

# Introduction à Wingeom :

Les activités qui suivent sont destinées à familiariser de nouveaux utilisateurs avec les fonctionnalités du programme Wingeom. Elles ne constituent pas un guide complet de l'utilisateur.

---

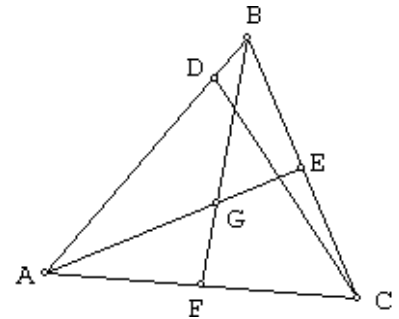
Activités d'approche de Wingeom2D* .....	p.2
Wingeom2D et quelques thèmes mathématiques.....	p.9
Application : cinq défis à réaliser à l'aide de Wingeom2D .....	p.10
Activité d'approche de Wingeom3D.....	p.11
Wingeom3D et quelques thèmes mathématiques .....	p.12
Application : Un défi à réaliser à l'aide de Wingeom3D .....	p.12

---

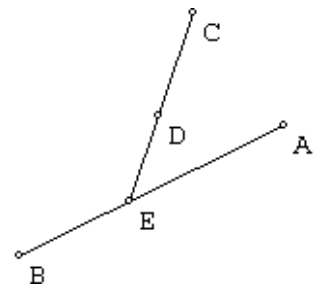
\* D'après des activités conçues par Richard Parris (l'auteur du programme) en 1999

## Activités d'approche de Wingeom 2D

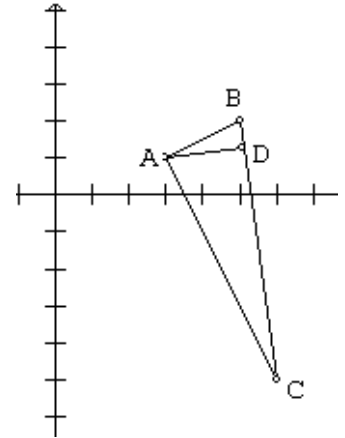
0. Lancez *Wingeom* en double-cliquant son icône (sur le bureau), ou en cliquant son icône une fois et en enfonçant la touche *Entrée*. Cliquez l'item **2-Dim** du menu **Window**. Ceci crée une petite fenêtre graphique. Par la suite vous utiliserez les menus de cette fenêtre. Les items en caractères gras désignent des items de menu ou des boutons de boîtes de dialogue qui doivent être cliqués à la souris. Les touches du clavier, comme *Entrée*, *Echappement*, et *Ctrl+W* sont généralement écrits en italique.
1. Les boutons droit et gauche ont des fonctionnalités différentes, qui dépendent de l'item coché dans le menu **Btns**. La première configuration de dessin est **Btns/Segment**. Cochez cet item en le cliquant, puis cliquez à trois emplacements quelconques dans la fenêtre graphique à l'aide du bouton droit. Ceci crée trois points appelés A, B et C. Visez A, maintenez enfoncé le bouton gauche, glissez le pointeur de la souris jusqu'au point B, puis relâchez le bouton. Le segment [AB] apparaît à l'écran (sauf si vous n'avez pas relâché le bouton suffisamment près de B). Répétez le processus pour créer les segments [BC] et [CA].
2. Cliquez du bouton droit sur un point du segment [AB]. Il sera automatiquement nommé D, car le logiciel choisit toujours la première dénomination disponible pour nommer un nouveau point. Cliquez du bouton droit est une façon de nommer un point d'un segment. En voici une autre : cliquez **Point/on segment**, entrez la liste BC, CA dans la boîte *relative to segment*, remarquez que la boîte *coordinate* affiche la coordonnée 0,5 et cliquez le bouton **Mark**. Les points E et F apparaissent aux milieux des segments [BC] et [CA] respectivement. Vous pouvez fermer cette boîte de dialogue en enfonçant simplement la touche *Echappement* (ou en fermant directement la fenêtre). Utilisez le bouton gauche pour dessiner les segments [CD], [AE] et [BF], comme à la première étape. Visez l'intersection de [AE] et [BF] et cliquez-là du bouton droit : l'intersection devrait à présent être nommée G.
3. Cliquez **Btns/Drag vertices** pour configurer la souris dans un nouveau mode. Visez le point B, maintenez le bouton gauche enfoncé (remarquez que la flèche du pointeur disparaît et que la couleur de la dénomination du point change) et faites glisser la souris. Le point B se déplace, tandis que *toutes les autres constructions s'ajustent à sa position*. En particulier, E reste le milieu de [BC], et D conserve sa position relative au segment [AB]. Ces ajustements continuent jusqu'à ce que vous relâchiez le bouton. C'est ainsi que l'on déplace le point B. Les points A et C peuvent également être déplacés, cependant si vous traînez E ou F, tout le triangle se déplace de manière rigide. Demandez-vous pourquoi cela se produit. Si vous essayez de traîner D, vous remarquerez qu'il se déplace effectivement – mais uniquement le long du segment sur lequel il a été positionné. Remarquez que le point G intersection des médianes [AE] et [BF] n'est habituellement pas sur le segment [CD].
4. Cliquez **Meas** pour ouvrir une nouvelle boîte de dialogue. Le curseur clignote dans une boîte d'édition. Inscrivez-y le rapport AD/AB (le programme ne distingue pas les caractères minuscules et majuscules), et pressez la touche *Entrée*. La valeur actuelle du rapport est affichée à la fois dans la boîte de dialogue et dans la fenêtre graphique. C'est la raison pour laquelle la boîte de dialogue des mesures *doit* être fermée (pressez simplement *Echappement*) avant que des procédures de dessin soient mises à jour. Continuez à déplacer D sur [AB]. La valeur affichée de AD/AB vous indique la



