

## Apprendre à utiliser Géoplan & Géospace

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



Adresse Web: http://reims.univ-irem.fr/docgeoplan/index.htm

## 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.

Géoplan - Géopsace 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 LTEX. 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).



Introduction	 	 1

# Géoplan

I.	Gén	éralités	7
	I.A.	Déplacer, zoomer	7
	L.B.	Le rannel des objets construits	7
	I C	La hoîte des styles	ġ
		Fffacer ou modifier un obiet ou annuler une action	0 0
	I E	Le texte de la figure	1
	I.L.	I'historique	2
		L'instollique	2
	Lu.	nlan on vidéoproiection	л Л
	Geo		4
	II.A.	Dessin par bloc et dessin par étape	4
	II.B.	Afficher un texte ou une mesure	7
	II.C.	Avec des calculs	9
	II.D.	Utilisation de variables et pilotage 2	1
	II.E.	Le mode trace	3
	II.F.	Utiliser le grapheur de Géoplan 2	6
	II.G.	Affectation aléatoire	1
	II.H.	Nombres complexes	3
	II.I.	Exercice de synthèse 3	6
	II.I.	Pour aller plus loin 3	7
	,-	1) Réaliser une animation	37
		2) Réaliser un affichage conditionnel	1
		3) Avec le temps actif	6
		4) Réaliser un dessin par bloc conditionnel	0
III.	Géo	plan en salle informatique 5	4
	III.A.	Introduction	4
	III.B.	Protéger un objet	5
	III.C.	Des exercices pour conjecturer et chercher	6
		1) Chat et loup	6
		2) Le problème de la rivière	8
		3) L'escargot de Pythagore	<b>9</b>
		4) Les coccinelles	51
	III.D.	<b>Des problèmes de construction</b> 66	4
		1) Le cerf-volant	<b>5</b> 5
		2) Le parallélogramme	<b>57</b>
		3) L'orthocentre	57
		4) Le symétrique	;9
	III.E.	Introduire et faire découvrir une notion	9
		1) Le parallélogramme qui tourne	;9
		2) Les équations produits	'3
		3) Le théorème de THALÈS	'6
		4) Parallélogrammes particuliers	9
		-,	-

	III.F.	Démontrer	81
IV.	Exer	rcices supplémentaires	83
	IV.A.	Triangle et médiane	83
	IV.B.	Comparaison d'aires	83
	IV.C.	Une échelle contre un mur	<b>84</b>
	IV.D.	Le carré d'un nombre	<b>84</b>
	IV.E.	Pavage chinois	<b>84</b>
	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

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

	III.E. III.F. III.G. III.H.	Section d'un cylindre par un plan parallèle à la base	130 132 135 138
IV.	Autr	es applications	140
	IV.A. IV.B.	Représenter des surfaces	140 144
	IV.C.	Un patron de cylindre de révolution	146 147
	IV.D.	2) Patron du cône de révolution	150 151

# Technique

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

# Ressources

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

	II.B.	GéoplanW et GéospacW	<b>166</b>
	II.C.	GéoPlanSpace	<b>166</b>
	II.D.	Protothèque	<b>167</b>
	II.E.	GéoPlus	<b>167</b>
	II.F.	RabGéom	<b>167</b>
	II.G.	GéoLaTeX	<b>168</b>
	II.H.	GéoDico	<b>168</b>
III.	Lien	s utiles	168
Ind	ex .	•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	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 » <sup>1</sup> 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 :

Siveau 1 : Niveau 1 : Niveau 1 : Niveau 1 : Siveau 1 : Si

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

#### **Public Cible**

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

#### Siveau 2 : Niveau 2 : Niveau 2 : Siveau 2 : Si

<b>Objectif pédagogique</b>	Contenu
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'utilisa- tion de logiciels.	À partir d'exemples principalement issus de situa- tions en collège, mise en pratique de plusieurs tech- niques avancées de Géoplan : réalisation d'anima- tions, affichages conditionnels, dessins par blocs conditionnels, Ces différentes techniques pour- ront être ré-exploitées au sein d'autres logiciels. Initiation à Géospace, réalisation de sections planes. Découverte d'autres logiciels de géométrie gratuits, en particulier GéométriX, mais aussi TracEnPoche, GéoGebra,

#### **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

<sup>1.</sup> 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<sup>2</sup> (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 <sup>3</sup> 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 :

<sup>2.</sup> Doyen du groupe des mathématiques de l'Inspection Générale de l'Éducation Nationale

<sup>3.</sup> 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<sup>e</sup> 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 œuvre.

[...]

(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.

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 tricercle.g2w qui se déforme lorsque l'on appuie sur les flèches de direction  $\boxdot$  et  $\boxdot$ ?

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 doutes. 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 plan<sup>4</sup>. 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).

<sup>4.</sup> 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 :

Ouvrir : C:\programmes\Maths\Geoplan-Geospace\geoplangeospace.exe				
1	L'application "C:\programmes\Maths\Geoplan-Geospace\geoplangeospace.exe" doit être ouverte par ce fichier PDF. Celui-ci peut contenir des programmes, macros ou virus risquant d'endommager votre ordinateur. Si ce fichier provient d'une personne ou d'un programme fiable, vous pouvez cliquer sur Ouvrir afin de le visualiser. Soyez très vigilant.			
Ne plus afficher ce message     Ouvrir     Ne pas ouvrir				

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].

🌉 Geoplan-Geospa	ce			
Fichier Fenêtre Aide	Options	Associer	les fichiers	<u> </u>
<b>≥</b> 2 <b>≥</b> 3	Langue		Voulez-vous associer les Geoplan ( .g2w) et Geos	; fichiers figures
	Préférences	à cette version de Geoplan-Geospace		lan-Geospace ?
	Figures sur fond noir		i Non	Appuler
Cette vers	✔ Barre d'outils 	,		

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 zoo-

mer 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 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 :



### 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.



#### 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-

dessiné core les rendre invisibles en cliquant sur le bouton 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





R



Rappels utiles

в

0k

point libre

point libre

point libre

point

ment FCD 1 [DA]

libre [AB [BC] ment

polygone ABCD

Annuler



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.



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.



toxy: Xmin: -5, Xmax: 5, Ymax: 5 able Roxy, particularités: rouge, non des

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.

Figure Géoplan 1 : Edition du texte	
Fichier Editer Exécuter ?	
Figure Géoplan Numéro de version: 2	- Phrases de création ⊕ Point
Position de Roxy: Xmin: -5, Xmax: 5, Ymax: 5 Objet dessinable Roxy, particularités: rouge, non dessiné Segment -2	⊡ · Droite(s) ⊕ · Demi-droite(s) ⊡ · Segment(s) ↓ · Segment 2
Commonteire	·····? segmevit [?] ⊕··Cercle
Fin de la figure	Courbe      Rectangle
	⊕ Repère ⊕ Unité de longueur ⊕ Vecteur
	Demi-plan     Cadre de diagonale ?
rise en compte des modification du texte d	e la figure :
texte de la figure a été modifié, il est nécessaire	Geoplan_1 - Edition du texte      Fichier Edite Exécuter      Figure Géoplan      Numéro de version: 2      Position de Roxy: Xmin: - ex. 67/44186, Xmax: 3.0523255814, Ymax: 17.7470930      Objet dessinable Roxy: particularités: rouge, non dessiné      Accritetter
ouyer sur [EXECUTER] pour que la figure soit mise à	A point libre Objet libre A, paramètres: 0.13081395349, -3.76453488372 B point libre Objet libre B, paramètres: 5.82848837209, 2.38372093023 C point libre Objet libre C, paramètres: 3.44476744186, -3.48837209302 Tr1 polygone ABC d1 médiatrice du segment [AB] d2 médiatrice du segment [AC] d3 médiatrice du segment [AC]

#### 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.



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.

#### 🛃 Géoplan

#### 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*.

Point repéré sur une demi-droite		
Demi-droite:	AB	
Distance/origine: 3		<u>R</u>
Nom du point:	С	
Aide Annule	er Ök	
$\pi$ Va lal $\mu$ () $\vec{u}$ $\vec{AB}$	liùl ù.⊽	

**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 imagiciels <sup>5</sup>.

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 :



<sup>5.</sup> 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.



#### **b** 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 :



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][COMMAN-DE][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.

Commande de dessin par étapes		
Séparer les noms par un espace		
Objets à changer d'état:		
à l'appui sur la touche:	R	
Nom de la commande: CmO		
Aide Annuler Ok		

Astuce :			
the second seco	a combinaison [ <b>CTRL</b> ]+[ <b>B</b> ] perme e menu. Pratique lorsque l'on a ussi appuyer sur l'icône bis dar orsque l'on réalise des figures en ouches utilisées et leurs actions. I Après avoir réalisé la figure, a <b>COMMENTAIRE</b> ].	et de répéter la dernière commande uti plusieurs fois le même type d'objets à ns la barre de menu. n utilisant des dessins par bloc, il est fi Pour éviter cela, il peut être bon d'ajout aller dans le menu [ <b>EDITER][EDITER</b>	ilisée sans passer par a construire. On peut réquent d'oublier les cer des commentaires. <u>Copier image (automatique)</u> <u>Copier image (copie ajustée)</u> <u>Copier rappels sélectionnés</u> <u>Editer texte figure</u> <u>Editer commentaire</u> <u>Annuler</u> <u>Annuler</u> <u>Annuler</u>
2)	Compléter les commen- taires.	$ \begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	es ( « »)
3)	Valider les commentaires en ap seront perdus !).	ppuyant sur [ACTUALISER] (sans cela, les	commentaires saisis
♥ P	our rappeler les commentaires c	d'une figure, appuyer sur la touche 🛐.	
►EXERCICE	Vous devez réaliser l'illustration cercle inscrit à un triangle en construction par bloc ou par é	n du tracé du utilisant une étape.	
	▲ Fichier fini : cerclei	nscrit.g2w ▼	

#### Afficher un texte ou une mesure II.B.

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

MA:3.92

М

MB:5.12

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] :



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

Affichage

Commande

Affichage d'un texte

Aide

Texte à afficher:

Nom de l'affichage: AfO

Annuler  $V_{\overline{a}}$  |a|  $\mu()$   $\vec{u}$   $\overrightarrow{AB}$   $|\vec{u}|$   $\vec{u} \cdot \vec{v}$ 

Variable numérique déjà définie

Equation réduite d'une droite

Mesure d'un angle géométrique

2

Ok

×

<u>R</u>

Coordonnées d'un point

Longueur d'un segment Aire d'un triangle

Texte

Equation d'une droite

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

Voir aussi : Des détails sur la syntaxe utilisée Sous-menu Affichage

cliquant sur Aide puis sur

Astuce	:		
	ଓ⇒ La⊤ la n	touche 🗉 qui apparaît dans certaines fenêtres de Géor nise en forme du texte tapé entre \  par exemple :	blan permet d'obtenir un aperçu de
<b>P</b>		Affichage d'un texte       X         Texte à afficher:	Dessin d'une expression $\frac{\sqrt{a}}{AB} \times \overrightarrow{AB}$ Ok
	<ul> <li>Set c</li> <li>Set c</li> <li>Set c</li> <li>Set c</li> </ul>	$\pi$ Va la $\mu$ () $\vec{u}$ $\vec{AB}$ $\vec{u}$ $\vec{u}$ . zone de texte peut être agrandie ou réduite, pour cela il e monter ou descendre cette ligne dans le sens désiré. verra plus loin (page 38) une méthode permettant d'a	suffit de saisir la ligne de séparation afficher du texte dans la zone de la

### **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<sup>e</sup>.

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

 $\frac{AB}{AC}$ 

= 0.8587

BAC mesure 30.83

forme  $\widehat{BAC}$  et  $\frac{\widehat{AB}}{AC}$ 

### 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) :

20/175

- 1) Aller dans le menu [CREER][NUMERIQUE][CALCUL GEOME-TRIQUE].
- 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 pourrons 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	<pre>rac() ou sqrt()</pre>		
Factorielle	n!		

