INSTALLATION DE GEOMETRIX

I Installation monoposte et multiposte

L'insertion du cdrom dans le lecteur lance automatiquement le logiciel d'installation. Pour certaines configurations, le lancement automatique de l'installation est impossible. On installera alors GEOMETRIX en lançant le programme SETUP.EXE qui se trouve sur le cdrom à l'aide de l'explorateur windows.

Le numéro de licence est demandé lors du premier lancement du logiciel. Si vous disposez d'une licence monoposte, vous devez laisser le cdrom présent dans le lecteur.

Pour les licences multipostes, il n'est pas nécessaire de laisser le cdrom GEOMETRIX dans le lecteur et vous pouvez recopier les répertoires des exercices sur le disque dur.
Les fichiers nécessaires au fonctionnement de GEOMETRIX sont enregistrés dans un seul et unique répertoire. Cependant, pour le désinstaller, on aura recours aux fonctionnalités de désinstallation offertes par WINDOWS. (Panneau de configuration, Ajout/Suppression de programmes). Il est impératif de désinstaller GEOMETRIX avant toute mise à jour. La désinstallation n'affecte aucun des fichiers créés par GEOMETRIX.

L'installation génère trois icônes. Deux de ces icônes concernent exclusivement le professeur (et). Ces icônes peuvent être supprimés sur les postes élèves.

II Installation en réseau

Vous devez disposer d'une licence multiposte.

Sur le serveur, l'installation est identique à la version multiposte. On peut laisser le cdrom dans le lecteur du serveur et le partager . On peut aussi copier les répertoires contenant les exercices sur le disque dur. Dans ce cas on veillera à respecter le nom des répertoires d'exercices de GEOMETRIX. Le répertoire de l'application doit être partagé avec des droits de lecture et d'écriture. C'est dans ce répertoire que le logiciel conserve une description de l'activité de tous les élèves de toutes les classes dans une base de données à accès partagé.

Sur les postes clients, il faut créer un lecteur logique. On utilisera le même nom de lecteur logique pour tous les postes clients. Pour terminer, il suffit de créer un raccourci vers le fichier geometrx.exe. Si un des postes clients devait être un poste d'où le professeur souhaite pouvoir créer des exercices de construction, on ajoutera un raccourci vers le même fichier (geometrx.exe) avec le paramètre “ prof ”. Pour créer des exercices de démonstration, il faut aussi ajouter le raccourci vers geoprof.exe.

III Remarques importantes concernant l'organisation des répertoires GEOMETRIX

L'espace occupé par les répertoires contenant les exercices de construction est important. Il est préférable de les laisser sur le cdrom. Dès le premier lancement du logiciel celui ci mémorise le chemin des exercices, de l'aide et de la démo concernant la création d'exercices de construction. Si le cdrom est absent, GEOMETRIX tentera de retrouver ces répertoires sur le(s) disque(s) dur(s) physique(s) et logique(s). On peut donc copier ces répertoires sur n'importe quel disque, GEOMETRIX les retrouvera, pourvu qu'ils conservent le même nom, et notera leur chemin. La recherche des exercices commencent toujours par le cdrom. Si celui-ci est présent, GEOMETRIX arrête ses recherches.

Il est possible de créer des répertoires portant les mêmes noms que ceux que l'on trouvera sur le cdrom et d'y copier une partie des exercices. Si le cdrom est absent, GEOMETRIX repèrera automatiquement leur présence. Pour exporter des exercices de construction du cdrom vers un disque dur il est impératif d'utiliser le module professeur de GEOMETRIX : Touche F8 (charger l'exercice) puis Touche F9 Fermer/Exporter l'exercice.

IV Personnalisation des messages

La plupart des menus et des messages de GEOMETRIX peuvent être adaptés à la situation pédagogique. Les fichiers contenant ces messages sont ceux qui portent l'extension .ERR. Les deux principaux sont DIALOG.ERR et GRAPH.ERR. On trouvera la plupart des messages concernant la démonstration dans GRAPH.ERR et MESSCOMP.ERR. Ils doivent être sauvegardés en format texte sans modification de leur structure.

LA CREATION D'EXERCICES DE CONSTRUCTION

Avant d'aborder ce chapitre, il convient de connaître les possibilités du logiciel.

