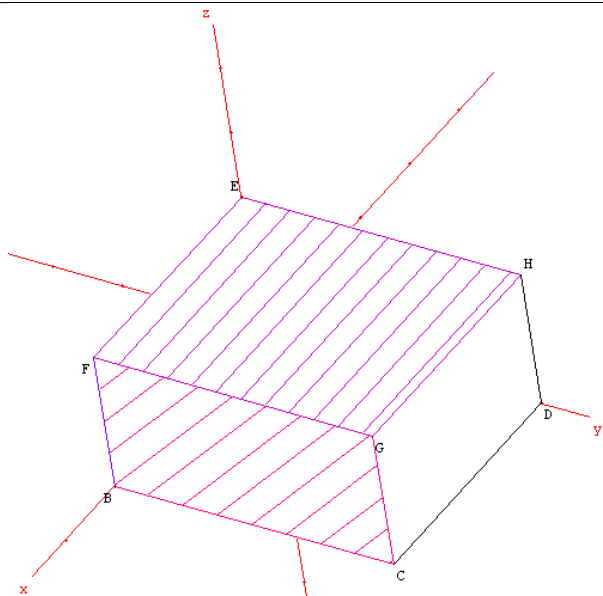
I.C. Changement de vue

Géospace laisse à l'utilisateur la liberté de « voir » la figure sous différents angles. Certaines vues sont standards tandis que d'autres peuvent être définies à l'aide d'une commande spécifique du logiciel.

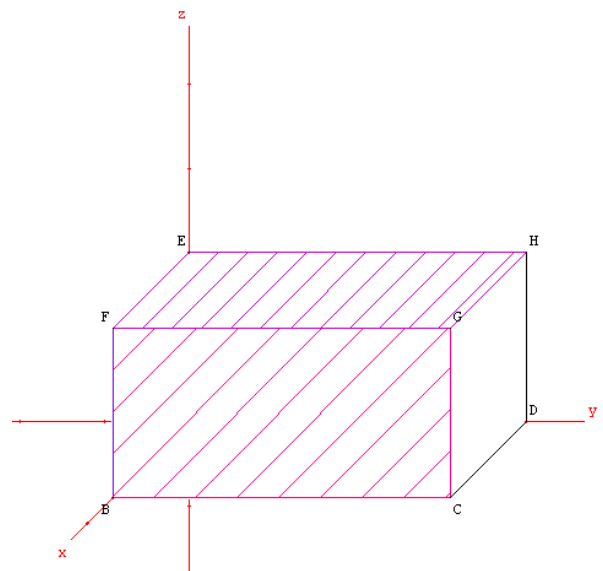
↳ Pour utiliser les vues définies dans le logiciel :

Le menu **[VUES]** permet d'accéder au choix de la vue (le raccourci clavier figure entre parenthèses) :

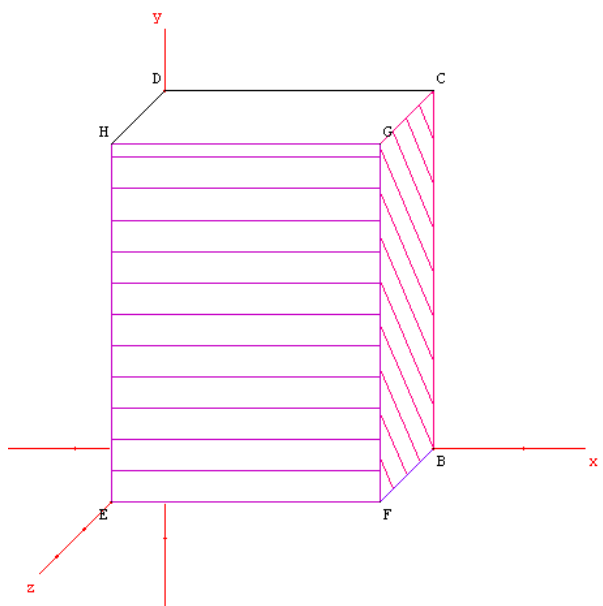




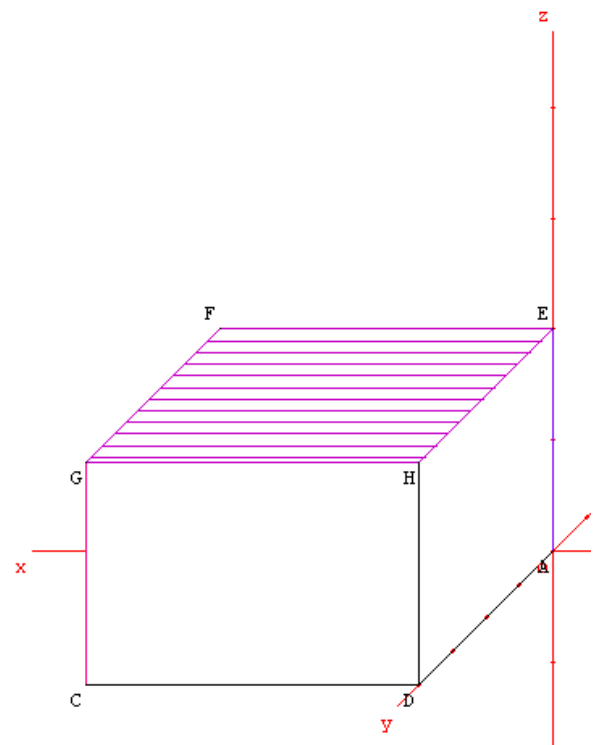
Vue initiale (Ctrl) + (F1)



Vue standard avec oxz de face (F7)



Vue standard avec oxy de face (F8)



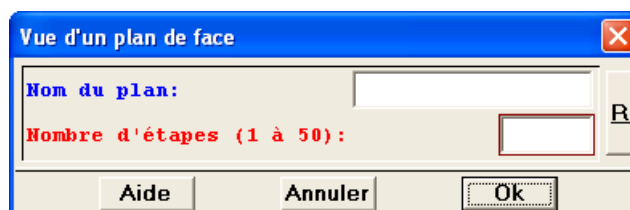
Vue standard avec ozx de face (F9)

Lorsque l'on sauvegarde la figure, la vue courante devient la vue initiale.

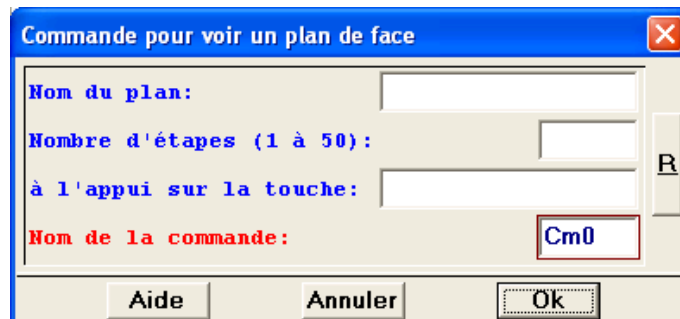
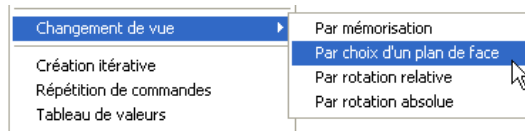
✚ Pour visualiser une vue particulière :

Plusieurs possibilités existent au sein de Géospace pour amener une vue particulière de la figure.

✚ La commande [VUES][VUE AVEC UN AUTRE PLAN DE FACE] permet, comme son nom l'indique, de désigner n'importe quel plan comme plan de face. La transition avec la vue actuelle peut être brutale (en réglant le nombre d'étapes à 1) ou sous forme d'une animation de la figure en donnant un nombre d'étapes de transition assez important.



↪ On peut affecter une touche à la fonction précédente. Il faut pour cela passer par le menu [CREER][COMMANDE][CHANGEMENT DE VUE][PAR CHOIX D'UN PLAN DE FACE]. La boîte de dialogue se complète de la même façon que précédemment. Il convient en plus de préciser à quelle touche on affecte la commande.



↪ La commande [CREER][COMMANDE][CHANGEMENT DE VUE][PAR MEMORISATION] permet de sauvegarder la vue courante, et de restituer celle-ci à l'appui sur une touche.

↪ La commande [CREER][COMMANDE][CHANGEMENT DE VUE][PAR ROTATION RELATIVE] permet de faire pivoter la figure autour d'un axe selon un angle prédéfini. Cet axe est défini par un vecteur de la figure et passe par le point o .



↪ La commande [CREER][COMMANDE][CHANGEMENT DE VUE][PAR ROTATION ABSOLUE] permet de faire pivoter la figure autour d'un axe passant par o selon un angle prédéfini. Ici, l'axe est défini par un vecteur dont on fournit les coordonnées dans le repère absolu (voir page 99).



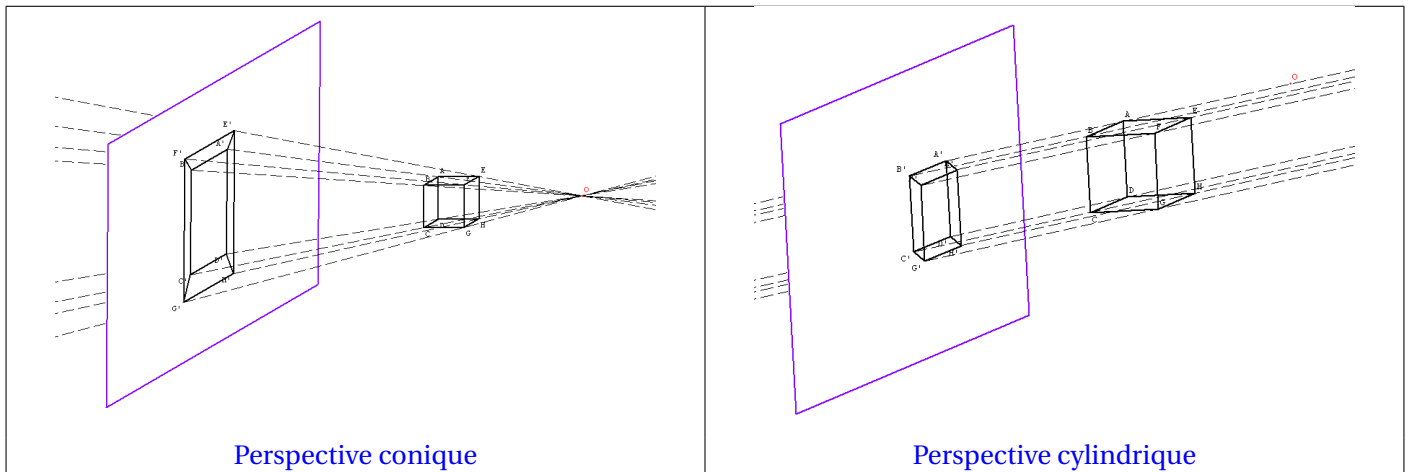
↪ Pour naviguer entre les vues :


Les boutons et permettent de passer rapidement d'une vue à l'autre, de la même manière que les boutons « Suivant » et « Précédent » d'un navigateur Web permettent de parcourir les pages Internet récemment visitées. On peut également utiliser les menus [VUES][VUE PRECEDENTE] ou [VUES][VUE SUIVANTE] (raccourcis clavier respectifs : et).

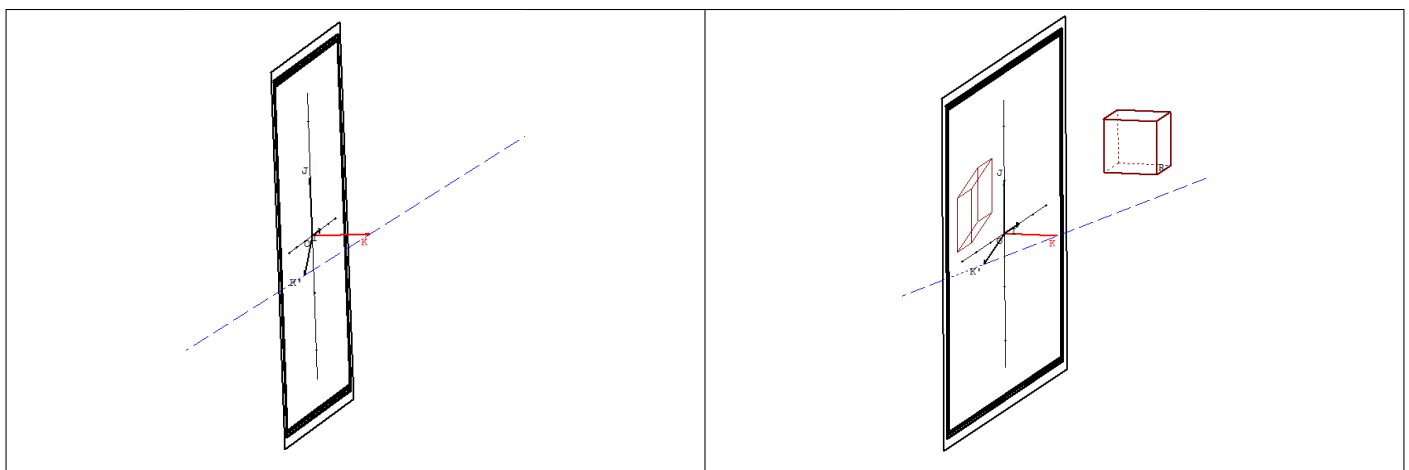
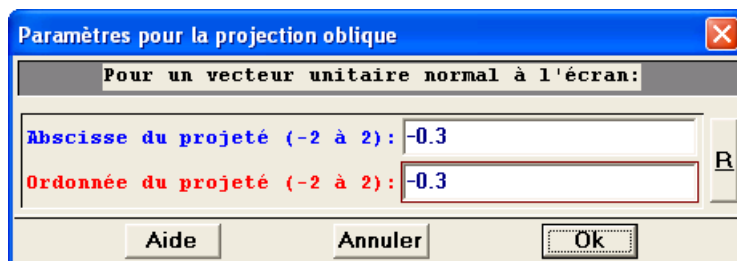
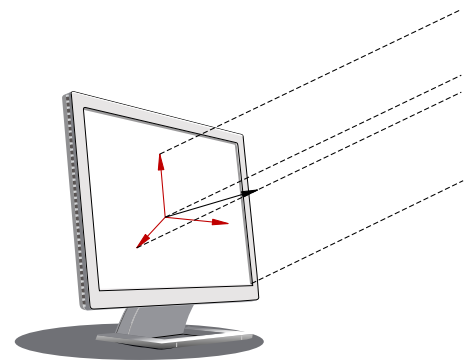
I.D. Projection oblique

Le type de représentation de l'espace utilisé par Géospace est la perspective cylindrique (on parle encore de perspective parallèle). Le principe consiste à projeter les objets à visualiser sur un plan de l'espace (ici l'écran de l'ordinateur). On peut considérer que les représentations à l'écran sont les ombres des objets

projetés par des rayons lumineux. Contrairement à la perspective conique (on dit aussi perspective centrale ou perspective linéaire ou bien perspective à points de fuite) dans laquelle la source lumineuse est proche des objets que l'on projette, dans une perspective cylindrique, les rayons lumineux proviennent du soleil. Et le soleil étant considéré comme situé à l'infini, les rayons sont parallèles.



Géospace utilise par défaut une direction de projection orthogonale au plan de l'écran. Comme son nom l'indique, la commande [VUES][PROJECTION OBLIQUE] (on peut également passer par l'icône ) permet de passer à une direction de projection oblique par rapport au plan de l'écran (c'est ce type de projection qui permet d'obtenir en particulier une perspective cavalière). La commande [VUES][PARAMETRES DE PROJECTION] sert à régler la direction de projection : on définit en réalité les coordonnées (abscisse et ordonnée, dans un repère Oxy du plan de l'écran) de projection d'un vecteur unitaire orthogonal au plan de l'écran.

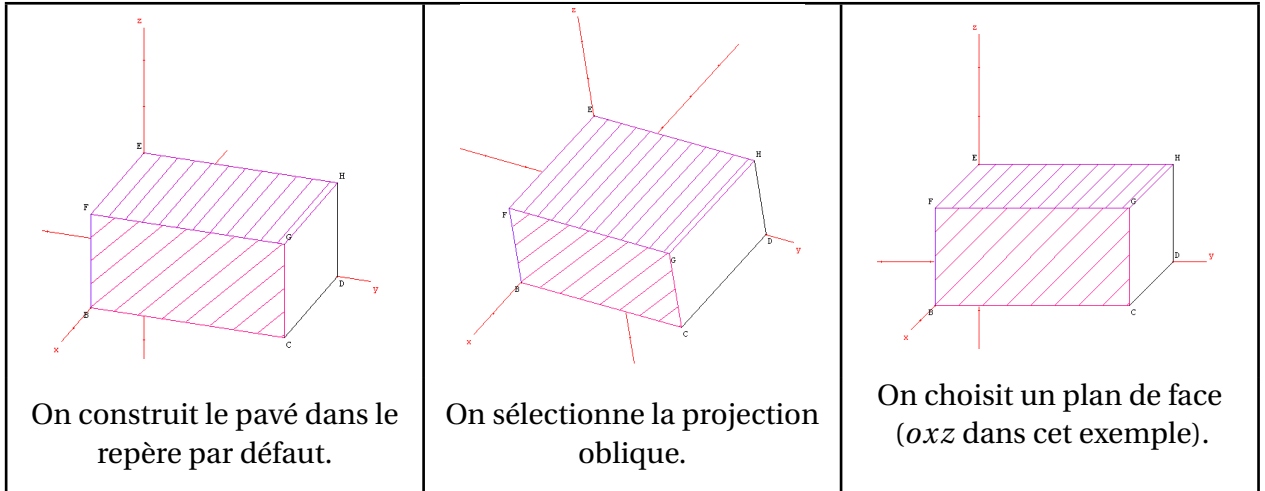


Paramètres de projection

Astuce :

↳ Pour obtenir une représentation en perspective cavalière :

Prenons l'exemple d'un pavé que l'on désire représenter en perspective cavalière.



Si l'on veut paramétrer plus finement la perspective cavalière, c'est-à-dire, imposer l'angle α des fuyantes par rapport à l'horizontale, et le rapport r des longueurs sur le fuyantes, il faut passer par la commande **[VUES][PARAMETRES DE PROJECTION]**. Des calculs élémentaires nous montrent que :

- Abscisse du projeté : $r \times \cos \alpha$
- Ordonnée du projeté : $r \times \sin \alpha$

Ainsi pour obtenir une perspective cavalière avec un angle de 30° des fuyantes par rapport à l'horizontale et un rapport des longueurs égal à $\frac{1}{2}$, les coordonnées du vecteur projeté doivent être $(-0,433; -0,25)$ (l'abscisse est arrondie au millième). Pour une perspective cavalière avec le même rapport mais un angle de 45° , on obtient comme coordonnées $(-0,354; -0,354)$ (coordonnées arrondies au millième).


I.E. Plan de face maintenu


Le bouton droit de la souris permet de tourner autour de la figure dans les trois directions de l'espace. On aimerait parfois limiter cette liberté de mouvement et ne tourner qu'autour d'un seul axe.



Géospace

↳ Pour garder un plan maintenu de face :

Le menu **[VUES][PLAN DE FACE MAINTENU DE FACE]** permet de sélectionner le plan pour conserver l'actuel plan de face. Le bouton  permet d'obtenir le même résultat.


Lorsque l'on utilise le bouton droit de la souris pour tourner autour de la figure, le curseur prend la forme suivante : . Il n'est alors possible que de tourner autour de l'axe orthogonal au plan de l'écran.

I.F. Vue d'un plan isolé

Il est parfois utile de pouvoir isoler un plan d'une figure complexe. Géospace permet rapidement de ne laisser apparent qu'un seul et unique plan de l'espace.

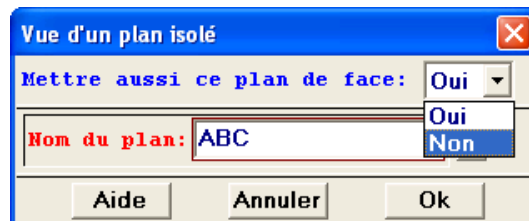
Géospace

✎ Pour isoler un plan :

Le menu [AFFICHER][PLAN ISOLE] permet de sélectionner le plan à garder affiché. Le bouton  permet d'obtenir le même résultat.

Dans la boîte de dialogue ci-contre, on nomme le plan à visualiser (à l'aide de 3 points ou bien du nom d'un plan préalablement défini).

Si on le souhaite, le plan à visualiser peut être vu de face. Dans ce cas, il faut choisir « Oui » dans la liste déroulante.



II. Les figures de base

La création d'une figure de l'espace demande un travail certain. Il peut être très intéressant de se créer un « répertoire » de figures de base que l'on pourra réutiliser en copiant/collant son texte. Il peut alors s'avérer pratique d'utiliser des dimensions qui seront facilement modifiables.

II.A. Le pavé droit

1) La construction

Nous allons dessiner un pavé droit $ABCDEFGH$ de dimensions 3, 4 et 5. Mais, afin de pouvoir réutiliser ce pavé dans d'autres circonstances, nous allons faire en sorte que ces dimensions puissent être modifiées très rapidement. Aussi, nous allons définir trois variables a , b et c ([CREER][NUMERIQUE][VARIABLE REELLE LIBRE]) auxquelles nous affecterons respectivement les valeurs 3, 4 et 5 ([PILOTER][AFFECTER UNE VARIABLE NUMERIQUE LIBRE]).

Il faut maintenant choisir une méthode de construction de notre pavé droit. La plus pratique est celle qui consiste à placer tout simplement les points dans un repère par leurs coordonnées. En choisissant $A(0;0;0)$ on aura donc $B(a;0;0)$, $C(a;b;0)$, $D(0;b;0)$, $E(0;0;c)$, $F(a;0;c)$, $G(a;b;c)$, $H(0;b;c)$.

Géospace

✎ Pour créer des points repérés puis un polyèdre convexe :

- 1) Une fois les variables a , b , c déclarées et affectées, on utilise le menu [CREER][POINT REPERES][DANS L'ESPACE].

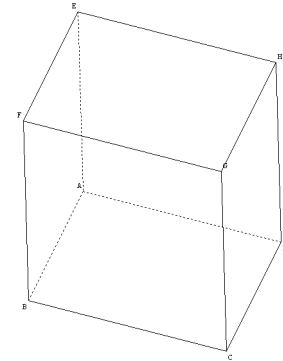
On recommence l'opération pour tous les autres sommets (on pourra passer par le texte de la figure pour gagner du temps).



2) Le menu [CREER][SOLIDE][POLYEDRE CONVEXE][DEFINI PAR SES SOMMET] permet la création du pavé droit $ABCDEFGH$.



3) On peut alors rendre l'objet opaque et montrer les parties cachées en pointillés.



2) Un patron du pavé droit

Après avoir dessiné un polyèdre convexe, Géospace peut construire automatiquement son patron pour lequel on doit préciser un **coefficient d'ouverture**. Le coefficient d'ouverture du patron est un nombre compris entre 0 et 1. S'il est égal à 1 le patron est plan, s'il est égal à 0 le patron coïncide avec le polyèdre.

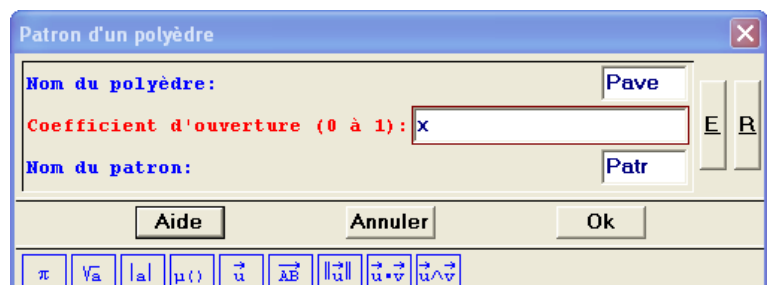
Pour ouvrir un patron par étapes, on choisit comme coefficient d'ouverture une variable réelle libre de l'intervalle $[0; 1]$ (évidemment, cette variable doit avoir été créée auparavant), que l'on pilote au clavier.

On peut retenir aussi que le patron d'un polyèdre, une fois complètement ouvert, est situé dans le plan de la première face nommée lorsque l'on a créé le polyèdre.

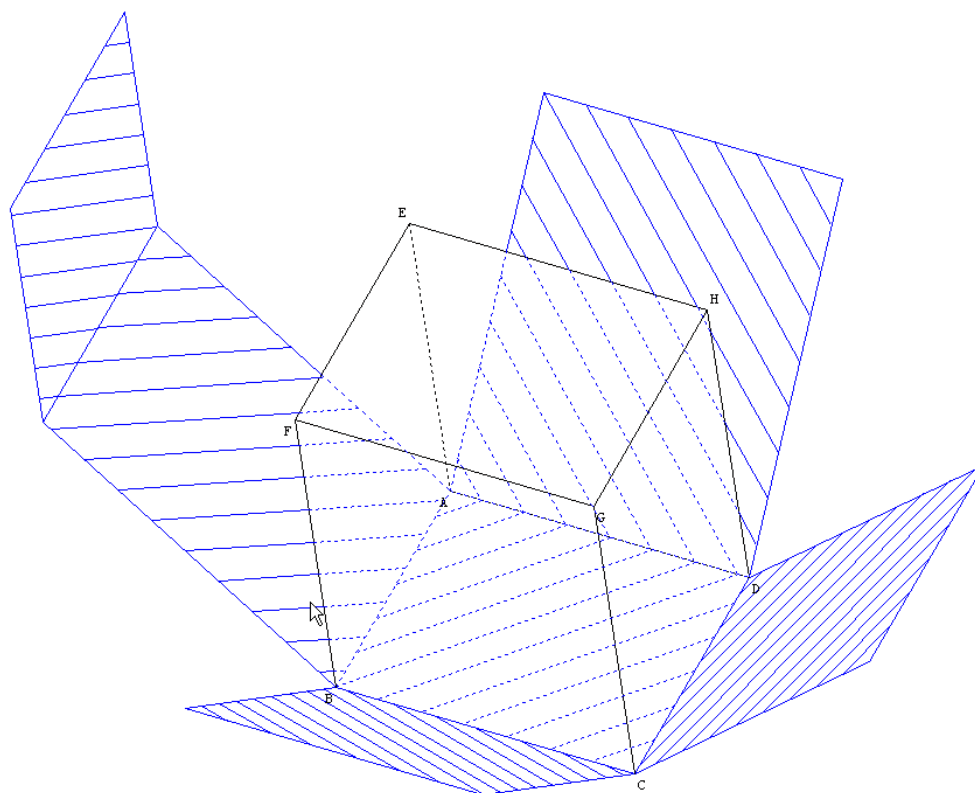
Géospace

↳ Pour obtenir un patron qui s'ouvre par étapes :

- 1) On crée une variable réelle libre x dans $[0; 1]$ par le menu [CREER][NUMERIQUE][VARIABLE REELLE LIBRE DANS UN INTERVALLE].
- 2) Pour générer le patron, on se sert du menu [CREER][SOLIDE][PATRON D'UN POLYEDRE]. On complète les différents champs, en choisissant en particulier x comme coefficient d'ouverture.



- 3) On pensera à choisir x comme variable pilotable au clavier ([PILOTER][PILOTER AU CLAVIER]).
- 4) On pourra alors développer ou réduire le patron à l'aide des flèches \downarrow et \uparrow . Pour changer le pas de variation de la variable x , on rappelle qu'il faut utiliser les touches \uparrow ou \downarrow .
- 5) Le patron d'un polyèdre peut être muni d'un style. Ci-dessous, il a été hachuré en bleu.



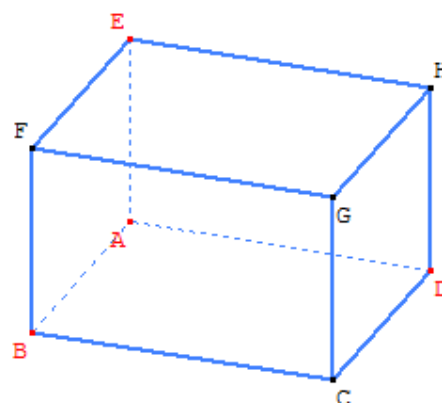
- 6) On peut aussi créer une commande de dessin par bloc pour ne faire apparaître le patron qu'à l'appui sur une touche ([CREER][COMMANDE][DESSIN PAR BLOC]).

▲ Fichier fini : [pavedroit.g3w](#) ▼

► EXERCICE

Construire un pavé droit $ABCDEFGH$ tel que A , B , D et E soient des points libres.

▲ Fichier fini : [pavedroit2.g3w](#) ▼



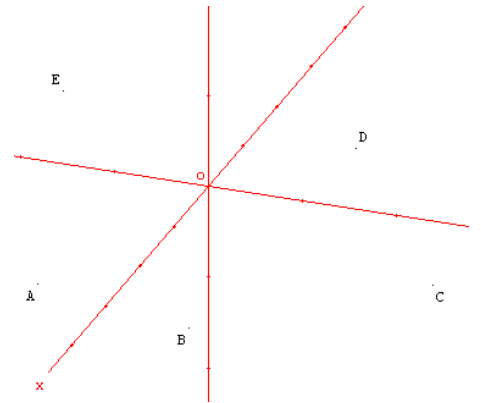
II.B. Les prismes droits

1) Les constructions

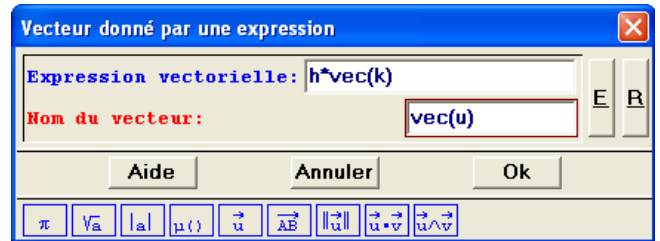
↳ La construction d'un prisme droit quelconque

Pour l'exemple, nous choisirons un prisme droit à base pentagonale (les techniques mises en œuvre ici pourront bien entendu être reproduites pour d'autres bases) et de hauteur $h = 3$ (qu'on devra pouvoir facilement modifier). Comme pour le pavé droit, nous allons utiliser le repère pour placer nos points.

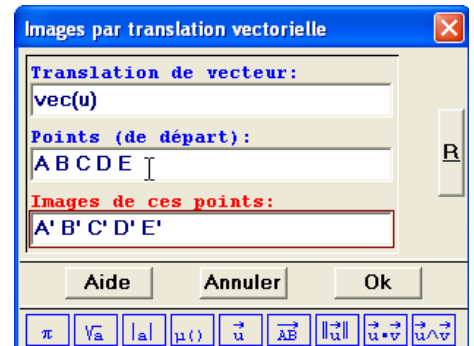
- 1) Il convient d'abord de définir la variable h à laquelle nous affecterons la valeur 3 ([CREER][NUMERIQUE][VARIABLE][VARIABLE REELLE LIBRE] puis [PILOTER][AFFECTER UNE VARIABLE NUMERIQUE LIBRE]).
- 2) Plaçons alors 5 points A, B, C, D et E libres dans le plan (oxy) ([CREER][POINT LIBRE][DANS UN PLAN]) (placer les points de telle sorte que $ABCDE$ soit un quadrilatère convexe).



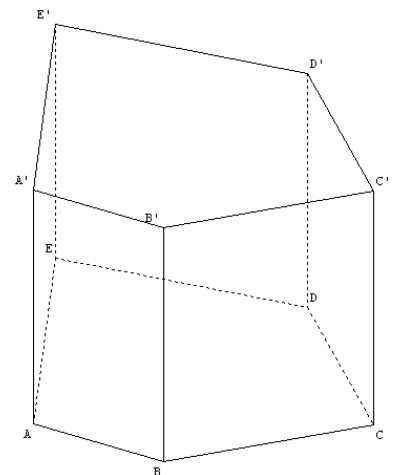
- 3) Nous allons ensuite construire l'image de cette base par la translation de vecteur $h \times \vec{k}$ (où \vec{k} est le vecteur unitaire de l'axe (oz)). Dans le menu [CREER][VECTEUR][VECTEUR DONNE PAR UNE EXPRESSION], on va définir un vecteur \vec{u} à l'aide de l'expression Géospace : $h \cdot \text{vec}(k)$.



- 4) Il ne reste plus qu'à demander la construction de A', B', C', D' et E' comme images respectives de A, B, C, D et E par la translation de vecteur \vec{u} ([CREER][POINT][POINT IMAGE PAR][TRANSLATION (VECTEUR)]).



- 5) Enfin, on crée le polyèdre $ABCDEA'B'C'D'E'$ ([CREER][SOLIDE][POLYÈDRE CONVEXE][POLYÈDRE DÉFINI PAR SES SOMMETS]), qu'on pourra rendre opaque tout en faisant faire apparaître les parties cachées en pointillé.



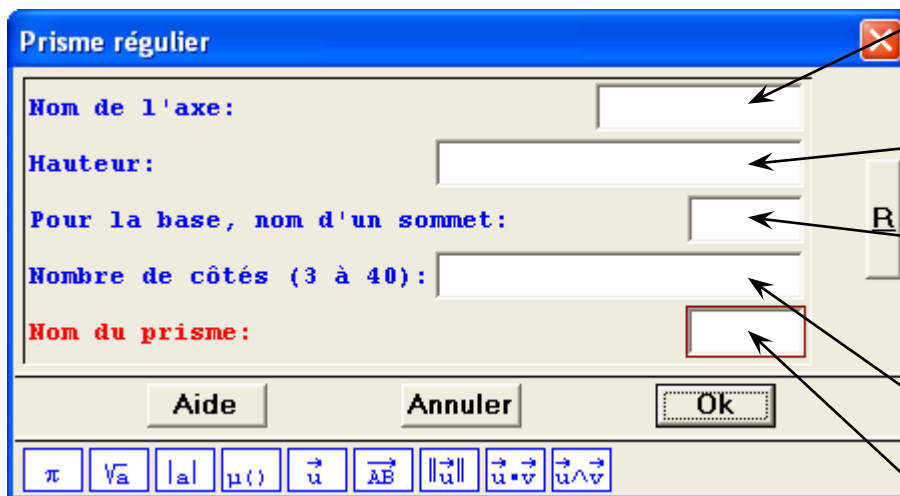
Remarques :

- 1) Géospace ne peut créer que des polyèdres convexes. Si dans notre exemple la base devient concave, le polyèdre n'est plus défini.
- 2) On peut tout à fait dessiner des prismes non droits, pour cela il suffit de choisir comme vecteur de translation, un vecteur non orthogonal à la base du prisme.