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

Régis DELEUZE - Franck LOISEAU - IREM de Reims

Vecteur   Demi-nlan	Variable entière libre	
Cadre	Calcul géométrique	Longueur d'un segment Ravon d'un cercle
Affichage	Suite non récurrente Suite non récurrente Suite récurrente d'ordre 1 Suite récurrente d'ordre 2 Indice du premier terme nul d'une suite	Coefficient directeur Aire d'un triangle Distance d'un point à une droite Produit scalaire Angle géométrique Angle de vecteurs Abscisse d'un point sur une droite Abscisse d'un point sur une droite Abscisse d'un point dans le plan Abscisse d'un vecteur Ordonnée d'un vecteur
Angle géon	nétrique	
	Unité d'an	gle: degré 🔻
Angle (3 Nom de 1	a mesure:	R
Aid	le Annuler	Ok

Afficher Divers Editer Fenêtre Aide Option:

Variable réelle libre dans un intervalle Variable réelle libre

Ligne

Unité de longueur

Calcul algébrique	
Expression du calcul:	
	<u>E</u> <u>R</u>
Nom du calcul:	
	1
Aide Annuler Ok	
$\pi  \forall \vec{a}    \vec{a}   \mu()  \vec{u}  \vec{AB}  \  \vec{u} \   \vec{u}  \vec{v} $	* 7



### 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.



22/175

Annuler

## Géoplan

Pour réaliser un pilotage au clavier :



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 🗋 et bas 🖳 du clavier.

🔲 Piloter au clavier

aucun

x réel

Ok A

libre

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 »;





🚺 👬 🖸 bis 🌇 🐂 🚺

- 🗆 🗙

Aide





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].

	Boucler le pilot	- 🗆 🗙				
	Ok 📐	Aide				
k réel libre de [0,1] t entier libre de [-7,7]						

#### 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.



#### 🌉 Géoplan



- ✤ Pour créer la trace d'un objet :
  - 1) Aller dans le menu [CREER][COMMANDE][TRACE].

Créer Pilot	er Afficher	Divers	Editer	Fenêtre	Aide	Optic
Point Ligne Transforn Numériqu Repère Unité de l Vecteur Demi-plan Cadre Affichage	iation + e + ongueur +		<del></del>	bis M		• 1
Command	e ▶	Dessin	n en bloc			
		Dessir	n par éta	pes		
		Trace		1	<u> </u>	
		Trace	à la dem	iande l	Ś	
		Sortie	d'un mo	de 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, ...).

Commande d'entrée en mode trace	X
Séparer les noms par un espace	
Objets dont on gardera la trace:	
Touche pour entrer dans le mode:	R
Nom de la commande:	] —
Aide Annuler Ok	

- 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.	j /
		N
		в
	▲ Fichier fini : symsegment.g2w ▼	

► EXERCICE	Voici un exercice proposé par l' <i>équipe de mathématiques de l'académie de Bordeaux</i> , en 2003.
	Sur la figure ci-contre, <i>C</i> est un cercle de centre <i>O</i> . Le point <i>A</i> est fixe sur ce cercle, et le point <i>M</i> est mobile sur ce même cercle. On définit le point <i>B</i> tel que le quadrilatère <i>OAMB</i> soit un parallélogramme. Le point <i>G</i> est le centre de gravité du triangle <i>OAB</i> .
	Quel est l'ensemble des points que décrit G quand M se déplace sur le cercle ?
	<ul> <li>Vous aller 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.</li> <li>Voici les fichiers réalisés par cette équipe :</li> <li>&gt; Description de l'activité au format Word.</li> <li>&gt; La figure Géoplan.</li> </ul>

### 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 FONC-TION].

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

   I 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.
  - nner le nom de la Aide Annuler Ok π Ya la μ() t a de lt de la courbe:

re de points (20 à 1000): 300

ornes (ex: -5 2/3):

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;
  - $\clubsuit$  2 vecteurs unitaires pour les axes.



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

Graphe d'une fonction d'une variable	
Expression de la fonction (variable X):	Repère Roxy - Roxy Rep k E R
Nom de la courbe:	
$\pi \operatorname{Va}[a]_{\mu()} \stackrel{\rightarrow}{\underset{u}{\overset{\rightarrow}{\overset{\rightarrow}}}} \operatorname{Hill}\stackrel{\rightarrow}{\underset{u}{\overset{\rightarrow}{\overset{\rightarrow}}}}$	



<u>E</u> <u>R</u>

Po	ur nommer un vecteur, il faut
uti	iliser la syntaxe vec():
勢	Vec(u) : nécessite que le vec-
	teur u ait été préalablement
	créé;
৶	Vec(A,B) : nécessite que les
	point A et B aient été préala-
	blement créés.



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: 
$$Y=\a(a,1)X+\a(b,1)$$

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.





#### 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. Abscisse d'un point 2) À l'aide de la commande [CREER][NUMERIQUE][CALCUL Nom du point: M GEOMETRIQUE][ASBCISSE D'UN POINT DANS LE PLAN], <u>R</u> Nom de l'abscisse: X nommer x l'abscisse du point M. Ök Aide Annuler Point repéré dans le plan Abscisse: X 3) En utilisant [CREER][POINT][POINT REPERE][DANS LE PLAN], Ordonnée: f(x) R nommer N le point de coordonnées (x; f(x)). Nom du point: N Aide Annuler Ok $\pi$ Va lal $\mu()$ $\vec{u}$ $\overrightarrow{AB}$ $\|\vec{u}\|$ $\vec{u} \cdot \vec{v}$ pointlibresurcourbe : Edition du texte 4) Éditer le texte de la figure ([EDITER][EDITER] Fichier Editer Exécuter ? **TEXTE FIGURE**]), et insérer à la fin (avant le N point de coordonnées (x,f(x)) dans le repère Roxy Objet dessinable N, particularités: non dessiné mot-clé Commentaire) la phrase suivante : Le point M doit coller au point N Le point M doit coller au point N $\,$ Commentaire >

Cette instruction force le point *M* à rester confondu avec le point *N* (c'est grace 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 pointlibresurcourbe.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<sup>e</sup> 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.



**Réalisation technique** 

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 🛆 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.



🛃 Géoplan

#### ✤ 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. Complexe défini par une expression Fonction de C dans C Suite récurrente d'ordre 1 Suite récurrente d'ordre 2

Point d'affixe donnée dans le plan complexe Vecteur d'affixe donnée dans le plan complexe Affixe d'un point dans le plan complexe

Affixe d'un vecteur dans le plan complexe

Complexe défini par une expression	
Expression algébrique complexe: Nom du complexe:	
Aide Annuler Ok	
$\pi  \forall \mathbf{\bar{a}}   \mathbf{a}   \mathbf{\mu}()  \vec{\mathbf{u}}  \overrightarrow{\mathbf{AB}}  \  \vec{\mathbf{u}} \   \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}$	

Un nombre complexe peut être entré sous la forme *a* + *ib* (*a* et *b* réels) : pour définir le nombre *z* égal à −3 + 2*i*, 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.

Commande

•

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

Séoplan 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  $\frac{z+i}{\overline{z}-1}$  on tapera : (z+i)/(conj(z)-1).

# ✤ Pour créer un point d'affixe donnée :

La commande [CREER][AVEC LES COMPLEXES][POINT D'AFFIXE DON-NEE 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.

# by 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.

# $\mathbf{b}$ 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 VA-RIABLE] pour les nombres complexes. Une fois la fonction créée, il devient possible de l'utiliser dans l'expression d'un nombre complexe.

# $\clubsuit$ 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 RECUR-RENTE 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 un 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=val(z,2).

Expression de l'affixe: Nom du point:	R
Aide Annuler	Ok
$\pi  \forall \mathbf{\bar{a}}    \mathbf{a}    \mu(\mathbf{i})  \vec{\mathbf{u}}  \vec{\mathbf{AB}}    \vec{\mathbf{u}} $	l d.⇒
$\pi$ Va la $\mu$ () $\vec{u}$ $\vec{AB}$ $\vec{u}$	I [₫•₹]

Point d'affixe donnée dans le plan complexe

Affixe d'un point dans le plan complexe	×
Nom du point: R Nom de l'affixe: R	
Aide Annuler	Ök











►EXERCICE La représentation graphique de la suite (*z<sup>n</sup>*)<sub>n≥0</sub> 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  $\boxed{Z}$  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.

Commande de zoom sur point	X
Nom du point:	
Rapport:	Р
à l'appui sur la touche:	
Nom de la commande: CmO	_
Aide Annuler Ok	
$\pi Va  a  \mu() \vec{u}  \vec{AB}   \vec{u}   \vec{u} \cdot \vec{v}$	

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



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.





- 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 *P*1 ce parallélogramme.
- **2** Construire le trapèze obtenu par soustraction du triangle au parallélogramme. On appellera *P*2 ce trapèze.
- 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.

Editer Fenêtre Aide Options	
Copier image (automatique) Copier image (copie ajustée)	
Copier rappels sélectionnés	🗖 aireparallelogramme : 🔲 🗖 🔀
Editer texte figure Editer commentaire	Fichier Editer Exécuter ?
Annuler Annuler annuler	A la place de m1, afficher: \$gBase A la place de m2, afficher: \$gHauteur
Limiter l'image	

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.

- Créer l'affichage Af0 de la formule de l'aire du parallélogramme.
- 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][VARIA-BLE LIBRE DANS UN INTER-VALLE].
- Puis construire le point *M* comme l'image du point *B* par la translation de vecteur *kBC* 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.