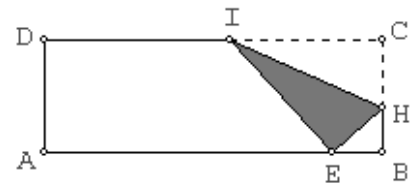
- position exacte de D sur le segment. Remarquez que la valeur de ce rapport lorsque G semble être sur le segment [CD]. Est-ce ce que vous aviez prévu ?
5. Le programme attribue non seulement des noms aux nouveaux points, mais également positionne ces noms aux emplacements des points, et place les mesures au coin supérieur gauche de la fenêtre graphique. Vous pouvez modifier ces options. D'abord cliquez **Btns/Text** pour modifier la configuration de la souris. Visez le point A et cliquez le bouton *droit*. Une petite boîte de dialogue s'ouvre en vous proposant de modifier le nom. Inscrivez P dans la boîte et pressez Entrée. Vous verrez le nom A se changer en P. De la même façon, changer B en Q. Remarquez que le rapport affiché se nomme à présent PD/PQ. Puis visez n'importe quel nom de la figure, maintenez enfoncé le bouton *gauche*, glissez la souris sur une petite distance, et relâchez le bouton. Le point ne se déplace pas, mais son nom, si. Remarquer que le point est dessiné à l'aide d'un petit cercle, habituellement dissimulé par son nom. Cliquez **Edit/Labels/Offset** afin de déplacer tous les noms (il est rare toutefois que ceci positionne tous les noms de manière satisfaisante). **Edit/Labels/transparent** fait disparaître les cadres qui entourent les noms. Cliquez **Edit/Labels/Home** pour recentrer tous les noms. Pour choisir une police différente, cliquez **Edit/Labels/Font**.
  6. Si la souris est en mode **Btns/Text**, le bouton droit peut également être utilisé pour insérer un *nouveau* texte (ou en éditer un ancien) n'importe où à l'écran, et le bouton gauche peut être utilisé pour déplacer du texte à un nouvel emplacement. Par exemple, déplacez la mesure à un emplacement proche du segment [PQ]. Pour renvoyer à leur position initiale toutes les mesures, cliquez **Other/Measurements/Home positions**.
  7. Rafraîchissez l'espace de travail en cliquant **Edit/Delete/Blank Slate**. Le programme vous demande si vous désirez sauvegarder votre travail, répondez par la négative.
  8. Configurez la souris en mode **Btns/Segment**, créez quatre nouveaux points à l'aide de clics droits, puis utilisez le bouton gauche pour créer les segments [AB] et [CD]. Configurez la souris en mode **Btns/Drag Vertices**, et déplacez quelques points de manière que les segments se croisent. Voilà une nouvelle façon de nommer l'intersection, qui peut se révéler parfois précieuse : Cliquez **Point/Intersection/Line-line**, tapez AB dans la première boîte d'édition, CD dans la suivante et cliquez sur le bouton Mark (ou pressez *Entrée*). Le nom E devrait apparaître. Pressez *Escape* pour fermer la boîte.
  9. Assurez-vous que la fonctionnalité **Other/Autoextend** n'est pas cochée (si nécessaire, cliquez dessus pour enlever l'encoche). Déplacez B de manière que les segments [AB] et [CD] ne se croisent plus, et voyez E disparaître. Maintenant activez la fonctionnalité **Other/Autoextend** en la cliquant. Remarquez que les segments sont maintenant prolongés autant que nécessaire pour afficher leur intersection, indépendamment de l'emplacement des points déplacés.
  10. Cliquez **Edit/Undo** (ou la combinaison *Ctrl+Z*). Ceci annule la dernière étape de la construction, donc l'intersection E n'est plus nommée. Cliquez **Edit/Redo** (ou pressez *Ctrl+Y*) pour rétablir la dernière étape. Vous pouvez à tout moment cliquer **Other/Lists/History** pour voir une description pas à pas de la figure active. Cette fenêtre texte se ferme automatiquement dès que vous faites n'importe quelle action dans la figure (elle peut également être fermée de la façon habituelle aux fenêtres Windows. Cliquer *Echappement* ne produit aucun effet toutefois, puisqu'il s'agit d'une boîte de dialogue).
  11. Rafraîchissez à nouveau l'espace de travail en cliquant **Edit/Delete/Blank Slate**, puis cliquez **Point/Coordinates** pour ouvrir une nouvelle boîte de dialogue. Entrez 3 dans