↳ La construction d'un prisme droit régulier

Réalisation technique

La construction d'un prisme droit régulier avec Géospace est plus aisée puisqu'elle est prévue par le logiciel : c'est la commande [CREER][SOLIDE][POLYEDRE CONVEXE][PRISME REGULIER] qu'il convient de mettre en œuvre.



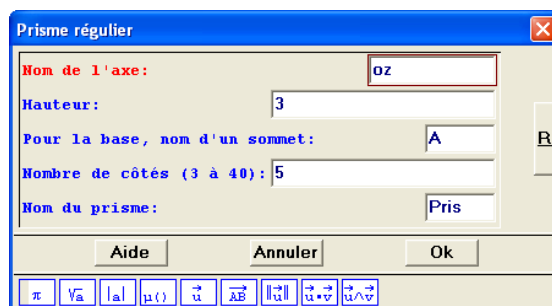
Une droite qui sera l'axe du prisme.

Un nombre ou une variable pour définir la hauteur du prisme.

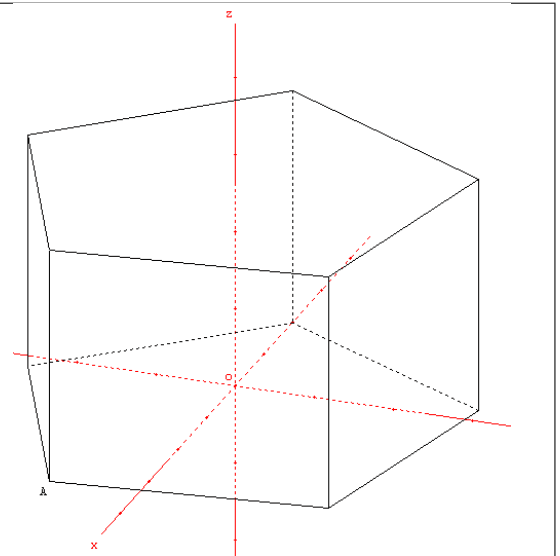
Un point (libre ou pas) qui sera un des sommets de la base (ne pas choisir ce point sur l'axe du prisme!).

Le nombre de sommets de la base du prisme.

Le nom du prisme.



A est un point libre du plan



Prisme régulier obtenu

▲ Fichier fini : [prismereg.g3w](#) ▼

Remarques :

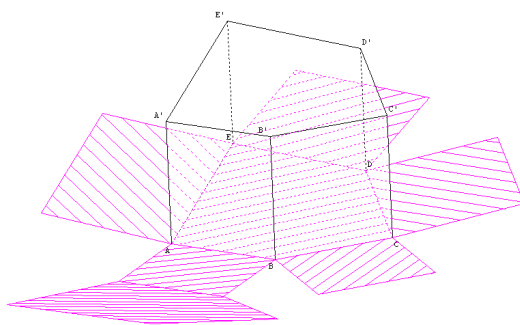
- En utilisant cette construction du prisme droit régulier, il est impossible de nommer automatiquement les différents sommets de la figure obtenue.
- En utilisant une variable numérique préalablement définie pour la hauteur du prisme, et une autre pour le nombre de côtés, on peut obtenir, à l'aide d'un seul fichier, une large variété de prismes réguliers.

2) Patron d'un prisme droit

Pour réaliser le patron d'un prisme droit il suffit de suivre la même procédure que celle décrite pour la réalisation du patron d'un pavé droit.

► EXERCICE

Réaliser un patron d'un prisme droit qui s'ouvre par étapes.



▲ Fichier fini : [patprisme.g3w](#) ▼

II.C. Les pyramides

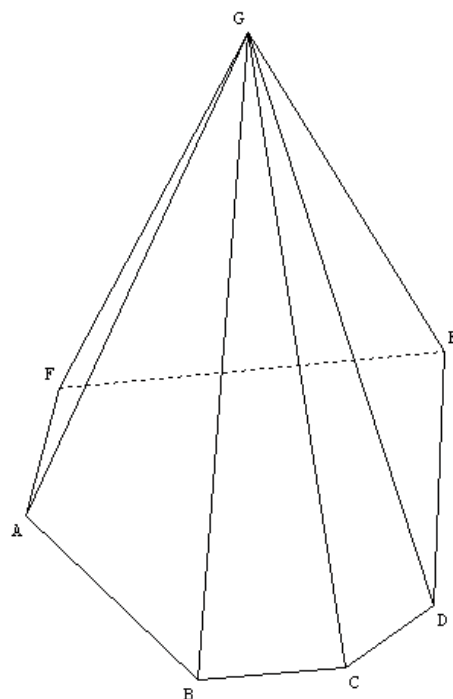
1) Les constructions

↪ La construction d'une pyramide quelconque

Réalisation technique

Pour construire une pyramide quelconque à n sommets, il suffit de choisir $n - 1$ points coplanaires et un point non coplanaire à tous les autres (ce dernier point sera évidemment le sommet de la pyramide), puis de construire le polyèdre ainsi obtenu à l'aide de la commande [CREER][SOLIDE][POLYEDRE CONVEXE][DEFINI PAR SES SOMMETS].

Sur l'exemple ci-contre, $ABCDEF G$ est une pyramide à base hexagonale. Les sommets A , B , C , D , E et F appartiennent au plan oxy .

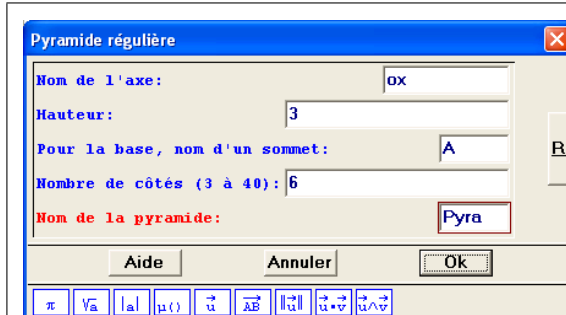


▲ Fichier fini : [pyraqcq.g3w](#) ▼

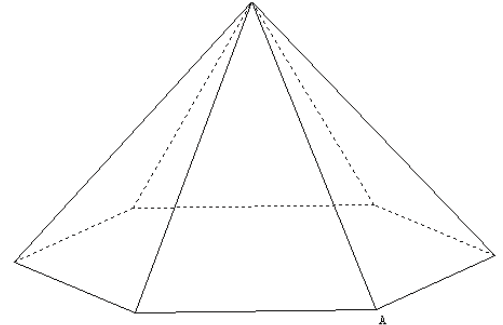
La construction d'une pyramide régulière

Réalisation technique

Comme pour la construction d'un prisme droit régulier, la construction d'une pyramide régulière est prévue par le logiciel. La fenêtre de construction est la même. On passe donc par le menu [CREER][SOLIDE][POLYEDRE CONVEXE][PYRAMIDE REGULIERE].



A est un point libre du plan



Voici la pyramide régulière que l'on obtient avec les paramètres ci-contre.

Comme pour le prisme régulier, il peut être intéressant de passer par des variables numériques pour définir la hauteur de la pyramide, ainsi que le nombre de côtés.

▲ Fichier fini : [pyrareg.g3w](#) ▼

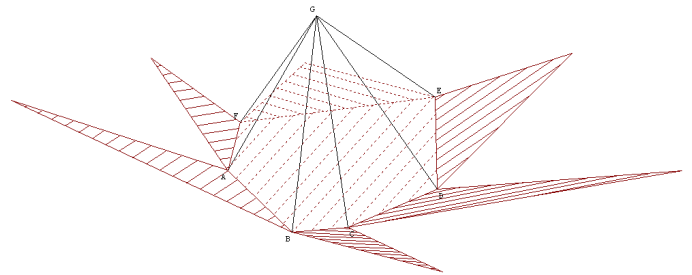
2) Patron d'une pyramide

Le patron d'une pyramide s'obtient de la même façon que le patron d'un pavé droit.

► EXERCICE

Réaliser un patron d'une pyramide qui s'ouvre par étapes.

▲ Fichier fini : [patpyra.g3w](#) ▼



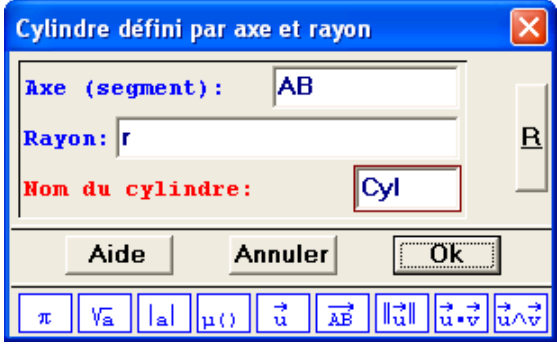
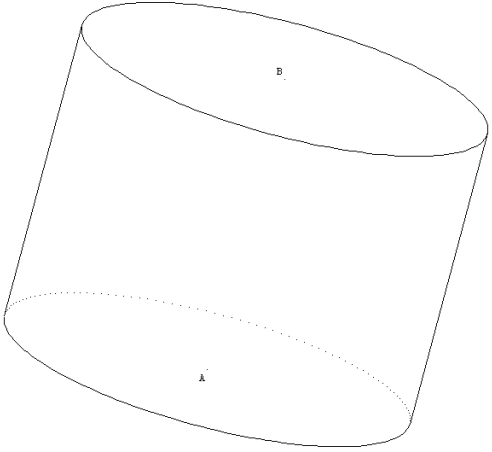
II.D. Le cylindre de révolution

La construction d'un cylindre de révolution est prévue par le logiciel (heureusement, car il n'y a aucun autre moyen de le construire).

Réalisation technique

Dans la boîte de dialogue obtenue à partir du menu [CREER][SOLIDE][CYLINDRE], il suffit de

compléter les champs :

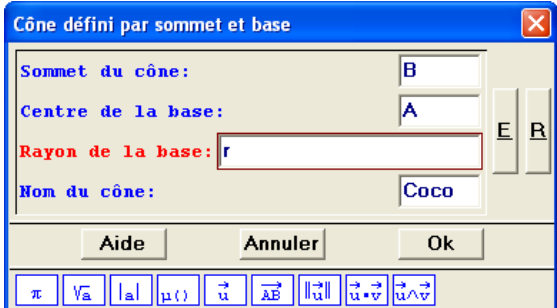
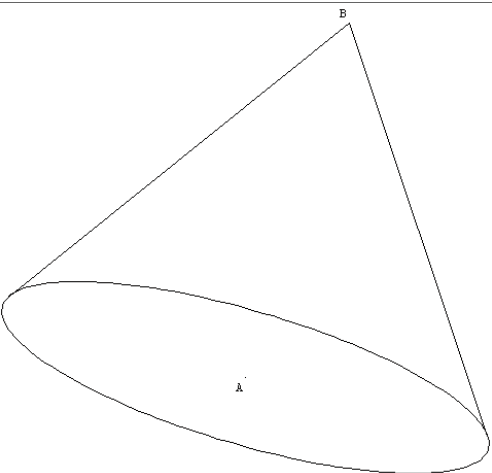
	
<p>A et B sont 2 points libres de l'espace et r est une variable réelle libre à laquelle on a affecté une valeur (ici 3).</p>	

▲ Fichier fini : [cylindre.g3w](#) ▼

Remarque : Géospace ne permet pas la génération automatique du patron d'un cylindre.

II.E. Le cône de révolution

La construction d'un cône de révolution est prévue par le logiciel.

Réalisation technique	
<p>Dans la boîte de dialogue obtenue à partir du menu [CREER][SOLIDE][CONE], il suffit de compléter les champs :</p>	
	
<p>A et B sont 2 points libres de l'espace et r est une variable réelle libre à laquelle on a affecté une valeur (ici 3).</p>	

▲ Fichier fini : [cone.g3w](#) ▼

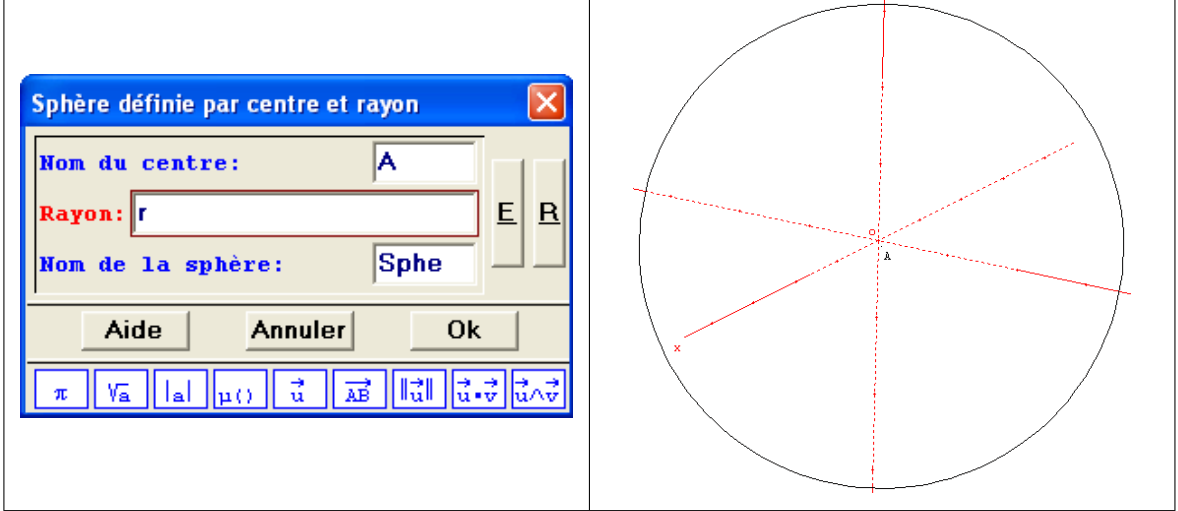
Remarque : Géospace ne permet pas la génération automatique du patron d'un cône.

II.F La sphère

La construction d'une sphère est prévue par le logiciel.

Réalisation technique

Dans la boîte de dialogue obtenue à partir du menu [CREER][SOLIDE][SPHERE], il suffit de compléter les champs :



The image shows a software dialog box titled "Sphère définie par centre et rayon" (Sphere defined by center and radius). The dialog has three input fields: "Nom du centre:" with the value "A", "Rayon:" with the value "r", and "Nom de la sphère:" with the value "Sphe". There are buttons for "Aide", "Annuler", and "Ok". Below the buttons is a toolbar with mathematical symbols: π , \sqrt{a} , $|a|$, $\mu()$, \vec{u} , \vec{AB} , $\|\vec{u}\|$, $\vec{u} \cdot \vec{v}$, and $\vec{u} \wedge \vec{v}$. To the right of the dialog is a technical drawing of a sphere represented by a circle. A point 'A' is marked at the center of the circle. A vertical red dashed line passes through 'A'. Two other red dashed lines, one horizontal and one diagonal, also pass through 'A', representing the equator and a meridian of the sphere.

A est un point libre de l'espace et r est une variable réelle libre à laquelle on a affecté une valeur (ici 3).

▲ Fichier fini : [sphere.g3w](#) ▼

Remarque : Une erreur courante consiste à représenter, dans un dessin en perspective cavalière, une sphère par un cercle. Or, la sphère est représentée par un cercle à la condition que le mode de projection adopté soit la projection orthogonale. Par défaut, Géospace représente les solides selon une projection orthogonale au plan de l'écran (voir page 102). Ce qui explique pourquoi le passage en projection oblique (afin d'obtenir, par exemple, une perspective cavalière) déforme le cercle représentant la sphère.

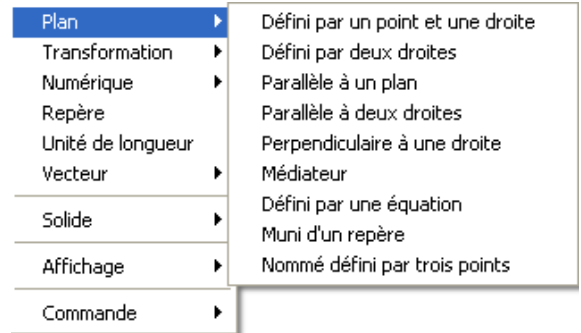
III. Les sections de solides

Astuce :

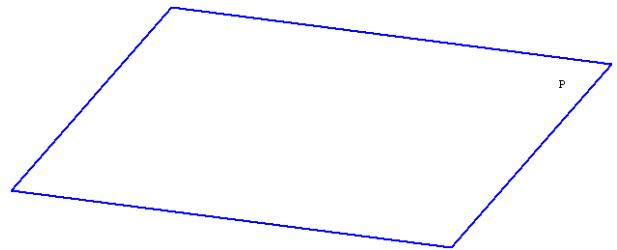
Comme on le voit sur la capture d'écran ci-contre, le menu **[CREER][PLAN]** permet de définir des plans de l'espace de nombreuses façons. Cependant lorsqu'un plan est créé, il n'est pas matérialisé sur la figure.



Pour donner l'illusion de la présence d'un plan, il faut donc dessiner un rectangle dont les 4 sommets appartiennent à ce plan.



Ci-contre un rectangle représenté en perspective, destiné à « matérialiser » un plan.

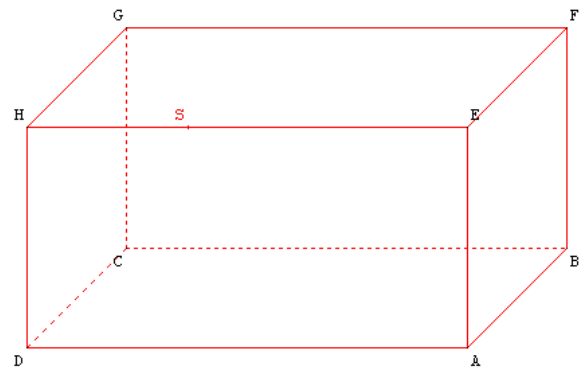


III.A. Section d'un pavé par un plan parallèle à une face

Considérons un pavé $ABCDEFGH$ déjà construit (voir page 105 pour l'aide à la construction du pavé) et représenté en perspective cavalière (voir page 104).

Nous allons construire la section de ce pavé par un plan parallèle à la face $ABFE$.

Le plan devra passer par un point S libre sur la droite (HE) (**[CREER][POINT][POINT LIBRE][SUR UNE DROITE]**).



Réalisation technique

↳ Pour matérialiser le plan de section :

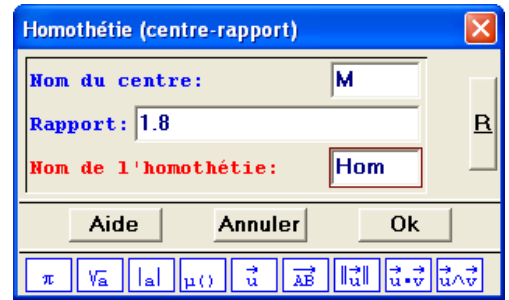
Nous allons construire un rectangle pour « matérialiser » le plan de section. Ce rectangle sera un agrandissement du rectangle $ABFE$ et appartiendra à un plan parallèle à $ABFE$ passant par S .

Commençons par agrandir le rectangle $ABFE$ à l'aide d'une homothétie de centre le milieu de $[EB]$ et de rapport 1,8, par exemple.

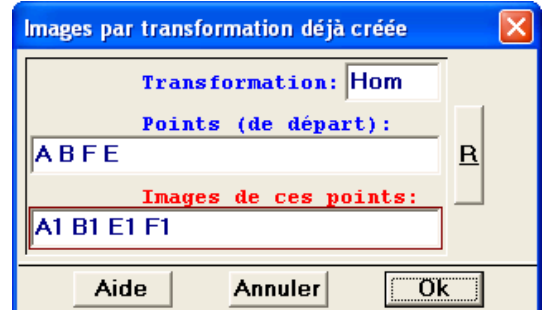
- 1) Création du point M milieu de $[EB]$ à l'aide du menu : **[CREER][POINT][MILIEU]**. On pourra bien sûr cacher ce point.



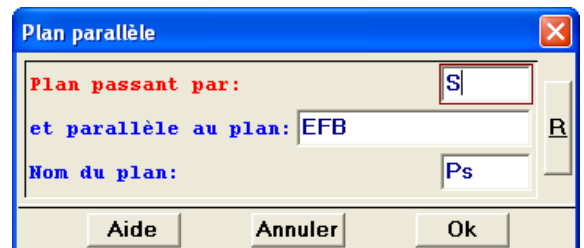
- 2) Comme l'homothétie sera utilisée plusieurs fois, nous allons la définir et l'appeler *Hom* : [CREER][TRANSFORMATION][HOMOTHETIE (CENTRE RAPPORT)].



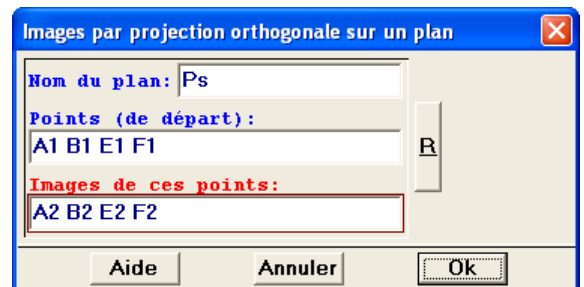
- 3) Il faut maintenant construire les points E_1 , F_1 , B_1 et A_1 images respectives des points E , F , B et A par l'homothétie *Hom* : [CREER][POINT][POINT IMAGE PAR UNE TRANSFORMATION DEJA CREEE]. On cachera tous ces points.



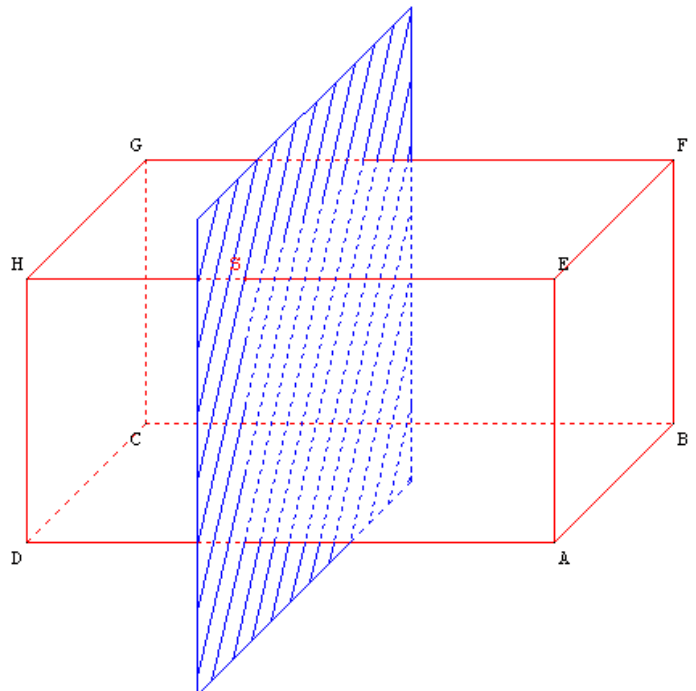
- 4) Définissons le plan parallèle à (EFB) et passant par S , que nous appellerons P_s : [CREER][PLAN][PARALLELE A UN PLAN].



- 5) Il reste enfin à construire les points E_2 , F_2 , B_2 et A_2 projetés orthogonaux respectifs des points E_1 , F_1 , B_1 et A_1 sur le plan P_s : [CREER][POINT][POINT IMAGE PAR UNE PROJECTION ORTHOGONALE SUR UN PLAN].



- 6) Pour finir, on trace le rectangle $E_2F_2B_2A_2$ sans dessiner ses sommets : [CREER][LIGNE][POLYGONE CONVEXE][DÉFINI PAR SES SOMMETS]. On pourra par exemple le hachurer.



Maintenant que le plan par lequel on sectionne le pavé est représenté à l'écran, il reste à définir et à

représenter la section du pavé par ce plan.

↳ Pour construire et représenter la section du pavé par le plan :

La section du pavé par le plan Ps est un rectangle superposable à $ABFE$ que nous appellerons $STUV$. Ce rectangle ne doit être défini que lorsque le point S appartient au segment $[HE]$.

En ne considérant que le cas du point T (les autres sommets s'obtiendront de façon similaire), deux possibilités se présentent :

- ↳ Si S appartient à $[HE]$ alors :
 - $HS + SE = HE$
 - T est l'image de S par la translation de vecteur \vec{EF} .
- ↳ Si S n'appartient pas à $[HE]$ alors :
 - $HS + SE \neq HE$
 - T ne doit pas être défini de telle sorte qu'il n'apparaisse pas sur la figure.

Pour résoudre ce problème, il convient donc de définir la translation de vecteur \vec{EF} uniquement lorsque le point S appartient au segment $[HE]$. On a évidemment recours à la fonction μ (voir page 41) pour définir la translation :

$$\text{tr1 translation de vecteur } \text{vec}(E,F) / \mu(HS+SE=HE)$$

Ainsi :

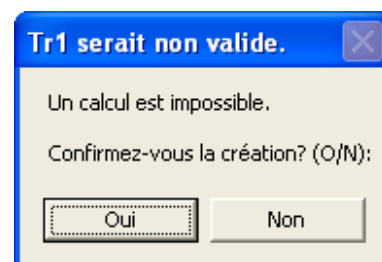
- Si S appartient à $[HE]$ alors $HS + SE = HE$, donc $\mu(HS + SE = HE) = 1$ et donc tr1 est la translation de vecteur \vec{EF} .
- Si S n'appartient pas à $[HE]$ alors $HS + SE \neq HE$ donc $\mu(HS + SE = HE) = 0$ et donc tr1 n'existe pas (et T non plus).

- 1) Pour définir la translation Tr1 :
[CREER][TRANSFORMATION][TRANSLATION (VECTEUR)].

Pour écrire « μ » dans la boîte de dialogues, on utilise la touche « étoile » du clavier située à gauche de la touche Entrée (touche **Shift** enfoncée) ou bien le bouton $\mu()$ qui apparaît en bas de la boîte de dialogues.



Si, au moment où vous créez la translation, le point S n'appartient pas au segment $[HE]$, le message ci-contre apparaît à l'écran. On confirme la création en cliquant sur le bouton « Oui ».

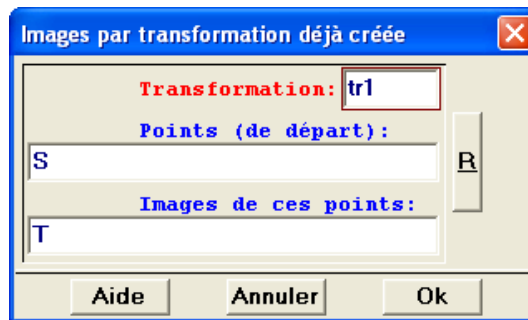


De la même façon, on définit ensuite les deux autres translations :

- tr2 translation de vecteur $\text{vec}(E,A) / \mu(HS+SE=HE)$
- tr3 translation de vecteur $\text{vec}(E,B) / \mu(HS+SE=HE)$

- 2) Ensuite, on construit :
- T l'image de S par $tr1$;
 - V l'image de S par $tr2$;
 - U l'image de S par $tr3$.

à l'aide du menu [CREER][POINT][POINT IMAGE PAR UNE TRANSFORMATION DEJA CREEE].

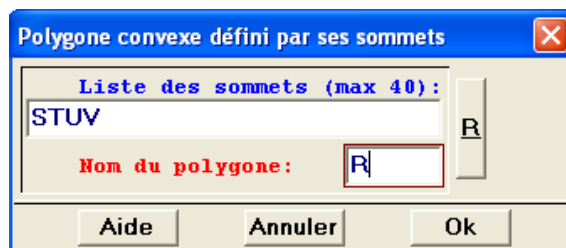


- 3) On peut conclure d'au moins deux façons différentes :

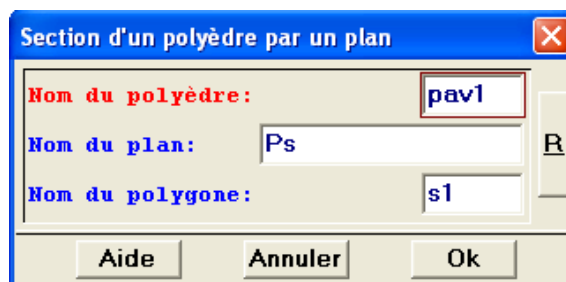
↪ En construisant le rectangle $STUV$:

[CREER][LIGNE][POLYGONE CONVEXE][DEFINI PAR SES SOMMETS].

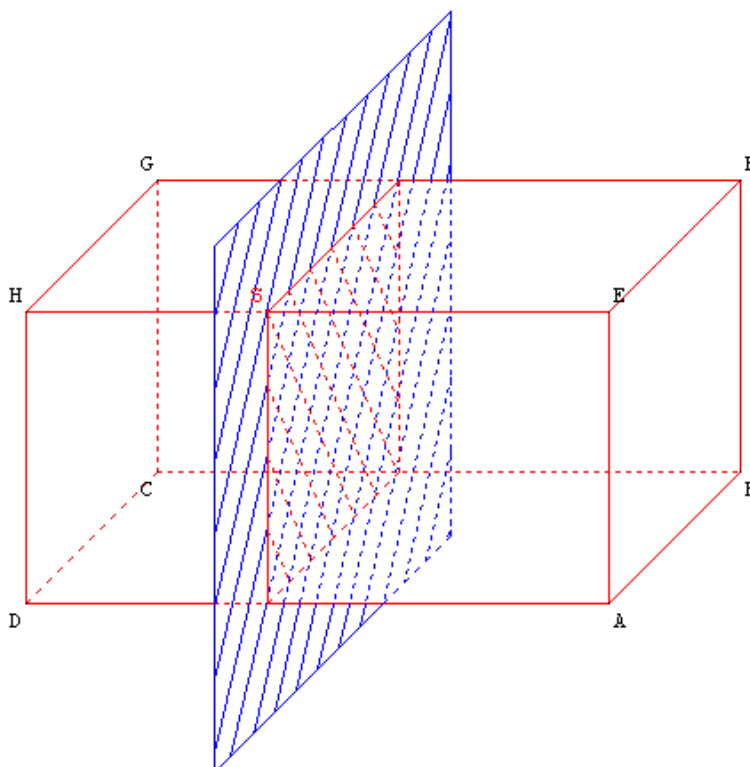
On pourra ne pas dessiner les sommets du rectangle et le hachurer d'une autre couleur que celle utilisée pour le plan P_s .



↪ En utilisant le menu [CREER][LIGNE][POLYGONE CONVEXE][SECTION D'UN POLYEDRE PAR UN PLAN].



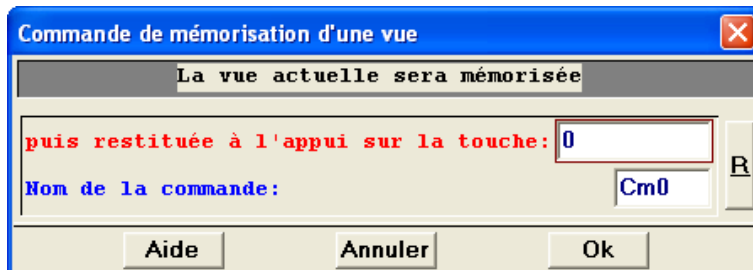
À l'issue de toutes ces manipulations, on obtient le résultat suivant :



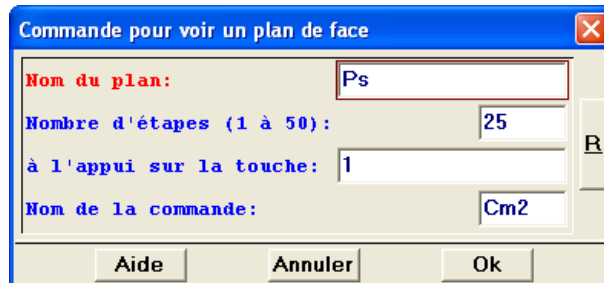
On pourrait améliorer de plusieurs façons encore le fichier obtenu précédemment :

- 1) On peut commencer par créer un dessin par bloc du point S et du rectangle $A_2B_2F_2E_2$.

2) On peut aussi créer une commande pour permettre de revenir à la vue initiale. On revient à la vue initiale ($\text{Ctrl} + \text{F1}$) et on mémorise la position : $[\text{CREER}][\text{COMMANDE}][\text{CHANGEMENT DE VUE}][\text{VUE MEMORISEE}]$.



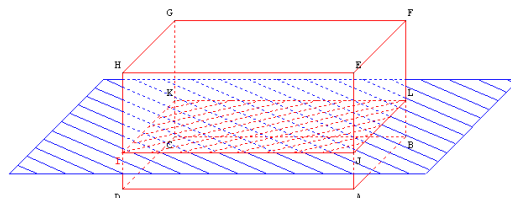
3) Enfin, il peut être intéressant de mettre le plan de section de face, de façon à mettre en évidence la nature du quadrilatère $STUV$. Pour cela on utilisera le menu $[\text{CREER}][\text{COMMANDE}][\text{CHANGEMENT DE VUE}][\text{PAR CHOIX D'UN PLAN DE FACE}]$. À l'appui de la touche 1 , le plan Ps pivotera pour se placer de face.



▲ Fichier fini : [secpave0.g3w](#) ▼

► EXERCICE

Il s'agit de réaliser un imagiciel capable d'afficher les trois types de sections différentes par un plan parallèle à une face. La difficulté consiste à n'afficher qu'un seul plan de section à la fois. Lors de l'appui sur une touche provoquant l'affichage d'un plan de section, il faudra donc trouver comment réaliser l'affichage à la condition qu'aucun autre plan ne soit déjà dessiné.