Variable réelle libre dans un intervalle		×
Bornes (ex: -5 2/3):01 Nom de la variable:	k	B
Aide Annuler	Ok	
$\pi  \forall \mathbf{\bar{a}}   \mathbf{a}   \mu(\mathbf{)}  \vec{\mathbf{u}}  \overrightarrow{\mathbf{AB}}  \ \vec{\mathbf{u}}\   \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}$		

Images par translation vectorielle	X
Translation de vecteur: k*vec(A,B) Points (de départ): B Images de ces points: M	R
Aide Annuler Ok	]
$\pi  \forall \mathbf{a}   \mathbf{a}   \mathbf{\mu}(\mathbf{i})  \vec{\mathbf{u}}  \overrightarrow{\mathbf{AB}}  \ \vec{\mathbf{u}}\   \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}$	

- Construire le triangle rectangle qui a pour sommet le point *M*. On appellera *T*1 ce triangle.
- Cacher tous les objets devenus désormais inutiles (les sommets du triangle, les droites utilisées pour le construire, ...)
- Maintenant que tous les éléments sont en place, il ne reste plus qu'à créer les commandes permettant d'animer la figure.
  - La touche doit tout d'abord provoquer l'affichage du triangle *T*1 et du trapèze *P*2 : créer la commande Cm0, affectée à la touche , dessin en bloc de *T*1 et de *P*2, puis appuyer sur pour cacher *T*1 et *P*2.
  - À l'appui sur la touche , 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 0 utilisant le en menu [CREER][COMMANDES][AFFECTACTION 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 :

Commande d'affectations directes	×
Séparer les noms par un espace	
Objets libres: k	
positions ou valeurs attribuées: O	R
à l'appui sur la touche: 0 Nom de la commande: Cm1	
Aide Annuler Ok	
$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	

Attention !
La touche que vous avez choisie est déjà utilisée par une autre commande. Voulez-vous vraiment grouper des commandes?
Oui Non

L'appui sur la touche O doit enfin provoquer la disparition du parallélogramme
 P1 : créer la commande Cm2, affectée à la touche O, 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 *m*1 et *m*2.
- Substitute 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][RE-PETITION DE COM-MANDES]:

Commande d'affectations directes	×
Séparer les noms par un espace	
Objets libres: k	
positions ou valeurs attribuées: k+0.01	<u>R</u>
à l'appui sur la touche: AUCUNE Nom de la commande: Cm5	
Aide Annuler Ok	
$\pi  \forall \mathbf{\bar{a}}    \mathbf{\bar{a}}  _{\mathbf{\mu}(\mathbf{i})}  \vec{\mathbf{u}}  \overrightarrow{\mathbf{AB}}    \vec{\mathbf{u}}    \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}$	

Commande de répétition de commandes	
Commandes à répéter: Cm5	
Nombre maximum de fois: 100 Délai minimum (50 à 60000 ms): 50	B
à l'appui sur la touche: 2 Nom de la commande: Cm6	
Aide Annuler Ok	
$\pi  \forall \mathbf{a}   \mathbf{a}   \mu(\mathbf{)}  \vec{\mathbf{u}}  \overrightarrow{\mathbf{AB}}  \ \vec{\mathbf{u}}\   \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}$	

- L'appui sur la touche doit provoquer l'affichage de la formule : créer la commande Cm7, affectée à la touche d, 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:

Commande de répétition de commandes	
Commandes à répéter: Cm0, Cm1, Cm2, Cm3, Cm4, Cm7	
Nombre maximum de fois: 1 Délai minimum (50 à 60000 ms): 20	B
à l'appui sur la touche: ESPACE Nom de la commande: Cm8	
Aide Annuler Ok	
$\pi  \forall \mathbf{a}    \mathbf{a}    \boldsymbol{\mu} ()  \vec{\mathbf{u}}  \vec{\mathbf{AB}}  \  \vec{\mathbf{u}} \   \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}$	

Il y a de nombreux moyens d'illustrer la propriété sur la somme des angles d'un triangle en 5<sup>e</sup>. 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  $\mu$ ) qui n'apparaissent qu'à la fin de l'animation.



#### 🌉 Géoplan

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

- (x>=3) » vaut 1 si la variable *x* est plus grande ou égale à 3, sinon elle est égale à 0.
- $4 \times \mu(x>5 \text{ ET } x<9)$  » vaut 1 si la variable *x* est strictement comprise entre 5 et 9, 0 sinon.
- $\forall x \in \mu(x < 10 \text{ OU } y > 5)$  want 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  $\mu$ .

On peut aussi utiliser la fonction  $\mu$  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  $x \ge 0$ , on utilisera la syntaxe suivante dans le logiciel pour définir cette fonction :



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

La fonction  $\mu$  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



🛃 Géoplan

# **b** 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  $\mu$  associée à une translation de vecteur nul ou à un barycentre.

#### Exemple **0** : 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 vec- $\overrightarrow{OO}$

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

Lorsque  $OA \ge 3$ ,  $\mu(OA < 3) = 0$  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].

Translation (vecteur)	×
Vecteur:	
vec(0,0)/µ(0A<3)	R
Nom de la translation: t	
Aide Annuler Ok	
$\begin{tabular}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	

<sup>▲</sup> Fichier fini : cerclemagique.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.

Barycentre de points pondérés	×
Exemple: (A,-2) (B,3)	
Liste de points pondérés: (A.µ(BC=0))	R
Barycentre: D	
Aide Annuler Ok	
$\pi V_{a}   _{a}   _{\mu()} \overrightarrow{u}   _{AB}   _{u}   _{u} \overrightarrow{v}$	