- la boîte  $x$ , 1 dans la boîte  $y$  et cliquez **Mark Point** (ou presser *Entrée*). Le point A(3 ;1) devrait apparaître. De la même façon, créez les points B(5 ;2) et C(6 ;-5), et reliez tous les points. Pressez *Echappement* pour fermer cette boîte de dialogue. **View/Axes** fait apparaître ou disparaître les axes de coordonnées.
12. Configurez la souris en mode **Btns/Drag vertices**, puis vérifiez que vous ne pouvez déplacer *aucun* des points dans la fenêtre graphique. Ceci est dû au fait que les points ont été définis à des emplacements déterminés.
  13. Cliquez la boîte de dialogue **Measurements**. Tapez  $\angle ABC$  dans la boîte d'édition et presser *Entrée*. La mesure de l'angle ABC s'affiche. Le symbole « inférieur à » informe le programme qu'une mesure d'angle est requise. Si vous essayez de définir un angle par la notation  $\angle B$ , le programme ne comprendra pas, car il attend une description utilisant trois points. Entrez ABC dans la boîte d'édition et presser la touche *Entrée* pour voir apparaître l'aire du triangle ABC. Entrez  $AB+BC+CA$  pour le périmètre du triangle ABC. Pour sélectionner le périmètre dans la boîte de dialogue, le cliquer. Sélectionnez de même la mesure d'angle. Cliquer le bouton **hide** fait disparaître la mesure de l'écran, et cliquer **show** la fait réapparaître. Pressez *Echappement* pour fermer la boîte de dialogue.
  14. Si vous voulez voir affiché le type de la mesure effectuée (longueur, aire ou angle), cochez l'item **Others/Measurements/Show Units**. Lorsque vous modifiez ce réglage, il faut attendre que l'écran soit rafraîchi (par exemple par le raccourci *Shift+Home*) pour que les changements soient effectifs.
  15. Cliquez **Line/Perpendiculars/Altitude**, inscrivez  $BC$  dans la boîte *perp to line*, A dans la boîte *from point*, et cliquez *Draw*. Ceci construit la hauteur relative à  $[BC]$ , le point D étant le pied de cette hauteur. Pressez *Echappement* pour fermer la boîte de dialogue.
  16. Ouvrez à nouveau la boîte de dialogue **Measurement**, inscrivez-y simplement D et pressez *Entrée*, vous devriez voir apparaître les coordonnées de D (5.1 , 1.3). Vous pouvez vérifier que (AD) et (BC) sont perpendiculaires en mesurant l'angle  $\angle ADB$ . Cliquez **Other/Lists/Lines** pour ouvrir une fenêtre texte qui liste tous les alignements de points de la figure. Les axes de coordonnées étant visibles, une équation cartésienne de chaque droite est affichée. Cette fenêtre se ferme à la manière traditionnelle de Windows.
  17. Si vous préférez avoir les fonctionnalités de la souris constamment disponibles à l'écran, cliquez **Btns/Toolbar**. Cette petite boîte de dialogue (que vous pouvez déplacer) affiche les différentes configurations possibles de la souris. Mettez la souris en mode **Text edit.**, puis déplacez les mesures affichées jusqu'à les faire disparaître de la fenêtre. Pour les repositionner à leur emplacement d'origine, cliquez **Other/Measurement/Home Position**. Changez à présent la configuration de votre souris, et déplacez vos points hors de la fenêtre de vue. Pour retrouver la figure d'origine, cliquez **View/Window** (ou le raccourci *Ctrl+W*).
  18. Cliquez **Edit/Delete/Blank slate** pour débiter une nouvelle figure. Cliquez **Units/Polygon/Parallelogram**, et entrez dans l'ordre les valeurs 12, 90 et 4 pour les mesures de côté, angle, côté respectivement avant de valider; ceci devrait faire apparaître un rectangle ABCD. Si les axes de coordonnées sont toujours visibles, effacez-les avec **View/Axes** (ou le raccourci *Ctrl+A*). Créez à la souris un point E sur le segment  $[AB]$ , plus proche de B que ne l'est C. Tracez le segment  $[CE]$ .



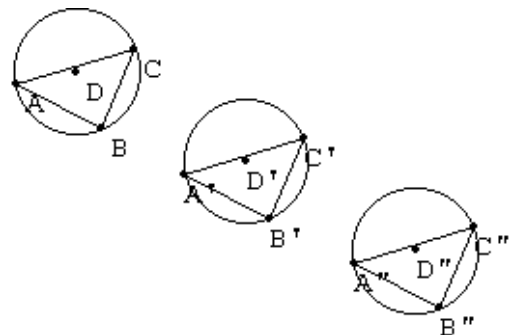
19. Cliquez **Line/Perpendiculars/Perp bisector**, inscrivez CE dans la boîte d'édition et validez. La droite (FG) ainsi tracée est la médiatrice de [CE] : nommez H et I ses points d'intersection respectifs avec (BC) et (CD), et tracez les segments [EH] et [EI].
20. C'est le moment de faire un peu de nettoyage. Les points F et G ne servent plus à rien, aussi cliquez **Edit/delete Point**, entrez FG dans la boîte et validez. Pour ne conserver que le tracé du segment [HI], cliquez **Line/Extensions**, listez HI, IH dans la boîte et validez (ceci « tronque » les demi-droites [HI] et [IH] ; elles peuvent être à nouveau prolongées de la même façon). Cliquez **Edit/ Delete /Line**, listez CE, DC, BC dans la boîte d'édition et validez.
21. Tracez à nouveau les segments [CH], [CI], [ID], [HB], [IE] et [EH]. La raison de cette construction étrange apparaîtra bientôt. Cliquez **Edit/Highlights/Line attributes**, listez CH et CI dans la boîte d'édition, cliquez le bouton *style* jusqu'à faire apparaître le mode *dotted*, et validez. Comme le programme a oublié que les points C, I et D sont alignés (c'est pour cela qu'on d'abord effacé le segment [CI] avant de le dessiner à nouveau), les pointillés ne s'appliquent pas à [DI] – sinon le segment [CD] aurait été complètement mis en pointillés, ce qui n'était pas le but recherché – Fermez la boîte de dialogue. Dernière touche décorative : cliquez **Edit/Highlights/Fill Region**, pour colorier le triangle *EHI* dans une couleur de votre choix. Votre travail (éventuellement recentré par *Ctrl+W*) devrait ressembler à l'illustration ci-contre.