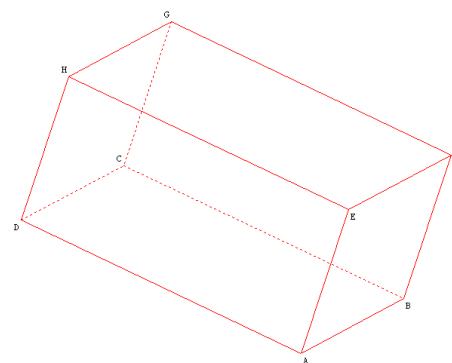
▲ Fichier fini : [secpave1.g3w](#) ▼

III.B. Section d'un pavé par un plan parallèle à une arête

Considérons un pavé $ABCDEFGH$ déjà construit (on n'utilisera pas ici de perspective cavalière).

Nous allons construire la section de ce pavé par un plan parallèle à l'arête $[EF]$.

Le plan devra passer par un point S libre sur une droite parallèle à (EH) .



De la même façon que dans la partie précédente, nous commencerons par représenter le plan de section, puis nous représenterons la section du pavé par ce plan.

Dans le cas présent, il paraît judicieux de pouvoir modifier l'angle que fait le plan de section avec la face $ABFE$ du pavé. De surcroît, le point S sera ici un « coin » de la représentation du plan parallèle à l'arête $[EF]$.

↳ Pour matérialiser le plan de section :

Commençons par nommer M le milieu de $[EB]$, puis définissons l'homothétie Hom de centre M et de rapport 1,8.

On appelle E' , A' et F' les images respectives de E , A et F par l'homothétie Hom .

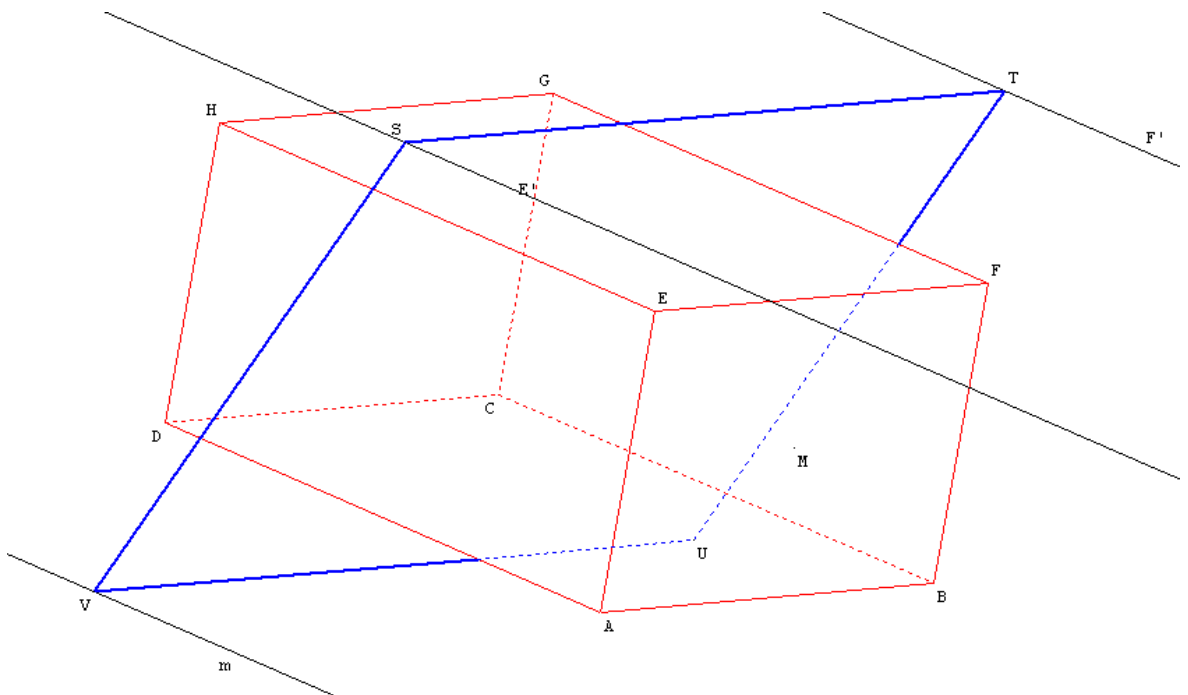
On appelle d_1 , d_2 et d_3 les images respectives des droites (EH) , (AD) et (FG) par l'homothétie Hom (on utilise ici plusieurs fois la commande [CREER][LIGNE][DROITE(S)][IMAGE D'UNE DROITE]).



Pour pouvoir modifier l'angle que forme le plan de section par rapport à la face $ABFE$, le principe est le suivant : on crée un point m libre sur la droite d_2 (le point m sera pilotable au clavier : [PILOTER][PILOTER AU CLAVIER]), puis on crée le point V , image du point S par la translation de vecteur $\overrightarrow{E'm}$.

Reste alors à définir les points T et U images respectives des points S et V par la translation de vecteur $\overrightarrow{E'F'}$.

On finit en traçant le rectangle $STUV$ (on le nomme P_1).



Évidemment, on cachera les points m , M , T , U , V , E' , F' , ainsi que les droites d_1 , d_2 , d_3 et on attribuera un style (hachuré par exemple) au rectangle.

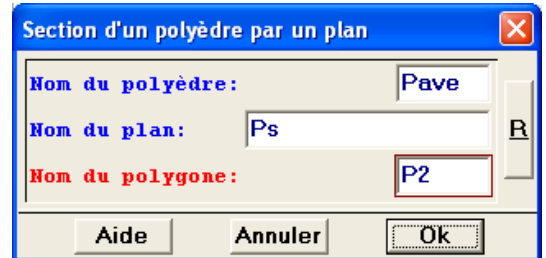
Représenter la section du pavé par le plan n'est pas le plus difficile. Celle-ci est un rectangle, dont il va s'agir de nommer les sommets. Cela va demander quelques efforts.

↳ Pour construire et représenter la section du pavé par le plan :

Pour aller plus vite par la suite, commençons par nommer P_s le le plan STU : [CREER][PLAN][NOMME DEFINI PAR TROIS POINTS].

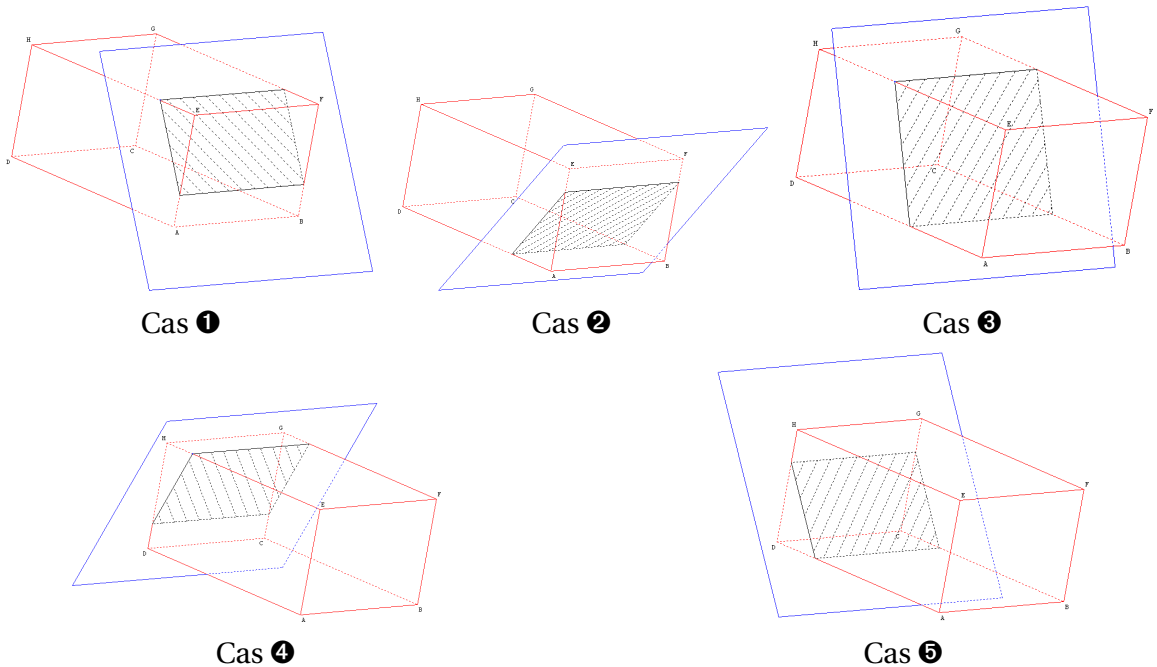


Grâce au menu [CREER][LIGNE][POLYGONE CONVEXE][SECTION D'UN POLYEDRE PAR UN PLAN] il est très simple de définir la section P_2 de notre pavé par le plan P_s .

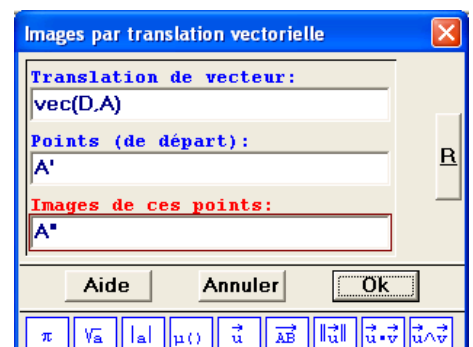


Comme il a été précisé ci-dessus, le plus délicat consiste à gérer l'affichage du nom des sommets du rectangle P_2 . Selon l'inclinaison de P_s (en réalité, selon la position du point m) les sommets de P_2 peuvent être répartis comme suit :

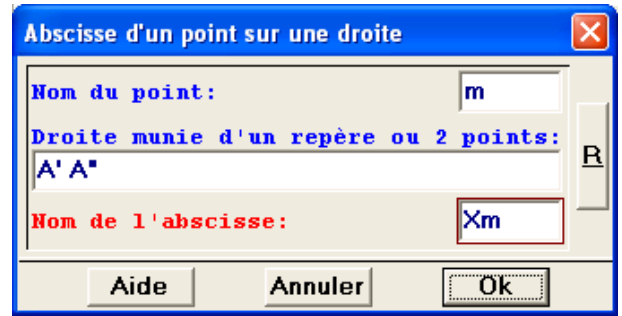
- ❶ 2 sommets sur $[EH]$ et $[FG]$, et deux sommets sur $[EA]$ et $[FB]$;
- ❷ 2 sommets sur $[AD]$ et $[BC]$, et deux sommets sur $[EA]$ et $[FB]$;
- ❸ les 4 sommets sur $[EH]$, $[FG]$, $[AD]$ et $[BC]$;
- ❹ 2 sommets sur $[EH]$ et $[FG]$, et deux sommets sur $[DH]$ et $[CG]$;
- ❺ 2 sommets sur $[AD]$ et $[BC]$, et deux sommets sur $[DH]$ et $[CG]$.



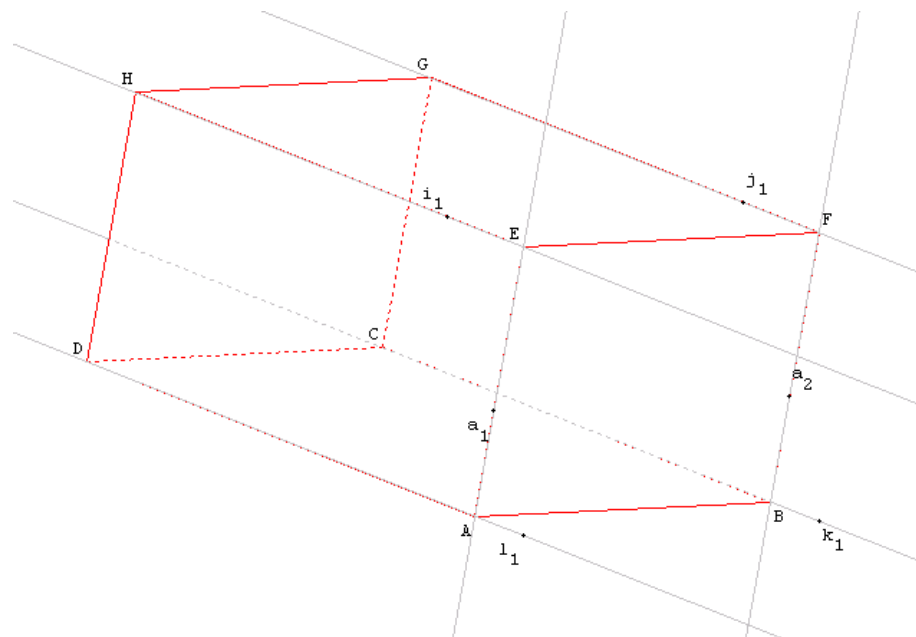
Pour pouvoir balayer tous les cas présentés ci-dessus, nous allons créer la variable numérique X_m , abscisse du point m sur la droite d_2 dont un vecteur unitaire est $\overrightarrow{A'A''}$ (où A'' est l'image du point A' par la translation de vecteur \overrightarrow{DA}).



Nous avons créé les points A' et A'' dans le seul but d'orienter la droite d_2 afin de pouvoir se servir du menu [CREER][NUMERIQUE][CALCUL GEOMETRIQUE][ABSCISSE D'UN POINT SUR UNE DROITE].



Utilisons la commande [CREER][POINT][INTERSECTION DROITE-PLAN] pour créer les points a_1 et a_2 , intersections respectives des droites (EA) et (FB) avec le plan P_s , les points a_3 et a_4 , intersections respectives des droites (DH) et (CG) avec ce même plan, et enfin les points i_1 , j_1 , k_1 et l_1 , intersections respectives des droites (EH) , (FG) , (BC) et (AD) avec le plan P_s .



Nous avons désormais en main tous les éléments qui vont nous permettre de nommer de façon plus simple les sommets du polygone P_2 . Nous désirons en effet appeler celui-ci $IJKL$. Réexaminons tous les cas possibles (qui s'excluent mutuellement) en considérant cette fois ci les noms des sommets de P_2 :

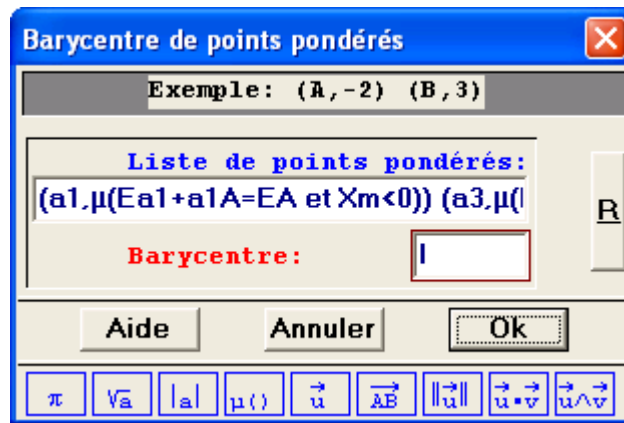
Cas du point I : le point I doit être confondu avec le point a_1 lorsque $X_m < 0$ et lorsque $a_1 \in [EA]$ (c'est-à-dire, $Ea_1 + a_1A = EA$).

Le point I doit être confondu avec le point i_1 lorsque $i_1 \in [EH]$ (c'est-à-dire, $Ei_1 + i_1H = EH$).

Et le point I doit être confondu avec le point a_3 lorsque $X_m > 0$ et lorsque $a_3 \in [HD]$ (c'est-à-dire, $Ha_3 + a_3D = HD$).

La fonction [CREER][POINT][BARYCENTRE] ainsi que la fonction μ vont nous être d'une aide précieuse ici, puisque nous allons définir le point I ainsi :

I barycentre de $(a_1, \mu(Ea_1+a_1A=EA \text{ et } X_m < 0))$ $(a_3, \mu(Ha_3+a_3D=HD \text{ et } X_m > 0))$
 $(i_1, \mu(Ei_1+i_1H=EH))$ (unité de longueur U_{xyz})



Cas du point J : le point J doit être confondu avec le point a_2 lorsque $X_m < 0$ et lorsque $a_2 \in [FB]$ (c'est-à-dire, $Fa_2 + a_2B = FB$).

Le point J doit être confondu avec le point j_1 lorsque $j_1 \in [FG]$ (c'est-à-dire, $Fj_1 + j_1G = FG$).

Le point J doit être confondu avec le point a_4 lorsque $X_m > 0$ et lorsque $a_4 \in [GC]$ (c'est-à-dire, $Ga_4 + a_4C = GC$).

J barycentre de $(a_2, \mu(Fa_2+a_2B=FB \text{ et } X_m < 0))$ $(a_4, \mu(Ga_4+a_4C=GC \text{ et } X_m > 0))$
 $(j_1, \mu(Fj_1+j_1G=FG))$ (unité de longueur U_{xyz})

Cas du point K : le point K doit être confondu avec le point a_2 lorsque $X_m > 0$ et lorsque $a_2 \in [FB]$ (c'est-à-dire, $Fa_2 + a_2B = FB$).

Le point K doit être confondu avec le point k_1 lorsque $k_1 \in [BC]$ (c'est-à-dire, $Bk_1 + k_1C = BC$).

Le point K doit être confondu avec le point a_4 lorsque $X_m < 0$ et lorsque $a_4 \in [GC]$ (c'est-à-dire, $Ga_4 + a_4C = GC$).

K barycentre de $(a_2, \mu(Fa_2+a_2B=FB \text{ et } X_m > 0))$ $(a_4, \mu(Ga_4+a_4C=GC \text{ et } X_m < 0))$
 $(k_1, \mu(Bk_1+k_1C=BC))$ (unité de longueur U_{xyz})

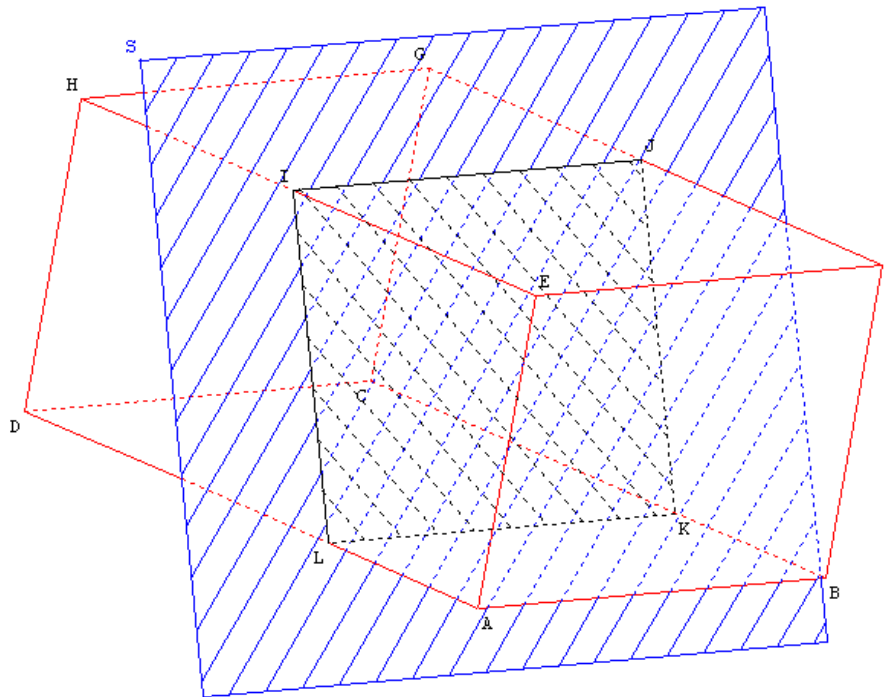
Cas du point L : le point L doit être confondu avec le point a_1 lorsque $X_m > 0$ et lorsque $a_1 \in [EA]$ (c'est-à-dire, $Ea_1 + a_1A = EA$).

Le point L doit être confondu avec le point l_1 lorsque $l_1 \in [AD]$ (c'est-à-dire, $Al_1 + l_1D = AD$).

Le point L doit être confondu avec le point a_3 lorsque $X_m < 0$ et lorsque $a_3 \in [HD]$ (c'est-à-dire, $Ha_3 + a_3D = HD$).

L barycentre de $(a_1, \mu(Ea_1+a_1A=EA \text{ et } X_m > 0))$ $(a_3, \mu(Ha_3+a_3D=HD \text{ et } X_m < 0))$
 $(l_1, \mu(Al_1+l_1D=AD))$ (unité de longueur U_{xyz})

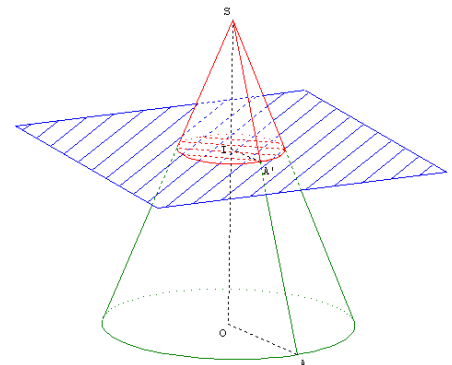
On achève la figure en cachant les objets inutiles. On peut créer un commande de dessin par bloc pour cacher/montrez le plan de section, une commande de vue mémorisée pour revenir à la vue initiale, une commande de changement de vue pour « voir » le rectangle $IJKL$ de face.



▲ Fichier fini : [secpave2.g3w](#) ▼

III.C. Section d'un cône par un plan parallèle à la base

Un cône de révolution dont le sommet est un point libre de l'espace et dont le rayon de la base est modifiable à l'aide des flèches du clavier est coupé par un plan parallèle à sa base.



Réalisation technique

↳ Pour construire le cône et le plan de section :

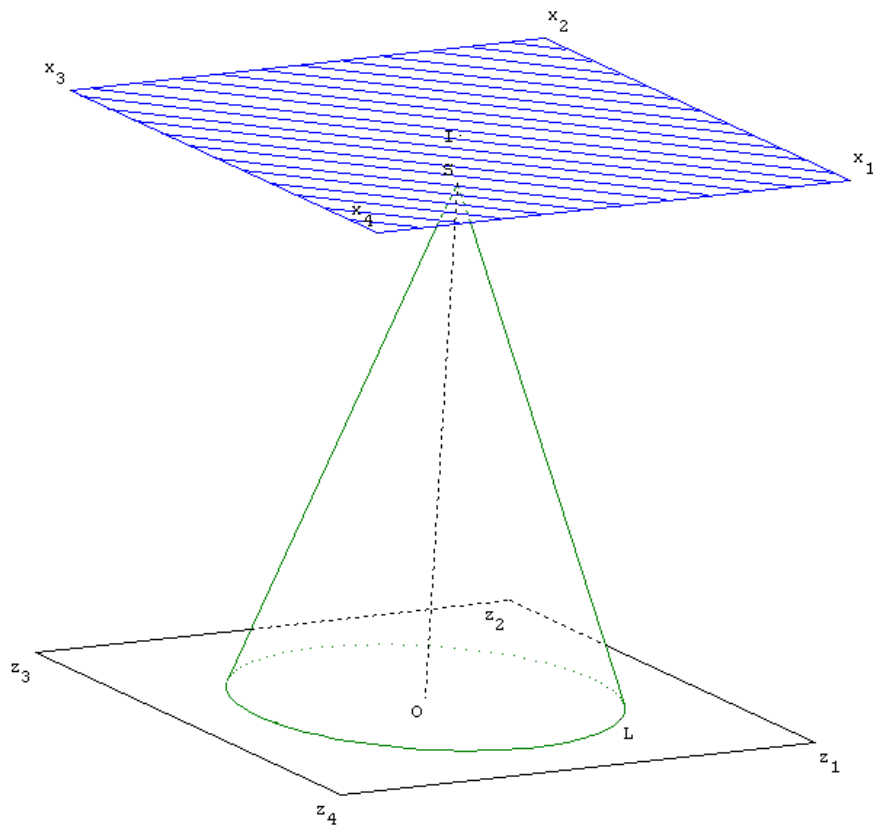
La réalisation du cône ne soulève aucune difficulté. On définit S et O deux points libres de l'espace, Ray une variable réelle libre dans l'intervalle $[1;5]$, puis la commande **[CREER][SOLIDE][CONE]** permet d'obtenir la construction du cône.



Pour construire le plan de section, on déclare tout d'abord un point I , libre sur l'axe (SO) du cône. Il s'agit ensuite de construire un carré de centre I et parallèle à la base. Ce carré doit posséder des dimensions variables, car l'utilisateur a la possibilité de modifier le rayon de la base et il est souhaitable que le carré matérialisant le plan de section soit toujours plus grand que la base.

- 1) On commence par nommer P_O le plan passant par O et perpendiculaire à l'axe (SO) . Ce_1 est le cercle de centre O et de rayon Ray . Le point L est libre sur le cercle Ce_1 .

- 2) Le point z_1 , sommet du carré, est construit comme l'image du point O par l'homothétie de centre O et de rapport 2.
Le point z_3 est le symétrique du point z_1 par la symétrie de centre O .
Les points z_2 et z_4 sont les images respectives de z_1 et z_3 par la rotation d'angle 90° autour de l'axe (oz) .
- 3) On appelle alors p_1 le polygone de sommets z_1, z_2, z_3 et z_4 .
- 4) On appelle Tr_0 la translation de vecteur \vec{OI} . Les points x_1, x_2, x_3 et x_4 sont les images respectives des points z_1, z_2, z_3 et z_4 par la translation Tr_0 .
- 5) P_1 est le polygone de sommets x_1, x_2, x_3 et x_4 .
Il aurait été plus rapide d'utiliser la commande [CREER][LIGNE][POLYGONE CONVEXE]-[IMAGE D'UN POLYGONE] pour définir le polygone P_1 comme l'image du polygone p_1 par la translation Tr_0 .



On finira en cachant les éléments superflus.

La construction de la section doit être réalisée uniquement lorsque le point I appartient au segment $[SO]$. De surcroît, nous allons également rendre visible le cône obtenu par réduction du cône initial.

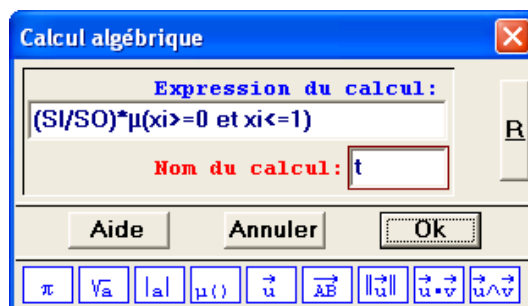
Réalisation technique

↳ Pour construire la section :

- 1) La commande [CREER][NUMERIQUE][CALCUL GEOMETRIQUE][ABSCISSE D'UN POINT SUR UNE DROITE] permet de créer la variable x_I , abscisse du point I sur la droite (SO) . Ainsi, lorsque $I \in [SO]$, $0 \leq x_I \leq 1$.

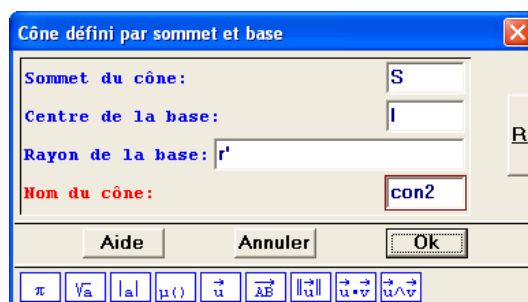
- 2) Le rapport de réduction t , défini uniquement lorsque le plan coupe le cône, s'obtient à l'aide de la commande [CREER][NUMERIQUE][CALCUL ALGEBRIQUE].

$$t = \frac{SI}{SO} \times \mu(x_I \geq 0 \text{ et } x_I \leq 1)$$



- 3) Avant de définir le cercle de section et le cône obtenu par réduction, il faut d'abord créer le plan P_I , passant par I et parallèle au plan P_O .
- 4) On appelle r' le calcul $ray \times t$, puis on définit le cercle Ce_2 de centre I et de rayon r' . Comme t n'est défini que lorsque I appartient à $[SO]$, r' obéit à la même règle et en conséquence la section Ce_2 n'existe pas lorsque le plan ne coupe pas le cône.

- 5) Cette partie s'achève avec la construction du cône de sommet S , de base de centre I et de rayon r' .



On cachera les éléments inutiles et on utilisera la boîte de styles pour hachurer la section et colorier le cône réduit.

Pour finaliser la figure, et dans le but de faire calculer des rapports de longueurs aux élèves, on peut créer un point A libre sur la base, construire la génératrice (SA) et nommer A' l'intersection entre (SA) et la section. Des commandes de changement de vues permettront de visualiser de face la section ainsi que le plan SOA . Des commandes de dessin par bloc permettront de cacher ou montrer le plan de section, ainsi que les points A et A' .

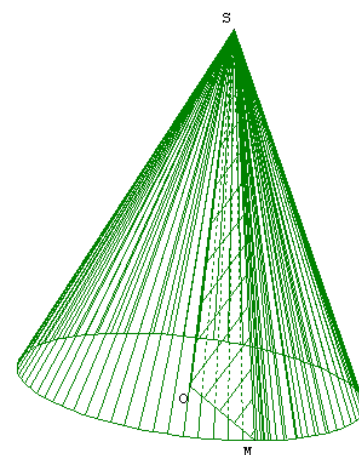
On n'oubliera pas de permettre le pilotage au clavier de la variable ray et on prévoira une commande de retour à la vue initiale.

▲ Fichier fini : [seccone.g3w](#) ▼

► EXERCICE

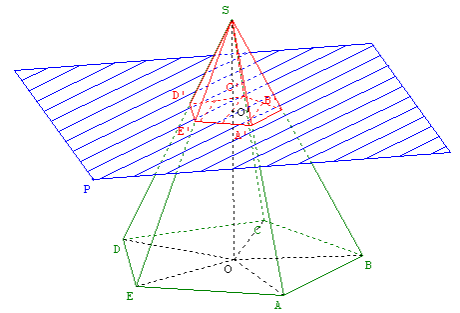
En préalable à l'étude de la section du cône par un plan parallèle à sa base, il peut être intéressant de réaliser une animation montrant le solide généré par une droite tournant autour d'un axe afin de mettre en image la notion de cône de révolution.

▲ Fichier fini : [conerev.g3w](#) ▼



III.D. Section d'une pyramide régulière par un plan parallèle à la base

L'objectif ici est de représenter une pyramide régulière coupée par un plan parallèle à sa base. On va reprendre l'idée mise en œuvre dans la figure du plan illustrant les polygones réguliers (voir page 46) qui consiste à laisser à l'utilisateur la possibilité de faire varier le nombre de côtés de la figure.



La première difficulté rencontrée dans la réalisation de cette figure réside dans la construction de la pyramide. Il n'est pas difficile en soi de tracer une pyramide régulière à base variable, en revanche, il est plus compliqué de nommer les sommets de la base.

Réalisation technique

↳ Pour construire la pyramide :

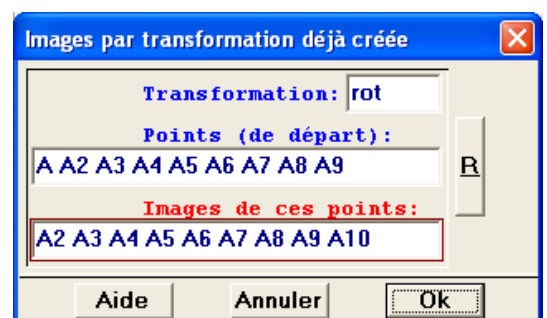
Nous allons construire une pyramide d'axe (oz) et dont la base est un polygone régulier du plan oxy . Le point A sera le « premier » sommet de la base (et A est libre dans le plan oxy), et le sommet de la pyramide sera nommé S (libre sur la droite (oz)).

- 1) Placer A et S sur la figure (on pourra aussi créer le point O de coordonnées $(0;0;0)$).
- 2) Tracer un cercle C_{e_1} de centre o et passant par A dans le plan oxy à l'aide de la commande **[CREER][LIGNE][CERCLE][DEFINI PAR PLAN, CENTRE ET POINT]**.
- 3) Créer une variable numérique n entière, libre dans l'intervalle $[3;10]$ (n représente le nombre de côtés de la base), la définir comme pilotable au clavier.
- 4) Utiliser la commande **[CREER][SOLIDE][POLYEDRE CONVEXE][PYRAMIDE REGULIERE]** pour définir la pyramide régulière Pyr , d'axe (oz) , de hauteur oS (ou OS), dont A est un des sommets de la base et possédant n côtés.



Géospace ne nomme pas automatiquement les sommets de la base : c'est au concepteur de la figure de le faire. L'idée consiste à utiliser une rotation autour de l'axe (oz) et d'angle $\frac{360^\circ}{n}$ afin de nommer tous les sommets de la base. La fonction μ va nous servir à définir de façon conditionnelle ces sommets de telle sorte que le « bon » nombre de sommets apparaisse selon le nombre de côtés de la base.

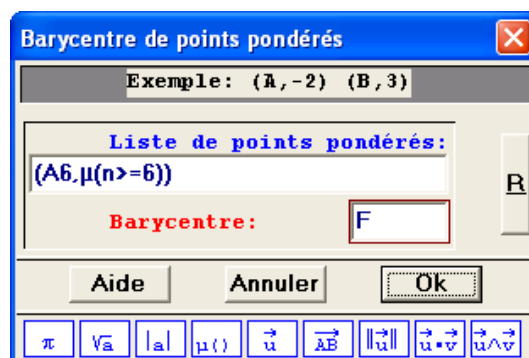
- 5) La commande **[CREER][NUMERIQUE][CALCUL ALGEBRIQUE]** nous permet de définir la variable ang égale à $360 \div n$. On définit ensuite la rotation rot d'axe (oz) et d'angle ang .
- 6) On appelle A_2, A_3, \dots, A_{10} les images respectives du point A , du point A_2, \dots, A_9 par la rotation rot .



- 6) Les points B et C doivent toujours être définis mais rien n'empêche d'utiliser la méthode générique, qui nous servira pour les autres sommets, afin des les créer.

Après avoir caché les points A_1, A_2, \dots, A_{10} , on définit le point B comme le barycentre du point A_2 affecté du coefficient $\mu(n \geq 2)$.

On crée de la même façon les autres sommets, où par exemple, F est le barycentre de A_6 affecté du coefficient $\mu(n \geq 6)$ (comme d'habitude dans ce cas-là, des messages d'avertissement peuvent être émis par Géospace au moment de la création des points : ne pas en tenir compte).



On peut finir la construction de la pyramide en dessinant tous les segments $[OA]$, $[OB]$, ..., $[OJ]$ ainsi que le segment $[OS]$.