**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 ▼



```
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 :

- $\Im$  Z est le barycentre de C affecté du coefficient  $\mu(k = 1)$
- $argunarrow n_1$  est la marque de l'angle  $\widehat{C_2 Z C_3}$
- $\mathfrak{B}_{n_2}$  est la marque de l'angle  $\widehat{C_4ZC_1}$
- $\mathfrak{B}_{3}$  est la marque de l'angle  $\widehat{C_{1}ZC_{2}}$





#### 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*<sub>1</sub> ou *M*<sub>2</sub>.



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





#### 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.

 Il suffit de créer une variable numérique libre, par exemple, t<sub>0</sub> 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  $t_0$ .

Commande d'affectations directes	
Séparer les noms par un espace	
Objets libres: t0	
positions ou valeurs attribuées: time	B
à l'appui sur la touche: A Nom de la commande: CmO	
Aide Annuler Ok	
$\pi  \forall \mathbf{a}    \mathbf{a}    \boldsymbol{\mu}()  \vec{\mathbf{u}}  \overrightarrow{\mathbf{AB}}  \  \vec{\mathbf{u}} \   \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}$	
Calcul algébrique	×
Expression du calcul: time-t0	R
Nom du calcul: [1]	
Aide Annuler Ok	
$\pi$ Va lal $\mu$ () $\vec{u}$ $\vec{AB}$ $\ \vec{u}\ $ $\vec{u} \cdot \vec{v}$	

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  $\triangle$ ).

**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.

• 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  $\bigcirc$ .

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] :

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

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

Calcul algébrique	×
Expression du calcul: t1-int(t1/10)*10 Nom du calcul: t2	R
Aide Annuler Ok	
$\pi  \forall \vec{a}    \vec{a}   \mu()  \vec{u}  \vec{AB}  \  \vec{u} \   \vec{u} \cdot \vec{v}$	

**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  $(t_3; \sin(t_3))$ .

Dans l'état actuel des choses, l'animation fonctionne correctement. Seulement, lorsque l'on stoppe l'animation (touche shift) 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 P.

Analysons la situation :

- lorsque l'utilisateur appuie une première fois sur la touche  $\mathbb{P}$ , 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 𝒫 doit non seulement débloquer *t*<sub>1</sub>, mais également, redonner à *t*<sub>1</sub> la valeur qui était la sienne au moment du premier appui sur la touche 𝒫. Or, on se souvient que *t*<sub>1</sub> = *time* − *t*<sub>0</sub>. Ainsi, en affectant à *t*<sub>0</sub> la valeur correcte, il est possible d'attribuer à *t*<sub>1</sub> 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  $\mathbb{P}$ , et à 1 sinon.

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

Affecter une variable numérique libre	
Nom de la variable: Z valeur attribuée: 1	ER
Aide Annuler Ok	
$\pi  \forall \overline{a}    \underline{a}    \mu()  \vec{u}  \overrightarrow{AB}    \vec{u}    \vec{u} \cdot \vec{v}$	

Solution 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  $\square$ , la nouvelle valeur de Z sera -Z, tandis que la nouvelle valeur de  $t_0$  sera donnée par  $t_2 \times \mu(Z = 1) + (t_{ime} - t_2) \times \mu(Z = -1)$ .

Commande d'affectations directes	$\mathbf{X}$
Séparer les noms par un espace	
Objets libres:         Z, t0         positions ou valeurs attribuées:         -Z, t2*µ(Z=1)+(time-t2)*µ(Z=-1)         à l'appui sur la touche:         P         Nom de la commande:       Cm3	R
Aide Annuler Ok	
$\pi  \forall \mathbf{a}   \mathbf{a}   \mu()  \vec{\mathbf{u}}  \overrightarrow{\mathbf{AB}}  \ \vec{\mathbf{u}}\   \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}$	

<sup>t</sup>⇒ Il faut également penser à modifier la définition de la commande relative à la touche <sup>①</sup>. En effet, on peut désormais appuyer sur <sup>①</sup> 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 <sup>①</sup> doit maintenant affecter la valeur  $t_{ime} \times \mu(Z = 1) + \mu(Z = -1)$  à  $t_0$ .

Commande d'affectations directes	×
Séparer les noms par un espace	
Objets libres: tO	
positions ou valeurs attribuées: time*μ(Z=1)+μ(Z=-1)	R
à l'appui sur la touche: 0 Nom de la commande: Cm1	
Aide Annuler Ok	
$\pi  \forall \mathbf{\bar{a}}    \mathbf{a}   \mathbf{\mu}(\mathbf{i})  \vec{\mathbf{u}}  \mathbf{\overline{AB}}    \vec{\mathbf{u}}    \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}$	



**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 🗇 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 🖸 doit permettre d'afficher le cercle si le triangle et le rectangle sont cachés et la touche 🕅 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.

Réalisation technique

# by Pour créer les variables d'état :

- 1) Commençons par définir une variable relative à l'état du triangle. Le menu [CREER][NU-MERIQUE][VARIABLE ENTIERE LIBRE DANS UN INTERVALLE] permet de créer la variable entière *Var T* libre dans l'intervalle [0;1]. Ainsi définie, cette variable ne peut prendre que les valeurs 0 ou 1. Plus loin, nous rendrons *Var T* 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  $\mu(VarT = 1)$ .

Barycentre de points pondérés	×
Exemple: (A,-2) (B,3)	
Liste de points pondérés: (A', µ(VarT=1)) Barycentre: A	R
Aide Annuler Ok	
$\pi  \forall \mathbf{a}   \mathbf{a}   \mu()  \vec{u}  \overrightarrow{AB}  \ \vec{u}\   \vec{u} \cdot \vec{v}$	

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  $\mu(VarR = 1)$ .

# **b** 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 *Var T*, *Var D* et *Var R*. 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 *Var T* 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  $\mu$  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 et *VarR* = 0) ou *VarT* = 1).



	ERREUR
Hélas, l'appui sur la touche « Ok » conduit au mes- sage d'erreur suivant :	Il y a une erreur de parenthésage.

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 vT ([CREER][NUMERIQUE]-[CALCUL ALGEBRIQUE]) égale à  $\mu((VarD = 0 \text{ et } VarR = 0) \text{ ou } VarT = 1)$  et on affecte à VarTla valeur de *VarT* augmentée de *vT* lorsque l'on appuie sur la touche **I**.

De la même façon, on définit la variable vD égale à  $\mu((VarT = 0 \text{ et } VarR = 0) \text{ ou } VarD =$ 1) et la variable vR égale à  $\mu((VarT = 0 \text{ et } VarD = 0) \text{ ou } VarR = 1)$ . La touche  $\square$  permet d'ajouter vD à VarD et la touche  $\mathbb{P}$  permet d'ajouter vR 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 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 ellemême 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
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.
Le codage relatif aux milieux des côtés du triangle lorsque le projeté orthogonal d'un sommet n'appartient plus au côté (segment) qui lui est opposé.
Le Tichier 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 papiercrayon 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.

# ✤ Pour protéger des objets :

- 1) Construire la figure.
- 2) Aller dans le menu [DIVERS][PROTEGER].

Géoplan



- 3) Choisir ensuite les objets à protéger.
- Pour déprotéger un objet, aller dans le menu [DI-VERS][DEPROTEGER] et choisir les objets à déprotéger (on apprendra un peu plus loin à bloquer l'accès à certains menus).

	Ok	A	nnuler	Aide		
Rox	repère o	thonor	rmal			
C p H p T p A j	ooint libre ooint libre ooint libre image de T j	par la	transla	tion de	vectei	аг <b>сн</b>
c <sub>ha</sub>	t polygone	CHAT				
1 õn	polygone I	-OUB				

# III.C. Des exercices pour conjecturer et chercher

#### 1) Chat et loup

Cet exercice est une boîte noire <sup>6</sup>. 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 [**D**I-VERS][FILTRER][AUTORISER l'ACCES].

 Ok
 Annuler
 Alde

 o origine du repere Portant l'axé des abscisses de Portant l'axé des abscisses de Portant l'axé des abscisses de Portant d'axé des ordonnées de l'angle MT

 d'a bissectrice de l'angle MT
 d'abssectrice de l'angle MT

 d'a bissectrice de l'angle MT
 d'abssectrice de l'angle ATC

 P point d'intersection des droites d'a et d'a
 L point d'intersection des droites d'a et d'a

 P point d'intersection des droites d'a et d'a
 D point d'intersection des droites d'a et d'a

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.

<sup>6.</sup> 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.



#### **b 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.

		3	12 1
Ligne	×	9	
Transformation	•		
Numérique	×		
Repère			
Unité de longueur			
Vecteur	•		
Demi-plan	×		
Objet selon prototype	•	d	hatloup
Cadre			
Cadre			

Dilotar Affichar Divers Editar Ea

- 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]		Début de [chatloup]
Description de l'interface		Description de l'interface
loup à partir de C H T		loup à partir de C H T
Antécédent 1 (point) :	1	Sommet de l'angle (point) :
Antécédent 2 (point) :	7	Point sur un côté de l'angle (point) :
Antécédent 3 (point) :	J	Point sur l'autre côté (point) :
Résultat (polygone) :		Résultat (polygone) :
Aide particulière non écrite.		Aide particulière non écrite.
Fin de [chatloup]		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.



#### 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.



A+AB+BP=2.373+2.4+4.927=9.699

#### 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 :  $val(MA, 2) \setminus (même chose pour la longueur$ *BP*). On affiche donc une valeur arrondie au centième près des longueurs*MA*et*BP*(la longueur*AB* $, qui est constante, ne pose pas de problème). Le problème vient de l'affichage de la somme des trois longueurs : si l'on écrit <math>val(MA+AB+BP, 2) \setminus l'élève$  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

Ne pas enregistrer la figure en quittant ! Touche E : construction de l'escargot suivant

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



<sup>▲</sup> 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

#### **b** La commande de création itérative

La commande [CREER][COMMANDE][CREATION ITERATIVE] déclenche l'ouverture de la boîte de dialogue cidessous :

Commande de création itérative	
Séparer les noms par un es	ace
Objets à reproduire:	
Antécédents à remplacer:	
respectivement par:	B
à l'appui sur la touche:	
Nom de la commande:	Cm1
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  $A_1B_1 = 1$  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  $C_1$ .

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.



#### 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

#### **b** Pour définir une suite :

Il existe trois commandes [CREER][NUMERIQUE][SUITE NON RECURRENTE], [CREER][NUMERIQUE][SUITE RECUR-RENTE 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*.

Suite récurrente d'ordre 1	
Définie à partir de: 0	
Valeur du premier terme: 5	
Expression du terme d'indice n:	<u>B</u>
2*u(n-1)+3	
Nom de la suite:	u
Aide Annuler	Ok
$\pi  \forall \mathbf{\bar{a}}   \mathbf{\bar{a}}   \mu(\mathbf{i})  \vec{\mathbf{u}}  \mathbf{\bar{AB}}  \ \vec{\mathbf{u}}\   \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}$	

La capture ci-dessus montre comment définir une | La capture ci-dessus montre comment définir une suite  $(u_n)$  de premier terme  $u_0 = 5$ , telle que suite  $(v_n)$  de premiers termes  $v_0 = -7$  et  $v_1 = 6$ , telle  $u_n = 2u_{n-1} + 3.$ 

Suite récurrente d'ordre 2	×
Définie à partir de: 0	
Valeur du premier terme: -7	
Valeur du deuxième terme: <mark>6</mark>	в
Expression du terme d'indice n:	
v(n-1)^2-3*v(n-2)	
Nom de la suite:	V
Aide Annuler	Ok
$\pi  \forall \mathbf{\bar{a}}   \mathbf{a}   \mu()  \vec{u}  \overrightarrow{\mathbf{AB}}  \ \vec{u}\   \vec{u} \cdot \vec{v}$	

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  $f(u_{n-1})$ .

# **b** Pour calculer le terme de rang *n* d'une suite :

simplement On utilise 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.

# b 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.

Calcul algébrique	
Expression du calcul: u(23) Nom du calcul: CO	R
Aide Annuler Ok	.]
$\pi V_{a}   a   \mu()   \vec{u}   \overrightarrow{AB}     \vec{u}     \vec{u} \cdot \vec{v}$	

Graphe d'une suite		X
Nom de la suite:	u	
Bornes (ex: n1 n2): 0 20		<u>R</u>
Nom du graphe:	Gr1	_
Aide Annuler	Ok	
$\pi V_{\overline{a}}   _{a}   _{\mu()}   _{u}   _{\overline{a}}   _{\overline{a}}   _{u}   _{\overline{u}} \cdot \vec{v}$		
## ✤ 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.

Indice du premier terme nul d'une suite 🛛 🛛 🔀		
Nom de la suite: U Nom de l'indice: i0		
Aide Annuler Ok		

#### **Réalisation technique**

Fonction (expression à 1 variable)	×
Nom de la variable muette: x Expression de la fonction: kx(1-x) Nom de la fonction: f	R
Aide Annuler Ok	
$\pi  \forall \overline{a}    \underline{a}   \mu()  \vec{u}  \overrightarrow{AB}  \  \vec{u} \   \vec{u} \cdot \vec{v}$	

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 :

 $B_0\left(u_{n_0-1}; u_{n_0-1} \times \boldsymbol{\mu}(\boldsymbol{n_0} \neq \mathbf{1})\right)$ 

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

 $(u_{n_1-1}; u_{n_1-1} \times \boldsymbol{\mu}(n_1 \neq 1))$  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  $(B_6, B_9, B_{12}, ...)$  ne sont pas affectées par la fonction  $\mu$  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  $n_1$ .

Séparer les noms par un espace	
Objets à reproduire: U0, B0, B1, B2, [B0B1], [B	ī
Antécédents à remplacer: n0	-
respectivement par: n1	B
à l'appui sur la touche: ESPACE	
Nom de la commande: CmO	
Aide Annuler Ok	

### 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.



1) Le cerf-volant





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** 

**1 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 *B* 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  $B_1$  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

### 2) Le parallélogramme

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

de Protothèque (voir page 167).

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** 

- Construire les deux segments [*AB*] et [*BC*].
- 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).
- Demander l'affichage de D à la place de d.
- Protéger les points *A*, *B*, *C* et *d*.
- Interdire l'accès au point *d*.
- 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** 

- Construire le triangle *ABC*.
- 2 Interdire le pilotage des points *A*, *B* et *C*.
- 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).
- Demander l'affichage de *H* à la place de *h*.
- Protéger les points *A*, *B*, *C* et *h*.
- **1** Inhiber les menus [AUTORISER PILOTER], [AUTORISER ACCES] et les menus suivants :



▲ 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.



- Construire les points *A* et *B* ainsi qu'un cercle de centre *O*, passant par *A* et *B* et le point *M*.
- **2** 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).
- Demander l'affichage de M' à la place de m'.
- Protéger les points *A*, *B*, *O*, *M* et *m*<sup>'</sup> ainsi que le cercle.
- Inhiber les menus [DEPROTEGER] et [AUTORISER ACCES] et les menus suivants :



#### ▲ Fichier fini : Symetrique.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.





▲ 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.

III.E. Introduire et faire découvrir une notion



🌉 Géoplan

### Service en la service de la se

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.

Cadre	
Diagonale du cadre: Nom du cadre:	B
Aide Annuler	Ok



Point libre dans un cadre	$\mathbf{X}$
Nom du cadre: R Nom du point: R	
Aide Annuler Ok	

▲ Fichier fini : Paralleloquitourne.g2w ▼

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<sup>e</sup>, 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** 

• 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 [PILO-TER][AFFECTER UNE VARIABLE NUMERIQUE LIBRE].

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

Variable entière libre dans un intervalle		X
Bornes (ex: -5 2/3): 0 15		
Nom de la variable:	larg	R
Aide Annuler	Ok	
$\pi  \forall \mathbf{\bar{a}}   \mathbf{a}   \mathbf{\mu}()  \vec{\mathbf{u}}  \overrightarrow{\mathbf{AB}}  \ \vec{\mathbf{u}}\   \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}$		

Abscisse d'un point	×	
Nom du point: A	Ы	
Nom de l'abscisse: Xa		
Aide Annuler Ok		

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

Point repéré dans le plan	×
Abscisse: xa+long Ordonnée: ya Nom du point: B	R
Aide Annuler Ok	
$\begin{tabular}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	

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



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<sub>1</sub> le milieu du segment [DM], puis comme il a été vu page 38, on affiche « x » à la place de m<sub>1</sub> :

A la place de m1, 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 ▼

• 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(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  $\mu$  étudiée page 41).

Marquage d'un angle droit	X
Antécédent 1 (point): A	1
Antécédent 2 (point): M	ь
Antécédent 3 (point): B	
Résultat (polygone): mark	
Aide Annuler Ok	

mark serait non valide.

Oui

Au moins un des antécédents est non valide.

Non

Confirmez-vous la création? (O/N):

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 ▼

**9 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  $\mathbb{M}$  permette de piloter précisément le point M. Ainsi, à l'appui de la touche  $\mathbb{M}$  on peut déplacer le point M à l'aide des flèches du clavier (on peut régler la précision du pilotage en utilisant les touches + et -).

▲ EQ Étape 4 ▼

• 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  $\triangle$ .

# ▲ EQ Étape 5 ▼

• Affichage du cercle de diamètre [*AB*] : créer l'affichage du cercle de diamètre [*AB*] (ainsi que des points d'intersections *M*<sub>1</sub> et *M*<sub>2</sub>), actif à l'appui de la touche *G*.

#### ▲ EQ Final ▼

 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 AMB en fonction de x que l'on fait communiquer avec la première figure Géoplan.





#### 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  $\frac{1}{5}$  de la boîte des styles.

Droite munie d'un repère	
Droite passant par: A	- -
Vecteur: vec(A,B)	- -
Pas de graduation: 1	- 1
Nom de la droite: d	
Aide Annuler Ok	
$\pi  \forall \mathbf{\bar{a}}   \mathbf{a}   \mathbf{\mu}(\mathbf{i})  \vec{\mathbf{u}}  \vec{\mathbf{AB}}  \ \vec{\mathbf{u}}\   \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}$	

### 🌣 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 ABSCISSE ENTIERE] qui permet cela.

Point sur droite à abscis	se entière	
droite (2 points o Nom du point:	u munie d'un repère)	M R
Aide	Annuler	Ok

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

**O** 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 :

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

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 z2, afficher: Les quotients \dist(A,M)/dist(A,B)\ et \dist(A,N)/dist(A,C)\ sont égaux

❸ 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*<sub>1</sub> et *coe*<sub>2</sub> 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 :  $vec(o,o)/\mu(abs(coe2-coe1)<0.00001)$ . Il ne reste alors plus qu'à éditer le texte de la figure et à inclure la ligne suivante : **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 :

```
AfO 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)\
```

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 CmO Cm1
```

en supposant que Cm0 et Cm1 sont définies ainsi :

CmO (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.



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].

III.E. Introduire et faire découvrir une notion

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

- 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  $\overrightarrow{BA}$ . On nomme O le point d'intersection des diagonales.
- 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.