22. Cette construction reproduit le pliage d'une feuille rectangulaire de papier, de façon que le coin C coïncide avec un point E situé sur un autre côté. Les segments en pointillés indiquent les emplacements des bords avant pliage, et la partie coloriée indique le verso de la feuille.
23. Assurez-vous que la fonctionnalité **Other/Autoextend** n'est pas cochée, puis déplacez lentement le point E le long de [AB]. Si vous l'éloignez trop du point B, la construction disparaît: comprenez-vous pourquoi ?
24. Mesurez tour à tour les angles  $\angle BHE$  et  $2\angle HIC$ . Notez que l'égalité n'est pas affectée par le déplacement de E le long de [AB]. Vous êtes certainement en train de marmonner une explication à ce résultat.

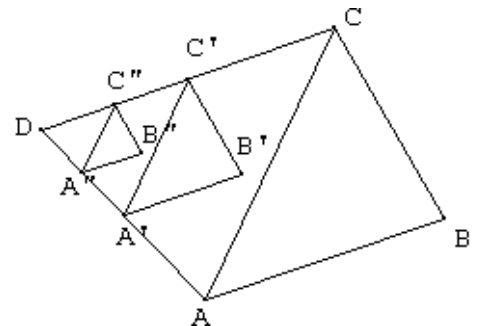
25. Rafraîchissez l'écran pour recommencer une nouvelle figure. (Il est possible d'avoir plusieurs fenêtres graphiques ouvertes à la fois – cliquer simplement à nouveau **2-Dim** dans la fenêtre principale- mais ceci n'est pas nécessaire ici). Cliquez **Units/Random/Triangle**. C'est une méthode rapide pour placer trois points à l'écran et les relier à l'aide de segments.

26. Cliquez **Circle/Circumcircle**. Comme *ABC* est déjà préselectionné, il vous suffit de cliquer *OK*. Ceci construit le cercle circonscrit au triangle, en nommant son centre D. Le programme définit les cercles par leur centre et un point du cercle. Aussi pour effacer le centre d'un cercle faut-il au préalable effacer le cercle lui-même. Vous pouvez le vérifier en lisant le message d'erreur qui s'affiche lorsque vous demandez l'effacement de D par **Edit/Delete/Point**. Le même message apparaîtrait si vous essayiez d'effacer un point qui serait le seul appartenant à un cercle.



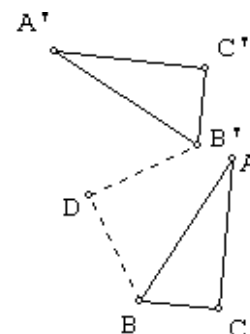
27. Cliquez **Transformation/Translate**, entrez 2 dans la boîte *by the multiple* et AB dans la boîte

- vector* . Laissez telle quelle la boîte *vertices*, qui liste tous les points actuellement présents sur la figure. Validez pour appliquer à la totalité de la figure une translation de vecteur double de AB. Remarquez que la nouvelle figure comporte deux triangles, deux cercles, huit sommets, et que les nouveaux sommets créés ont été nommés en ajoutant un prime à leurs dénominations originelles. Cliquez **Last repeat** (ou pressez plus simplement F7) . Ceci répète la transformation aux dernières images en date. La figure devrait maintenant ressembler à l'illustration.
28. Déplacez le sommet C à l'écran et observez l'effet produit. La translation ayant été définie relativement au vecteur AB, l'effet est sensiblement différent si vous déplacez le point B au lieu du point C. Essayez. Remarquez également que vous ne pouvez déplacer d'autres points que A,B et C sans entraîner la totalité de la figure dans le mouvement.
29. Appliquez à présent deux fois successivement (touche F7) une translation de vecteur 2AC à la totalité de la figure. Vous devriez obtenir neuf triangles, neuf cercles avec leurs centres, et trente-six noms. Le programme attribue de nouveaux noms en accolant des caractères spéciaux à des lettres écrites en majuscules. Les neuf possibilités pour chaque lettre sont illustrées par la séquence A, A', A'', A~, A?, A%, A!, A&, A`. Avoir une telle gamme de notations à l'écran peut s'avérer fatiguant. Presser Ctrl+L (plus rapide que **Edit/Labels/Label on off**) pour cacher tous les noms ( même commande pour les réafficher). Essayez Ctrl+D (ce qui revient au même que **Edit/Labels/Dot mode**) plusieurs fois. Remarquez que les points peuvent être indiqués à l'aide de cercles évidés, de disques pleins, ou ne pas être marqués du tout. Avec des cercles évidés, cliquez **Edit/Labels/Bullet size**, entrez un chiffre dans la boîte, et validez. La taille par défaut est 4, mais vous pouvez préférer une taille différente (ce dont le programme se souviendra).
30. Nettoyez l'écran pour une nouvelle construction. Construisez à nouveau un triangle ABC quelconque, et à l'aide de la souris, placez un point D éloigné de ce triangle. Cliquez **Transf/Dilate**. Cette boîte de dialogue permet de définir des rotations, des homothéties (ou une composition des deux). Elle propose par défaut une simple homothétie, ce qui est indiqué par la valeur d'angle 0.0. Inscrivez D dans la boîte *center*, ABC dans la boîte *vertices*, et validez. Répétez la transformation.
31. Tracer les segments [DA],[DB] et [DC]. Les points A' et A'' devraient sembler appartenir au segment [DA], ce qu'ils *sont* en vertu de la définition d'une homothétie. Cependant les points n'ont pas été placés comme *appartenant* au segment (qui d'ailleurs a été créé postérieurement) et le logiciel n'a pas passé son enfance à apprendre par cœur des théorèmes de géométrie, aussi ignore-t-il que les points A' et A'' sont en placés sur le segment [DA]. Pour constater ce fait, essayez d'effacer le segment [AA']...
32. La figure doit ressembler à l'illustration. Déplacez les points de départ (à savoir A,B,C et D) à l'écran. La figure réagit différemment lorsque l'on déplace les points D ou A.
33. Si l'item **Transf/Save labels** est coché, cliquez cet item pour enlever l'encoche. Puis appliquez une translation de vecteur AB au triangle ABC. Le triangle translaté est probablement nommé A<sub>0</sub>B<sub>0</sub>C<sub>0</sub> (pour noter A<sub>0</sub> dans la boîte des mesures écrivez A\_0).