La réalisation du plan de section n'est pas compliquée. Seulement, il faut penser à créer un plan « extensible » car il ne faut pas oublier que l'utilisateur a la possibilité de rendre la base aussi grande qu'il le désire.

Réalisation technique

↳ Pour construire le plan de section :

- 1) Pour créer un rectangle (en réalité, pour simplifier la construction, c'est un carré que l'on va tracer) qui s'adapte à la taille de la base, il suffit de rendre ce rectangle dépendant de la longueur OA . L'idée est donc de créer un point L , libre sur le cercle Ce_1 .

- 2) Le point z_1 , sommet du carré, est construit comme l'image du point L par l'homothétie de centre O et de rapport 2.

Le point z_3 s'obtient comme le symétrique de z_1 par la symétrie de centre O .

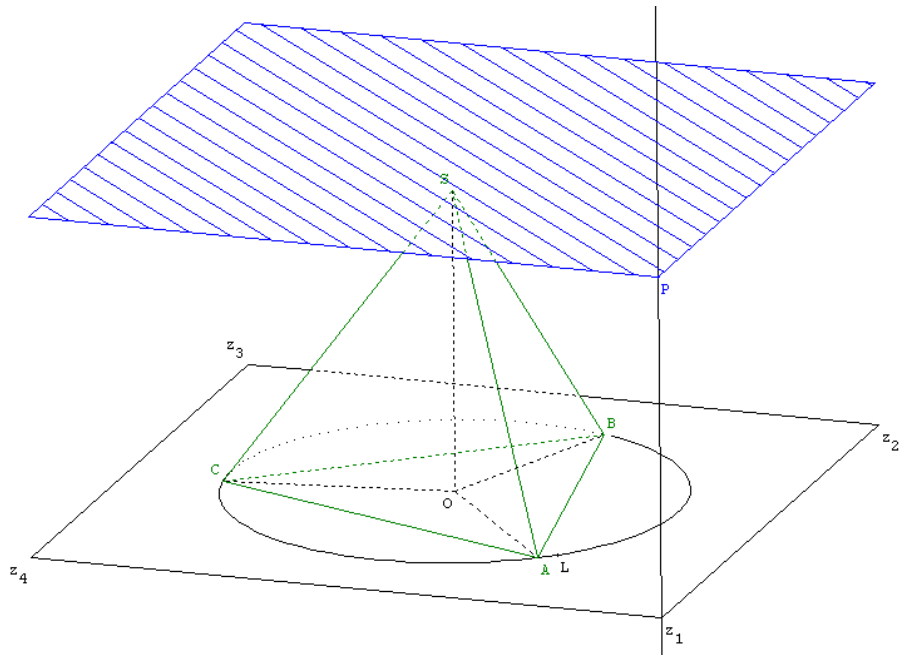
Les points z_2 et z_4 sont les images respectives de z_1 et z_3 par la rotation d'angle 90° autour de l'axe (oz) .

- 3) On appelle alors p_1 le polygone de sommets z_1, z_2, z_3 et z_4 .
- 4) Maintenant, pour créer un plan « variable », on construit la droite d_1 , perpendiculaire au plan oxy et passant par z_1 .

Le point P est un plan libre sur d_1 .

La translation T_{zp} est la translation de vecteur $\overrightarrow{z_1P}$.

La commande **[CREER][LIGNE][POLYGONE CONVEXE][IMAGE D'UN POLYGONE]** permet de définir le polygone p_2 , image du polygone p_1 par la translation T_{zp} .



On finira en cachant les éléments superflus.

Dans la suite, on ne veut pas se contenter de faire apparaître la section de la pyramide par le plan. On veut également montrer la pyramide obtenue par réduction de la pyramide initiale. Ici encore, on va être confronté au même problème que rencontré précédemment pour nommer les sommets de la base de la pyramide réduite. On emploiera évidemment la même technique basée sur une rotation et la fonction μ .

Réalisation technique

↳ Pour construire la section :

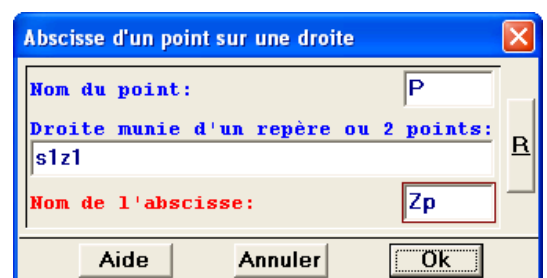
- 1) La première chose à faire est de nommer P_p le plan passant par le point P et parallèle au plan oxy . On pourra alors nommer S_1 la section du polyèdre P_{yr} par le plan P_p .
- 2) Pour nommer les sommets de S_1 (que l'on va appeler A', B', \dots, J'), on va utiliser le travail déjà accompli, et partir des sommets A, B, \dots, J qui sont déjà construits.

On pourrait penser à définir le point A' comme l'intersection du plan P_p et de la droite (SA) , et faire de même pour les autres sommets. Mais, dans ce cas là, ces points seront toujours définis, y compris lorsque la plan P_p ne coupe pas la pyramide.

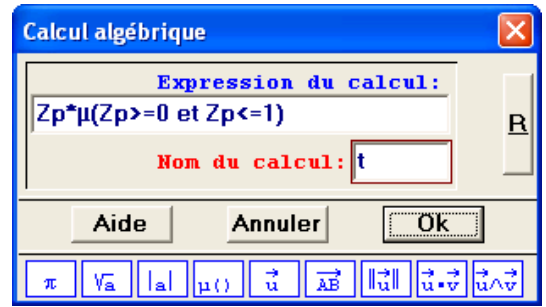
Il paraît donc plus judicieux de définir les points A', \dots, J' comme les images des points A, \dots, J dans une homothétie de centre S et de rapport bien choisi.

La difficulté ici consiste à définir correctement ce rapport d'homothétie.

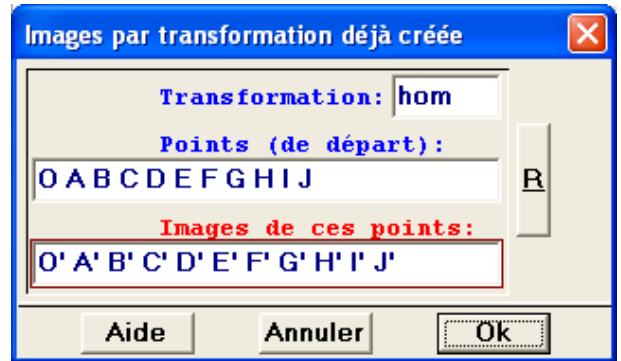
- a) Créons le point s_1 projeté orthogonal du point S sur la droite d_1 .
- b) Utilisons ensuite la commande [CREER][NUMERIQUE][CALCUL GEOMETRIQUE][ABSCISSE D'UN POINT SUR UNE DROITE] pour définir Z_p abscisse du point P dans le repère (s_1z_1) de la droite d_1 .



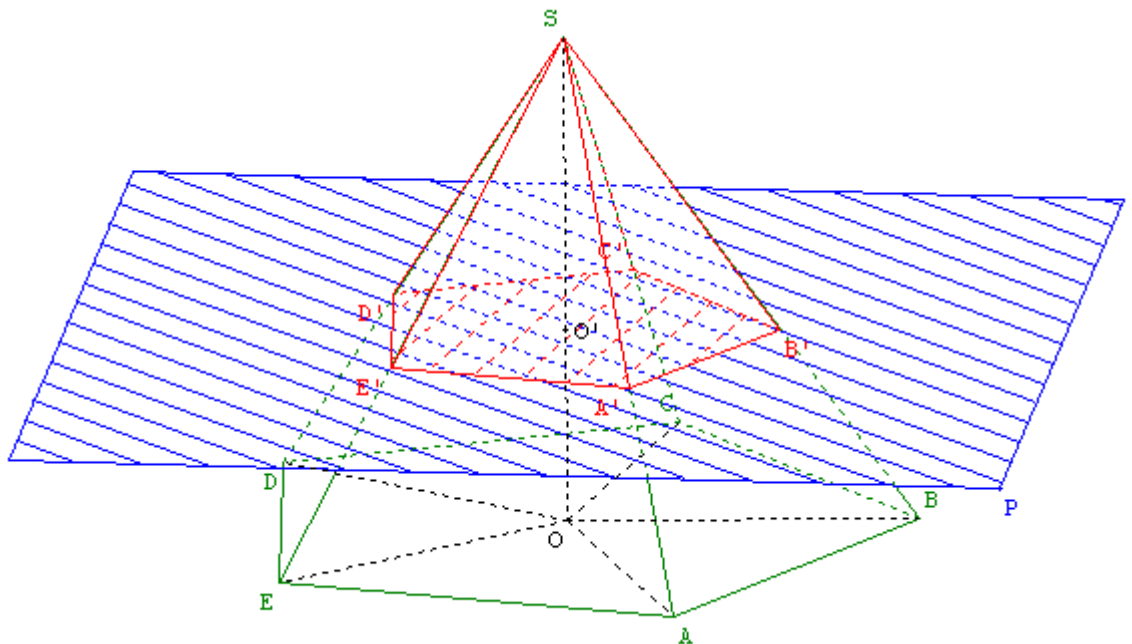
c) La commande [CREER][NUMERIQUE][CALCUL ALGEBRIQUE] nous permet alors de définir la variable t égale à $Z_p \times \mu(Z_p \geq 0 \text{ et } Z_p \leq 1)$.



Si on appelle *hom* l'homothétie de centre S et de rapport t , alors les points O', A', \dots, J' sont les images respectives des points O, A, \dots, J par cette transformation. Et ces points n'existent que lorsque la pyramide est effectivement coupée par le plan.



4) Pour créer la pyramide réduite Py_r2 , on peut utiliser la commande [CREER][SOLIDE][POLYEDRE CONVEXE][IMAGE D'UN POLYEDRE].



On peut désormais vouloir ajouter d'autres fonctionnalités à cet imagiciel.

De façon classique, on définira une commande pour revenir à la vue initiale, une commande pour cacher ou pour montrer le plan de section, une commande pour voir de face le plan de section. On pourra aussi vouloir cacher/montrer le centre des bases. Il paraît également intéressant de montrer le plan SOA de face. L'affichage des différentes longueurs (SA, SB, SC, SO, \dots) doit être rendu possible.

On pourrait aussi, à l'aide de ce fichier, vouloir illustrer la notion de tétraèdre régulier. Il faut pour cela définir une commande qui transforme la pyramide en tétraèdre régulier. Cela revient à rendre égal à 3 le nombre de côtés de la pyramide, et à placer S de telle sorte que $AS = AB$ par exemple.

Pour ce faire, on crée la sphère de centre A et de rayon AB . On appelle u et v les points d'intersection entre cette sphère et l'axe (oz) . Ensuite, il ne reste plus qu'à affecter la « valeur » de u (ou v , tout dépend lequel de ces deux points à une cote positive) à S et la valeur de 3 à n . Mais il faut prendre garde à la façon dont on procède! En effet, pour obtenir la « bonne » longueur AB et donc un rayon correct pour la sphère, il faut

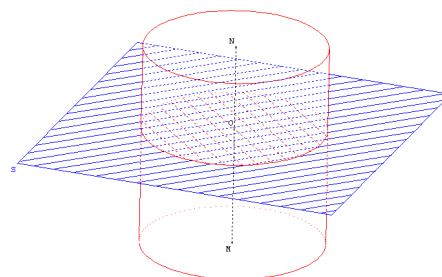
d'abord que la base de la pyramide soit un triangle équilatéral. On doit donc **d'abord** créer une commande d'affectation directe qui affecte la valeur 3 à n . On associera **ensuite** à la même touche, une **autre** commande d'affectation pour placer S sur u (ou v). Il conviendra donc de grouper les commandes.

Cm5 (touche T) valeur(s) de 3 affectée(s) à n
 Cm6 (touche T) valeur(s) de u affectée(s) à S

▲ Fichier fini : [secpyra.g3w](#) ▼

III.E. Section d'un cylindre par un plan parallèle à la base

On considère un cylindre de révolution dont les bases ont pour centre M et N des points libres le long de l'axe (oz). Le rayon du cylindre est modifiable à l'aide des flèches du clavier. Ce cylindre est coupé par un plan parallèle aux bases.

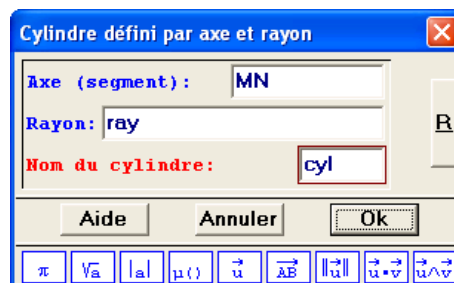


Réalisation technique

✎ Pour construire le cylindre et le plan de section :

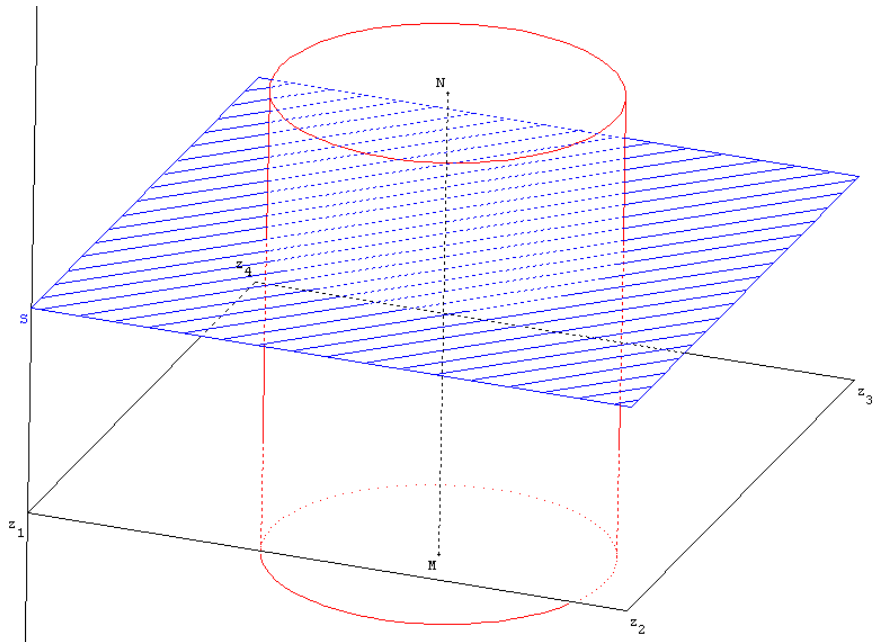
Après avoir créé deux points libres M et N sur la droite (oz) et une variable numérique libre ray dans l'intervalle $[1;4]$, la commande **[CREER][SOLIDE][CYLINDRE]** permet d'obtenir la construction du cylindre.

On laissera ray pilotable au clavier et on pourra tracer le segment $[MN]$.



Pour construire le carré destiné à représenter le plan de section, on peut utiliser des sommets dont on fournit les coordonnées. Ces coordonnées doivent s'exprimer en fonction de la variable ray afin que le carré soit toujours plus grand que les bases du cylindre.

- 1) La commande **[CREER][POINT][POINT REPERE][DANS L'ESPACE]** permet de définir le point z_1 de coordonnées $(1,8 \times ray; -1,8 \times ray; 0)$.
De la même façon, on crée les points $z_2 (1,8 \times ray; 1,8 \times ray; 0)$, $z_3 (-1,8 \times ray; 1,8 \times ray; 0)$ et $z_4 (-1,8 \times ray; -1,8 \times ray; 0)$.
 p_1 est le polygone convexe de sommets z_1, z_2, z_3 et z_4 .
- 2) On appelle alors d_1 la droite perpendiculaire au plan oxy et passant par le point z_1 .
Le point S est un point libre sur d_1 .
- 3) La translation Tr de vecteur $\overrightarrow{z_1 S}$ permet de créer le polygone p_2 image de p_1 par la transformation Tr .



On finira en cachant les éléments superflus.

La section du cylindre par le plan ne doit s'afficher que lorsque le plan passant par S coupe effectivement le cylindre.

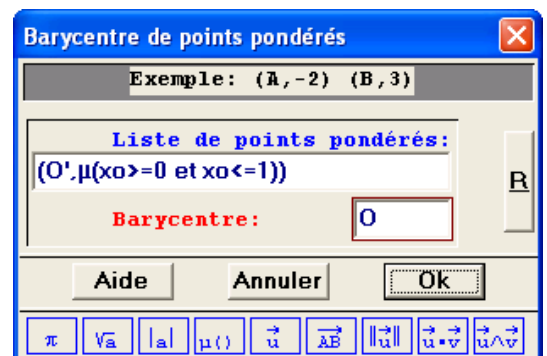
Réalisation technique

↳ Pour construire la section :

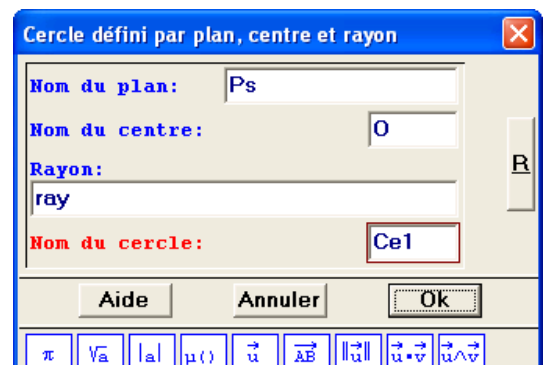
- 1) On commence par nommer P_S le plan passant par S et parallèle au plan oxy .
- 2) O' est le point d'intersection de la droite (MN) et du plan P_S .
- 3) On utilise la commande [CREER][NUMERIQUE][CALCUL GEOMETRIQUE][ABSCISSE D'UN POINT SUR UNE DROITE] pour définir x_0 l'abscisse du point O' sur la droite (MN) .

- 4) Le point O est le barycentre du point O' affecté du coefficient $\mu(x_0 \geq 0$ et $x_0 \leq 0)$.

Ainsi, O n'existe que lorsque le plan coupe le cylindre.



- 5) Le cercle Ce_1 est le cercle de centre O et de rayon ray dans le plan P_S .



On cachera les éléments inutiles et on utilisera la boîte de styles pour hachurer la section.

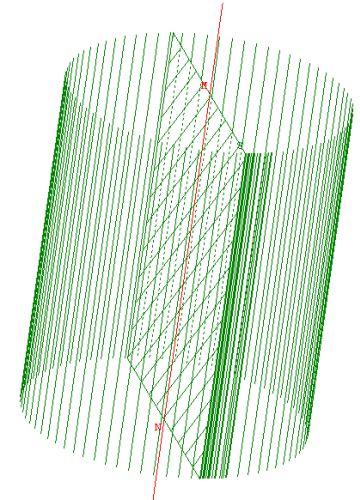
Pour finir, on pourra créer une commande de changement de vue pour visualiser la section de face et une commande pour retourner à la vue initiale.

Une commande de dessin par bloc devra permettre de cacher ou de montrer le polygone matérialisant le plan de section.

▲ Fichier fini : [seccyl1.g3w](#) ▼

► EXERCICE

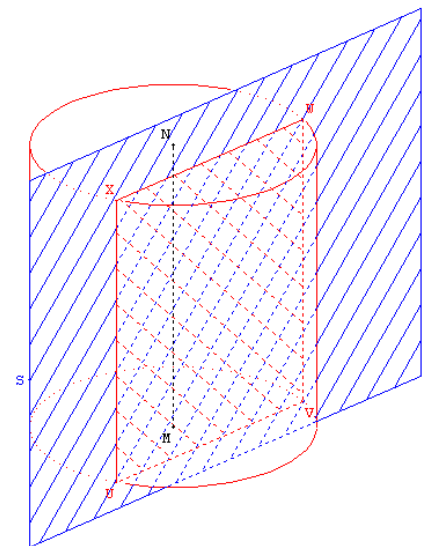
En préalable à l'étude de la section du cylindre par un plan parallèle à sa base, il peut être intéressant de réaliser une animation montrant le solide généré par un rectangle tournant autour d'un de ses axes de symétrie afin de mettre en image la notion de cylindre de révolution.



▲ Fichier fini : [cylrev.g3w](#) ▼

III.F. Section d'un cylindre par un plan parallèle à son axe

On considère un cylindre de révolution de rayon ray ($ray \in [1;4]$) dont les bases ont pour centre M et N des points libres le long de l'axe (oz) . Ce cylindre est coupé par un plan parallèle à son axe. L'inclinaison du plan est modifiable à l'aide des flèches du clavier.

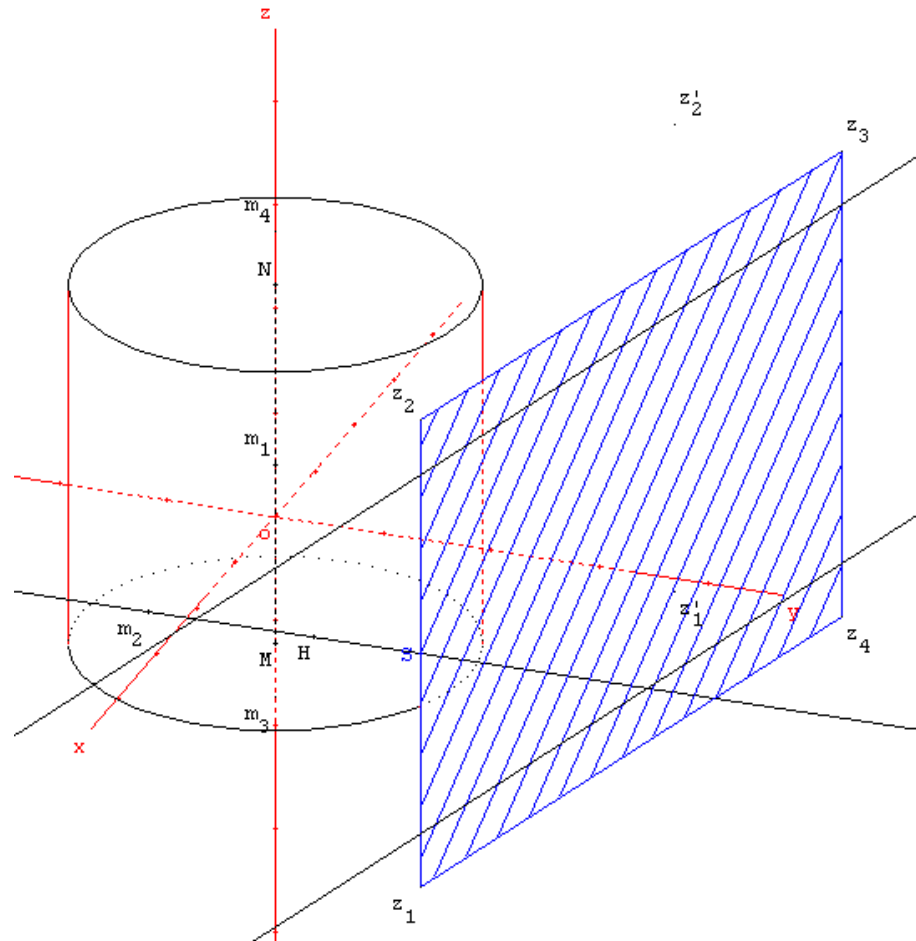


Réalisation technique

✎ Pour construire le cylindre et le plan de section :

La construction du cylindre est rigoureusement identique à la construction décrite dans la partie précédente page 130.

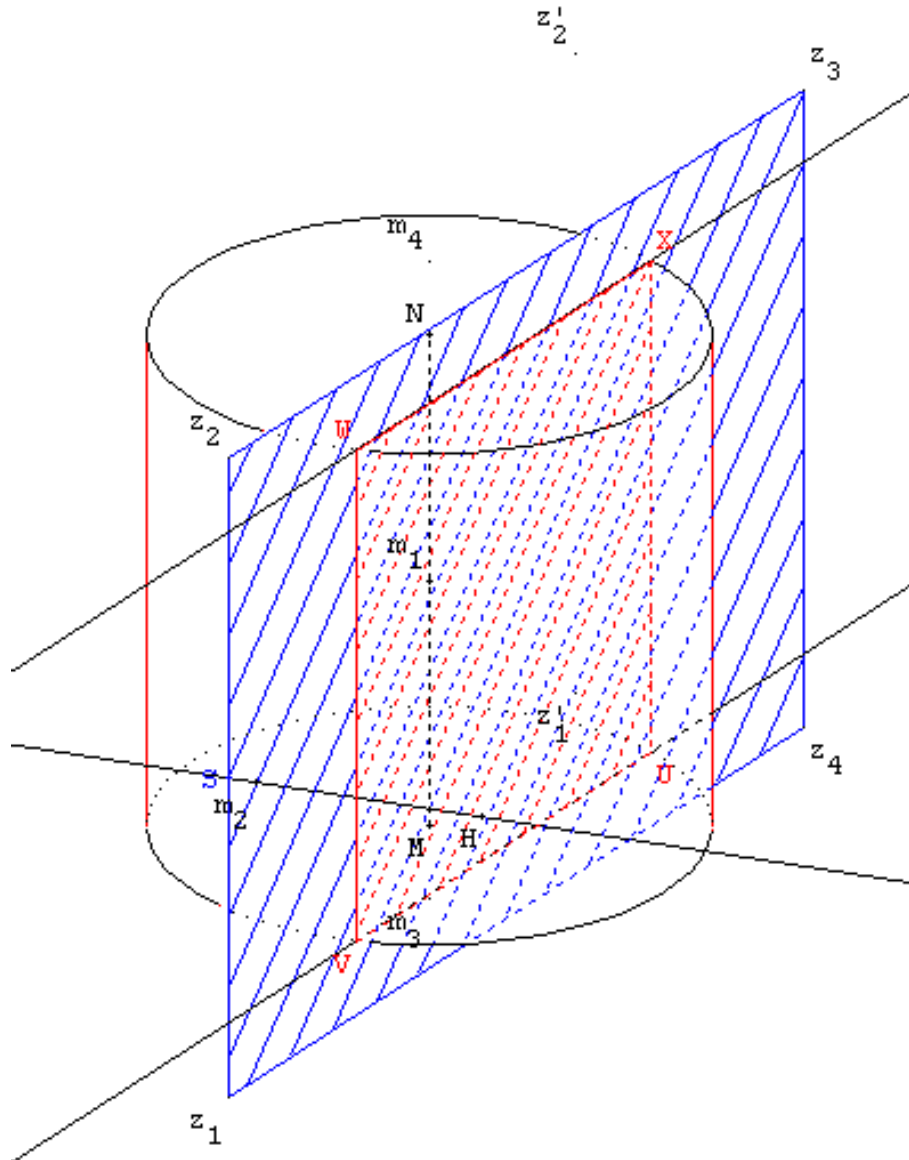
Le plan de section est un plan perpendiculaire aux bases et passant par un point S libre sur une droite parallèle à (oy) . Pour représenter le plan de section, on construira un premier rectangle plus haut et plus large que le cylindre parallèle au plan oxz . Pour obtenir un plan dont l'inclinaison est modifiable par rapport au plan oxz on utilisera une translation selon un vecteur mobile orthogonal au plan oxz .



- 1) On appelle m_1 le milieu du segment $[MN]$ et z_{m_1} la cote de ce point ([CREER][NUMERIQUE][CALCUL GEOMETRIQUE][COTE D'UN POINT DANS L'ESPACE]).
- 2) Le point m_2 est le point de coordonnées $(1,8 \times ray; 0; z_{m_1})$.
- 3) La droite d_1 est la droite parallèle à (oy) et passant par le point m_2 .
Le point S est un point libre sur d_1 .
- 4) Pour que le rectangle représentant le plan de section soit toujours plus haut que le cylindre, on définit les points m_3 et m_4 images respectives des points M et N par l'homothétie de centre m_1 et de rapport $1,3$. Dans la suite, on fera en sorte que le rectangle ait une hauteur égale à m_3m_4 .
- 5) On appelle Pl_1 le plan passant par m_3 et parallèle au plan oxy .
On appelle Pl_2 le plan passant par m_4 et parallèle au plan oxy .
Les points z_1 et z_2 sont les projetés orthogonaux respectifs du point S sur les plans Pl_1 et Pl_2 . Et on a bien $z_1z_2 = m_3m_4$.
- 6) Les points z'_1 et z'_2 sont les symétriques respectifs des points z_1 et z_2 par rapport au plan oyz .
Pour représenter le plan de section, le rectangle $z_1z_2z'_1z'_2$ pourrait convenir. Mais en l'état, il demeure toujours parallèle au plan oxz et son inclinaison n'est pas modifiable.
C'est pour cette raison que l'on crée le point H libre sur la droite d_1 ainsi que la translation Tr_0 de vecteur $\overrightarrow{m_2H}$.
On rend le point H pilotable au clavier, et on appelle z_3 et z_4 les images respectives des points z'_2 et z'_1 par la translation Tr_0 .
- 7) P_1 est le polygone convexe de sommets z_1, z_2, z_3 et z_4 .

On finira en cachant les éléments superflus.

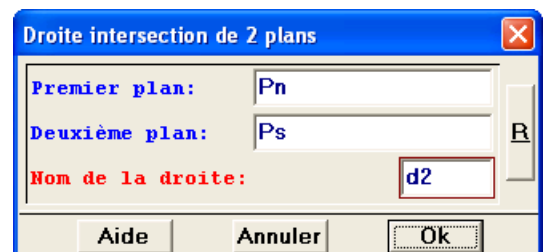
Nous appellerons $UVWX$ la section du cylindre par le plan précédemment créé. Les sommets U , V , W et X seront définis comme les intersections entre les cercles formant les bases du cylindre et des droites elles-mêmes définies comme les intersections des plans contenant les bases et du plan de section.



Réalisation technique

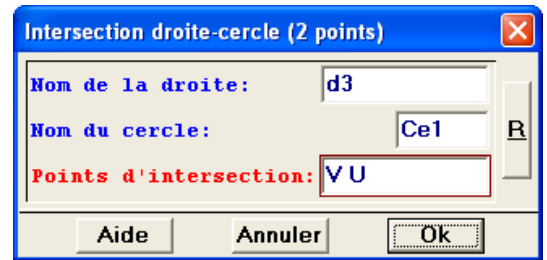
↳ Pour construire la section :

- 1) On nomme P_S le plan $z_1z_2z_3$, P_M le plan passant par M et parallèle au plan oxy et P_N le plan passant par N et parallèle au plan oxy .
- 2) La commande **[CREER][LIGNE][DROITE(S)][INTERSECTION DE 2 PLANS]** permet de définir la droite d_2 , intersection des plans P_S et P_N et la droite d_3 intersection des plans P_S et P_M .



- 3) Ce_1 est le cercle de centre M et de rayon ray dans le plan P_M .
 Ce_2 est le cercle de centre N et de rayon ray dans le plan P_N .

- 4) Les points U et V sont les intersections de la droite d_3 avec le cercle Ce_1 .
 Les points W et X sont les intersections de la droite d_2 avec le cercle Ce_2 .



- 5) P_2 est le polygone convexe de sommets U, V, W et X .

On achève la figure en cachant les éléments superflus et en mettant en forme (couleurs, hachures, ...) les objets qui restent apparents.

Des commandes de changement de vue permettent de revenir à la vue initiale ou de visualiser la section de face.

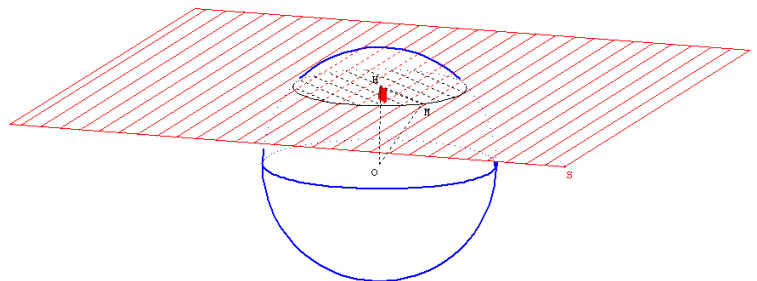
Une commande de dessin par bloc permet de cacher ou de montrer le plan de section.

On pourra aussi définir des commandes pour sélection de pilotage au clavier afin de pouvoir modifier, à l'aide des flèches de direction, soit le rayon du cylindre, soit l'inclinaison du plan de section.

▲ Fichier fini : [seccyl2.g3w](#) ▼

III.G. Section d'une sphère

Une sphère de rayon 2 cm est coupée par un plan. On peut cacher/montrer un point A sur la sphère, un point M sur la section de la sphère par le plan.

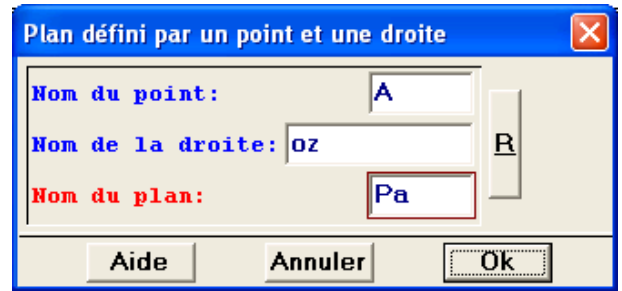


Réalisation technique

↳ Pour représenter la sphère :

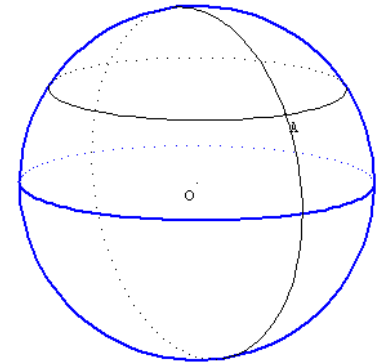
- 1) Appelons O le point de coordonnées $(0;0;0)$ et déclarons Ray une variable numérique libre à laquelle nous affectons la valeur 2. La commande `[CREER][SOLIDE][SPHERE]` nous permet alors de définir la sphère Sph de centre O et de rayon Ray (on évitera soigneusement une représentation utilisant une projection oblique, et on interdira le pilotage de la variable Ray).
- 2) Pour donner davantage l'illusion d'une sphère, on peut représenter un grand cercle de cette sphère : soit Gc le cercle de centre O et de rayon Ray dans le plan oxy .
- 3) Cet imagiciel peut être l'occasion de rappeler la définition de la sphère. Pour illustrer cette définition, on peut créer une commande de dessin par bloc qui provoque l'apparition d'un point A , libre sur la sphère (`[CREER][POINT][POINT LIBRE][SUR UNE SPHERE]`). Encore une fois, pour renforcer l'impression de volume, on a intérêt à dessiner deux cercles passant par A .