Marque simple sur segment		
Taille (Unité) S1*0.5		
lère extrémité 2ème extrémité Nom de la marque	A R B M3	
$\pi  \forall \mathbf{\bar{a}}   \mathbf{\bar{a}}   \mu()  \vec{\mathbf{u}}  \overline{\mathbf{AB}}  \ \vec{\mathbf{u}}\   \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}$		

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  $\mu$  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.

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  $800 \times 600$ . Si on ouvre ce fichier en plein écran sur un ordinateur dont l'affichage est paramétré en  $1024 \times 768$ , 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  $\mu$  et un peu d'astuce.



- 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°.
- 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  $(A; \overrightarrow{AB}; \overrightarrow{AC})$ .
- b) Utiliser le menu [CREER][NUMERIQUE][CALCUL GEOME-TRIQUE] [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  $(A; \overrightarrow{AB}; \overrightarrow{AC})$ .

Repère			×	
Origine:		A		
Premier vecteur:	vec(A.B)			
Deuxième vecteur:	vec(A.C)		Б	
Pas de graduation (1er axe):	1		Б	
Pas de graduation (2ème axe): 1				
Nom du repère:		ABC		
Aide An	nuler	Ok		
π Va lalμ() α λΒ llαl α.τ				

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

$$x_M > 0$$
 et  $y_M > 0$  et  $y_M < 1 - x_M$ 

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

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

Images par translation vectorielle			
Translation de vecteur: vec(A,A)/(µ(xM>0)*µ(yM>0)*µ(yM<=1 Points (de départ): M Images de ces points: P	R		
Aide Annuler Ok			
$\pi  \forall \mathbf{\bar{a}}    \mathbf{\bar{a}}   \mathbf{\mu}()  \mathbf{\bar{u}}  \mathbf{\overline{AB}}    \mathbf{\bar{u}}    \mathbf{\bar{u}} \cdot \mathbf{\vec{v}}$			

- 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.

▲ Fichier fini : Équilatéral.g2w ▼

# IV. Exercices supplémentaires

# **IV.A.** Triangle et médiane



# IV.B. Comparaison d'aires

 $D'après \ \texttt{http://maths.ac-rouen.fr/spip.php?article131}$ 



**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.

 Quel est le lieu du point *M*, milieu de l'échelle, quand cette échelle glisse contre le mur ?
 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



# **IV.E.** Pavage chinois



#### **Références :**

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





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 Géoplan<sup>7</sup> 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  $X_1$ .

## $\mathbf{b}$ 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.



<sup>7.</sup> 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 a 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 O

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



## **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 ▼



**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 ave 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  $\mu$ (abs(OM-3)<0.01).

## **Solution** 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( $1/\mu$ (abs(OM-3)<0.01),0)

Si  $|OM-3| \ge 0,01$  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  $BC^2 = AB^2 + AC^2$ .



# 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 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 ▼

# 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.



#### **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'Hyppocrate

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.



# **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,





centre du cercle inscrit au triangle ABC.



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 un segment [*AB*] et *P* un point n'appartenant pas à [*AB*]. Construire le point *C* de telle sorte que *P* soit le















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

▲ Fichier fini : chercher11.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 luit 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



# 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

#### 🛃 Géospace

**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  $\checkmark$ ). 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 Ctrl.

# 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 rend les objets opaques, tandis que le bouton **NO** rend les objets transparents.

# **b** 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) :

Vues	Fenêtre	Aide	Options
------	---------	------	---------

Vue initiale (CTRL-F1)

Vue standard avec oyz de face (F7) Vue standard avec oxy de face (F8) Vue standard avec ozx de face (F9)

Motif			
NO	0		
non dessi:	пé	dessiné	

Agrandir (>) Réduire (<)	
Figure en fil de fer	
Parties cachées en pointillé	R.
Plan isolé	

Agrandir (>) Réduire (<)	
Figure en fil de fer Parties cachées en pointillé	k
Plan isolé	



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.

Vue d'un plan de face	$\mathbf{X}$
Nom du plan: Nombre d'étapes (1 à 50):	R
Aide Annuler	Ok

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.

Changement de vue 🔹 🕨	Par mémorisation
Création itérative Répétition de commandes Tableau de valeurs	Par choix d'un plan de face Par rotation relative

Commande pour voir un plan de face	
Nom du plan:	
Nombre d'étapes (1 à 50):	В
à l'appui sur la touche:	
Nom de la commande:	Cm0
Aide Annuler	Ok

- 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 fourni les coordonnées dans le repère absolu (voir page 99).

Commande de rotation (relative) du dessin	×
Unité d'angle: degré 🗸	·]
Vecteur axial:	
Angle:	P
à l'appui sur la touche:	
Nom de la commande: Cm1	_
Aide Annuler Ok	
$\pi V_{\overline{a}}   _{\underline{a}}   _{\underline{\mu}()}   _{\overline{u}}   _{\overline{AB}}   _{\overline{u}}   _{\overline{u} \cdot \overline{v}}   _{\overline{u} \wedge \overline{v}}   _{\overline{v} \wedge \overline{v}}$	
Commande de rotation (absolue) du dessin	×
Commande de rotation (absolue) du dessin Coordonnées du vecteur axial: Unité d'angle: degré	×
Commande de rotation (absolue) du dessin Coordonnées du vecteur axial: Unité d'angle: degré Abscisse (+ vers l'avant):	×
Commande de rotation (absolue) du dessin Coordonnées du vecteur axial: Unité d'angle: degré Abscisse (+ vers l'avant): Ordonnée (+ vers la droite):	Image: A start of the start
Commande de rotation (absolue) du dessin Coordonnées du vecteur axial: Unité d'angle: degré Abscisse (+ vers l'avant): Ordonnée (+ vers la droite): Cote (+ vers le haut): Angle:	►
Commande de rotation (absolue) du dessin Coordonnées du vecteur axial: Unité d'angle: Drdonnée (+ vers la droite): Cote (+ vers le haut): Angle: à l'appui sur la touche:	×
Commande de rotation (absolue) du dessin Coordonnées du vecteur axial: Unité d'angle: degré Abscisse (+ vers l'avant): Ordonnée (+ vers la droite): Cote (+ vers le haut): Angle: à l'appui sur la touche: Nom de la commande: Cml	R
Commande de rotation (absolue) du dessin Coordonnées du vecteur axial: Unité d'angle: degré Abscisse (+ vers l'avant): Ordonnée (+ vers la droite): Cote (+ vers le haut): Angle: à l'appui sur la touche: Hom de la commande: Cml Aide Annuler Ok	R

#### ✤ 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 : F1] et F12).

# 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

b) 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 *Ox y* du plan de l'écran) de projection d'un vecteur unitaire orthogonal au plan de l'écran.







Paramètres de projection



Si l'on veut paramétrer plus finement la perspective cavalière, c'est-à-dire, imposer l'angle  $\alpha$  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.



## ✤ 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.

Vue d'un plan is	olé	
Mettre aussi	ce plan de fac	e: Oui 🔻
Nom du plan:	ABC	Oui Non
Aide	Annuler	Ok

# 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 :

 Un 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).

Point repéré dans l'espace	
Abscisse: a	
Ordonnée: 0	
Cote: 0	— <u> </u>
Nom du point: B	
Aide Annuler	Ok
$\pi  \forall \mathbf{\bar{a}}    \mathbf{\bar{a}}   \mathbf{\mu}(\mathbf{)}  \vec{\mathbf{u}}  \mathbf{\bar{AB}}  \  \vec{\mathbf{u}} \   \vec{\mathbf{v}}$	v v u∧v

2) Le menu [CREER][SOLIDE][POLYEDRE CONVEXE][DEFINI PAR SES SOMMET] permet la création du pavé droit *ABCDEFGH*.

Polyèdre convexe	×
Liste des sommets (max 40): ABCDEFGH	R
Nom du polyèdre: Pave	
Aide Annuler Ok	



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 :

- On crée une variable réelle libre *x* dans [0;1] par le menu [CREER][NUMERIQUE][VARIABLE REELLE LIBRE DANS UN INTERVALLE].
- 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.

Patron d'un polyèdre		×
Nom du polyèdre:		Pave
Coefficient d'ouverture	: (0 à 1): 🗙	<u>E</u> R
Nom du patron:		Patr
Aide	Annuler	Ok
$\pi$ Va lal $\mu$ () $\vec{u}$ $\vec{AB}$	Iul u.v u∧v	

- 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 ⊥ et ⊥. Pour changer le pas de variation de la variable *x*, on rappelle qu'il faut utiliser les touches + ou .
- 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]).



# 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.

#### ▲ Fichier fini : pavedroit.g3w ▼

- Il convient d'abord de définir la variable h à laquelle nous affecterons la valeur
   ([CREER][NUMERIQUE][VARIABLE][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\*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)]).











▲ Fichier fini : prismeqcq.g3w ▼

#### **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 REGU-LIER] qu'il convient de mettre en œuvre.

	Une droite qui sera l'axe du
Prisme régulier	prisme.
Nom de l'axe:	Un nombre ou une variable pour définir la hauteur du prisme.
Hauteur: Pour la base, nom d'un sommet: Nombre de côtés (3 à 40): Nom 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 !).
Aide     Annuler     Ok $\pi$ Va     Va     Va	Le nombre de sommets de la base du prisme.
	Le nom du prisme.
Prisme régulier         Nom de l'axe:         Dz         Hauteur:         3         Pour la base, nom d'un sommet:         A         Nombre de côtés (3 à 40):         Nom du prisme:         Pris         Aide         Annuler         Ok         # Va lal µ();         # Va lal µ();         # 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.



# **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, *ABCDEFG* est une pyramide à base hexagonale. Les sommets *A*, *B*, *C*, *D*, *E* et *F* appartiennent au plan *oxy*.



▲ Fichier fini : pyraqcq.g3w ▼

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].



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.



# 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 :

Cylindre défini par axe et rayon       Image: Cylindre in the segment is a segmen	B.	
<i>A</i> et <i>B</i> sont 2 points libres de l'espace et <i>r</i> est une variable réelle libre à laquelle on a affecté une valeur (ici 3).		

# ▲ 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** 

Dans la boîte de dialogue obtenue à partir du menu [CREER][SOLIDE][CONE], il suffit de compléter les champs :

Cône défini par sommet et base       X         Sommet du cône:       B         Centre de la base:       A         Rayon de la base:       r         Nom du cône:       Coco         Aide       Annuler       Ok         π       Va lal μ()       AB       Induction of the state of the stateo	
<i>A</i> et <i>B</i> sont 2 points libres de l'espace et <i>r</i> e affecté une va	st une variable réelle libre à laquelle on a lleur (ici 3).

#### ▲ 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

Sphère définie par centre et rayon А Nom du centre: E Rayon: r <u>R</u> Nom de la sphère: Sphe **Ok** Aide Annuler  $\vec{\mathbf{u}}$ ÀB ٧ā lal π  $nO^{-1}$ A est un point libre de l'espace et r est une variable réelle libre à laquelle on a affecté une valeur (ici 3).

Dans la boîte de dialogue obtenue à partir du menu **[CREER][SOLIDE][SPHERE]**, il suffit de compléter les champs :

# ▲ 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



# 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** 

# **b** 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.

 Création du point *M* milieu de [*EB*] à l'aide du menu : [CREER][POINT][MILIEU]. On pourra bien sûr cacher ce point.

Milieu	×
Nom du segment: EB Nom du milieu: M	R
Aide Annuler Ok	

- 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 *Ps* : [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 Ps : [CREER][POINT][POINT IMAGE PAR UNE PROJECTION ORTHOGO-NALE SUR UN PLAN].