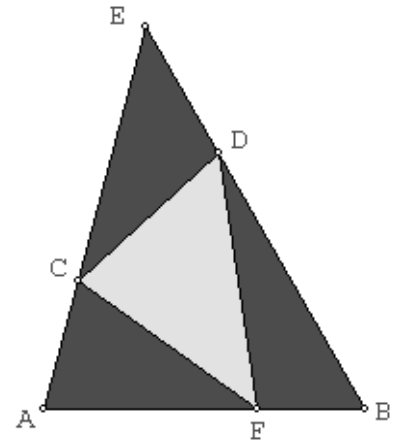


En vertu de la définition d'une translation, les points  $A_0$  et B sont confondus. Cependant Wingeom a attribué deux noms différents au même point. Le logiciel pense que les points sont différents, car il a dû *calculer* l'emplacement du point  $A_0$ , qui peut différer de celui de B autour de la vingtième décimale ! C'est le genre de situation où vous pouvez avoir envie de vous passer de la stupidité des ordinateurs, ce que vous *pouvez* faire : cliquer **Edit/Undo** (ou Ctrl+Z) pour annuler la transformation, cliquer **Transf/Save labels** pour cocher cet item, faites à nouveau la translation. Le point  $A_0$  n'apparaît pas cette fois. Vous avez autorisé le programme à considérer la grande proximité des points  $A_0$  et B comme suffisante pour les *identifier*. Cette fonctionnalité n'a d'effet que sur les points générés par une transformation.

34. Effacez la figure. Créez un triangle rectangle par **Units/Random/Right triangle** (attention au mot *right*). Bien que les sommets soient générés de manière aléatoire, ils ne peuvent pas être déplacés indépendamment les uns des autres. Essayez – le triangle se déplace sans déformation.
35. Créez à la souris un nouveau point D, quelque part hors du triangle  $ABC$ . Cliquez **Transf/Rotation**, inscrivez  $D$  dans la boîte *center*, vérifiez que le facteur *dilatation factor* est de 1 (isométrie), inscrivez  $ABC$  dans la boîte *vertices* et entrez  $90\#$  dans la boîte *angle* (ne pas oublier le symbole #), validez. L'angle de rotation dépend du paramètre #. Essayez donc d'estimer sa valeur avant de passer au paragraphe suivant.
36. Cliquez **Anim/#Slider**. La boîte de dialogue résultante (que vous pouvez maintenir active aussi longtemps que vous le désirez) affiche la valeur courante de #, et vous permet de la modifier de différentes façons. L'une d'elle est d'entrer une nouvelle valeur à la place du texte mis en surbrillance : entrez 0.5 dans la boîte d'édition et validez. Remarquez que la figure change en même temps que #. Vous pouvez ainsi visualiser le résultat d'une rotation d'angle  $45^\circ$ , de centre D. Visez avec le curseur de la souris une des extrémités de la barre de défilement, enfoncez le bouton gauche et maintenez-le appuyé. L'ascenseur se déplacera lentement en modifiant la valeur de #. En même temps, l'angle de  $90\#$  est actualisé. Vous pouvez également déplacer directement l'ascenseur en le traînant. La manière la plus simple de procéder est de cliquer **autorev**, qui déplace l'ascenseur automatiquement de gauche à droite puis de droite à gauche, ou **autocycl**, qui réitère indéfiniment des déplacements de gauche à droite. Remarquez que ceci fait disparaître la boîte de dialogue, et qu'un message en en-tête de la fenêtre vous informe que vous devez taper la touche Q pour quitter l'animation. Laissez vous hypnotiser un moment, puis enfoncez la touche Q.
37. Tracez les segments  $BD$  et  $DB'$ , par exemple en listant  $BDB'$  dans la boîte apparaissant par **Line/Segments**, puis mettez-les en pointillés. La figure devrait à présent ressembler à l'illustration.
38. Ouvrez la boîte de dialogue des mesures, et demandez l'affichage des valeurs de #, de  $90\#$  et de  $\angle BDB'$  successivement. Vous aviez bien sûr prévu l'égalité qui apparaît. Faites encore varier # pour la forme.
39. Construisez encore l'image de  $A'B'C'$  par la rotation de centre D et d'angle  $90\#$ , et répétez quatre fois l'opération avec F7. Vous devriez avoir sept triangles à l'écran, le dernier construit étant nommé  $A''_3B''_3C''_3$ .
40. Cochez l'option **transf/Save labels**. Puis attribuez à # la valeur  $2/3$ . Au voleur ! Où est passé le septième triangle ? Videz vos poches immédiatement !