Appelons P_A le plan défini par la droite (oz) et par le point A ([CREER][PLAN][DEFINI PAR UN POINT ET UNE DROITE]).



Appelons P'_A le plan parallèle à oxy et passant par A . Le point A' est défini comme l'intersection de ce plan et de la droite (oz) .

Il ne reste plus qu'à utiliser la commande [CREER][LIGNE][CERCLE][DEFINI PAR PLAN, CENTRE ET RAYON] pour créer le cercle c_1 du plan P_A , de centre O et de rayon Ray et le cercle c_2 du plan P'_A , de centre A' et de rayon $A'A$. Pour finir, on cachera le point A' .



Dans le cadre de cet imagiciel, il n'y a pas d'intérêt particulier à laisser à l'utilisateur la possibilité de modifier le rayon de la sphère. Comme nous avons rendu égal à 2 le rayon de la sphère, nous pouvons créer un plan de section représenté par un carré de taille fixe (on prendra 10 unités de côté).

Réalisation technique

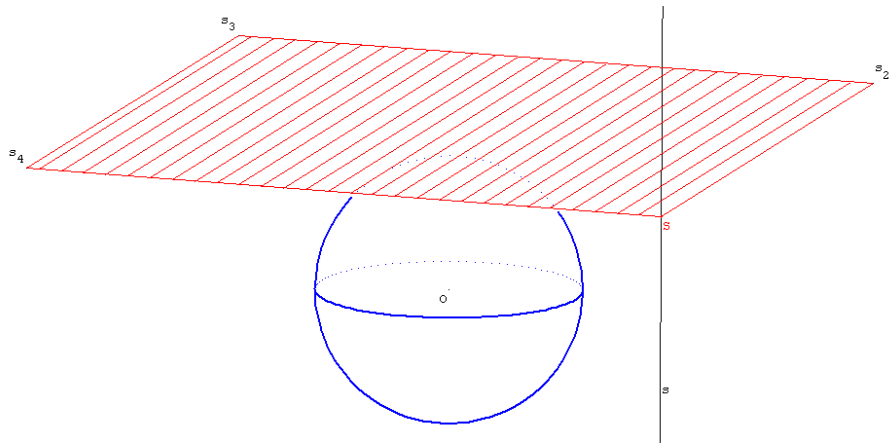
↳ Pour représenter le plan de section :

- 1) Le point s est le point de coordonnées $(5;5;0)$ et d_1 est la droite parallèle à l'axe (oz) passant par s . Le point S est un point libre de la droite d_1 . C'est ce point qui permettra de « piloter » le carré (il en sera un sommet).
- 2) Il existe plusieurs possibilités pour créer les autres sommets du carré. L'une des plus simples consiste à définir les sommets par leurs coordonnées. À l'aide de la commande [CREER][NUMERIQUE][CALCUL GEOMETRIQUE][COTE D'UN POINT DANS L'ESPACE], appelons z_S la cote du point S .



- 3) Il ne reste alors plus qu'à nommer s_2 le point de coordonnées $(-5;5;z_S)$, s_3 le point de coordonnées $(-5;-5;z_S)$ et s_4 le point de coordonnées $(5;-5;z_S)$.

On appellera P_1 le polygone $Ss_2s_3s_4$.



Outre la section du plan par la sphère, nous allons représenter d'autres éléments, tels qu'un point H , projeté orthogonal du point O sur le plan de section, un point M libre sur la section et diverses commandes de dessin par bloc.

Réalisation technique

↳ Pour représenter la section de la sphère par le plan :

- 1) H est le point image du point O par la projection orthogonale sur le plan Ss_2s_3 . On peut alors tracer le segment $[OH]$.
- 2) La commande [CREER][LIGNE][CERCLE][SECTION D'UNE SPHERE PAR UN PLAN] permet de définir la section Sec entre la sphère Sph et le plan Ss_2s_3 . Pour rendre la figure plus lisible, il semble indispensable de hachurer le cercle Sec .
- 3) Le point M est un point libre sur le cercle Sec . On peut représenter le segment $[HM]$. On peut également vouloir coder l'angle droit du triangle OHM . On utilisera pour ce faire l'un des deux prototypes fournis avec la figure finale : Angle Droit 3D ou Angle Droit 3D Plein. On utilisera avec précaution le second prototype qui recourt aux maillages (voir page 141) pour remplir le carré représentant l'angle droit.

À cause d'un bug de Géospace, l'ordre dans lequel on définit les points de l'angle droit (qui ne sont pas le sommet) est important, ce qui ne devrait pas être le cas ! Dans la figure qui vous est fournie, la marque m_1 d'angle droit est définie à partir des sommets O , H et M donnés dans cet ordre.



Si on inverse les sommets O et M dans la définition de m_1 , un bug apparaît lorsque le plan ne coupe plus la sphère : le maillage (déformé) reste présent à l'écran.

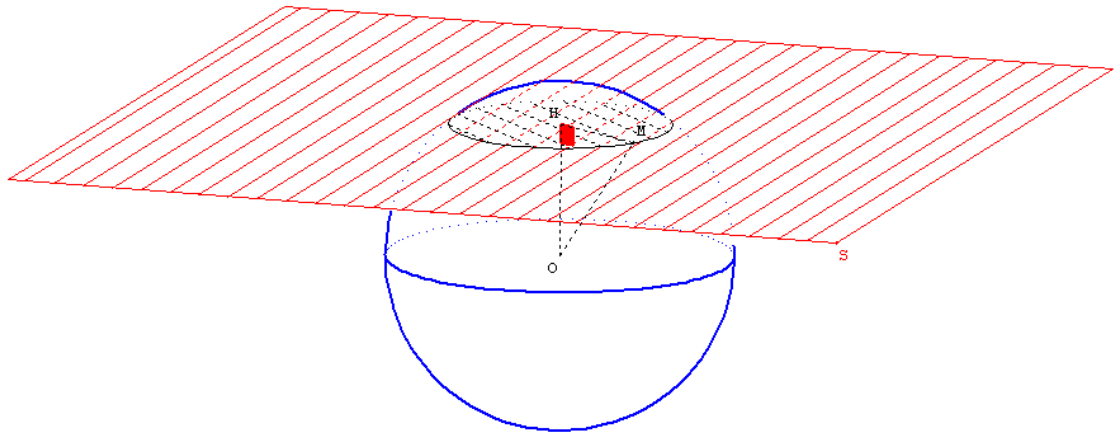
- 4) Une commande de dessin par bloc doit nous permettre de cacher le plan de section. Mais alors, seule la section hachurée restera apparente. Cela peut induire en erreur un élève qui pensera, à tort, que la section entre le plan et la sphère est un disque. Pour rendre la section simplement opaque (et donc non hachurée) lorsque l'on cache le plan de section, l'astuce consiste à définir une seconde section Sec_2 opaque (même définition que pour Sec), puis à cacher Sec_2 grâce à la commande « non dessiné » de la boîte de styles.

On définira alors une commande de dessin en bloc, associée à la touche P par exemple, qui changera d'état les objets P_1 , S , Sec et Sec_2 .



- 5) On pourra enfin définir des commandes de changement de vue pour visualiser la section ou le plan OHM de face, pour revenir à la vue initiale, une commande de dessin par bloc pour cacher ou montrer le triangle OHM , ou pour afficher ou non la longueur OH .

Bien entendu, on cachera tous les objets uniquement utiles dans les constructions.



▲ Fichier fini : [secsphere.g3w](#) ▼

III.H. Un exemple de progression en troisième

Nous vous proposons ci-dessous un exemple de progression en géométrie dans l'espace en classe de troisième. Nous avons l'habitude de caler des séances en salle informatique, spécifiques à la géométrie dans l'espace, tout au long de l'année. Les élèves ont alors une fiche à compléter durant leur travail en salle informatique, puis, le retour en classe donne l'occasion de remplir une fiche bilan.

Il va sans dire que les fiches ci-dessous ne constituent en rien des modèles à suivre, qu'elles doivent être adaptées à la classe et qu'elles ne se suffisent pas à elles-mêmes. Il est bien évidemment indispensable de faire travailler en parallèle les élèves sur des maquettes, des patrons et de leur donner des exercices mettant en œuvre les connaissances acquises.

Les fichiers vous sont fournis aux formats pdf (Adobe Reader) et odt (Open Office). Ils sont situés dans le dossier

[CD-ROM]\Géospace\III - H - Exemple de progression

du CD-ROM d'accompagnement.

Plans

Format Pdf
Format Odt

Format Pdf
Format Odt

Fichier Géospace : [plans.g3w](#)

Pavés droits

Format Pdf
Format Odt

Format Pdf
Format Odt

Fichiers Géospace : [secpave1.g3w](#)
[secpave2.g3w](#)

Sphère

Format Pdf
Format Odt

Format Pdf
Format Odt

Fichier Géospace : [secsphere.g3w](#)

Cylindre

Format Pdf
Format Odt

Format Pdf
Format Odt

Fichiers Géospace : [cylrev.g3w](#)
[seccyl1.g3w](#)
[seccyl2.g3w](#)

Cône et pyramide

Format Pdf
Format Odt

Format Pdf
Format Odt

Fichiers Géospace : [conerev.g3w](#)
[seccone.g3w](#)
[secpyra.g3w](#)

IV. Autres applications

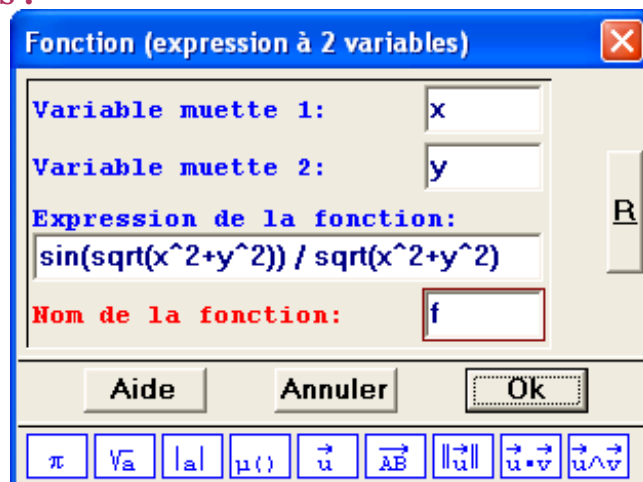
IV.A. Représenter des surfaces

Il est possible avec Géospace de représenter dans un repère (le repère par défaut ou un repère défini par l'utilisateur) les points de coordonnées $(x; y; f(x, y))$ où f est une fonction à deux variables.

 Géospace

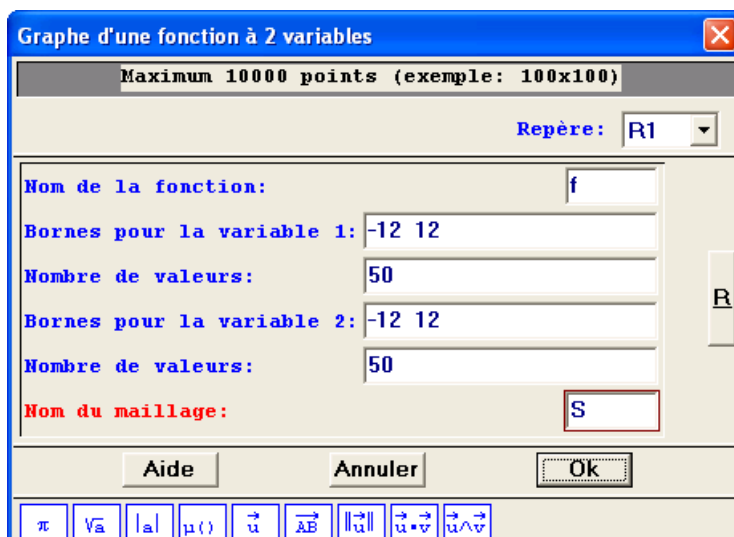
↳ Pour définir une fonction à deux variables :

Le menu [CRÉER][NUMÉRIQUE][FONCTION NUMÉRIQUE][A 2 VARIABLES] permet de définir une fonction à deux variables.



↳ Pour créer la surface :

Une fois la fonction de deux variables créée, c'est la commande [CRÉER][LIGNE][MALLAGE][GRAPHE D'UNE FONCTION A 2 VARIABLES] qui permet de représenter la fonction dans un repère choisi.



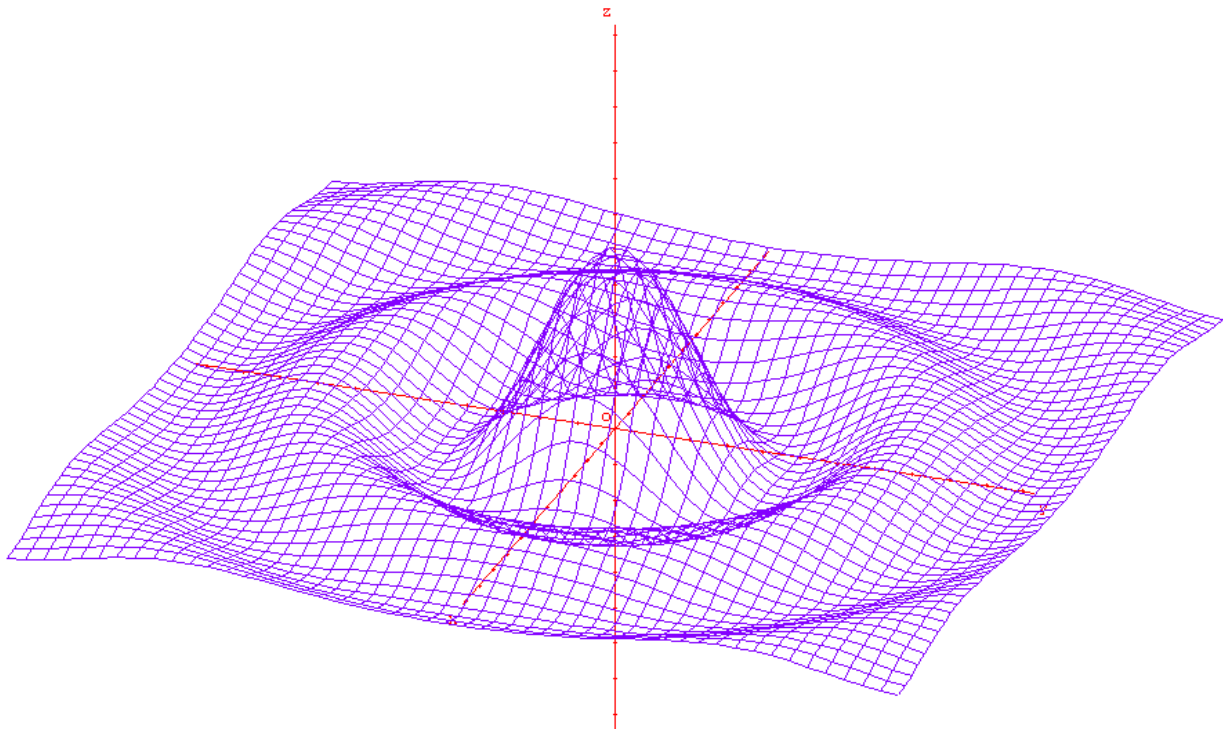
Le choix du repère n'est possible que si un repère créé par l'utilisateur a été défini auparavant.

↳ Pour modifier l'apparence d'un maillage :

On utilise la rubrique **Maillage** de la boîte des styles pour modifier la façon dont le maillage est représenté à l'écran.

Dans la définition du maillage, on peut également jouer sur le nombre de valeurs calculées pour obtenir un maillage plus ou moins serré.





Exemple : [surface.g3w](#)

Une limitation de Géospace réside dans l'impossibilité de remplir des surfaces. On peut cependant s'en sortir ponctuellement en utilisant les maillages pour remplir des objets. L'idée consiste (en général) à se servir d'un maillage créé à partir de deux points libres (points pilotes) sur l'objet à remplir et d'un troisième point décrivant la surface à remplir lorsque les deux points précédents parcourent leur ensemble de définition.

 **Géospace**

↳ **Pour créer un maillage à partir de deux pilotes :**

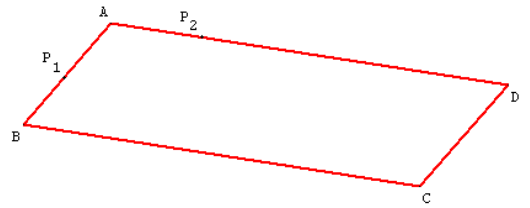
La commande **[CREER][LIGNE][MAILLAGE][LIEU D'UN POINT AVEC DEUX PILOTES]** permet de créer de telles sortes de maillages. Les deux pilotes peuvent être des points libres (sur un segment, un cercle ou un arc de cercle) ou bien des variables numériques libres dans un intervalle (on peut très bien créer des surfaces d'équation $z = f(x, y)$ à partir de cette commande).



Le fichier [maillage01.g3w](#) illustre la façon de remplir un rectangle à l'aide de la commande Géospace précédente.

↳ **Pour remplir un rectangle :**

- 1) On considère un rectangle $ABCD$ et on crée un point P_1 libre sur $[AB]$ et un point P_2 libre sur $[AD]$.



- 2) Le point P_3 est l'image du point A par la translation de vecteur $\vec{AP}_1 + \vec{AP}_2$.



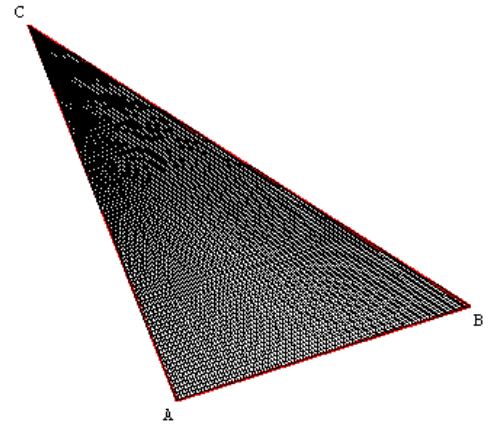
- 3) On utilise alors **[CREER][LIGNE][MALLAGE][LIEU D'UN POINT AVEC DEUX PILOTES]**. Le premier pilote est P_1 , le second P_2 , et le point qui décrit le lieu est P_3 .



On peut alors cacher P_1 , P_2 et P_3 et agir sur le type de maillage à l'aide de la boîte des styles :

Maillage avec des points peu serrés	Maillage par défaut	Maillage avec des lignes épaisses

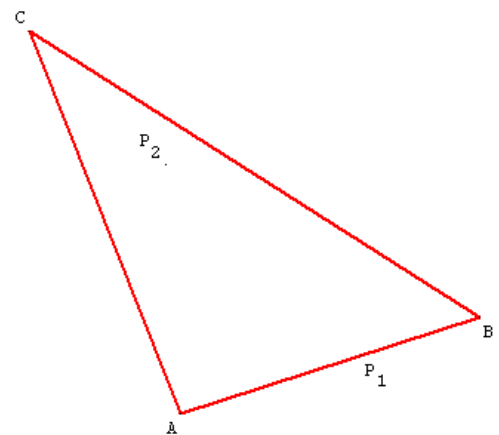
Il est un peu plus aisé de remplir un triangle : [maillage02.g3w](#)



Réalisation technique

↳ Pour remplir un triangle :

- 1) On considère un triangle ABC et on crée un point P_1 libre sur $[AB]$ et un point P_2 libre sur $[CP_1]$.



- 2) Le remplissage du triangle s'obtient en définissant un maillage piloté par P_1 et P_2 et en demandant le lieu du point P_2 .

Lieu d'un point avec 2 pilotes

Maximum 10000 points (exemple: 100x100)

Nom du premier pilote: P1

Nombre de valeurs: 100

Nom du second pilote: P2

Nombre de valeurs: 100

Nom du point qui décrit le lieu: P2

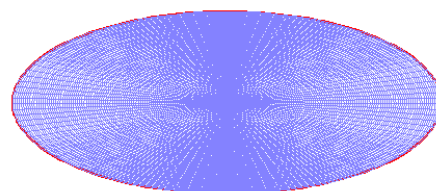
Nom du maillage: M1

Aide Annuler Ok

π \sqrt{a} $|a|$ $\mu()$ \vec{u} \vec{AB} $\|\vec{u}\|$ $\vec{u}\cdot\vec{v}$ $\vec{u}\wedge\vec{v}$

► EXERCICE

Utilisez la technique précédente pour remplir un cercle.



▲ Fichier fini : [maillage03.g3w](#) ▼

Attention :



Il faut prendre garde à ne pas trop abuser de la méthode décrite dans ce paragraphe pour remplir des objets, car cela requiert de nombreux calculs de la part de Géospace. Les changements de vue sur une figure chargée d'objets remplis seront très longs à accomplir si on utilise un ordinateur peu puissant.

IV.B. Les onze patrons du cube

Comme on l'a vu précédemment page 106, Géospace est capable de réaliser automatiquement le patron d'un polyèdre. Ce procédé ne permet toutefois pas de développer de différentes façons un polyèdre. Il aboutit, quelle que soit la face initiale choisie lors de la construction du solide, à un unique patron.

Si l'on désire, par exemple, obtenir les onze patrons possibles pour un cube, il va falloir les construire « à la main »⁸

Pour réaliser manuellement les patrons du cube, nous aurons besoin en particulier de deux outils proposés par Géospace.



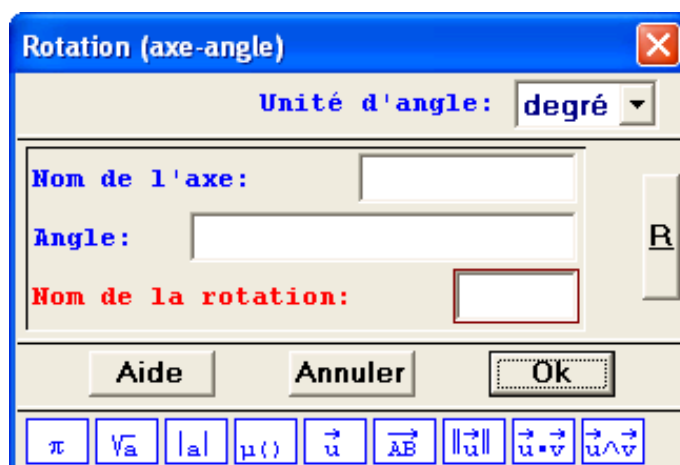
Géospace

✚ Pour définir une rotation autour d'un axe :

Le menu [CREER][TRANSFORMATION][ROTATION (axe-angle)] permet de faire apparaître la boîte de dialogue ci-contre.

Lorsque l'on travaille en degrés, l'erreur courante consiste à oublier de sélectionner l'unité correcte dans la liste déroulante. Par défaut, Géospace travaille en radians.

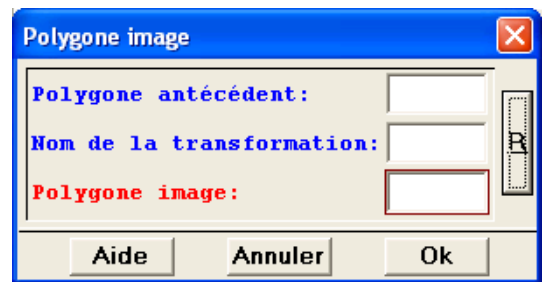
Lorsque l'on nomme l'axe de la rotation, il faut faire attention à l'ordre dans lequel on écrit les points dans le cas où il ne s'agit pas d'une droite préalablement munie d'un repère ou orientée par un vecteur directeur. Ainsi, lorsque l'on écrit AB , cela signifie implicitement que l'on munit la droite d'un repère (A, \vec{AB}) . Ce qui ne revient donc pas au même que d'écrire BA (qui définit la droite munie du repère (A, \vec{BA})).



8. Les onze patrons du cube figurent parmi les exemples fournis dans la version commerciale du logiciel. Nous proposons dans ce paragraphe des réalisations qui nous sont personnelles.

✎ Pour construire l'image d'un polygone :

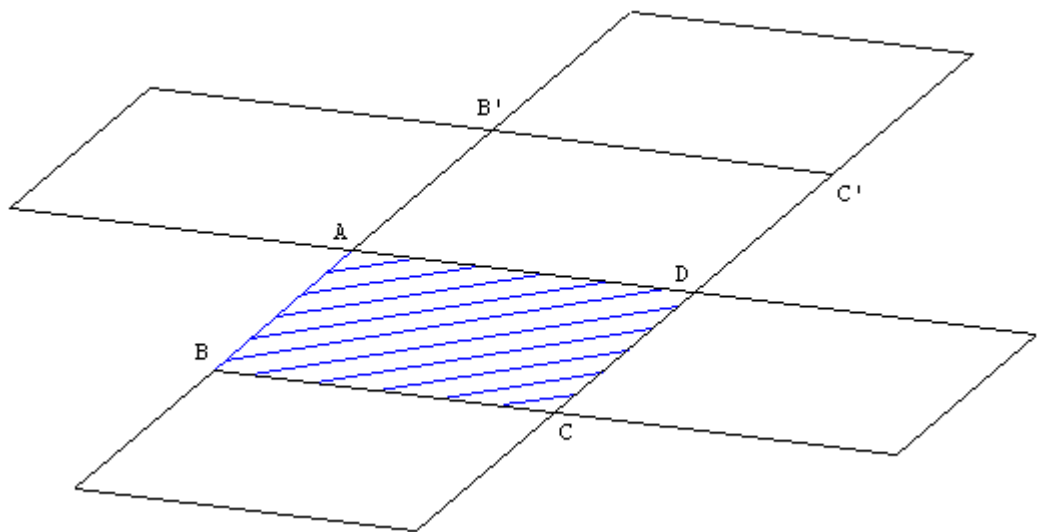
Contrairement à Géoplan, il est possible dans Géospace de construire directement l'image d'un polygone par une transformation déjà définie. Il faut utiliser pour cela la commande [CREER][LIGNE][POLYGONE CONVEXE][IMAGE D'UN POLYGONE]. Cependant, avec cette commande, les sommets du polygone image ne seront pas nommés.



Voici une façon de procéder pour construire le patron [patcube01.g3w](#).

Réalisation technique

- 1 On appelle c une variable numérique libre à laquelle on affecte une valeur correspondant à la mesure du côté du cube.
- 2 Dans le repère R_{oxy} on commence par définir les points de coordonnées $A(0;0;0)$, $B(c;0;0)$, $C(c;c;0)$, $D(0;c;0)$, $E(0;0;c)$, $F(c;0;c)$, $G(c;c;c)$ et $H(0;c;c)$ (on pourrait se contenter des sommets A , B , C et D , mais les sommets E , F , G et H permettent de construire le pavé entier dans le but de le représenter en même temps que son patron développé).
- 3 On appelle P_1 le polygone $ABCD$ et Cub le polyèdre $ABCDEFGH$.



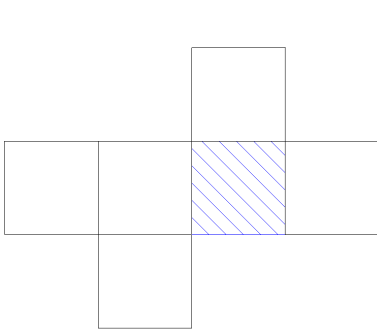
- 4 La variable numérique réelle ang est libre dans l'intervalle $[90;180]$.
- 5 rot_1 est la rotation d'axe (BC) ⁹ et d'angle ang .
 rot_2 est la rotation d'axe (CD) et d'angle ang .
 rot_3 est la rotation d'axe (DA) et d'angle ang .
- 6 Le polygone P_2 est l'image du polygone P_1 par la rotation rot_1 , P_3 est l'image de P_1 par rot_2 et P_4 est l'image de P_1 par rot_3 .
- 7 Le point B' est l'image du point B par la transformation rot_3 et rot_4 est la rotation d'axe $(B'A)$ et d'angle ang .
- 8 Le polygone P_5 est l'image du polygone P_4 par la rotation rot_4 .

9. Lire : droite repérée munie du repère (B, \overrightarrow{BC}) .

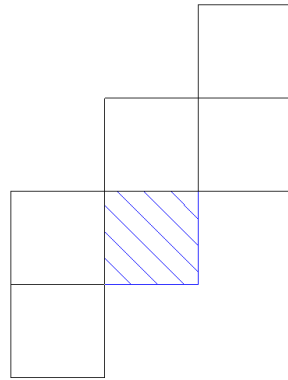
⑨ Le point C' est l'image du point C par la transformation rot_3 et rot_5 est la rotation d'axe $(C'B')$ et d'angle ang .

⑩ Le polygone P_6 est l'image du polygone P_4 par la rotation rot_5 .

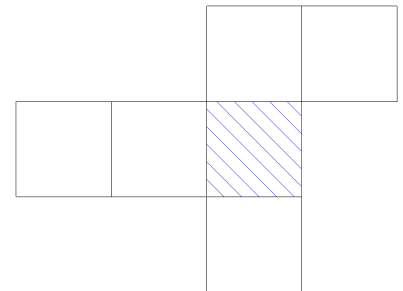
La variable ang est pilotable au clavier, les noms des sommets sont cachés, les faces sont rendues opaques, et une commande de dessin par bloc permet de cacher/monttrer le cube. La touche $\boxed{F8}$, qui permet de voir le plan oxy de face, permet donc ici de visualiser le patron de face.



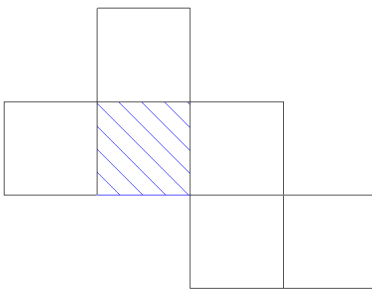
patcube01.g3w



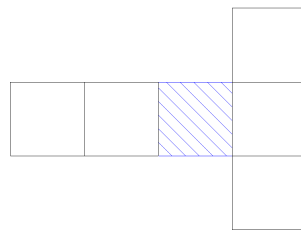
patcube02.g3w



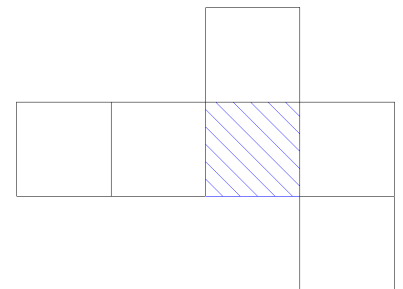
patcube03.g3w



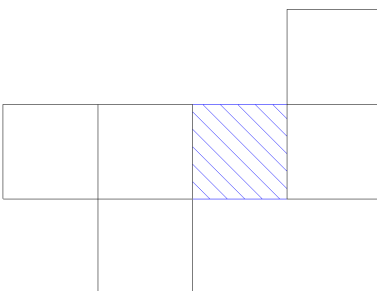
patcube04.g3w



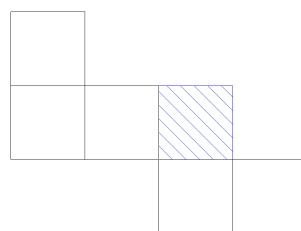
patcube05.g3w



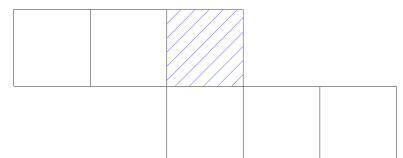
patcube06.g3w



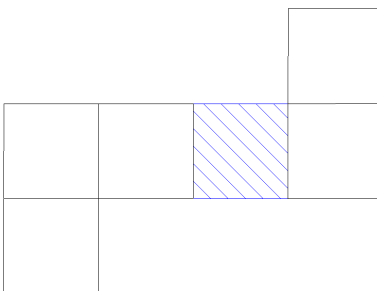
patcube07.g3w



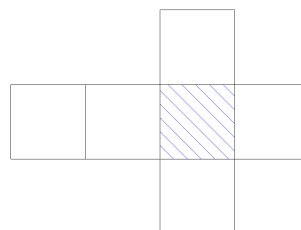
patcube08.g3w



patcube09.g3w



patcube10.g3w



patcube11.g3w

IV.C. Un patron de cylindre de révolution et un patron de cône

On a déjà vu qu'il est possible avec Géospace de générer automatiquement les patrons de polyèdres convexes. En revanche, il n'existe pas de commande pour réaliser le patron du cylindre, ou celui du cône : il

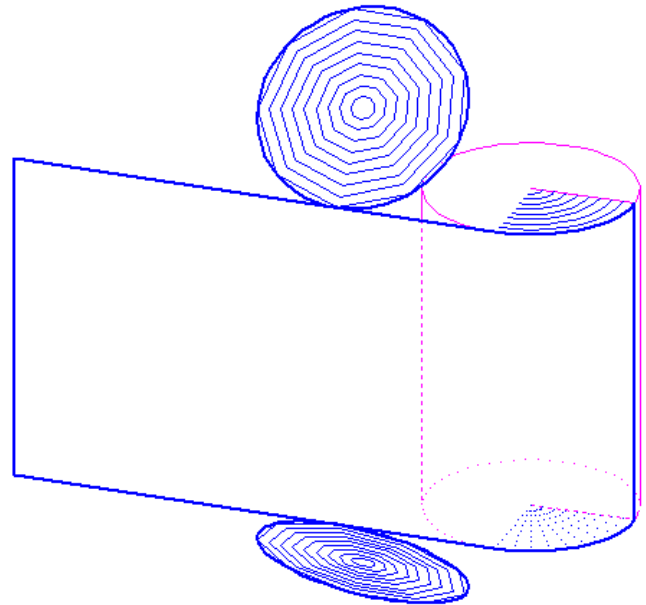
est nécessaire de créer de toutes pièces des imagiciels illustrant le développement d'un cylindre ou d'un cône.