Homothétie (centre-rapport)	
Nom du centre: M	
Rapport: 1.8	- <u>R</u>
Nom de l'homothétie: Hom	]
Aide Annuler Ol	<b>د</b>
$\pi V_{\mathbf{a}}  _{\mathbf{a}}  _{\boldsymbol{\mu}(\boldsymbol{i})}  _{\mathbf{u}}^{\mathbf{i}}  _{\mathbf{A}}^{\mathbf{B}}   _{\mathbf{u}}^{\mathbf{i}}   _{\mathbf{u}}^{\mathbf{i}}.$	v u∧v







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

#### by 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 :

- $\mathbb{S}$  Si *S* appartient à [*HE*] alors :
  - -HS+SE=HE
  - T est l'image de S par la translation de vecteur  $\overrightarrow{EF}$ .
- $\mathbb{S}$  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  $\overrightarrow{EF}$  uniquement lorsque le point *S* appartient au segment [*HE*]. On a évidemment recours à la fonction  $\mu$  (voir page 41) pour définir la translation :

```
tr1 translation de vecteur 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  $\overrightarrow{EF}$ .
- − 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).
- Pour définir la translation Tr1 : [CREER][TRANSFORMATION][TRANSLA-TION (VECTEUR)].

Pour écrire «  $\mu$  » 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.

Translation (vecteur)	×
Vecteur: vec(E,F)/µ(HS + SE = HE) Nom de la translation: Tr1	R
Aide Annuler Ok	
$\pi V_{\overline{a}}   _{a}   _{\mu()}   _{\vec{u}}   _{\overline{AB}}   _{\vec{u}}   _{\vec{u} \cdot \vec{v}}$	u^

Si, au moment où vous créez la translation, le point S n'appartient pas au segment [HE], le message cicontre apparaît à l'écran. On confirme la création en cliquant sur le bouton « Oui ».

Tr1 serait non v	valide. 🛛 🔣
Un calcul est impossible.	
Confirmez-vous la création? (O/N):	
	Non

De la même façon, on définit ensuite les deux autres translations :

- tr2 translation de vecteur vec(E,A)/ $\mu$ (HS+SE=HE)
- tr3 translation de vecteur 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 *Ps*.

En utilisant le menu
 [CREER][LIGNE][POLYGONE
 CONVEXE][SECTION D'UN
 POLYEDRE PAR UN PLAN].

Images par transformation déjà créée	×
Transformation: tr1	
Points (de départ):	
S	R
Images de ces points:	
<u> </u>  T	
Aide Annuler Ok	.
Points (de depart):       S       Images de ces points:       T       Aide       Annuler       Ok	R

Polygone convexe défini par ses sommets 🛛 🛛 🔀
Liste des sommets (max 40):       STUV       Nom du polygone:
Aide Annuler Ok



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  $A_2B_2F_2E_2$ .

D

н

F

в

A

- On peut aussi créer une commande pour permettre de revenir à la vue initiale. On revient à la vue initiale (Crr + F1) et on mémorise la position : [CREER][COMMANDE][CHANGEMENT DE VUE][VUE MEMORISEE].
- 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 [CREER][COMMANDE][CHANGEMENT DE VUE][PAR CHOIX D'UN PLAN DE FACE]. À l'appui de la touche 1, le plan *Ps* pivotera pour se placer de face.

Commande de mémorisation d'une vue	×
La vue actuelle sera mémorisée	
puis restituée à l'appui sur la touche: 0 Nom de la commande: C	m0 R
Aide Annuler Ok	1



## ▲ Fichier fini : secpave0.g3w ▼



#### ▲ 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*].

# Section : Sec

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]).

Droite image d'une droite	
Droite (de départ): EH	
Nom de la transformation:	Hom <u>R</u>
Droite image:	d1
Aide Annuler	Ok

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 *Ps* 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 *Ps*.



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 Ps (en réalité, selon la position du point m) les sommets de  $P_2$  peuvent être répartis comme suit :

- 2 sommets sur [EH] et [FG], et deux sommets sur [EA] et [FB];
- **2** sommets sur [AD] et [BC], et deux sommets sur [EA] et [FB];
- $\bullet$  les 4 sommets sur [*EH*], [*FG*], [*AD*] et [*BC*];
- **4** 2 sommets sur [EH] et [FG], et deux sommets sur [DH] et [CG];
- **\bigcirc** 2 sommets sur [*AD*] et [*BC*], et deux sommets sur [*DH*] et [*CG*].



Pour pouvoir balayer tous les cas présentés cidessus, 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  $\overrightarrow{DA}$ ).

mages par translation vectorielle	
Translation de vecteur: vec(D,A)	
Points (de départ): A'	B
Images de ces points: A•	
Aide Annuler Ok	
$\pi  \forall \mathbf{\bar{a}}   \mathbf{a}   \mu(\mathbf{)}  \vec{\mathbf{u}}  \vec{\mathbf{AB}}  \ \vec{\mathbf{u}}\   \vec{\mathbf{u}}  \vec{\mathbf{v}}$	; u^≏

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 GEO-METRIQUE][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 Ps, 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 droites (EH), (FG), (BC) et (AD) avec le plan Ps.

Abscisse d'un point sur une droite		×
Nom du point:	m	
Droite munie d'un repère ou A'A	2 points:	R
, Nom de l'abscisse:	Xm	
Aide Annuler	Ok	

Intersection d'une droite et d'un plan		×
Nom de la droite:	EA	
Nom du plan:	Ps	<u>R</u>
Point d'intersection:	al	
Aide Anr	ouler Ok	



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  $\mu$  vont nous être d'une aide précieuse ici, puisque nous allons définir le point *I* ainsi :

Barycentre de points pondérés	
Exemple: (A,-2) (B,3)	
Liste de points pondérés: (a1,µ(Ea1+a1A=EA et Xm<0)) (a3,µ( Barycentre:	R
Aide Annuler Ok	
$\pi  \forall \mathbf{a}   \mathbf{a}   \mathbf{\mu}(\mathbf{i})  \vec{\mathbf{u}}  \overrightarrow{\mathbf{AB}}  \ \vec{\mathbf{u}}\   \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}  \vec{\mathbf{v}}$	¦∧⊽

**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 (a2,\mu(Fa2+a2B=FB et Xm<0)) (a4,\mu(Ga4+a4C=GC et Xm>0)) (j1,\mu(Fj1+j1G=FG)) (unité de longueur Uxyz)
```

**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 (a2, $\mu$ (Fa2+a2B=FB et Xm>0)) (a4, $\mu$ (Ga4+a4C=GC et Xm<0)) (k1, $\mu$ (Bk1+k1C=BC)) (unité de longueur Uxyz)