41. Si vous voulez modifier la précision décimale, cliquez **Edit/Decimals**, entrez un naturel inférieur à 19, et validez. Le nouveau format sera actif dès que les mesures seront mises à jour, par exemple en déplaçant le triangle de départ  $ABC$ .
42. Effacez votre construction précédente. Débutez très simplement en cliquant **Units/Segment**, puis pressez la touche *Entrée* deux fois de suite. Apparaît un segment de longueur unité (par référence à l'échelle du repère implicite). Cliquez **Line/Angles/New angles**, entrez  $AB$  dans la boîte *initial ray*,  $75$  dans la boîte *angle size*, et validez. La demi-droite  $[AC)$  apparaît. Maintenant, entrez  $BA$  dans la boîte *initial ray*, et  $-60$  dans la boîte *angle size* et validez à nouveau. La demi-droite  $[BD)$  apparaît. Remarquez l'utilisation d'un signe moins dans la définition du second angle. Quelle valeur positive aurait permis de construire la même demi-droite  $[BD)$  ?
43. L'intersection des demi-droites peut se trouver hors de la fenêtre graphique. Une façon de nommer ce point (peut-être invisible) est de cliquer **Point/Intersection/Line-line**, d'entrer  $AC$  et  $DB$  dans les boîtes, et de valider. L'intersection  $E$  devrait être à présent visible.
44. Le triangle  $ABE$  a ainsi été construit avec des angles de  $75$ ,  $60$  et  $45$  degrés. Pour finir, effacez les points  $C$ ,  $D$  et conservez le seul tracé des segments  $[AE)$  et  $[BE)$ .
45. Fixez la valeur de  $\#$  à  $0.6$ , puis cliquez sur l'item **Point/On segment**. Ceci fournit un autre moyen de positionner des points sur des segments, en conservant d'infinies possibilités d'animation et de contrôle. Par exemple listez  $AB, BE, EA$  dans la boîte *relative to segment*. Si vous cliquez *Mark* dès à présent avec  $0.5$  comme valeur de la boîte *coordinate*, vous verrez apparaître les trois milieux des côtés du triangle  $ABE$ . Au lieu de cela, remplacez  $0.5$  par le symbole  $\#$ , qui vaut ainsi que vous le savez  $0.6$ , et validez. Le point  $C$  apparaît aux  $6$  dixièmes du segment  $[AB)$  dans le sens de  $A$  vers  $B$ , et de même pour les points  $D$  et  $F$ .
46. Tracez les côtés du triangle  $CDF$ . Remarquez en passant que le programme a recyclé les dénominations  $C$  et  $D$ . Coloriez le triangle  $ABE$  en rouge et le triangle  $CDF$  en jaune. Notez qu'il fallait colorier le plus grand triangle d'abord pour obtenir une figure qui ressemble à l'illustration.
47. Devinez la valeur du rapport d'aires  $CDF/ABE$ , et vérifiez-le par une mesure (souvenez-vous qu'il n'y a aucun inconvénient à utiliser les minuscules).
48. Si vous avez raté la prédiction précédente, rattrapez-vous en devinant la valeur du rapport lorsque  $C, D$  et  $F$  sont milieux des côtés, et vérifiez en visualisant ce cas. Pouvez-vous obtenir un triangle  $CDF$  d'aire exactement moitié de celle de  $ABE$  ?
49. Effacez les noms des points, ainsi que les cercles qui les marquent, puis animez  $\#$  en mode **autorev** ou **autocycl**. Tapez  $S$  pour ralentir l'animation,  $F$  pour l'accélérer et  $Q$  pour l'arrêter.

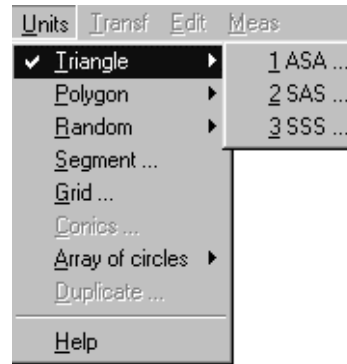


## Wingeom 2D et quelques thèmes mathématiques

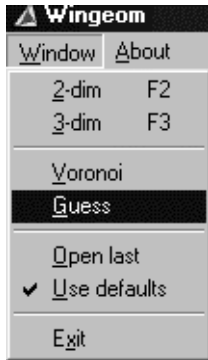
### I] Les trois cas d'isométrie de triangles :

Le triangle ABE construit aux étapes 42 à 44 pouvait être construit d'un seul coup via le menu **Units/Triangle** qui présente tout simplement les trois cas d'isométrie des triangles aux programmes de seconde !

On voit tout le parti que l'on peut en tirer pour introduire de façon naturelle ces cas d'isométrie, et surtout pour les réinvestir au quotidien.



### II] Les transformations



Vos élèves trouvent barbant l'étude des transformations ? Il y a fort à parier que les plus réticents s'éveilleront à l'essai de ce récent module... Lancez-le à partir du menu principal **Window/Guess**.