1) Patron du cylindre de révolution

Nous allons faire « rouler » (en réalité, il s'agira simplement d'une translation) un cylindre de révolution le long de l'axe oy .

En déplaçant le cylindre, l'utilisateur verra se développer l'enveloppe extérieure ainsi que les deux bases.

Le déplacement du cylindre se pilote à l'aide des flèches du clavier. Il est également utile de prévoir la possibilité de modifier le rayon ainsi que la hauteur du cylindre. On peut enfin assigner à une touche un changement de vue, de telle sorte à observer le patron, une fois développé, de face.



Réalisation technique

- ❶ On commence par définir les variables numériques réelles libres R et h dans l'intervalle $[0, 5; 5]$. La variable ang est un réel libre dans $[0, 2\pi]$.
- ❷ Le point O a pour coordonnées $(0; R \times ang; h)$.
Le point O' a pour coordonnées $(0; R \times ang; -h)$.
Le cylindre cyl a pour rayon R et pour axe $[OO']$.
- ❸ Le point M_1 est le point situé sur la base supérieure du cylindre qui va « tourner » pour donner l'impression que l'on déplie la surface extérieure du cylindre (son pendant sur la base inférieure s'appelle M'_1).

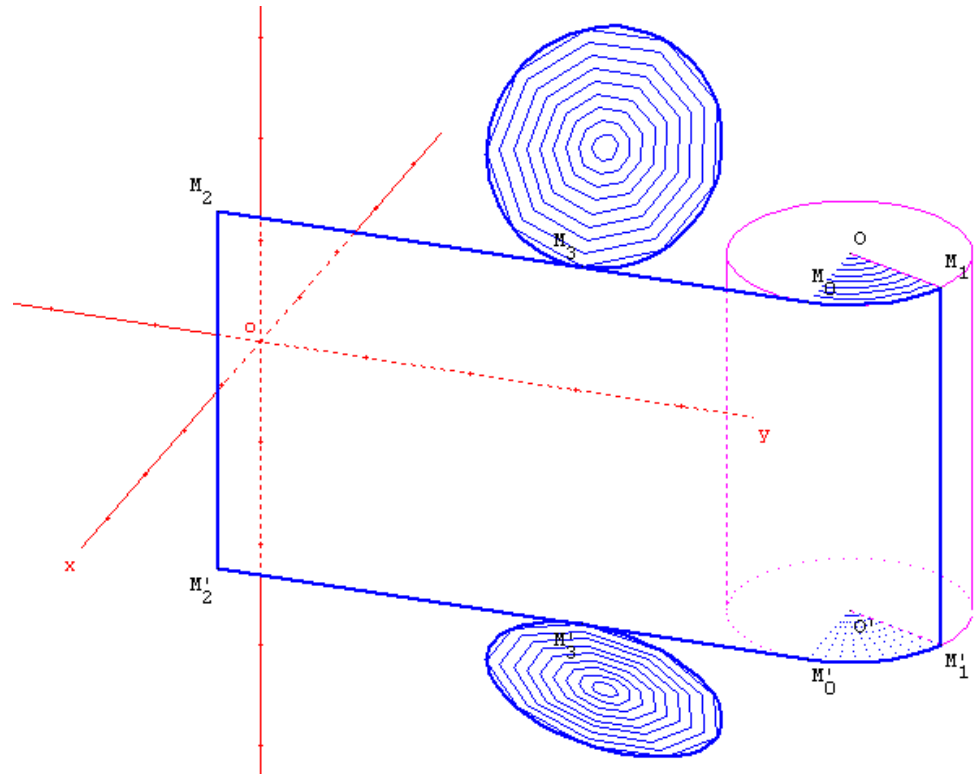
Les coordonnées des points M_1 et M'_1 , dans le repère $Rxyz$, sont donc respectivement

$$M_1 (R \times \cos(ang); -R \times \sin(ang) + R \times ang; h)$$

$$M'_1 (R \times \cos(ang); -R \times \sin(ang) + R \times ang; -h)$$

Les points M_0 et M'_0 correspondent aux positions initiales des points M_1 et M'_1 sur le cylindre.

Leurs coordonnées sont donc respectivement $(R; R \times ang; h)$ et $(R; R \times ang; -h)$.



Les points M_2 et M'_2 correspondent aux positions initiales des points M_1 et M'_1 dans le repère $Rxyz$.

Leurs coordonnées devraient donc être respectivement $(R; 0; h)$ et $(R; 0; -h)$.

Mais en réalité, comme nous allons construire le polygone $M_2M_0M'_0M'_2$, nous désirons, par souci d'esthétisme, que ce polygone n'existe qu'à la condition que l'utilisateur ait commencé à déplier le patron. Il s'agit donc de vérifier que la variable ang est strictement positive. Pour ce faire, les coordonnées des points M_2 et M'_2 sont donc définies ainsi : $(R/\mu(ang > 0); 0; h)$ et $(R/\mu(ang > 0); 0; -h)$.

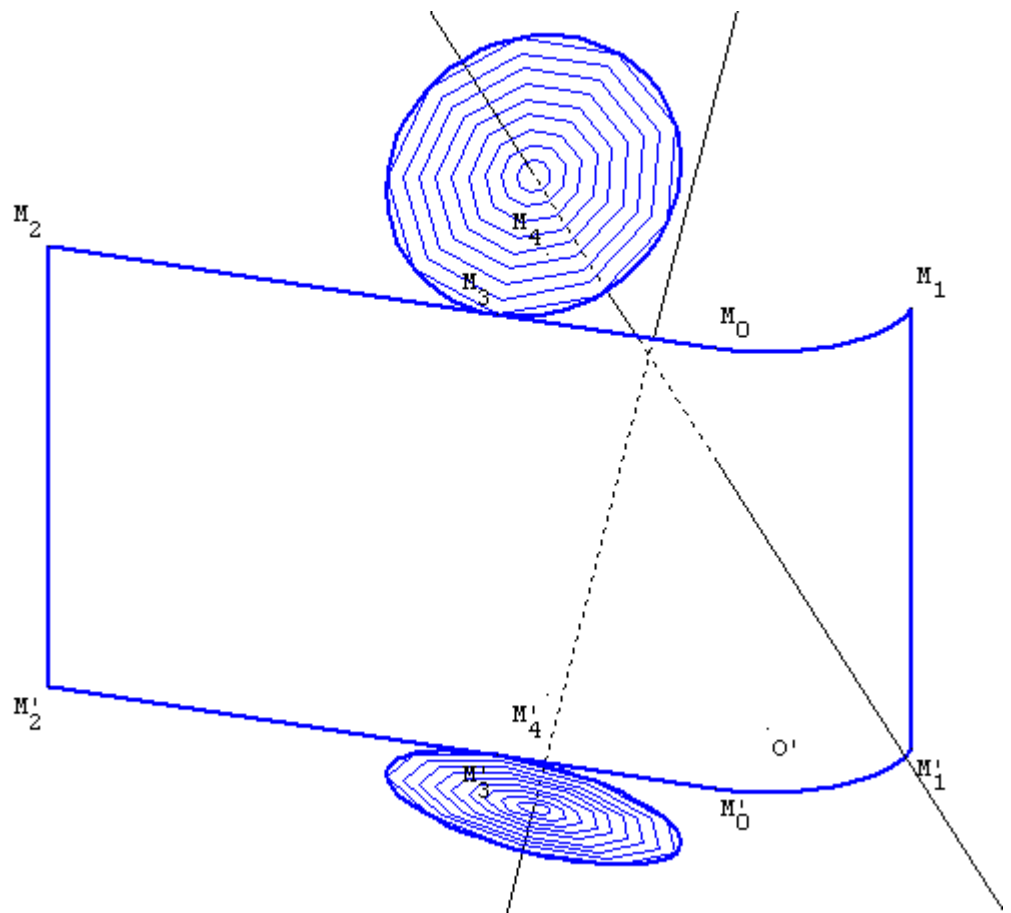
- ④ P_1 est le polygone $M_2M_0M'_0M'_2$, arc_1 est l'arc de cercle d'axe (OO') , d'origine M_1 et d'extrémité M_0 et arc_2 est l'arc de cercle d'axe (OO') , d'origine M'_1 et d'extrémité M'_0 .

Pour un meilleur rendu à l'écran, on peut rendre opaque et blanc le polygone P_1 et dessiner les segments $[M_0M_2]$, $[M_2M'_2]$ et $[M'_2M'_0]$. On peut aussi tracer les segments $[OM_1]$, $[O'M'_1]$ et $[M_1M'_1]$.

- ⑤ Il reste à construire les cercles sur le patron qui représentent les bases. On désire que ces cercles n'apparaissent qu'au moment où le cylindre en est à la moitié de son trajet ($ang = \pi$) et on veut qu'ils donnent l'impression de se « déplier » depuis leur position initiale sur le cylindre, jusqu'à leur position finale sur le patron.

Les points M_3 et M'_3 correspondent aux positions des points M_0 et M'_0 lorsque le cylindre en est à la moitié de son trajet. Les points M_3 et M'_3 ont donc respectivement pour coordonnées $(R; \pi \times R; h)$ et $(R; \pi \times R; -h)$.

Les points M_4 et M'_4 sont les centres des bases du cylindre lorsque le cylindre en est à la moitié de son trajet. Les points M_4 et M'_4 ont donc respectivement pour coordonnées $(0; \pi \times R; h)$ et $(0; \pi \times R; -h)$.



Avec Géospace il est facile de construire un cercle défini par un axe et un point. Nous avons déjà le point (M_3 ou M'_3), il n'y a donc plus qu'à créer les axes des cercles représentant les bases sur le patron.

On définit alors la rotation rot_1 d'axe (M_2M_3) et d'angle $\frac{ang - \pi}{2 \times \mu(ang \geq \pi)}$ radians (cet angle varie entre 0 et $\frac{\pi}{2}$ radians lorsque la variable ang décrit l'intervalle $[\pi, 2\pi]$). Finalement, l'axe du premier cercle, d_1 est l'image de la droite $(M_4M'_4)$ par la rotation rot_1 .

De la même façon, rot_2 est la rotation d'axe $(M'_2M'_3)$ et d'angle $-\frac{ang - \pi}{2 \times \mu(ang \geq \pi)}$ radians. La droite d_2 , l'axe du second cercle, est l'image de la droite (M'_4M_4) (attention à l'ordre des points! Voir page 144) par la rotation rot_2 .

Le cercle c_1 est le cercle d'axe d_1 passant par M_3 et le cercle c_2 est celui d'axe d_2 et passant par M'_3 .

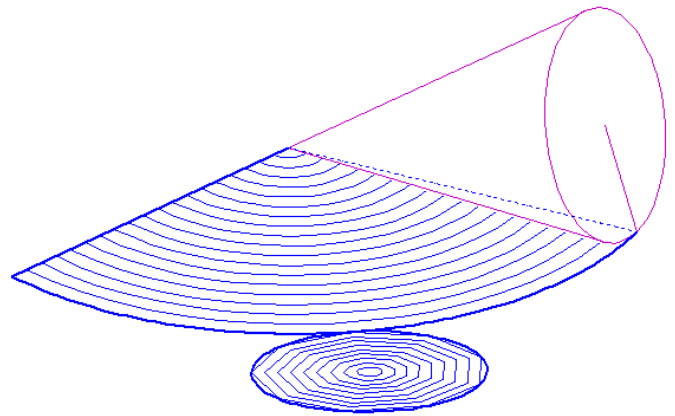
- ⑥ En utilisant la technique étudiée page 141 qui repose sur l'utilisation des maillages, on peut « remplir » les cercles apparaissant sur le patron, ainsi que les arcs de cercles sur le cylindre.

On remarque aussi que lorsque le cylindre est en position initiale, les arcs arc_1 et arc_2 ne sont pas définis car origines et extrémités sont confondues. On peut donc construire et remplir des cercles c_3 et c_4 qui n'existent que lorsque la variable ang est nulle.

- ⑦ On termine la figure en créant des commandes pour piloter les variables ang , R et h , ainsi que des commandes de changement de vue.

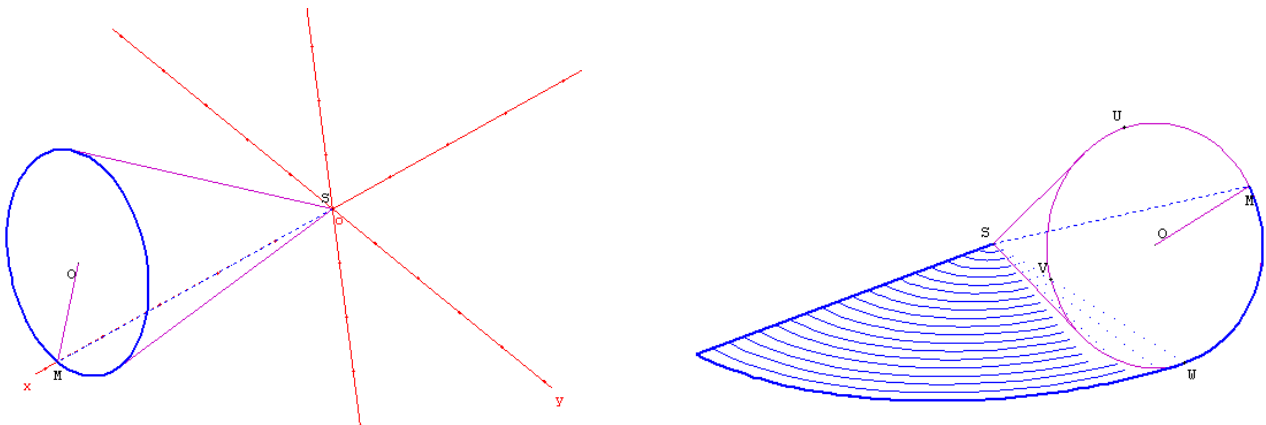
2) Patron du cône de révolution

L'obtention du patron d'un cône de révolution nécessite bien plus d'efforts que ceux requis pour réaliser le patron d'un cylindre. Néanmoins, le principe reste le même : l'utilisateur pilote une variable libre dans un intervalle qui permet de faire « tourner » le cône et d'observer le développement de son patron. Le rayon et la hauteur du cône peuvent également se piloter au clavier.



Nous n'allons pas décrire en détail, comme précédemment, les étapes permettant de réaliser le patron d'un cône. Nous nous contenterons d'indiquer les principales variables utilisées dans la figure [patcone.g3w](#).

On considère un cône de révolution C_n de sommet S (confondu avec l'origine o du repère $Rxyz$), de hauteur h et de rayon R . Ce cône est « posé » sur le plan oxy et dans sa position initiale, la génératrice en contact avec le plan oxy est portée par l'axe ox .



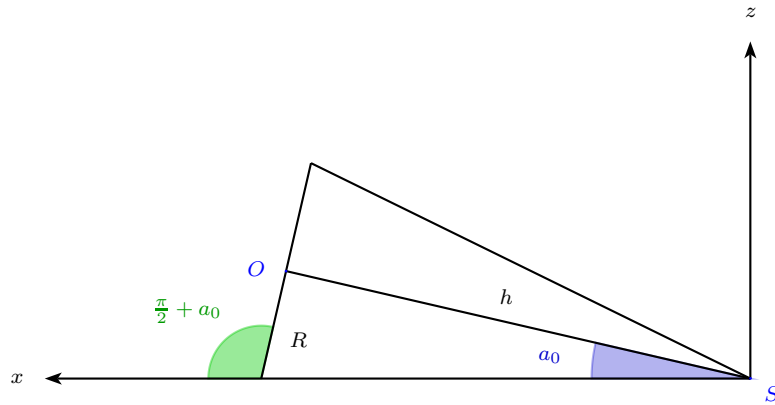
On appelle O le centre de la base du cône et M est le point qui « tourne » quand on déroule le patron du cône. La droite (SM) est donc une génératrice du cône, et $SM = \sqrt{R^2 + h^2}$. La droite (SO) est l'axe du cône, et $SO = h$.

Les points U , V et W sont trois points fixes sur le cercle de la base et sont construits de telle façon que le plan SWU soit perpendiculaire au plan oxy tandis que le plan SOV est perpendiculaire au plan SWU .

Les points M_0 , M_1 et M_2 correspondent aux positions initiales respectives des points O , U et W (initialement, le point M est confondu avec le point W). Les points M'_0 et M'_2 correspondent aux positions finales des points O et W .

On appelle a_0 l'angle \widehat{SOM} . Autrement dit, $\tan \widehat{SOM} = \frac{R}{h}$ et c'est la fonction \arctan de Géospace qui permet de calculer a_0 . L'angle a_1 est l'angle au sommet du secteur angulaire correspondant au patron déroulé du cône. Ainsi $a_1 = \frac{2\pi \times R}{\sqrt{R^2 + h^2}}$.

L'utilisateur de l'imagiciel pilote donc une variable ang définie comme réel libre dans l'intervalle $[0; a_1]$ et on appelle rot la rotation autour de l'axe oz d'angle ang radians.



Les points M_0 , M_1 et M_2 ont pour coordonnées dans le repère par défaut de Géospace :

$$M_0 (h \times \cos a_0; 0; h \times \sin a_0)$$

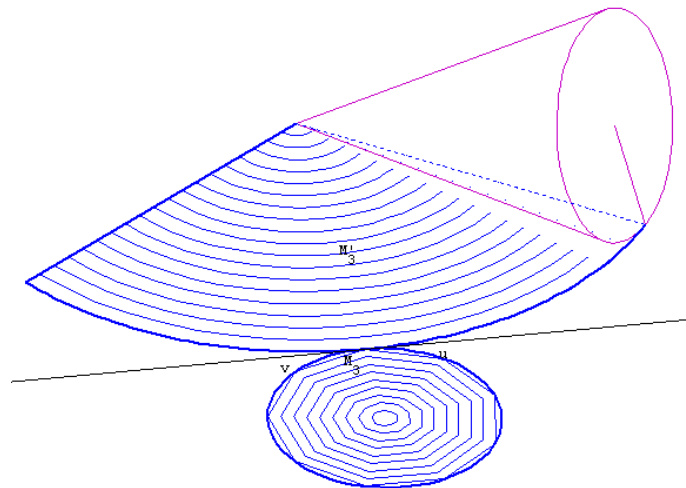
$$M_1 \left(\sqrt{R^2 + h^2} \times \cos(2a_0); 0; \sqrt{R^2 + h^2} \times \sin(2a_0) \right)$$

$$M_2 \left(\sqrt{R^2 + h^2}; 0; 0 \right)$$

On définit un nouveau repère $Rep(O; \overrightarrow{OV}; \overrightarrow{OU}; \overrightarrow{OS})$ et le point M a pour coordonnées dans ce repère :

$$\left(\sin\left(\frac{ang \times 2\pi}{a_1}\right); -\cos\left(\frac{ang \times 2\pi}{a_1}\right); 0 \right)$$

Lorsque $ang \geq \frac{a_1}{2}$ un cercle apparaît sur le patron et se « déplie » le long de celui-ci. Ce cercle est l'image de la base lorsque $ang = \frac{a_1}{2}$ par une rotation autour d'un axe (uv) tangent au bord du secteur circulaire figurant le patron du cône, et d'angle a_2 où a_2 est une variable parcourant l'intervalle $\left[0; \frac{\pi}{2} + a_0\right]$ lorsque ang décrit $\left[\frac{a_1}{2}; a_1\right]$.



▲ Fichier fini : [patcone.g3w](#) ▼

IV.D. Figures communicantes (plan/espace)

On a déjà rencontré des figures communicantes (voir page 69), mais seulement à l'occasion d'échanges de variables entre deux figures du plan. Il est évidemment tout à fait possible de faire communiquer de la même façon deux figures de l'espace ou une figure de l'espace et une figure du plan en utilisant la commande **[PILOTER][IMPORTER]**.

► EXERCICE

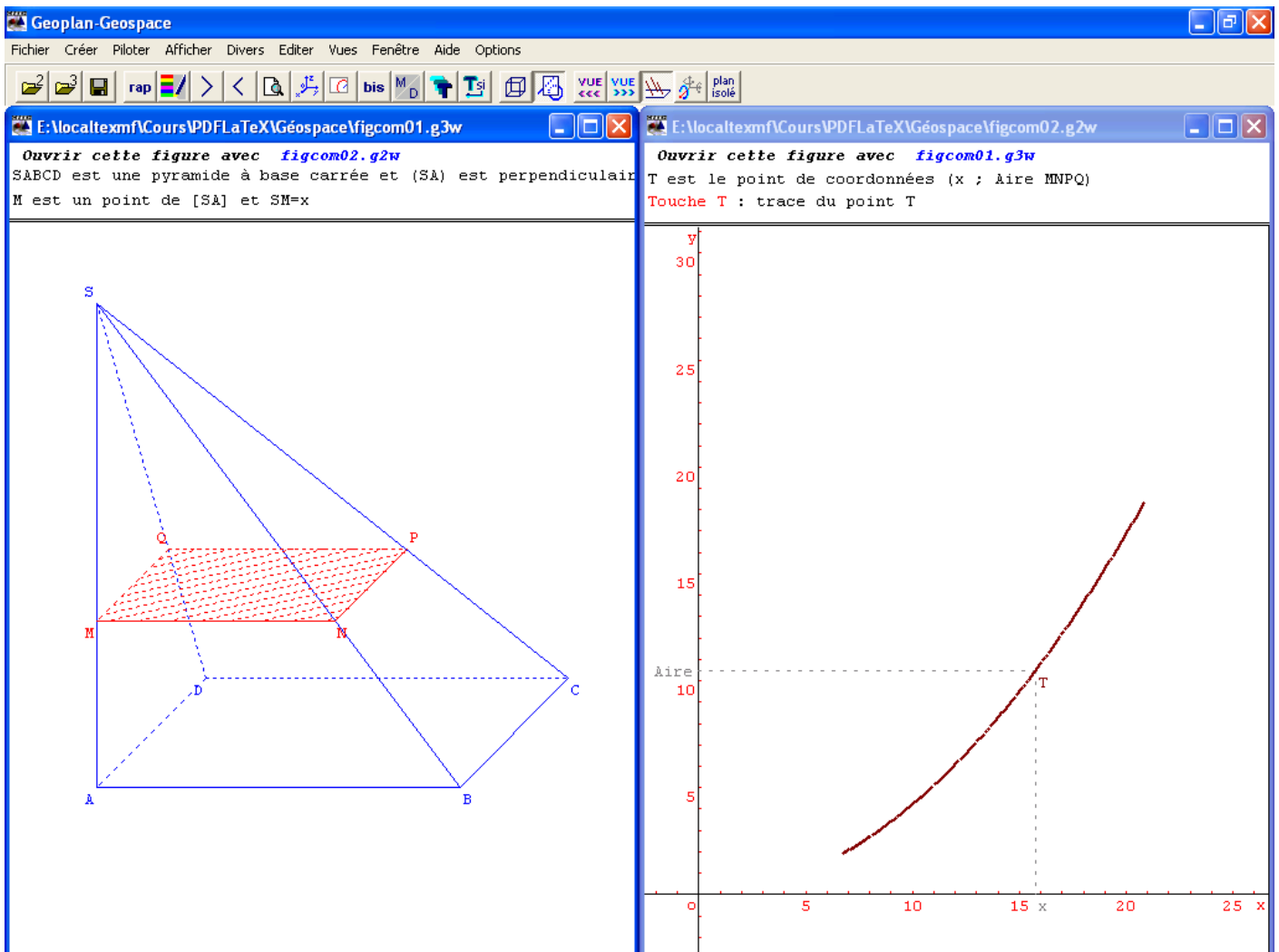
Dans cet extrait de problème tiré du Brevet des Collèges, $SABCD$ est une pyramide à base carrée telle que $AB = 9$ cm, $SA = 12$ cm, et (SA) est perpendiculaire au plan ABC .

Le point M est un point de $[SA]$. On pose $SM = x$. Les intersections de (SB) , (SC) et (SD) avec un plan parallèle au plan ABC et passant par M se nomment respectivement N , P et Q .

Partant de ces données, on peut construire une activité ayant pour objectif d'étudier la nature du quadrilatère $ABCD$ puis son aire en fonction de x .

Les figures Géoplan et Géospace pourront servir de support aux élèves dans le cadre d'une activité en salle informatique, ou au professeur dans le cadre d'une correction collective.

▲ Fichier fini : [figcom01.g3w](#) et [figcom02.g2w](#) ▼



Afin de ne pas alourdir la rédaction, nous emploierons dans cette partie le terme Géoplan dans un sens générique pour désigner à la fois Géoplan et Géospace.

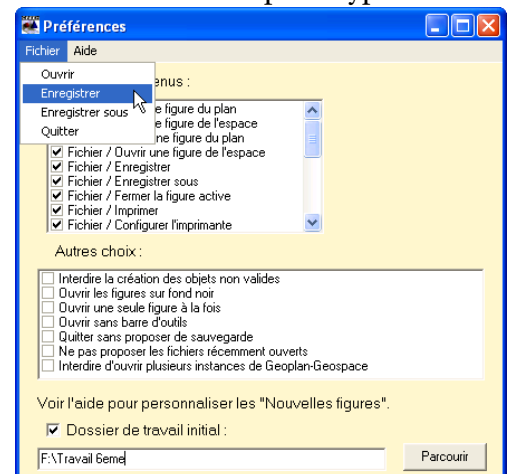
I. Personnalisation de Géoplan

Il est possible de configurer Géoplan de telle façon qu'il se lance avec certains menus inhibés ou encore avec des prototypes actifs. La méthode consiste à créer un fichier de configuration qui sera appelé au moment de l'ouverture de Géoplan.

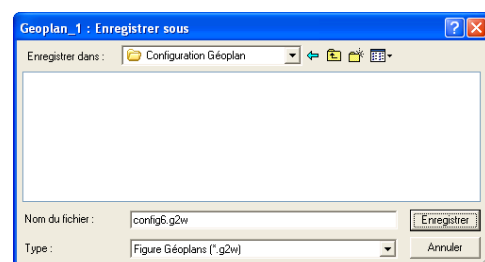
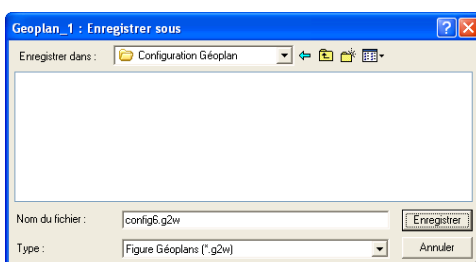
Géoplan

➤ **Pour personnaliser Géoplan** : en pratique, imaginons que l'on désire ouvrir Géoplan avec des menus adaptés aux élèves de 6^e et un prototype présent par défaut dans la liste des prototypes actifs.

- 1) Ouvrir une nouvelle figure dans Géoplan (attention, une seule figure doit être ouverte).
- 2) Utiliser la commande **[DIVERS][MODIFIER LES MENUS]** pour restreindre les menus (voir page 64).
- 3) Copier/coller le texte du prototype dans le texte de la figure (voir page 56).
- 4) Utiliser le menu **[OPTION][PREFERENCES]**, et cocher les options désirées, puis enregistrer le fichier de configuration à l'aide du menu **[FICHIER][ENREGISTRER]** de cette boîte de dialogue.

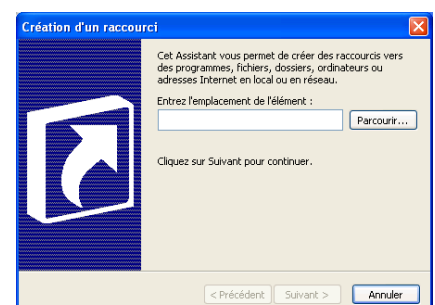


- 5) Enregistrer la figure Géoplan dans le même dossier que le fichier de configuration et avec le même nom (seule l'extension diffère) : `config6.g2w`.
- 6) Choisir le dossier de destination de son choix, et nommer le fichier de configuration `config6.cfg` par exemple.



- 7) La dernière étape consiste à créer un raccourci Windows qui lancera Géoplan en demandant de charger le fichier de configuration précédemment enregistré :

➤ Clic-droit sur le bureau **[NOUVEAU][RACCOURCI]**.

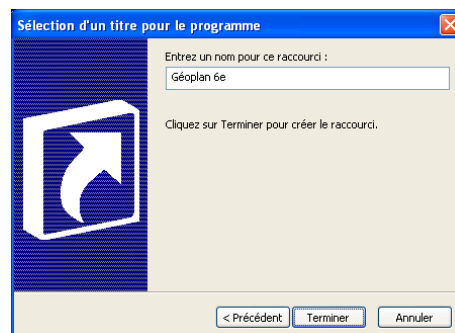


➤ **[PARCOURIR]** et sélectionner le fichier `GeoplanGeospace.exe` dans le dossier d'installation du pro-

gramme, puis, dans la boîte de dialogue, placer le curseur après le texte GeoplanGeospace.exe, insérer un espace et entrer le nom du fichier de configuration précédé de son chemin d'accès. Si le chemin d'accès contient des espaces, placer le tout entre guillemets. Ainsi, l'emplacement du raccourci aura par exemple la forme :

C:\programmes\Maths\Geoplan-Geospace\GeoplanGeospace.exe
 "F:\Stage Géométrie\Configuration Géoplan\config6.cfg"

- ↪ Cliquer sur [SUIVANT] puis donner un nom explicite au raccourci (par exemple « Géoplan 6e »).
- ↪ Cliquer sur [TERMINER].



- 8) Il ne reste plus qu'à lancer Géoplan à l'aide de ce raccourci, puis à ouvrir une nouvelle figure. Par défaut les menus sélectionnés précédemment seront inhibés, et le ou les prototypes choisis apparaîtront dans la liste des prototypes actifs.


II. Exporter une figure Géoplan vers un autre logiciel

Géoplan offre la possibilité d'exporter les figures créées vers d'autres logiciels (par exemple, un traitement de textes).

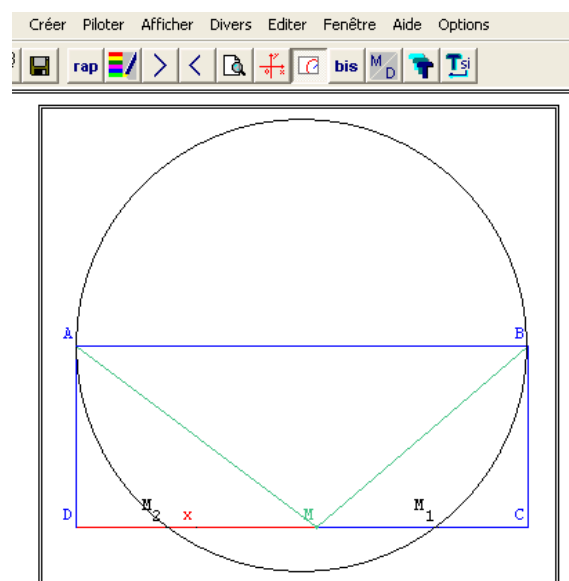
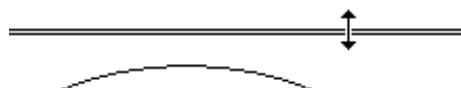


↪ Pour exporter une figure vers un autre logiciel :

Il suffit simplement de copier les figures dans le presse-papier, puis de les coller dans le document de destination. On utilise pour cela les menus [EDITER][COPIER IMAGE(AUTOMATIQUE)] ou [EDITER][COPIER IMAGE(COPIE AJUSTEE)]. Dans tous les cas, il est possible de copier la figure entière (y compris les affichages) ou seulement une partie de la figure.

Pour ne conserver qu'une seule partie de la figure, il est nécessaire de faire apparaître un double cadre limitant la partie de l'image que l'on désire copier. L'appui sur le bouton  ou le menu [EDITER][LIMITER L'IMAGE] montre le double cadre.

Pour modifier la taille du cadre il convient de cliquer avec le bouton gauche de la souris sur un des bords de ce cadre, puis en maintenant le bouton de la souris enfoncé (le curseur se transforme en double flèche), on déplace alors le côté sélectionné du cadre.



Le menu [COPIER IMAGE (AUTOMATIQUE)] gère de façon automatique la copie dans le presse-papier Windows, tandis que le menu [COPIER IMAGE (COPIE AJUSTEE)] permet d'affiner certains réglages :

Type de copie :

- Vectorisée en couleur
- Point par point en couleur
- Vectorisée en noir et blanc



Unité de référence :

- *Largeur de l'image* : la taille indiquée dans le dernier champ (Nombre de millimètres de l'unité) sera la largeur finale de l'image exportée.
- *Unité de longueur Uoxy* : permet de spécifier dans le dernier champ (Nombre de millimètres de l'unité) la norme du vecteur \vec{i} de Géoplan. Autrement dit, si l'on désire conserver après export la taille réelle d'une figure, il est nécessaire de sélectionner cette unité de référence, et de choisir 10 pour le nombre de millimètres de l'unité. Malheureusement, certains logiciels n'interprètent pas convenablement les données transmises via le presse-papier, et il arrive parfois que les longueurs ne soient pas conservées sur le résultat imprimé.

Quelques exemples d'images exportées : les images suivantes ont été copiées-collées vers un traitement de textes avec différents paramètres. Dans la figure Géoplan, [AB] mesure 5 cm et [BC] mesure 2 cm.

<p>Image vectorisée en couleur Unité de longueur Uoxy Nombre de millimètres de l'unité : 10</p>	<p>Image vectorisée en couleur Unité de longueur Uoxy Nombre de millimètres de l'unité : 5</p>
<p>Image point par point en couleur Unité de longueur Uoxy Nombre de millimètres de l'unité : 10</p>	<p>Image vectorisée en couleur Largeur de l'image Nombre de millimètres de l'unité : 100</p>

Astuce :

De façon générale, il est préférable de choisir une copie vectorisée de l'image plutôt qu'une copie point par point, la qualité sera incomparablement meilleure.

Attention :

Si vous avez imprimé ce document pdf en demandant une mise à l'échelle pour adapter la page à la zone d'impression, il ne vous sera pas possible de constater que, sur la première figure exportée dans les exemples précédents, le segment $[AB]$ mesure bien 5 cm.