**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 (a1,\mu(Ea1+a1A=EA et Xm>0)) (a3,\mu(Ha3+a3D=HD et Xm<0)) (11,\mu(Al1+l1D=AD)) (unité de longueur Uxyz)
```

On achève la figure en cachant les objets inutiles. On peut créer un commande de dessin par bloc pour cacher/montrer 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.



# 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  $\overrightarrow{OI}$ . 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  $I \in [SO]$ ,  $0 \le x_I \le 1$ .

 Le rapport de réduction *t*, défini uniquement lorsque le plan coupe le cône, s'obtient à l'aide de la commande [CREER][NUMERIQUE][CALCUL AL-GEBRIQUE].

$$t = \frac{SI}{SO} \times \mu(x_I \ge 0 \text{ et } x_I \le 1)$$

Calcul algébrique	×	
Expression du calcul: (SI/SO)*μ(xi>=0 et xi<=1) Nom du calcul: t		
Aide Annuler Ok		
$\pi  \forall \mathbf{a}    \mathbf{a}    \boldsymbol{\mu}(\boldsymbol{\mu})  \vec{\mathbf{u}}  \overrightarrow{\mathbf{AB}}  \  \vec{\mathbf{u}} \   \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}$	d^v u∧v	

- 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'*.

Cône défini par sommet et base	×	
Sommet du cône:   S     Centre de la base:   I	в	
Rayon de la base: r'		
Nom du cône: Con2		
Aide Annuler Ok		
$\pi  \forall \mathbf{\bar{a}}    \mathbf{\bar{a}}   \mathbf{\mu}()  \vec{\mathbf{u}}  \overrightarrow{\mathbf{AB}}  \  \vec{\mathbf{u}} \   \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}  \vec{\mathbf{u}} \wedge \vec{\mathbf{v}}$		

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 ▼



# 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  $Ce_1$  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 RE-GULIERE] 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.

Pyramide régulière	
Nom de l'axe:	OZ
Hauteur: OS	
Pour la base, nom d'un sommet	: A <u>R</u>
Nombre de côtés (3 à 40): N	
Nom de la pyramide:	Pyr
Aide Annule	er Ök
$\pi$ Va lal $\mu$ () $\vec{u}$ $\vec{AB}$ $\ \vec{u}\ $	u.⇒ u.∽

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  $\mu$  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 ALGE-BRIQUE] 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  $A_2$ ,  $A_3$ , ...,  $A_{10}$  les images respectives du point A, du point  $A_2$ , ...,  $A_9$  par la rotation *rot*.

Images par transformation déjà créée	×	
Transformation: rot		
Points (de départ):		
A A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 R		
Images de ces points:		
A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 A10		
Aide Annuler Ok		

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  $A_1$ ,  $A_2$ , ...,  $A_{10}$ , on définit le point *B* comme le barycentre du point  $A_2$  affecté du coefficient  $\mu(n \ge 2)$ .

On crée de la même façon les autres sommets, où par exemple, *F* est le barycentre de  $A_6$  affecté du coefficient  $\mu(n \ge 6)$ (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 à 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*<sub>1</sub>.
- 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  $\mu$ .

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 Pyr par le plan  $P_P$ .
- 2) Pour nommer les sommets de  $S_1$  (que l'on va appeler A', B', ..., J'), on va utiliser le travail déjà accompli, et partir des sommets A, B, ..., 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', ..., J' comme les images des points A, ..., 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 GEOME-TRIQUE][ABSCISSE D'UN POINT SUR UNE DROITE] pour définir  $Z_p$  abscisse du point P dans le repère (s1z1) de la droite  $d_1$ .

Abscisse d'un point sur une droite		×
Nom du point:	P	
Droite munie d'un repère ou s1z1	2 points:	R
' Nom de l'abscisse:	Zp	
Aide Annuler	Ok	

c) La commande [CREER][NUMERIQUE][CALCUL ALGE-BRIQUE] nous permet alors de définir la variable t égale à  $Z_p \times \mu(Z_p \ge 0 \text{ et } Zp \le 1).$ 

Si on appelle *hom* l'homothétie de centre *S* et de rapport *t*, alors les

points O', A', ..., J' sont les images

respectives des points O, A, ..., J

Et ces points n'existent que lorsque

la pyramide est effectivement cou-

par cette transformation.

pée par le plan.

Calcul algébrique Expression du calcul: Zp\*µ(Zp>=0 et Zp<=1) <u>R</u> Nom du calcul: t Ök Aide Annuler  $\vec{u} = \overrightarrow{AB} \|\vec{u}\| \vec{u} \cdot \vec{v} \vec{u} \wedge \vec{v}$ Va lal µ() π Images par transformation déjà créée Transformation: hom Points (de départ): OABCDEFGHIJ R Images de ces points: 0' A' B' C' D' E' F' G' H' I' J' Ok Aide Annuler

4) Pour créer la pyramide réduite *P yr*<sub>2</sub>, on peut utiliser la commande [CREER][SOLIDE][POLY-EDRE 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*, ...) 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**

#### **b** 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 *r a y* 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 × ray; 1,8 × 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<sub>1</sub> la droite perpendiculaire au plan *oxy* et passant par le point z<sub>1</sub>.
  Le point S est un point libre sur d<sub>1</sub>.
- 3) La translation *Tr* de vecteur  $\overrightarrow{z_1S}$  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 xo l'abscisse du point O' sur la droite (MN).
- 4) Le point *O* est le barycentre du point *O*' affecté du coefficient μ(xo ≥ 0 et xo ≤ 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  $P_S$ .

Barycentre de points pondérés	
Exemple: (A,-2)	<mark>B,3)</mark>
Liste de points po (O',µ(xo>=0 et xo<=1)) Barycentre:	ndérés: R
Aide Annuler	Ok
$\pi$ Va lal $\mu()$ $\vec{u}$ $\vec{AB}$	$\  \overrightarrow{u} \  \overrightarrow{u} \cdot \overrightarrow{v} \overrightarrow{u} \wedge \overrightarrow{v}$
Cercle défini par plan, centre et r	iyon 🔀
Nom du plan: Ps	
Nom du centre:	0
Rayon:	<u> </u>
ray	
Nom du cercle:	Ce1

 $\pi$  Va lal  $\mu$ ()  $\vec{u}$   $\overrightarrow{AB}$   $\vec{u}$   $\vec{u}$   $\vec{v}$   $\vec{u}$ 

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 réa- liser une animation montrant le solide généré par un rectangle tournant autour d'un de ses axes de symé- trie 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][NUMERI-QUE][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<sub>1</sub> est la droite parallèle à (*oy*) et passant par le point m<sub>2</sub>.
  Le point S est un point libre sur d<sub>1</sub>.
- 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  $z_1 z_2 z'_1 z'_2$  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  $z_1 z_2 z_3$ ,  $P_M$  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][DROI-TE(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  $P_M$ .

Droite intersection de 2 plans	
Premier plan: Pn	
Deuxième plan: Ps	B
Nom de la droite:	d2
Aide Annuler	Ok
- 3)  $Ce_1$  est le cercle de centre *M* et de rayon *r ay* dans le plan  $P_M$ .  $Ce_2$  est le cercle de centre *N* et de rayon *r ay* dans le plan  $P_N$ .
- 4) Les points U et V sont les intersections de la droite d<sub>3</sub> avec le cercle Ce<sub>1</sub>.
  Les points W et X sont les intersections de la droite d<sub>2</sub> avec le cercle Ce<sub>2</sub>.

Intersection droite-cercle (2 points)	×
Nom de la droite: d3	
Nom du cercle: Cel	<u>R</u>
Points d'intersection: VU	
Aide Annuler Ok	

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** 

### **b** 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]).

Plan défini par un point et une droite	$\mathbf{X}$
Nom du point: A	
Nom de la droite: Oz <u>R</u>	
Nom du plan:	
Aide Annuler Ok	

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).
- 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 GEOME-TRIQUE][COTE D'UN POINT DANS L'ESPACE], appelons z<sub>S</sub> la cote du point S.

Cote d'un point dans l'espace	×
Nom du point: S Nom de la cote: ZS	
Aide Annuler Ok	

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.

Angle droit 3D Plein	X
Point sur le premier côté de l'angle : O	
Sommet de l'angle :	
Point sur le second côté de l'angle : M	R
Taille (nombre réel): 0.1*Ray	
Nom de la marque d'angle droit : m1	
Aide Annuler Ok	
$\pi  \forall \mathbf{\bar{a}}    \mathbf{\bar{a}}   \mathbf{\mu} ()  \vec{\mathbf{u}}  \mathbf{\overline{AB}}  \  \vec{\mathbf{u}} \   \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}  \vec{\mathbf{u}} \wedge \vec{\mathbf{v}}$	

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*<sub>2</sub> opaque (même définition que pour *Sec*), puis à cacher *Sec*<sub>2</sub> 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  $Sec_2$ .

Commande de dessin en bloc	$\mathbf{\times}$
Séparer les noms par un espace	
Objets à changer d'état: P1, S, Sec, Sec2	
à l'appui sur la touche: P	<u>R</u>
Nom de la commande: Cm1	
Aide Annuler Ok	

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.



# 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.







# **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.

	space	
🍫 Pour définir une	fonction à deux variables	s :
		Fonction (expression à 2 variables)
		Variable muette 1: X
		Variable muette 2: y
Le menu [CREER][NUMERI	QUE][FONCTION NUMERIQUE][A	Expression de la fonction: <u>R</u>
2 VARIABLES] permet de variables.	définir une fonction à deux	sin(sqrt(x^2+y^2)) / sqrt(x^2+y^2)
		Nom de la fonction: f
		Aide Annuler Ok
		$\pi  \forall \mathbf{\bar{a}}    \mathbf{\bar{a}}   \mathbf{\mu}()  \mathbf{\bar{u}}  \mathbf{\bar{AB}}  \  \mathbf{\bar{u}} \   \mathbf{\bar{u}} \cdot \mathbf{\bar{v}}  \mathbf{\bar{u}} \wedge \mathbf{\bar{v}} $
Pour créer la sur Une fois la fonction de FONCTION A 2 VARIABLES]	<b>face :</b> deux variables créée, c'est la c qui permet de représenter la for	commande [CREER][LIGNE][MAILLAGE][GRAPHE D'UN nction dans un repère choisi.
	Graphe d'une fonction à 2 variables	
	Maximum 10000 points (e	exemple: 100x100)
		Repère: R1 🔽
	Nom de la fonction:	12
	Nombre de valeurs: 50	
	Bornes pour la variable 2: -12	12
	Nombre de valeurs: 50	
	Nom du maillage:	
	$[\pi] Va [[a] [\mu()] u ] AB [[[u]] [u]$	•v u/v
Le choix du repère n'est p <b>Pour modifier l'a</b>	possible que si un repère créé p p <b>parence d'un maillage :</b>	ar l'utilisateur a été défini auparavant.
On utilise la rubrique Ma	illage de la boîte des styles pour	modifier la façon Maillage
Dans la définition du ma	esente à l'ecran. illage, on peut également jouer	r sur le nombre de
valeurs calculées pour ob	otenir un maillage plus ou moir	ns 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).

Lieu d'un point avec 2 pilotes	×
Maximum 10000 points (exemple: 100x100)	
Nom du premier pilote:	
Nombre de valeurs:	
Nom du second pilote:	в
Nombre de valeurs:	
Nom du point qui décrit le lieu:	
Nom du maillage:	
Aide Annuler Ok	
$\pi V_{a}   _{a}   _{\mu()}   _{u}   _{\overline{AB}}   _{u}   _{u} \cdot \overrightarrow{v}  _{u} \wedge \overrightarrow{v}$	

Le fichier maillage01.g3w illustre la façon de remplir un rectangle à l'aide de la commande Géospace précédente.



3) On utilise alors [CREER][LIGNE][MAILLAGE][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  $P_3$ .

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	в
Nombre de valeurs: 100	
Nom du point qui décrit le lieu: P3	
Nom du maillage: M1	
Aide Annuler Ok	
$\pi V_{\overline{a}}   _{a}   _{\mu()}   _{u}   _{\overline{AB}}   _{u}   _{u} \cdot \overrightarrow{v}  _{u} \wedge \overrightarrow{v}$	

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 :

B C C		B C
Maillage avec des points	Maillage par défaut	Maillage avec des lignes
peu serrés		épaisses
peu serres		epaisses



Réalisation technique

♦ Pour remplir un triangle :

Il est un peu plus aisé de remplir un triangle : maillage02.g3w

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	в
Nombre de valeurs: 100	
Nom du point qui décrit le lieu: P2	_
Nom du maillage: M1	
Aide Annuler Ok	
$\pi  \forall \mathbf{a}    \mathbf{a}  \mid \mathbf{\mu}()  \vec{\mathbf{u}}  \overrightarrow{\mathbf{AB}}    \vec{\mathbf{u}}  \mid \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}} \mid \vec{\mathbf{u}} \wedge \vec{\vec{\mathbf{v}}}$	

**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 »  $^{\rm 8}$ 

Pour réaliser manuellement les patrons du cube, nous aurons besoin en particulier de deux outils proposés par Géospace.



# ✤ Pour définir une rotation autour d'un axe :

Le menu [CREER][TRANSFORMATION][ROTATION (axeangle)] 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  $(A, \overrightarrow{AB})$ . Ce qui ne revient donc pas au même que d'écrire *BA* (qui définit la droite munie du repère  $(A, \overrightarrow{BA})$ .

Rotation (axe-angle)		
Unité d'angle: degré 💌		
Nom de l'axe: Angle: Nom de la rotation:	R	
Aide Annuler Ok		
$\pi  \forall \mathbf{\bar{a}}    \mathbf{\bar{a}}   \mathbf{\mu}()  \vec{\mathbf{u}}  \overrightarrow{\mathbf{AB}}    \vec{\mathbf{u}}    \vec{\mathbf{u}} \cdot \vec{\mathbf{v}}$	d u∧v	

<sup>8.</sup> 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.

### **b** 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.

Polygone image		×
Polygone antécédent: Nom de la transformation:		R
Polygone image:		
Aide Annuler	Ok	

Voici une façon de procéder pour construire le patron patcube01.g3w.

**Réalisation technique** 

- On appelle *c* une variable numérique libre à laquelle on affecte une valeur correspondant à la mesure du côté du cube.
- Dans le repère *Roxy* 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).
- 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].