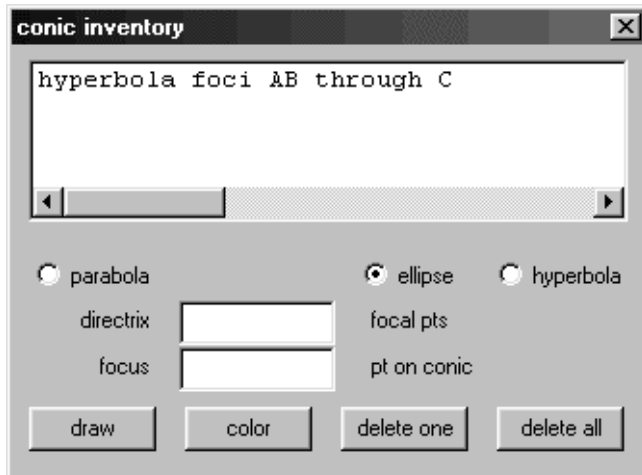
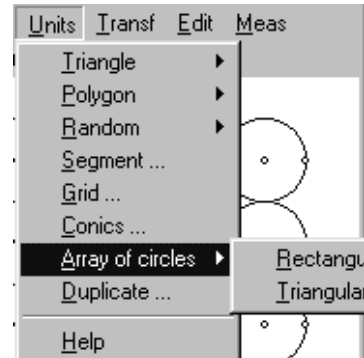
Deux triangles sont à l'écran : à vous d'identifier la transformation qui permet d'appliquer le triangle rouge sur le triangle bleu. Pas toujours facile.

( Si vous séchez, la touche F5 vous offre un coup de pouce)

### III] Thème « empilement de sphères »

Le menu **Units/Array of circles** vous permet d'étudier commodément des empilement de disques.

Les formules [pie](AB) et [cir](AB) permettent de mesurer respectivement l'aire et la circonférence d'un disque de rayon AB. (attention : les crochets sont indispensables)



### IV] Les coniques :

Vous pouvez aussi étudier de manière conviviale les coniques en usant du menu **Units/Conics**.

Expérimentez !

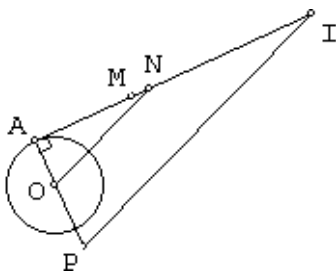
**Applications : cinq défis à relever à l'aide de wingeom2D :**

Défi 1 (assez facile) « théorème de Napoléon Complet » :

Pour un triangle quelconque, les centres des triangles équilatéraux externes aux côtés des triangles forment un triangle équilatéral. De même les centres des triangles équilatéraux internes aux côtés du triangle forment un triangle équilatéral, et la différence des aires des deux triangles équilatéraux des centres est égale à ... devinez quoi !

Truc : pour « attacher » rapidement des triangles équilatéraux au triangle de départ, essayez la commande **Units/Polygon/Attach/Regular**. Coloriez avec goût.

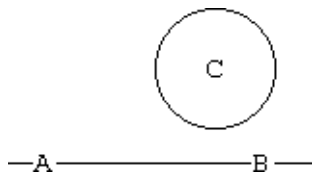
Défi 2 (un peu moins facile) « il y a pis » :



Réalisez la figure ci-contre. (AI) est une tangente au cercle de rayon 1,  $AM = \frac{11}{5}$ ,  $AN = \frac{13}{5}$ ,  $OM = AP$ , (PI) et (ON) sont parallèles.

Mesurez  $\frac{AI}{2}$  ( Le résultat affiché est joli sujet de discussion !)

Défi 3 (astucieux) « L'empire du soleil couchant » :

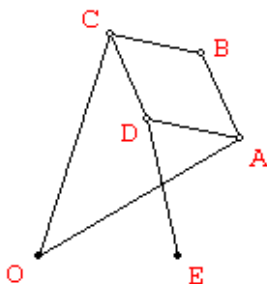


Réalisez la figure ci-contre de manière que, lorsque l'on déplace le point C en dessous de la droite (AB), le cercle de centre C disparaisse !

Défi 4 (difficile) « là colle à 60° » :

[AB] étant un segment fixé, construire M variable tel que  $\angle AMB = 60^\circ$  (angle géométrique)

Défi 5 (très difficile) « L'inverseur de Peaucellier » :



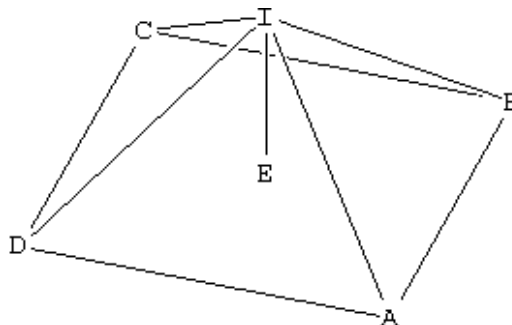
Les points O et E sont fixes, ABCD est un losange déformable et  $OA = OC$ . Les points A, B, C, D peuvent bouger avec les barres dont ils sont les extrémités articulées. On a ici complété le système avec une barre [DE] de mesure  $DE = OE = 3$ .

Simulez ce mécanisme avec Wingeom : on doit pouvoir faire mouvoir le système jusqu'aux positions correspondantes au losange aplati, et pouvoir faire varier les paramètres AB et OA.

Observez comment varie l'aire du losange...