III. Les contrôles ActiveX du CREEM

L'équipe qui a réalisé le logiciel Géoplan-Géospace a également développé des contrôles ActiveX (utilisables **uniquement** sous Windows et avec Internet Explorer). Ces contrôles (en réalité, des programmes à part entière) sont mis gratuitement à la disposition de tous et permettent, au sein d'une page Web, non seulement d'afficher une figure Géoplan ou Géospace, mais également de modifier cette figure. Autrement dit, les contrôles ActiveX du CREEM permettent de disposer d'une version complète des logiciels qui s'exécute au sein d'Internet Explorer.

L'installation de ces contrôles peut s'avérer laborieuse voire capricieuse selon la version de Windows utilisée et selon les réglages de sécurités déployés sur la machine hôte.

La procédure d'installation manuelle est décrite en détail sur le site du CREEM (<http://www.aid-creem.org/activexinstall.html>). On trouvera également des explications complémentaires ici : http://www.maths.ac-aix-marseille.fr/debart/geoplan/technique_activex_xp.html (les fichiers pour installation manuelle sont sur le CD-ROM qui accompagne cette brochure, dans le dossier

```
[CD-ROM]\Technique\III - Les Contrôles ActiveX du CREEM\ControleAID\)
```

Fort heureusement, il existe d'autres solutions, extrêmement simples à mettre en œuvre pour installer ces contrôles ActiveX :

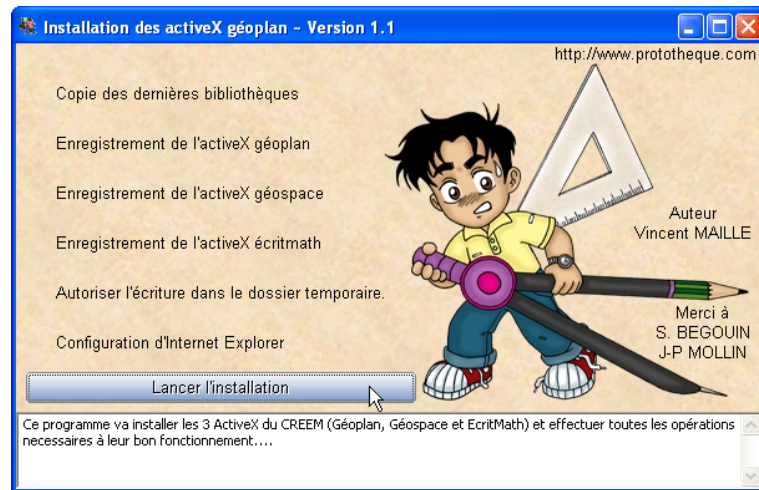
III.A. Première solution

Si vous disposez déjà d'une version de Géoplan installée sur votre ordinateur, et si vous ne souhaitez utiliser les contrôles ActiveX que pour visualiser des pages html interactives, vous pouvez vous contenter de l'utilitaire mis en téléchargement sur son site (<http://prototheque.free.fr/Prototheque/ActiveX.html>) par Vincent MAILLE et qui se charge de tout.

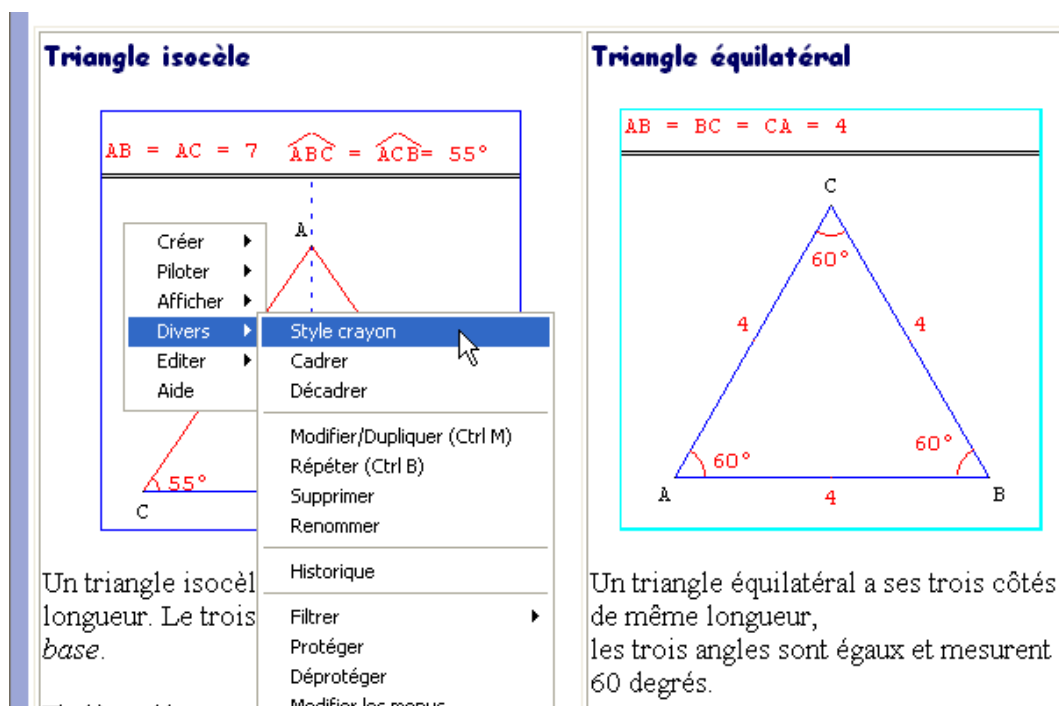
Cet utilitaire (ActiveX.exe) se trouve sur le CD-ROM d'accompagnement du stage dans le dossier :

```
[CD-ROM]\Ressources\II - Logiciels relatifs à Géoplan\ActiveX\
```

- 1) Pour l'exécuter, double-cliquer sur son nom à partir de l'Explorateur Windows, puis dans la fenêtre qui s'ouvre, cliquer sur « Lancer l'installation ».



- 2) Une fois l'installation terminée, vous pouvez fermer cette fenêtre.
- 3) Vous pouvez vérifier la bonne installation des contrôles en ouvrant cette page [test activeX.htm](#) avec Internet Explorer. Vous devriez voir apparaître les figures comme sur la capture d'écran ci-dessous :



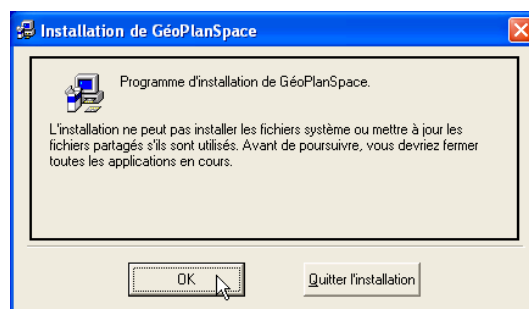
III.B. Seconde solution

Thibaud FONTANET propose sur son site (<http://tfontanet.free.fr>, rubrique « Logiciels ») un logiciel nommé GéoPlanSpace, qui repose sur les contrôles activeX du CREEM et qui se charge de les installer par la même occasion. Ce logiciel permet de créer, d'ouvrir et de modifier des figures Géoplan et Géospace.

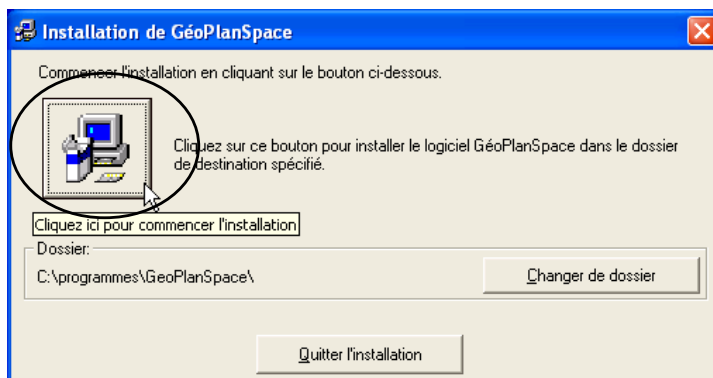
1) Installation

GéoPlanSpace se trouve dans le dossier [CD-ROM] \Ressources\II - Logiciels relatifs à Géoplan\GéoPlanSpace\ du CD-ROM.

- 1) Pour l'installer, il suffit de double-cliquer sur le fichier « setup .exe ». Cliquer sur « Ok » pour passer à l'écran suivant.



- 2) Cliquer sur « Changer de dossier » si le dossier d'installation par défaut ne convient pas, puis sur le bouton carré pour lancer l'installation.

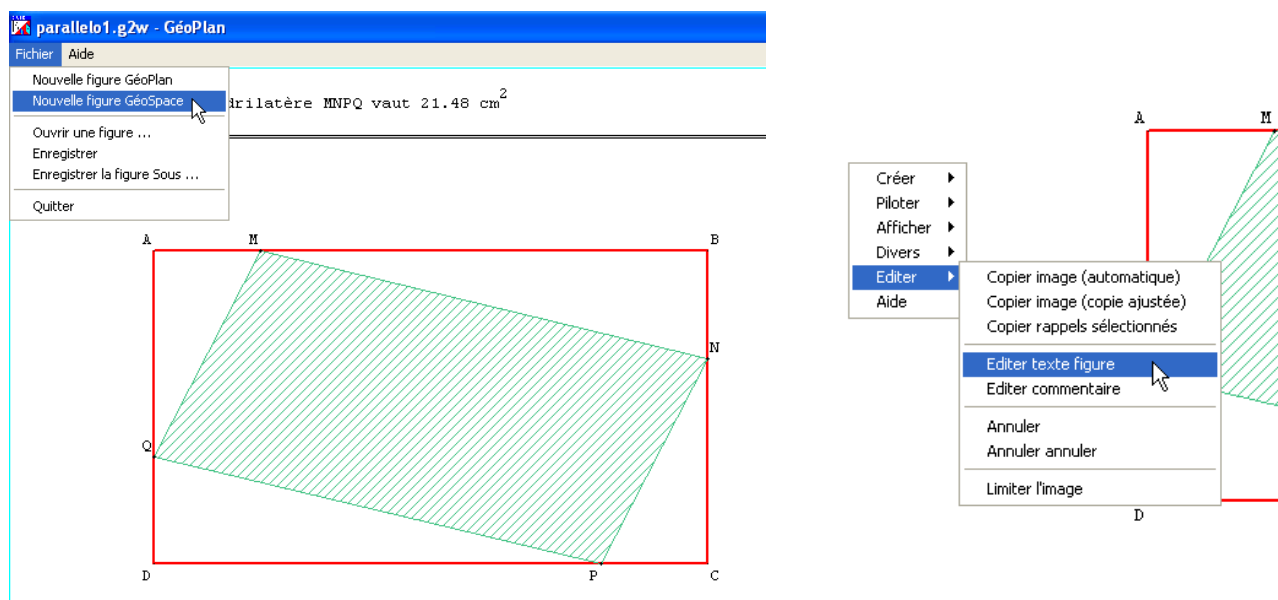


- 3) Une fois l'installation terminée, rendez-vous dans le menu Windows [DEMARRER][TOUS LES PROGRAMMES] et lancez GéoPlanSpace.

2) Utilisation

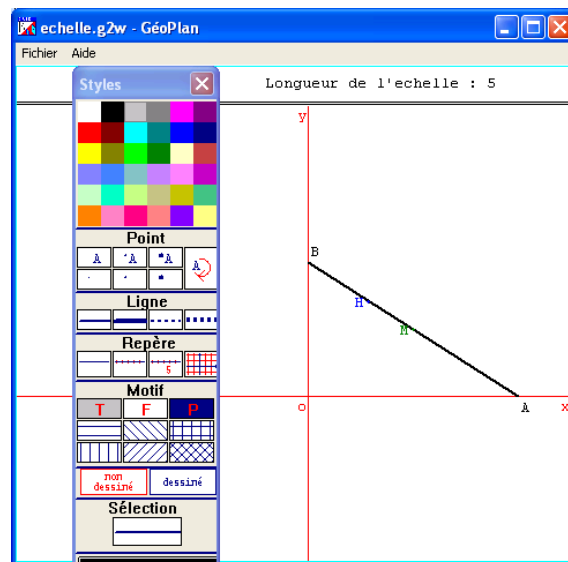
GéoPlanSpace vous offre la possibilité d'ouvrir/enregistrer une figure du plan ou de l'espace facilement à l'aide du menu [Fichier]. Il contient également une aide détaillée.

☞ Pour faire apparaître les menus, vous devez double-cliquer n'importe où sur la figure.




↳ Si vous désirez que GéoPlanSpace s'ouvre automatiquement lorsque vous double-cliquez sur un fichier Géoplan ou Géospace, vous devez associer ces types de fichiers au logiciel en utilisant le menu [AIDE][ASSOCIER LES FICHIERS ".G2W " ET ".G3W "].

↳ Ainsi, nul besoin de disposer d'une version payante de Géoplan-Géospace, GéoPlanSpace offre toutes les fonctionnalités de ce dernier, à l'exception de la communication entre figures (il ne paraît pas possible avec GéoPlanSpace d'ouvrir plusieurs fichiers en même temps, en revanche, RabGéom le permet : voir page 167).



Astuce :



Le pilotage des variables au clavier ne s'effectue pas de la même façon dans GéoPlanSpace que dans Géoplan. Au lieu d'utiliser simplement les flèches de direction, il est de surcroît nécessaire ici de maintenir la touche Contrôle  enfoncée tout en utilisant les flèches de direction.

I. D'autres logiciels de géométrie dynamique gratuits

Tous les logiciels présentés ici sont sur le CD-ROM, dans le dossier :

[CD-ROM]\Ressources\I - D'autres logiciels de géométrie dynamique\

I.A. GéométriX

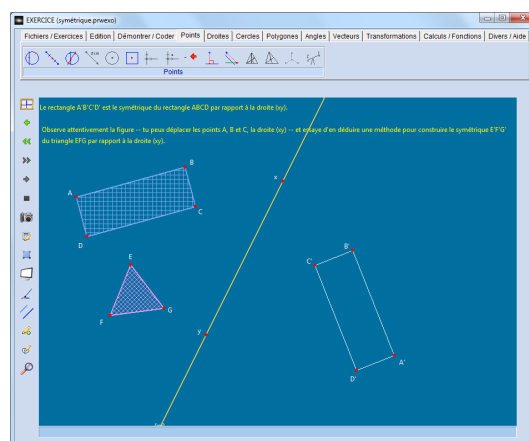
<http://geometrix.free.fr/geom3exos/index.htm>

Désormais gratuit en version 3, GéométriX est un logiciel hors du commun qui possède non seulement toutes les caractéristiques d'un logiciel de géométrie dynamique classique, mais qui, de surcroît, permet de vérifier la validité de la construction d'une figure (quelle que soit la démarche mathématique employée) et dispose également d'un moteur d'inférences très puissant permettant à l'élève d'établir des démonstrations pas à pas.

L'un des auteurs de ce document a rédigé [quelques pages](#) permettant de s'initier à la réalisation d'un exercice de construction à l'aide de GéométriX (le [fichier](#) GéométriX se trouve dans le dossier Divers\GéométriX\).

Une [brochure](#)¹⁰ présentant un grand nombre (actuellement 76) d'exercices de Brevet au format GéométriX est disponible dans le dossier Divers\GéométriX\[GéométriX] Exercices de Brevet\.

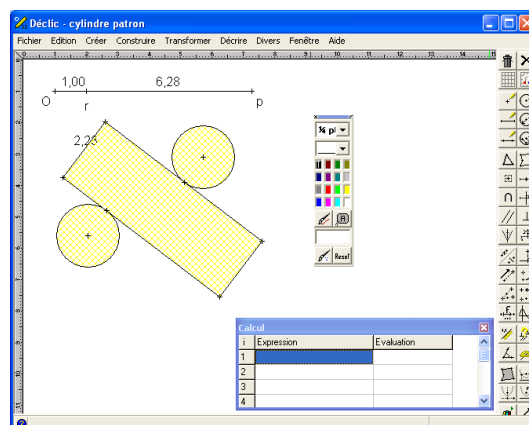
On trouvera par ailleurs de nombreux exercices de démonstration sur le site SésaProf (<http://sesaprof.sesamath.net>) (ou dans Divers\GéométriX\Exercices Sésamath\)) adaptés des manuels Sésamath.



I.B. Déclic

<http://emmanuel.ostenne.free.fr/declic/>

Déclic est développé maintenant depuis de nombreuses années et est doté de très nombreuses fonctionnalités qui en font un outil privilégié pour étudier la géométrie, de la 6^e à la terminale.

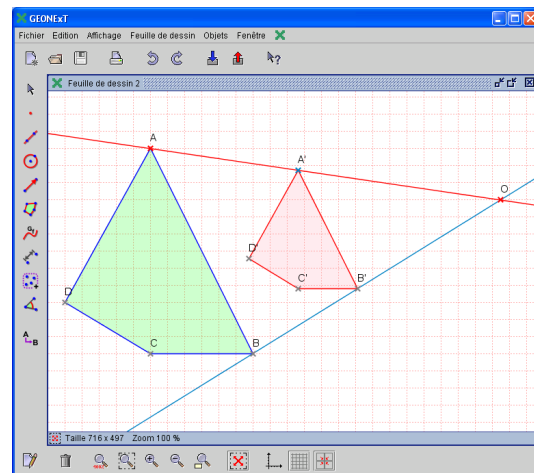


10. Cette brochure est disponible en ligne sur le site de l'IREM de Reims : <http://reims.univ-irem.fr/docgeometrix/index.htm>

I.C. GeoNext

<http://geonext.uni-bayreuth.de/>

Geonext est un logiciel de géométrie dynamique relativement simple à prendre en main qui convient parfaitement à une utilisation par des élèves de l'école primaire ou du collège. Comme de nombreux logiciels, Geonext a besoin qu'une machine virtuelle Java soit installée sur l'ordinateur pour fonctionner.

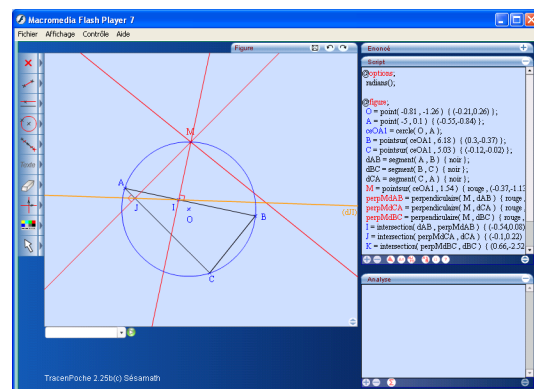


I.D. TracEnPoche

<http://tracempoche.sesamath.net/>

TracEnPoche (abréviation : TeP) est un projet du groupe SÉSAMATH à qui l'on doit en particulier MathEnPoche. Comme TeP repose sur la technologie Flash, il peut s'utiliser directement en ligne et ne nécessite pas d'installation. On peut également l'utiliser en local (sans connexion active) mais l'enregistrement des figures devient plus difficile.

Quelques-uns des imagiciels présentés dans ce document ont été convertis au format TeP : cette [page web](#) les présente (attention, le chargement de cette page sur une configuration peu puissante peut requérir un certain temps). Vous trouverez les fichiers dans le dossier Divers\TeP\).



I.E. GeoGebra

<http://www.geogebra.at/>

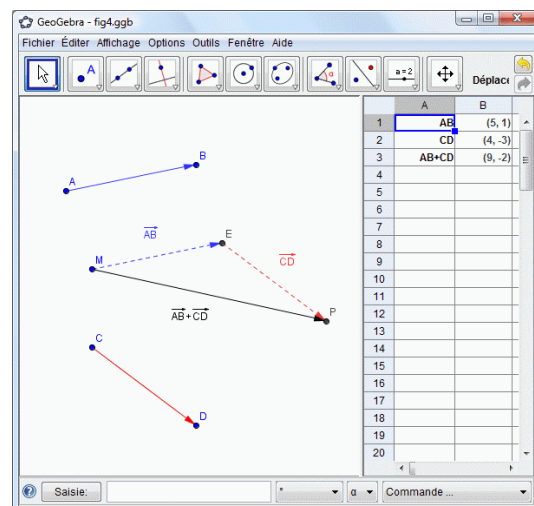
GeoGebra est une contraction pour *Geometry* et *Algebra*. De par ses fonctionnalités très puissantes, ce logiciel est plutôt destiné aux enseignants de lycée, mais les professeurs de collège peuvent également l'utiliser (il est possible de cacher l'aspect algébrique des différents objets). GeoGebra possède également un tableur intégré.

GeoGebra est un projet actif, et l'utilisateur désireux de tester les dernières fonctionnalités se reportera sur la version *Web Start* (<http://www.geogebra.org/webstart/>) plutôt que sur la version téléchargeable.

Sur la page d'accueil du logiciel, on trouvera un lien vers le forum français des utilisateurs de GeoGebra (<http://www.geogebra.org/forum/viewforum.php?f=3>) ainsi qu'un lien vers le wiki (<http://www.geogebra.org/en/wiki/>) qui contient de nombreuses activités.

Une machine Java est nécessaire pour utiliser GeoGebra.

Quelques fichiers de ce document ont fait l'objet d'une conversion au format GeoGebra. Vous les trouverez sur cette [page web](#) ainsi que dans le dossier Divers\Geogebra\figures\.

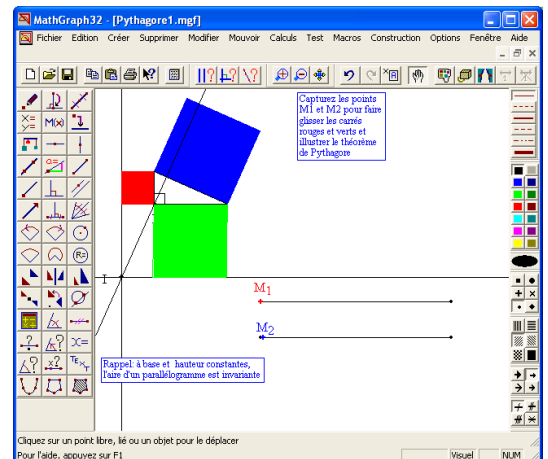


I.F. MathGraph32

<http://mathgraph32.org/>

MathGraph32 est un logiciel de géométrie dynamique tout à fait complet dont l'interface peut être adaptée au niveau des élèves (collégiens ou lycéens). Il possède des fonctionnalités qui font souvent défaut à d'autres logiciels du même type (gestion des complexes, animations, macros, suites récurrentes, ...).

Il est multi-plateformes car il repose sur la technologie Java.



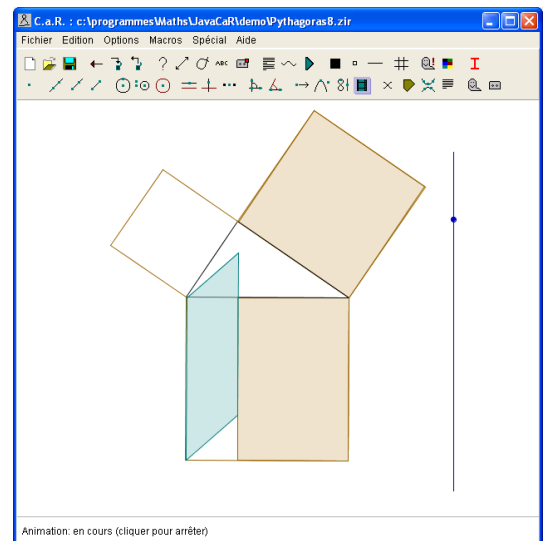
I.G. CaR

http://zirkel.sourceforge.net/doc_en/index.html

Compass and Ruler permet toutes les constructions à la règle et au compas. C'est un logiciel très puissant qui permet l'utilisation de macros, d'animations et qui aussi peut vérifier la validité d'une construction.

De nombreuses ressources sont disponibles sur CaRzine : <http://db-maths.nuxit.net/CARzine/>.

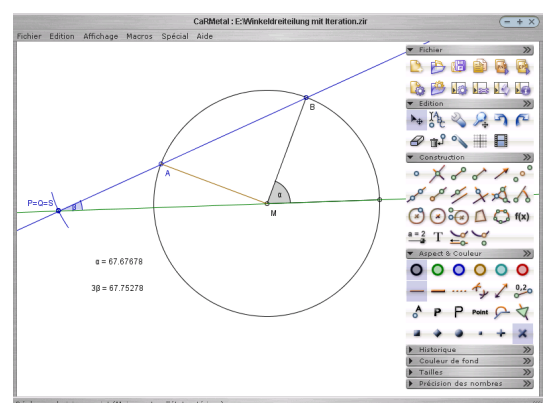
Une machine Java est nécessaire pour utiliser CaR.



I.H. CaRMetal

<http://db-maths.nuxit.net/CaRMetal/>

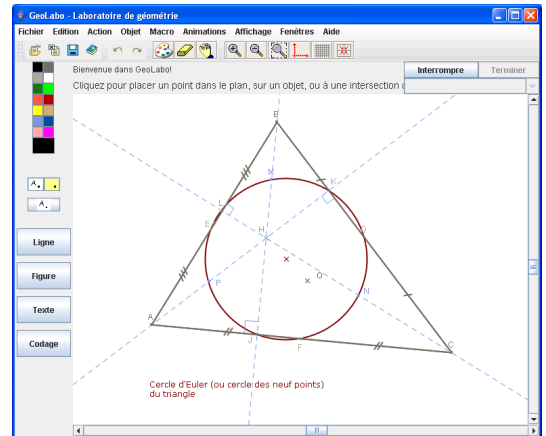
CaRMetal est un logiciel dérivé de CaR. L'interface graphique a entièrement été revue par Éric HAKENHOLZ et permet d'accéder aux différentes fonctionnalités du logiciel de façon bien plus ergonomique que dans la version d'origine du logiciel. Désormais CaRMetal est un projet bien distinct de CaR et se voit doté de nouvelles commandes qui lui sont propres.



I.I. GéoLabo

<http://www.bibmath.net/geolabo/>

GéoLabo est un jeune logiciel, écrit en Java, mais qui dispose déjà de nombreuses fonctionnalités et qui permet l'utilisation de macros.

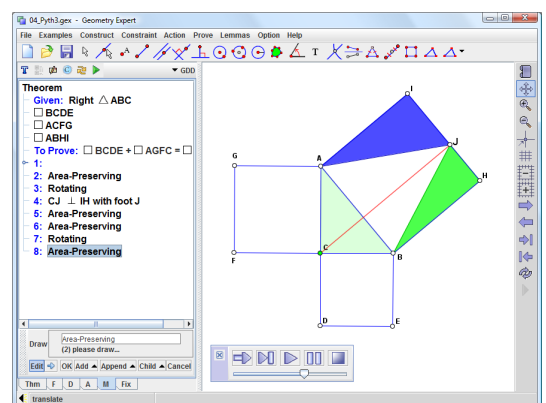


I.J. JGex

<http://woody.cs.wichita.edu/>

JGex (*Java Geometry Expert*) est un logiciel de géométrie dynamique qui contient un module permettant la génération automatique de la preuve d'une propriété relative à la figure. Une fois cette preuve établie, le logiciel propose une approche visuelle permettant d'établir la démonstration.

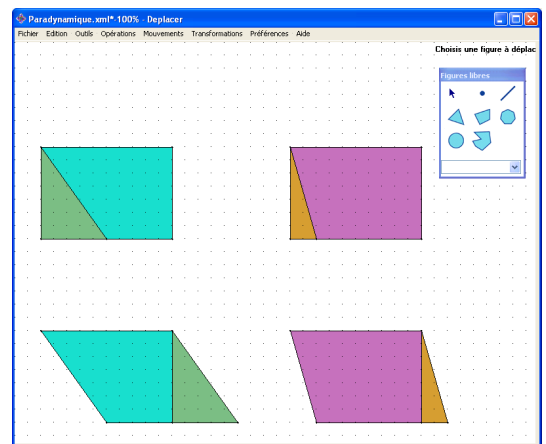
Ce logiciel nécessite une machine Java et vient accompagné de plusieurs centaines d'exemples.



I.K. Apprenti Géomètre

<http://www.crem.be/index.php>

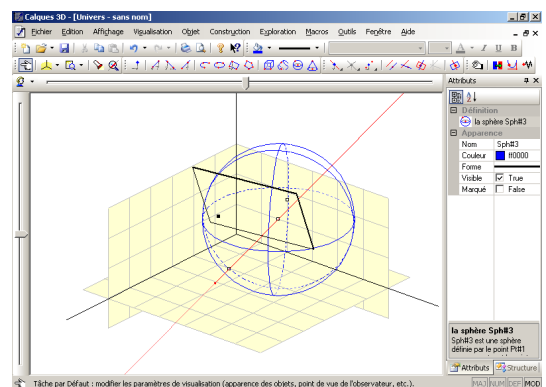
Ce logiciel a été développé par les chercheurs du CREM (Centre de Recherche dans l'Enseignement des Mathématiques) et permet particulièrement des activités basées sur le découpage, le déplacement, la fusion, le pliage des figures.



I.L. Calques 3D

<http://www.calques3d.org>

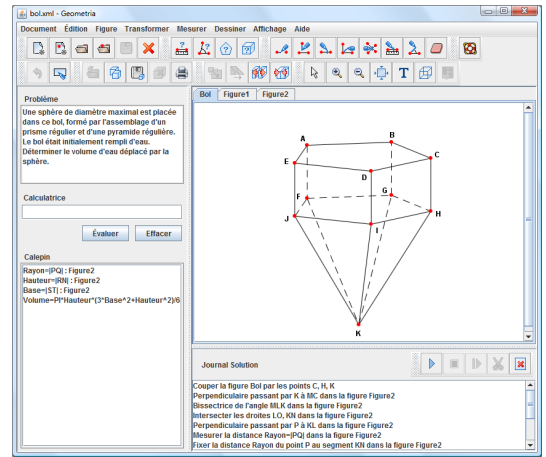
Calques 3D est un logiciel de construction, d'observation et de manipulation de figures dans l'espace. Après une période de sommeil, son développement a activement repris et le logiciel devrait se voir doter de nouvelles fonctionnalités dans l'avenir.



I.M. Geometria

<http://geocentral.net/geometria/fr/>

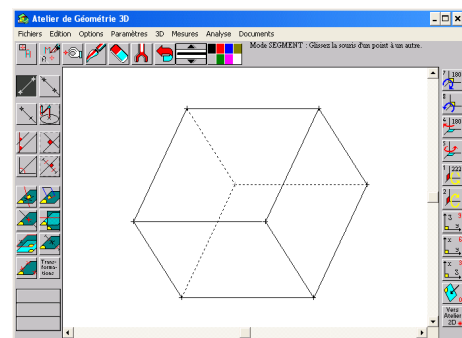
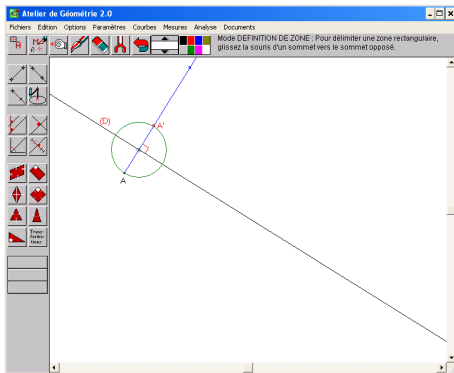
Geometria permet la création d'exercices basés sur des problèmes de l'espace. L'élève peut explorer les figures, les faire pivoter, construire des objets, mesurer des longueurs, effectuer des calculs, etc. Une machine Java est requise pour l'utilisation du logiciel.



I.N. Les ateliers de géométrie 2D et 3D

<http://atelier.chronosite.org/>

Bien qu'un peu anciens maintenant, ces logiciels peuvent encore rendre de fiers services, notamment les Ateliers 3D qui permettent une prise en main beaucoup plus simple qu'avec Géospace.



II. Logiciels relatifs à Géoplan

Tous les logiciels présentés ici sont sur le CD-ROM d'accompagnement, dans le dossier :

[CD-ROM] \Ressources \II - Logiciels relatifs à Géoplan\

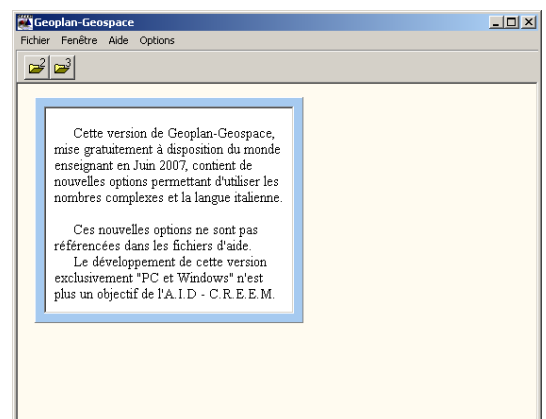
Ces logiciels (excepté Géoplan - Géospace, GéoplanW, GéospacW et Protothèque) nécessitent les contrôles ActiveX du CREEM pour pouvoir fonctionner correctement (voir page 156).

la bonne adresse est :
<http://www.aid-creem.org/telechargement.html>

II.A. Géoplan-Géospace

<http://pedagogie.ac-amiens.fr/maths/TICE/geoplan/index.htm>

Depuis le mois de juillet 2007, la dernière version de Géoplan-Géospace est disponible gratuitement, pour toute utilisation pédagogique non commerciale, sur le site de l'Académie d'Amiens. Cette nouvelle version intègre désormais la gestion des nombres complexes (représentation dans le plan complexe, fonctions de \mathbb{C} dans \mathbb{C} , suites, ...). Les fichiers exécutables et les fichiers d'aides sont fournis séparément dans des dossiers compressés. Les utilisateurs de Windows Vista doivent noter que l'aide fournie au format hlp n'est plus officiellement supportée par Microsoft. Cependant, dans un souci de compatibilité, une mise à jour est disponible à l'adresse suivante :



<http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?displaylang=fr&FamilyID=6ebcfad9-d3f5-4365-8070-334cd175d4bb>

et permet de lire les fichiers d'aide hlp sous Vista.