- $rot_1$  est la rotation d'axe (BC) <sup>9</sup> 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*.
- **③** 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  $rot_3$ .
- 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*.
- **③** Le polygone  $P_5$  est l'image du polygone  $P_4$  par la rotation  $rot_4$ .

<sup>9.</sup> 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*.
- **\square** 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/montrer le cube. La touche  $\mathbb{F}$ , qui permet de voir le plan *oxy* de face, permet donc ici de visualiser le patron de face.



# 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.



- 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*π*].
- **2** 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'].

• 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

 $M_1 \left( R \times \cos(ang); -R \times \sin(ang) + R \times ang; h \right)$  $M'_1 \left( R \times \cos(ang); -R \times \sin(ang) + R \times ang; -h \right)$ 

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  $(R/\mu(ang > 0); 0; -h)$ .

P<sub>1</sub> est le polygone M<sub>2</sub>M<sub>0</sub>M'<sub>0</sub>M'<sub>2</sub>, arc<sub>1</sub> est l'arc de cercle d'axe (OO'), d'origine M<sub>1</sub> et d'extrémité M<sub>0</sub> et arc<sub>2</sub> est l'arc de cercle d'axe (OO'), d'origine M'<sub>1</sub> et d'extrémité M'<sub>0</sub>.

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  $[M_1M'_1]$ .

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* = π) 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  $\frac{ang - \pi}{2 \times \mu(ang \ge \pi)}$  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  $-\frac{ang - \pi}{2 \times \mu(ang \ge \pi)}$  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  $M'_3$ .

• 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.

On termine la figure en créant des commandes pour piloter les variables *ang*, *R* et *h*, ainsi que des commandes de changement de vue.

▲ Fichier fini : patcylindre.g3w ▼

#### 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 <u>patcone.g3w</u>.

On considère un cône de révolution *Cn* 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 :

$$\left(\sin\left(\frac{ang\times 2\pi}{a1}\right); -\cos\left(\frac{ang\times 2\pi}{a1}\right); 0\right)$$

Lorsque  $ang \ge \frac{a_1}{2}$  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, <i>SABCD</i> est une pyramide à base
	carree telle que $AB = 9$ cm, $SA = 12$ cm, et (SA) est perpendiculaire au plan ABC.
	Le point <i>M</i> 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
	<i>Q</i> .
	Partant de ces données, on peut construire une activité ayant pour objectif d'étudier la
	nature du quadrilatère <i>ABCD</i> puis son aire en fonction de <i>x</i> .
	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<sup>e</sup> 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).
  - 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.

Geoplan_1 : Enr	egistrer sous		? 🔀
Enregistrer dans :	Configuration Géoplan	- 🖬 📩 -	
Mon du fishior :			
Nom du nomer.	curiigo.gzw		Enlegistier ;
Type :	Figure Géoplans (*.g2w)	•	Annuler



6) Choisir le dossier de destination de son choix, et nommer le fichier de configuration config6.cfg par exemple.

🗁 Configuration Géoplan	- 🗢 🗈 💣 💷	
config6.g2w		Enregistrer
Figure Géoplans (*.g2w)	•	Annuler
	Config6.g2w Figure Géoplans (*.g2w)	config6 g2w Figure Géoplans (°.g2w) _▼

- 7) La dernière étape consiste à créer un raccourci Windows qui lancera Géoplan en demandant de charger le fichier de configuration précédemment enregistré :
  - Sclic-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).

🛃 Géoplan

### ✤ 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.



Copie ajustée de l'image	×
Image limitée au double cadre	
Type de copie: Vectorisée en couleur	•
Unité de référence: largeur de l'image	•
Nombre de millimètres de l'unité :	R
Aide Annuler Ok	

II. Exporter une figure Géoplan vers un autre logiciel

#### 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.  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.

	🖶 Installation de GéoPlanSpace 🛛 🛛 🔛							
fichier l'écran Programme d'installation de GéoPlanSpace. L'installation ne peut pas installer les fichiers système ou mettre à jour les fichiers partagés s'ils sont utilisés. Avant de poursuivre, vous devriez fermer toutes les applications en cours.								
	OK Quitter l'installation							
nstallation de Gé	PlanSpace 🛛 🔀							
omm <del>enser l'in</del> stallation	en cliquant sur le bouton ci-dessous.							
	iez sur ce bouton pour installer le logiciel GéoPlanSpace dans le dossier estination spécifié.							
iquez ici pour commeni ossier:	er linstallation							
:\programmes\GeoPla	Space\ Changer de dossier							
	Quitter l'installation							

3) Une fois l'installation terminée, rendez-vous dans le menu Windows [DEMARRER][TOUS LES PRO-GRAMMES] et lancez GéoPlanSpace.

0 D C

### 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.

b Pour faire apparaître les menus, vous devez double-cliquer n'importe où sur la figure.

thier Aide Nouvelle figure GéoPlan				
Nouvelle figure GéoSpace Ouvrir une figure Enregistrer Enregistrer la figure Sous Quitter	irilatère MNPQ vaut 21.48 cm <sup>2</sup>	Créer ► Piloter ►	A	
Å	M B	Afficher  Divers Editer Aide	Copier image (automatique) Copier image (copie ajustée) Copier rappels sélectionnés Editer texte figure Editer commentaire	
•		-	Annuler Annuler annuler Limiter l'image	-

- 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 Ctrl enfoncée tout en utilisant les flèches de direction.

# Ressources

# 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 <sup>10</sup> 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<sup>e</sup> à la terminale.



<sup>10.</sup> Cette brochure est disponible en ligne sur le site de l'IREM de Reims: http://reims.univ-irem.fr/docgeometrix/ index.htm

I. D'autres logiciels de géométrie dynamique gratuits

# 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://tracenpoche.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.



🏟 Atelier de Géométrie 3D	- 🗆 ×
Fichiers Edition Options Paramètres 3D Mesures Analyse Documents	
Mode SEGMENT : Gissez la souzie d'un point à un a	autre.
	4
	1/222
	Vers
	▼ Atelier 2D ●

# 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).

# 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 :

mi en no no ré ex ph	Cette versi se gratuitem seignant en uvelles optid mbres comp Ces nouve férencées d Le dévelop clusivement is un objecti	ion de Geopi nent à dispos Juin 2007, c ons permette olexes et la l lles options s ans les fichie opement de "PC et Win f de l'A. I. D	lan-Geospace, sition du mond ontient de ant d'utiliser le angue italienn ne sont pas ers d'aide. cette version dows" n'est - C.R.E.E.M.	e s e.				
--	---	---	--	--------------	--	--	--	--

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

Créer Ploter 202 Copier inage (automatique) Copier inag

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.

ហៃវ៉ិញ	
Sterage	GEOMETRIE
Les auteurs	pour le collège
Active X	Choisir le niveau
Les programmes	. <u>Sixième</u>
Lisez-moi	. <u>Cinquième</u>
	• <u>Quatrième</u>
Quitter GéoDico	. <u>Troisième</u>

# 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/:

terrogation thématique da	ns la banque des usages TICE en mathématique
eautés deputs le 05-04-05	
	Alde 2
itères de recherche	
Azadémie	choix indifferent 💌
Type de document	choix indifferent
Niessu	choixind@erent 💌
) Thème	chok indifferent 💌
Sous-thème	chok indifferent 💌
Cadre d'utilisation	choix indifferent
Logiciel nécessaire	choix indifferent
Simple à mettre en œuvre	
Recherche par numéro de fiche	0
Liste de mots pour une recherche plein tente dans le titre ou la description	

Moteur de recherche sur la base des ressources académiques (Educnet).

### http://www.ac-grenoble.fr/lycee/LAB/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/:

Jasi J Cottors J Second J Georgen S J Andreas 153. J Georgen J Market Terraraski 11 C J Find. La ginetia plan til pan til Bay a lying rays instant at Valainge. Mathématiques I natemat A ix Marseille Faire des mathématiques avec GéoPlan-GéoSpace					
Géométrie au collège	Géométrie en seconde	Géométrie en 15			
Constructions à la règle et au compas Calcule d'aires Exercices de géométrie Configurations : <u>triangle, cercle</u>	Construction de réels Exercices de ci, de là Vecteurs Configurations :	Angles <u>Rotaines</u> Trisonamétrie Le <u>Isarroenice</u> Transformations			
6° - 5° : Problèmes de construction Parallèlogramme 4° - 3° : Théorème de Thalès	triansle, triansle rectansle, orreis, paralitiogramme 3° - 2 <sup>de</sup> : Le <u>triansle écolotéral</u>	Lieur prométriques Produit scalaire Flan projectif Clympiodes académiques			
Pythagore 3 <sup>4</sup> : <u>Accompognement programmes</u> Constructions - skages Paragos	4° - 2 <sup>40</sup> : La génetérie du triangle Droites remarcusèles du triangle 6° - TL : <u>Pentagone</u> régulier	2 <sup>de</sup> - 15 : <u>Problemer du BOA</u> <b>option 1L - TL</b> Analyze avec CésDin			

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:

Mallettes pédagogiques					
Thème	niveau	Logiciels utilisés	fichiers en téléchargement		
présentation mallette allégée TECE et aide aux élèves (fichier PI	0F, 156 ko)				
Homothéties (fichier PDF, 78 ko)	Première S	Geoplan	diamdod.g2w diamdoz.g2w		
Rotations, homothéties (fichier PDF, 66 ko)	Première S	Geoplan	equer_ad.g2w equer_az.g2w		
Rotations, homothéties (fichier PDF, 66 ko)	Première S	Geoplan	equer_bd.g2w equer_bz.g2w		
Distances, symétrie axiale (fichier PDF, 55 ko)	Seconde Première S	Geoplan	optimd.g2w optimz.g2w		
Cercle et triangle rectangle, homothéties (fichier PDF, 60 ko)	Seconde Première S	Geoplan	perpend.g2w perpeng.g2w		
Cercle et triangle rectangle, homothéties (fichier PDF, 59 ko)	Seconde Première S	Geoplan	projortd g2w projortz.g2w		
Cercle et triangle rectangle, homothéties (fichier PDF, 56 ko)	Seconde Première S	Geoplan	arcd.g2w arcdz.g2w		
Symétrie centrale (fichier PDF, 262 ko)	Cinquième	Geoplan	sym1.g2w sym2.g2w sym3.g2w		
Etude d'un cône (fichier PDF, 282 ke)	Première S	Geospace	col.g3w co2.g3w co3b.g3w section.g3w		
Division euclidierne (fichier POP, 3940 ko)	Troisierne Terminale S	Tableur	diveucid11.sdc diveucid11.xls puis_par_11.sls references.pdf ecrans.pdf		

Les mallettes pédagogiques de l'académie de Versailles.

#### \Lambda 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/:

TRANCE ug - Groupe des 1	Julianeurs des L	ogiciels du	CREE	N : GI	icplan	. et C	ikog								
le cuell	HOUVEAU	(alises) 368	- Blog	n, piteri	ca, lib	ten	Tree		de nor			pour v			
mobres soulement Messages	Accuell														
NO W	Rejointre co proc												indre co graup		
Ness	Activite de	Activiti des 7 demiters journe (Fosch)													
Signeta Base de dermées Sendages Membres	Description Cargeorge a chierois poor mattre en commun trace fa attaves chaffination des logiciels Gioplan et Giospace aimi que des contrôles Activeit asocias														
enda	Historique	des mossag	85												
mowoir		1804	Januias	Taviet	Pay	4473	Mai		A set of	4004	(aptembre	Gelebre	Sceenbre	Décarbira	
		1905	12	10	10		2	20	5		12	10	27	29	
Cotions		2804	11	6	1.5	147	30	31	29	1	24	24	1.1	23	
		2802	34	3	. 2	46		10	22	. 7	3.7	12	1.9	28	
11		2902	35	2	5	7	15			2	55		42	5	
Mervånes i 566 Colé i Phél 7, 2005 Lengen i Prenjeki		3803					37	31	6	2	3.9	20		1	
	Adresses e	mail da gr	-												

Vous pourrez vous inscrire à cette adresse à la liste de diffusion <sup>11</sup> du GRUG <sup>12</sup>. 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 Géopspace

#### \% 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.

#### bhttp://pedagogie.ac-amiens.fr/maths/:

	Mathématiques : Académie d'Amiens
*****	e not d'accuel
-	terrentes en la site de trathéreques de l'académe d'Ameré. La vous acédade d'activement les informations voulers ou au cas contraine de me contactier pour que je puise les reporter. Habiterechament: Juai Phôpe alla la
Tes	Barra Jean ohilege Contrateur deophale
nimes Don rme du molo	Ua lettre de rentrée des IPR
anet .	Pour le collige anni que les objectifs du brevet à venir
	Lattre de rentrile 2007 pour le collège 🌉
	Objectifs du tres à verie 🍂
uer .	Paur le lycée
	Lettre de rentrée 2007 pour le hrióe 🌉
	Demière actualité mise en ligne
_	BTS , le point ser les mothémetiques - vendred: 16 janvier 2006 10:30
F	Un point sur les mathématiques en BTS, document de l'ISGN Haths [Pesté par : IP Blance Source : Document PDP ]
	the neuronal problème du mole - leud 10 tanuier 2008 10:15
	for to blog - unon neuron fairs upon an operance problem. As more do construction adoptifying a

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.
# Index

# - Symboles -

 $\mu$  (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 Apercu, 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

#### 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

## - B -

Barycentre, 42, 43, 96

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  $\mu$ , 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 Hyppocrate, 92

# -1-

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 Déclic, 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

# - 0 -

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 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