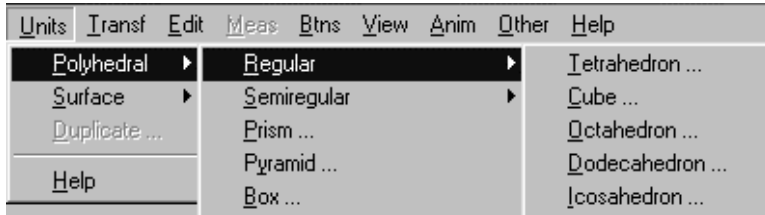
### Activité d'approche de Winggeom 3D

50. Fermez la fenêtre précédente, puis cliquez l'item **3-Dim** du menu **Window**. Ceci crée une petite fenêtre graphique. Par la suite vous utiliserez les menus de cette fenêtre.
51. Créez un cube par le menu **Units/Polyhedral/Regular**. Conservez la valeur 1 par défaut pour la mesure du côté. Vous devriez voir apparaître un cube dans la fenêtre graphique.
52. Par défaut, le mode de visualisation est **Hidden**, faces cachées, ce qui empêche de voir le nom du sommet caché. Vous pouvez le faire apparaître en tournant le cube à l'aide de la touche F9 (pour d'autres options, consulter le menu **View/Observer**), mais il est plus simple de modifier le mode de visualisation. Optez pour **View/Hidden Lines/Shown**, fil de fer.
53. Plusieurs façons de procéder sont possibles pour créer le centre du cube, mais la plus simple ici est de définir le milieu d'une diagonale du cube via le menu **Point/1 relative coordinate**.
54. Créez les faces latérales de la pyramide ABCDI en entrant dans la boîte **Linear/segment or face** les noms des quatre triangles, séparés par des espaces ou des virgules. La commande **Other/Euler** vous permet de contrôler que votre construction comporte 9 sommets, 16 arêtes et 10 faces.
55. Nous allons maintenant découper le cube pour ne conserver que la pyramide ABCDI. Là encore, il y a plusieurs façons différentes de procéder ; la plus simple étant sans doute d'utiliser le menu **Edit/Linear elements**. Dans la boîte de dialogue qui s'ouvre, cliquez sur item jusqu'à voir sélectionnée une face indésirable, puis cliquez sur **delete**. Répétez l'opération autant que nécessaire, puis effacez les points EFGH via **Edit/point delete**. Vérifiez que le solide restant comporte 5 sommets, 8 arêtes et 5 faces.
56. Construisez la hauteur de la pyramide via le menu **linear/altitudes/to plane**. Vous devriez obtenir une figure semblable à l'illustration.
57. Quelques devinettes à 0,01€ : quel est son volume ? La longueur de ses arêtes ? Sa hauteur ? Sa surface (moins facile) ? Vérifiez tout cela : le volume figure dans le menu **Other** (la procédure ne fonctionne que pour des polyèdres convexes), les autres mesures s'effectuent comme d'habitude  
(entrer  $0.5 * [\text{sqr}](3)$  pour noter  $\frac{\sqrt{3}}{2}$ )
58. Effacez la hauteur [IE] et le point E, puis créez un cube FGHJKLM de côté 1. Nous allons maintenant coller des pyramides sur les six faces du cube Lancez pour cela la commande **Units/Polyhedral/Attach copy**, et dans la nouvelle fenêtre compléter la boîte *polyhedron* avec ABCDI, et la boîte *to triangle* par, disons, KLM. Attention : Les trois premiers sommets de chacune des boîtes sont identifiés dans l'ordre, aussi entrer KML produit un résultat différent (heureusement, il y a un bouton *Undo*) ! Une fois les six faces recouvertes, effacez la pyramide ABCDI. Vous avez ainsi construit un dodécaèdre rhombique (plus péniblement qu'avec **Units/Polyhedral/Rhombic dodecahedron**). Sauriez-vous expliquer pour quelle raison ce polyèdre permet de paver l'espace tridimensionnel ?



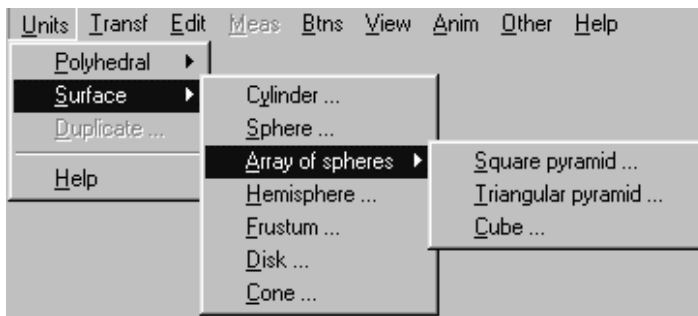
## Winggeom 3D et quelques thèmes mathématiques

### I] Les solides de Platon :



Winggeom vous permet de construire directement ces solides, et d'étudier leurs correspondances cachées.

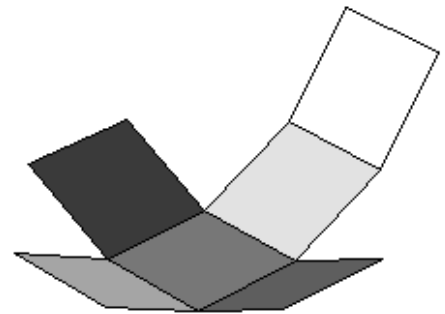
### II] Thème « empilement de sphères »



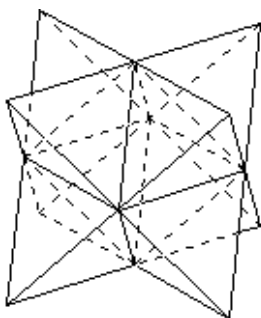
Après avoir comparé les densités des assemblages de disques (cf winggeom2d), passez aux empilements de sphères. L'occasion de redécouvrir la conjecture de Kepler récemment démontrée...

### III] Patrons de polyèdres :

Vous pouvez également réaliser de jolies animations couleur et en 3D, comme le montre le fichier cubenet.wg3



### Application : un défi pour winggeom 3D :



Construisez à l'aide de Winggeom ce solide cher à Kepler : le stella octangula !