II.B. GéoplanW et GéospacW

http://www.crdp-reims.fr/ressources/logiciels/geoplan_geospace/default.htm

Depuis janvier 2006, le CRDP de Champagne-Ardenne met gratuitement à disposition les versions 2 de GéoplanW et GéospacW. Ces versions un peu anciennes, bien que pleinement fonctionnelles, sont délicates à installer sous Windows XP et Windows Vista : pour pouvoir exécuter le fichier d'installation (installe.exe), celui-ci ne doit pas se trouver dans un dossier (ni dans un sous-dossier) dont le nom comporte plus de 8 caractères ou contient des espaces ou autres caractères spéciaux, y compris les caractères accentués. Cette règle s'applique également dans le choix du dossier d'installation de l'application (une erreur se produira si vous tentez d'installer GéoplanW dans le dossier « Program Files »). D'autre part, les versions 2 de GéoplanW et de GéospacW ne savent gérer les fichiers dont le nom dépasse 8 caractères : il conviendra de renommer vos fichiers g2w et g3w le cas échéant.

Contrairement à la version téléchargeable sur le site de l'Académie d'Amiens, GéoplanW et GéospacW sont fournis avec de nombreux fichiers d'exemples dont l'étude peut s'avérer particulièrement enrichissante.

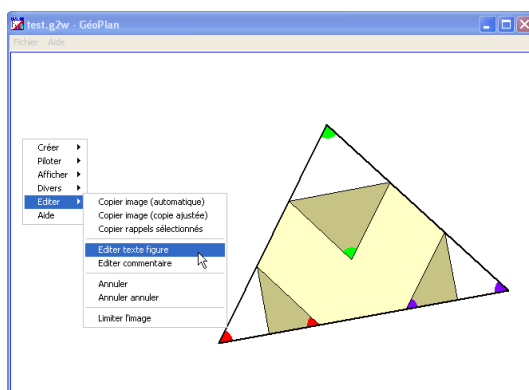
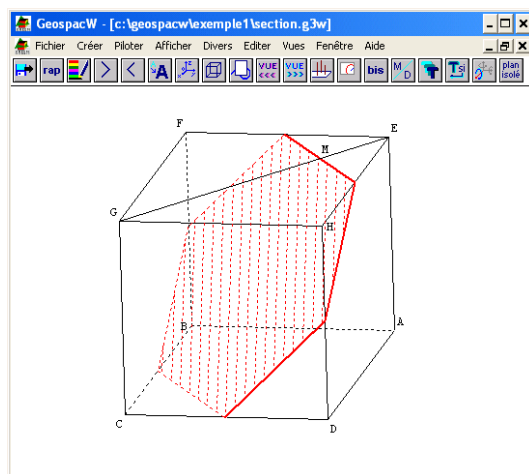
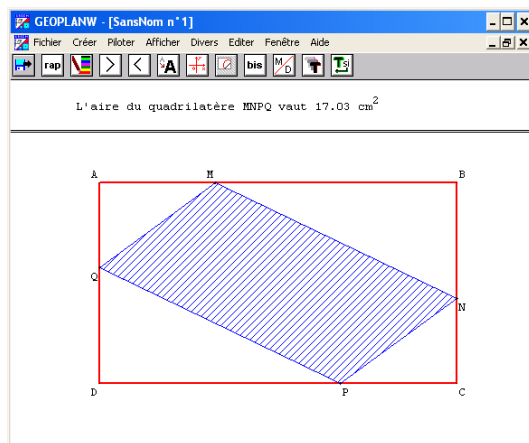
Remarque : les fichiers créés avec la dernière version de Géoplan-Géospace sont généralement compatibles avec les versions 2 de ces logiciels. Un facteur fréquent d'incompatibilité est l'utilisation d'une couleur en dehors de la plage des 16 couleurs de base. Pour rendre compatible un fichier, il est alors nécessaire d'éditer le texte de la figure (à l'aide du bloc-note par exemple), puis de remplacer toutes les indications de couleurs écrites sous la forme « couleur RVB(. . . , . . . , . . .) » par une couleur de base (« rouge », « bleu », ...).

II.C. GéoPlanSpace

<http://tfontanet.free.fr>

Ce logiciel a été présenté en détail dans la partie **Technique** section III.B. (page 157).

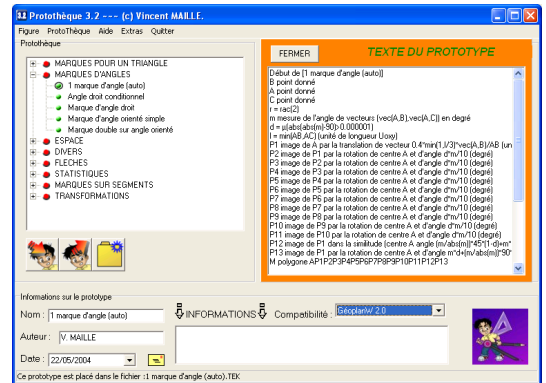
À noter qu'au cas où les contrôles ActiveX sont déjà installés sur votre machine, il est possible de télécharger une version allégée de GéoPlanSpace qui ne « pèse » que 41 ko.



II.D. Protothèque

<http://prototheque.free.fr/>

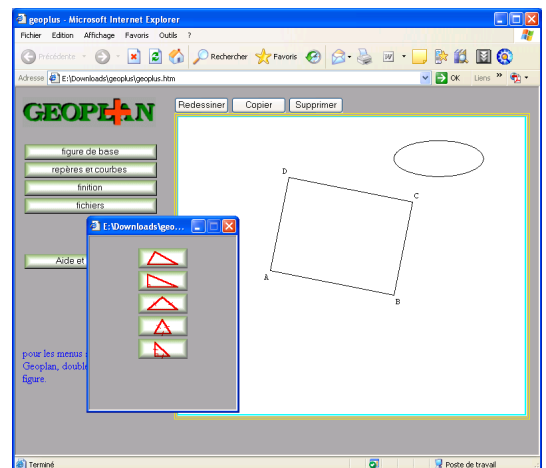
Comme son nom l'indique, Protothèque permet de gérer les prototypes créés avec Géoplan ou Géospace. Son utilisation est intuitive et Protothèque vient avec de nombreux prototypes directement utilisables au sein des figures. Sur ce même site, on trouvera également ActiveX.exe (voir page 156).



II.E. GéoPlus

<http://back.ac-rennes.fr/pedagogie/maths/gplus/gplupres.htm>

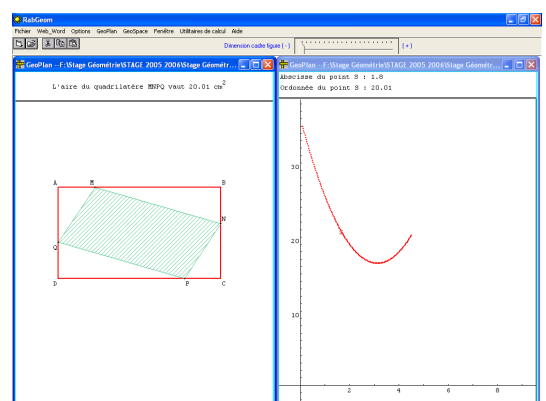
GéoPlus s'exécute au sein d'Internet Explorer et a pour but de faciliter la création de figures Géoplan en offrant la possibilité, par exemple, d'insérer des objets prédéfinis, de simplifier la création des courbes, d'effectuer des retouches (codes pour segments de même longueur, étiquettes, ...), etc. Si vous avez déjà installé les contrôles ActiveX du CREEM et si votre navigateur par défaut est Internet Explorer, vous pouvez lancer directement GéoPlus, en [cliquant ici](#).



II.F. RabGéom

<http://perso.wanadoo.fr/rabah.chaouche/>

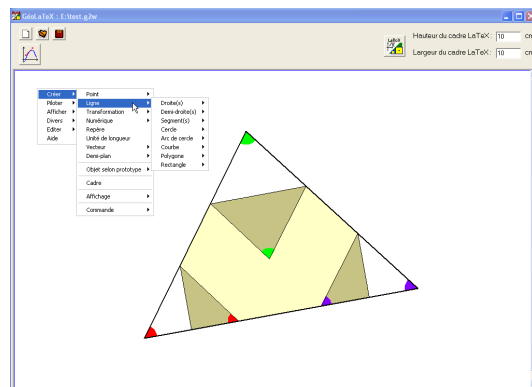
RabGéom, tout comme GéoPlanSpace, permet de créer/modifier des figures Géoplan et Géospace, mais il permet en outre, d'éditer des textes au format rtf ou des calculs. De surcroît, il est possible avec RabGéom d'ouvrir deux figures à la fois et de les faire communiquer.



II.G. GéoLaTeX

http://perso.wanadoo.fr/math_stam/

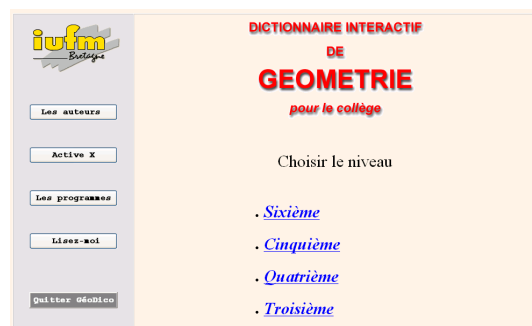
GéoLaTeX ressemble à GéoPlanSpace ou à RaGéom, mais son originalité réside dans la possibilité d'exporter les figures au format \LaTeX (plus précisément, en utilisant le package *pstricks* de \LaTeX).



II.H. GéoDico

<http://dnb56.ac-rennes.fr/pedagogie/maths/geodic/geodico.htm>

GéoDico se veut un dictionnaire interactif de géométrie à destination des élèves de collège et tout comme GéoPlus, il s'exécute au sein d'Internet Explorer. Pour lancer directement GéoDico, [cliquer ici](#).



III. Liens utiles

<http://www.aid-creem.org/> :



Le site Web du CREEM qui s'est récemment doté d'un forum (<http://www.aid-creem.org/discutons/>) pour échanger autour de Géoplan et Géospace.

<http://www.univ-irem.fr/spip.php?rubrique32> :



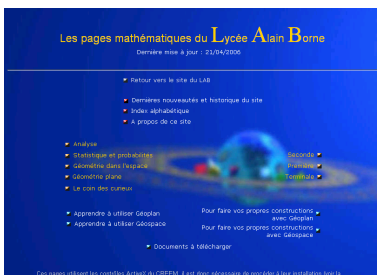
N@vIrem sur le Portail des IREM recense la plupart des activités IREM.

[http://bd.educnet.education.fr/urtic/maths/ :](http://bd.educnet.education.fr/urtic/maths/)



Moteur de recherche sur la base des ressources académiques (Educnet).

[http://www.ac-grenoble.fr/lycee/IAB/jr2000/index.htm :](http://www.ac-grenoble.fr/lycee/IAB/jr2000/index.htm)



Les pages mathématiques du lycée Alain BORNE. De très nombreuses ressources niveau lycée (pour visualiser correctement ce site, il est nécessaire d'utiliser Internet Explorer avec les contrôles activeX du CREEM installés).

[http://www.maths.ac-aix-marseille.fr/debart/ :](http://www.maths.ac-aix-marseille.fr/debart/)



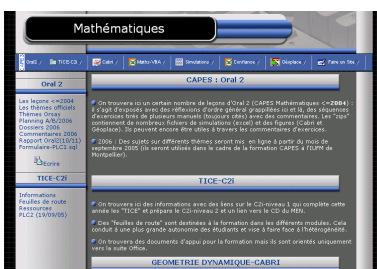
Un site extrêmement riche, de très nombreuses activités Géoplan et Géospace. Et pour ceux qui veulent aller plus loin avec ces logiciels, la rubrique Technique > Trucs et astuces de Géoplan-Géospace est à ne pas manquer.

[http://euler.ac-versailles.fr/webMathematica/gep/mallette.htm :](http://euler.ac-versailles.fr/webMathematica/gep/mallette.htm)

Niveau	Logiciels utilisés	Fichiers en téléchargement
Prémière S	GeoPlan	geom01-02w, geom03-02w, geom04-02w, geom05-02w, geom06-02w, geom07-02w, geom08-02w, geom09-02w, geom10-02w, geom11-02w, geom12-02w, geom13-02w, geom14-02w, geom15-02w, geom16-02w, geom17-02w, geom18-02w, geom19-02w, geom20-02w, geom21-02w, geom22-02w, geom23-02w, geom24-02w, geom25-02w, geom26-02w, geom27-02w, geom28-02w, geom29-02w, geom30-02w, geom31-02w, geom32-02w, geom33-02w, geom34-02w, geom35-02w, geom36-02w, geom37-02w, geom38-02w, geom39-02w, geom40-02w, geom41-02w, geom42-02w, geom43-02w, geom44-02w, geom45-02w, geom46-02w, geom47-02w, geom48-02w, geom49-02w, geom50-02w, geom51-02w, geom52-02w, geom53-02w, geom54-02w, geom55-02w, geom56-02w, geom57-02w, geom58-02w, geom59-02w, geom60-02w, geom61-02w, geom62-02w, geom63-02w, geom64-02w, geom65-02w, geom66-02w, geom67-02w, geom68-02w, geom69-02w, geom70-02w, geom71-02w, geom72-02w, geom73-02w, geom74-02w, geom75-02w, geom76-02w, geom77-02w, geom78-02w, geom79-02w, geom80-02w, geom81-02w, geom82-02w, geom83-02w, geom84-02w, geom85-02w, geom86-02w, geom87-02w, geom88-02w, geom89-02w, geom90-02w, geom91-02w, geom92-02w, geom93-02w, geom94-02w, geom95-02w, geom96-02w, geom97-02w, geom98-02w, geom99-02w, geom100-02w
Seconde	GeoPlan	geom01-02w, geom03-02w, geom04-02w, geom05-02w, geom06-02w, geom07-02w, geom08-02w, geom09-02w, geom10-02w, geom11-02w, geom12-02w, geom13-02w, geom14-02w, geom15-02w, geom16-02w, geom17-02w, geom18-02w, geom19-02w, geom20-02w, geom21-02w, geom22-02w, geom23-02w, geom24-02w, geom25-02w, geom26-02w, geom27-02w, geom28-02w, geom29-02w, geom30-02w, geom31-02w, geom32-02w, geom33-02w, geom34-02w, geom35-02w, geom36-02w, geom37-02w, geom38-02w, geom39-02w, geom40-02w, geom41-02w, geom42-02w, geom43-02w, geom44-02w, geom45-02w, geom46-02w, geom47-02w, geom48-02w, geom49-02w, geom50-02w, geom51-02w, geom52-02w, geom53-02w, geom54-02w, geom55-02w, geom56-02w, geom57-02w, geom58-02w, geom59-02w, geom60-02w, geom61-02w, geom62-02w, geom63-02w, geom64-02w, geom65-02w, geom66-02w, geom67-02w, geom68-02w, geom69-02w, geom70-02w, geom71-02w, geom72-02w, geom73-02w, geom74-02w, geom75-02w, geom76-02w, geom77-02w, geom78-02w, geom79-02w, geom80-02w, geom81-02w, geom82-02w, geom83-02w, geom84-02w, geom85-02w, geom86-02w, geom87-02w, geom88-02w, geom89-02w, geom90-02w, geom91-02w, geom92-02w, geom93-02w, geom94-02w, geom95-02w, geom96-02w, geom97-02w, geom98-02w, geom99-02w, geom100-02w
1ère S	GeoPlan	geom01-02w, geom03-02w, geom04-02w, geom05-02w, geom06-02w, geom07-02w, geom08-02w, geom09-02w, geom10-02w, geom11-02w, geom12-02w, geom13-02w, geom14-02w, geom15-02w, geom16-02w, geom17-02w, geom18-02w, geom19-02w, geom20-02w, geom21-02w, geom22-02w, geom23-02w, geom24-02w, geom25-02w, geom26-02w, geom27-02w, geom28-02w, geom29-02w, geom30-02w, geom31-02w, geom32-02w, geom33-02w, geom34-02w, geom35-02w, geom36-02w, geom37-02w, geom38-02w, geom39-02w, geom40-02w, geom41-02w, geom42-02w, geom43-02w, geom44-02w, geom45-02w, geom46-02w, geom47-02w, geom48-02w, geom49-02w, geom50-02w, geom51-02w, geom52-02w, geom53-02w, geom54-02w, geom55-02w, geom56-02w, geom57-02w, geom58-02w, geom59-02w, geom60-02w, geom61-02w, geom62-02w, geom63-02w, geom64-02w, geom65-02w, geom66-02w, geom67-02w, geom68-02w, geom69-02w, geom70-02w, geom71-02w, geom72-02w, geom73-02w, geom74-02w, geom75-02w, geom76-02w, geom77-02w, geom78-02w, geom79-02w, geom80-02w, geom81-02w, geom82-02w, geom83-02w, geom84-02w, geom85-02w, geom86-02w, geom87-02w, geom88-02w, geom89-02w, geom90-02w, geom91-02w, geom92-02w, geom93-02w, geom94-02w, geom95-02w, geom96-02w, geom97-02w, geom98-02w, geom99-02w, geom100-02w
2ème S	GeoPlan	geom01-02w, geom03-02w, geom04-02w, geom05-02w, geom06-02w, geom07-02w, geom08-02w, geom09-02w, geom10-02w, geom11-02w, geom12-02w, geom13-02w, geom14-02w, geom15-02w, geom16-02w, geom17-02w, geom18-02w, geom19-02w, geom20-02w, geom21-02w, geom22-02w, geom23-02w, geom24-02w, geom25-02w, geom26-02w, geom27-02w, geom28-02w, geom29-02w, geom30-02w, geom31-02w, geom32-02w, geom33-02w, geom34-02w, geom35-02w, geom36-02w, geom37-02w, geom38-02w, geom39-02w, geom40-02w, geom41-02w, geom42-02w, geom43-02w, geom44-02w, geom45-02w, geom46-02w, geom47-02w, geom48-02w, geom49-02w, geom50-02w, geom51-02w, geom52-02w, geom53-02w, geom54-02w, geom55-02w, geom56-02w, geom57-02w, geom58-02w, geom59-02w, geom60-02w, geom61-02w, geom62-02w, geom63-02w, geom64-02w, geom65-02w, geom66-02w, geom67-02w, geom68-02w, geom69-02w, geom70-02w, geom71-02w, geom72-02w, geom73-02w, geom74-02w, geom75-02w, geom76-02w, geom77-02w, geom78-02w, geom79-02w, geom80-02w, geom81-02w, geom82-02w, geom83-02w, geom84-02w, geom85-02w, geom86-02w, geom87-02w, geom88-02w, geom89-02w, geom90-02w, geom91-02w, geom92-02w, geom93-02w, geom94-02w, geom95-02w, geom96-02w, geom97-02w, geom98-02w, geom99-02w, geom100-02w
3ème S	GeoPlan	geom01-02w, geom03-02w, geom04-02w, geom05-02w, geom06-02w, geom07-02w, geom08-02w, geom09-02w, geom10-02w, geom11-02w, geom12-02w, geom13-02w, geom14-02w, geom15-02w, geom16-02w, geom17-02w, geom18-02w, geom19-02w, geom20-02w, geom21-02w, geom22-02w, geom23-02w, geom24-02w, geom25-02w, geom26-02w, geom27-02w, geom28-02w, geom29-02w, geom30-02w, geom31-02w, geom32-02w, geom33-02w, geom34-02w, geom35-02w, geom36-02w, geom37-02w, geom38-02w, geom39-02w, geom40-02w, geom41-02w, geom42-02w, geom43-02w, geom44-02w, geom45-02w, geom46-02w, geom47-02w, geom48-02w, geom49-02w, geom50-02w, geom51-02w, geom52-02w, geom53-02w, geom54-02w, geom55-02w, geom56-02w, geom57-02w, geom58-02w, geom59-02w, geom60-02w, geom61-02w, geom62-02w, geom63-02w, geom64-02w, geom65-02w, geom66-02w, geom67-02w, geom68-02w, geom69-02w, geom70-02w, geom71-02w, geom72-02w, geom73-02w, geom74-02w, geom75-02w, geom76-02w, geom77-02w, geom78-02w, geom79-02w, geom80-02w, geom81-02w, geom82-02w, geom83-02w, geom84-02w, geom85-02w, geom86-02w, geom87-02w, geom88-02w, geom89-02w, geom90-02w, geom91-02w, geom92-02w, geom93-02w, geom94-02w, geom95-02w, geom96-02w, geom97-02w, geom98-02w, geom99-02w, geom100-02w

Les mallettes pédagogiques de l'académie de Versailles.

[http://maurice.ocquidant.free.fr/ :](http://maurice.ocquidant.free.fr/)



Le site personnel de Maurice OCQUIDANT, de l'IUFM de Montpellier. On y retrouve de nombreuses ressources Géoplan et Géospace. Pour profiter pleinement de la navigation sur ce site, il est conseillé d'utiliser Internet Explorer avec les contrôles activeX du CREEM installés.

[http://fr.groups.yahoo.com/group/grug/ :](http://fr.groups.yahoo.com/group/grug/)

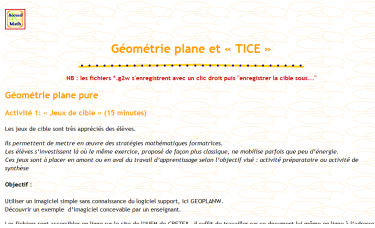


Vous pourrez vous inscrire à cette adresse à la liste de diffusion ¹¹ du GRUG ¹². L'activité de la liste est désormais réduite, mais les archives consultables en ligne regorgent de trucs et astuces et autres conseils d'utilisation.

11. utilisation du courrier électronique pour communiquer avec un grand nombre de personnes en même temps. En général, des personnes qui partagent un même centre d'intérêt.

12. Groupe de Réflexion sur l'Utilisation de Géoplan et Géospace

↗ http://maths.creteil.iufm.fr/Second_degre/module_info/geometrie_plane.htm :



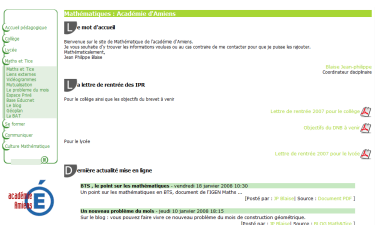
Module de formation en géométrie plane en relation avec les TICE proposé par l'IUFM de Créteil.

↗ <http://maths-03.site2.ac-strasbourg.fr/vogel/Dossiers%20stage/Geoplan/geoplace.htm> :



Ce site contient de nombreux exemples d'utilisation de Géoplan et de Géospace, pour le lycée essentiellement.

↗ <http://pedagogie.ac-amiens.fr/maths/> :



La partie mathématique du site de l'académie d'Amiens contient de nombreuses ressources particulièrement intéressantes. On citera en particulier la rubrique « Scénarios d'usage » qui propose des activités en contexte ou encore la rubrique « BAT (Boîtes à trucs) » qui présente une sélection d'animations ou d'outils pour illustrer les cours.

↗ <http://www.pairformance.education.fr> :



Pairform@nce est une plateforme de formation collaborative en ligne mise en place par le Ministère de l'Éducation Nationale. De nombreux parcours sont consacrés à la géométrie dynamique. Pour s'inscrire il suffit de fournir son adresse académique.

- Symboles - μ (la fonction), 41**- A -**

Abscisse

Abscisse d'un point sur une droite, 77, 128

Adobe Reader, 6

Affichage

Équation réduite d'une droite, 29

Affichage conditionnel, 41

Aperçu, 19

Calculs, 19

Longueur d'un segment, 17

Mises en formes particulières, 18

Nombre complexe, 34

Traits épais, 90

Affichage conditionnel, 50, 89

Affixe (d'un nombre complexe), 34

Aire, 70, 83, 87

Aire d'un disque, 91, 92

Aire d'un parallélogramme, 37

Aire d'un trapèze, 91

Aire d'un triangle, 66, 91

Angle, 31

Angle au centre, 21

Angle inscrit, 21

Angles alternes-internes, 54

Angles correspondants, 54

Cercle tangent aux côtés d'un angle, 94

Cosinus, 19

Marquer un angle, 43, 74

Mesure, 31, 75

Sinus, 46

Somme des angles d'un triangle, 41, 45

Animation d'une figure, 37, 46

Annuler, 11

Arc de cercle, 32, 86

Archimède, 91

Argument (d'un nombre complexe), 33

Arrondi d'un nombre, 59, 80

Associer (fichiers .g2w et .g3w), 6

Aucune (la touche), 40

Axe de symétrie, 26

- B -

Barycentre, 42, 43, 96

Boîte des styles, 9

Appliquer un style, 9

Boîte noire, 56

Boucler, déboucler le pilotage, 23, 51

Bug

Bug de Géoplan, 53

- C -

Cadrage initial, 35

Cadrer, 72

Carré, 94

Carré d'un nombre, 84

Carroll Lewis, 95

Centre de gravité, 26

Cercle, 42, 89

Angle inscrit, angle au centre, 21

Arc de cercle, 32, 86

Cercle circonscrit, 14

Cercle de diamètre donné, 75

Cercle inscrit, 16, 93

Cercle tangent à une droite, 93

Cercle trigonométrique, 48

Image d'un cercle, 42

Cerf-volant, 66

Classification de quadrilatères, 96

Cocotte, 50

Coefficient d'ouverture, 106

Coefficient directeur, 28, 78

Commande Géoplan

Affectation aléatoire, 31, 79

Affectation directe, 39

Création itérative, 59, 63

Dessin en bloc, 14, 50

Dessin par étapes, 14

Grouper, 39

Répétition de commande, 40

Sélection pour pilotage au clavier, 22, 75

Tableau de valeur, 28

Trace, 24

Trace à la demande, 25

Zoom sur un point, 35

Commande Géospace

Changement de vue, 102

Complexe, 33

Affixe, 34, 35

Argument, 33

Conjugué, 33

Module, 33

Partie imaginaire, 33

- Partie réelle, 33
- Cône
 - Cône de révolution, 112, 125
 - Patron d'un cône de révolution, 150
 - Section d'un cône de révolution, 123
- Configuration
 - Fichier de configuration, 153
- Conjugué (d'un nombre complexe), 33
- Contrôles ActiveX, 156
- Copier image
 - Copie ajustée, 154
 - Copie automatique, 154
- Cosinus, 19, 20
- Cote d'un point dans l'espace, 136
- Couleur, 10
- Courbe
 - Graphe d'une fonction, 27, 70, 76
 - Lieu d'un point, 24, 84
- Cube
 - Patron du cube, 144
- Cylindre
 - Cylindre de révolution, 132
 - Patron d'un cylindre de révolution, 147
- cylindre
 - Cylindre de révolution, 111

- D -

- Disque
 - Aire, 91
- Distance
 - Distance entre deux points, 14
 - Distance entre un point et une droite, 93
- Droite
 - Équation de droite, 28
 - Coefficient directeur, 28, 78
 - Droite des milieux, 93
 - Droite graduée, 77, 90
 - Droites perpendiculaires, 95
- Droites remarquables du triangle, 54

- E -

- Échelle, 84
- Équation, 73, 83
- Escargot de Pythagore, 59
- Espace (la touche), 15
- Et, 41

- F -

- Fiche élève, 55, 73, 81, 84
- Fichiers .g2w et .g3w, 6
- Figure
 - Animation, 37

- Commentaires, 16
- Communication entre figures, 70, 76, 151
- Déplacer, 7, 99
- Exporter, 154
- Historique, 12
- Parties cachées, 99
- Zoomer, 7
- Fonction
 - Courbe représentative, 27, 70, 76
 - Définie par intervalles, 41
 - Fonction à deux variables, 140
 - Fonction affine, 28
 - Fonction complexe, 34
 - Fonction du second degré, 30
 - Fonctions mathématiques de Géoplan, 20
 - La fonction μ , 41, 81
 - La fonction val, 18
 - Tableau de valeurs, 28
- Franc-carreau, 97

- G -

- Grande cercle, 135
- Grapheur, 26
- Grug, 169

- H -

- Historique de construction, 12
- Hypocrate, 92

- I -

- Imagiciel, 14
- Importer, 70, 151
- Inégalité triangulaire, 21
- Inéquation, 83
- Inhiber un menu, 65
- Interdire de piloter, 77

- L -

- Lieu d'un point, 141
- Limiter l'affichage, 72
- Logiciel
 - ActiveX, 156, 167
 - Apprenti Géomètre, 164
 - Calques 3D, 164
 - Car, 163
 - CarMetal, 163
 - Déclit, 161
 - GéoDico, 168
 - GéoLabo, 164
 - GéoLaTeX, 168
 - GéométriX, 161

Géoplan-Géospace, 165
GéoPlanSpace, 157, 166
GéoplanW, 166
GéoPlus, 167
GéospacW, 166
GeoGebra, 162
Geometria, 165
GeoNext, 162
JGex, 164
Les ateliers de géométrie, 165
MathGraph32, 163
Protothèque, 156, 167
RabGéom, 167
TracEnPoche, 162
Lunule, 92

- M -

Maillage, 140
Médiane, 83
Médiatrice, 17, 23, 53, 64, 89
Menu
 Inhiber, 65, 153
Milieu, 92, 94
Mode Trace, 23, 84, 89
Module, 33
Morphing barycentrique, 96

- N -

Nombres complexes, voir Complexe
Nombres relatifs, 90
Non, 41

- O -

Objet
 Interdire de piloter, 68
 Objet construit, 7
 Effacer, 10, 105
 Interdire l'accès, 56
 Interdire piloter, 51
 Modifier, 10
 Protéger, 55
 Rappeler, 8
 Objet non valide, 42
 Objet selon prototype, 57
Opérateur logique, 41
Optimisation, 58
Ordonnée à l'origine, 28
Orthocentre, 67, 94
Ou, 41

- P -

Périmètre, 46

Parabole, 26, 30
Paradoxe, 95
Parallélogramme, 56, 67, 69
 Aire, 37, 70
 Parallélogrammes particuliers, 79
Partie imaginaire, 33
Partie réelle, 33
Pas du pilotage, 22
Patron, 106
 Cône de révolution, 150
 Cube, 144
 Cylindre de révolution, 147
 Pavé droit, 106
 Prisme droit, 110
 Pyramide, 111
Pavé droit, 105
 Patron, 106
Pavage
 Pavage chinois, 84
Personnaliser Géoplan, 153
Perspective, 102
 Perspective cavalière, 104
Pilotage
 Boucler, déboucler le pilotage, 23
 Interdire de piloter, 77
Pilotage de variables, 21, 159
 Modifier les paramètres, 22
Pilote
 Pilote d'un maillage, 141
Plan
 Plan isolé, 105
 Plan maintenu de face, 104
Point
 À abscisse entière, 77
 Lieu d'un point, 24, 141
 Point libre
 Dans un cadre, 72
 Sur une courbe, 30
 Point repéré dans l'espace, 105
 Point repéré sur une droite, 77
Polyèdre convexe
 Création, 106
Polygone, 86
 Image d'un polygone, 145
 Polygone régulier, 46
 Remplissage, 10
Prisme droit, 107
 Prisme droit régulier, 109
Probabilités, 97
Projection
 Projection orthogonale, 81
 Projection orthogonale sur un plan, 115
Projection oblique, 102

Prototype, 43, 74, 86, 153
 Angle droit dans l'espace, 137
 Création, 57
Puzzle, 95
Pyramide, 110
 Pyramide régulière, 111, 126
Pythagore (le théorème de), 87, 89

- Q -

Quadrilatère, 96

- R -

Raccourci clavier, 16
Rappel des objets construits, 7
Rapporteur, 86
Rectangle, 73, 142
 Défini par des coordonnées, 81
Régionnement du plan, 89
Repère
 Création, 27
 Repère absolu de l'espace, 99
 Repère d'une droite, 77
 Repère par défaut, 27
Rotation, 36, 84
 Rotation autour d'un axe, 144
Rythme de lecture du temps, 47

- S -

Section
 Section d'un cône, 123
 Section d'un cylindre, 130, 132
 Section d'un pavé droit, 114, 118
 Section d'une pyramide, 126
 Section d'une sphère, 135
Segment
 Médiatrice, 17, 23, 53, 64
 Segment de longueur donnée, 13
Similitude, 33
Sinus d'un angle, 46
Somme des angles d'un triangle, 41, 45
Sphère, 113, 135
 Grand cercle, 135
Suite
 Calcul du terme d'une suite, 62
 Définir une suite, 62
 Premier terme nul, 63
 Représentation graphique, 62
 Suite complexe, 34
 Suite numérique, 61
 Suite récurrente, 61
Surface, 140
 Remplir une surface dans Géospace, 141

Symétrie
 Symétrie axiale, 26
 Symétrie centrale, 69
 Points symétriques, 94

- T -

Tableau de valeurs, 28
Temps actif, 46
Texte conditionnel, 89
Texte de la figure, 11, 38, 58
 Éditer, 11
 Exécuter, 12
 Insérer une phrase, 11
 Modifier, 11
 Phrase clé
 A la place de ..., 38, 74, 78, 81, 86
 Démarrer avec le temps actif, 47
 Démarrer en exécutant ..., 79, 87
 Le point ... doit coller ..., 30, 82
Thalès (le théorème de), 21, 76
Touche
 Aucune, 40
 Espace, 15
Trace, 23, 84, 89
 Sélection des objets, 25
Trace à la demande, 25
Traits épais, 90
Translation, 42, 50, 67
Trapèze, 38, 83
 Aire, 91
Triangle, 83, 143
 Aire, 91
 Centre de gravité, 26
 Droite des milieux, 93
 Droites remarquables, 54
 Inégalité triangulaire, 21
 Orthocentre, 67
 Somme des angles, 41, 45
 Triangle équilatéral, 54, 81
 Triangle isocèle, 53
 Triangle rectangle, 95

- V -

Val, 18
Variable
 Importer, 70, 151
 Interdire de piloter, 68
 La variable Time, 46
Variable d'état, 51
Variable numérique, 20
 Affectation aléatoire, 31
 Calcul, 20

Création, 22
Pilotage, 22, 159

Vues

Changement de vue, 100
Vue précédente, vue suivante, 102
Vues en fil de fer, 99

- Z -

Zone de texte, 17

Zoom

Zoom sur un point, 35
Zoom sur une figure, 7