GEOMETRIX, en mode exercice peut détecter toute erreur de construction de la part de l'élève à partir de la figure construite par le concepteur de l'exercice, quelles que soient les méthodes de construction employées. En cas d'erreur détectée c'est au concepteur de prévoir le message que lira l'élève. A défaut, le logiciel envoie un message standard. Il est aussi possible de définir un "scénario" en cas d'erreur. Le logiciel peut en effet animer la construction de l'élève, faire apparaître des objets (non définis par l'élève) qui permettront de suggérer des pistes de recherche et ce, quelle que soit la figure. C'est un dictionnaire animé et contextuel que GEOMETRIX est capable d'adapter à la figure de l'élève à l'instant même où ce dernier se trompe. Les explications se font sur la figure de l'élève et non sur une figure construite in abstracto. Ces interventions peuvent également être définies comme des suggestions qui seront déclenchées après un temps prévu par l'enseignant ou appelées par l'élève lui-même. Dans ce dernier cas, le fait que l'élève ait appelé l'aide contextuelle apparaît dans le compte rendu conservé dans un "carnet" qui garde la trace de toute l'activité de l'élève. Il faut aussi savoir que le logiciel est capable de comparer la méthode de construction employée par l'élève à celle du professeur. Si les deux méthodes sont différentes, il propose à l'élève de voir une autre solution que la sienne. Le logiciel reconstruit alors la figure quelle que soit sa configuration avec la méthode du professeur. C'est la méthode de construction choisie par l'enseignant qui est montrée à l'élève et non la figure du professeur. L'élève peut donc déplacer quelques points de sa figure et assister à une reconstruction dans des configurations différentes toujours selon la méthode définie par le concepteur de l'exercice. Après 1/4 heure de recherche, si l'élève n'a pas trouvé de solution, il peut appeler la solution du professeur, si ce dernier l'a décidé, en cliquant sur le point d'interrogation en bas à droite de l'écran. Cette demande apparaît dans le compte rendu. Si l'élève s'inscrit dans une classe sous son nom, le compte rendu est conservé dans une base de données qui peut être utilisée dans un réseau car elle autorise l'accès partagé et simultané.

On peut diviser la création d'un exercice en plusieurs étapes. Soit l'exercice suivant :

[BC] est un segment mesurant 8 cm.
Construire un point A, tel que
- ABC est un triangle isocèle en A
- AB = 10 cm

I Le lancement du logiciel de création

Cliquer sur l'icône GEOMETRIX (Professeur) . Ce module permet à la fois de créer les exercices de construction et de les tester en situation élève sans avoir à charger le module réservé à l'élève.

II L'amorce (Etape facultative)

Il est possible de fournir à l'élève une figure de départ que nous appellerons une amorce. Ici, nous décidons d'éviter à l'élève la construction des points B et C. Pour cela nous plaçons un point B quelconque puis nous définissons le cercle C1 de centre B et de rayon 8cm. Nous fixons un point C sur le cercle C1 et nous définissons le segment [BC]. On cache le cercle en cliquant dessus avec le bouton droit de la souris puis en appelant Aspect dans le menu contextuel. On coche la case "Caché".

L'amorce est terminée. Il faut impérativement la sauver sur le disque dur avant de poursuivre. On appelle le menu Fichier/ Professeur/Enregistrer l'amorce. Le nom de fichier ne doit pas excéder 8 lettres.

Remarque : L'amorce doit toujours correspondre au début de la figure conçue par le professeur. Si ce n'est pas le cas, le logiciel ne saura pas comparer avec certitude la méthode de construction de l'élève avec celle du professeur.

III La solution du professeur.

Bien entendu, il faut avoir à l'esprit que l'élève peut demander à voir la solution si le professeur sauvegarde l'exercice en autorisant la comparaison des solutions. Il faut donc utiliser une méthode de construction adaptée à la classe. On décide ici de construire le cercle C2 de centre B et de rayon 10 cm, le cercle C3 de centre C et de rayon 10 cm. Les points A et D seront les points d'intersection de ces 2 cercles. On finit la construction par le triangle ABC.

La figure, telle qu'elle était demandée par l'énoncé, est terminée. Il faut maintenant cacher les deux cercles (clique droit de la souris, menu Aspect) car tout objet non caché construit par le professeur est exigé chez l'élève.

On pourrait générer maintenant l'exercice en donnant le même nom de fichier que celui donné à l'amorce (Touche F9 ou menu Fichiers/Professeur/Enregistrer l'exercice). En rechargeant l'exercice (Fichiers/Exercice) en mode test, on s'apercevrait que le logiciel détecte bien toute erreur mais que ses messages ne sont pas adaptés. En effet, il fait allusion à des objets "privés" (les cercles C1 et C2) qui ont servi à la construction chez le professeur. Il faut donc intercepter ces messages et les remplacer par de plus éloquents.

IV Les messages associés aux erreurs et les scénarii

Avant de penser à définir des suggestions destinées à guider l'élève en panne, nous allons donc définir toutes les interventions en cas d'erreur.

Puisque B et C sont donnés, il reste 2 erreurs possibles. ABC n'est pas isocèle en A et/ou AB ne mesure pas 10 cm. Il serait intéressant de détecter ces 2 types d'erreur pour définir une intervention appropriée.

Avec la touche F5 (ou menu Fichiers/Professeur/ Définir les contraintes), on accède à un panneau de définition de contraintes. Dans la partie supérieure on voit apparaître une liste de prédicats. Si les propriétés définies à l'aide de ce panneau ne sont pas respectés dans la figure de l'élève, le logiciel enverra le message ou jouera les scénarii associés à la contrainte. Ici, nous cliquons sur "triangle isocèle en..." (déplacez le curseur pour faire apparaître la dernière colonne de prédicats). Le nom du triangle ABC apparaît dans une liste. On clique sur ce nom puis sur le bouton "Ajouter". Dans la liste de gauche apparaît la contrainte définie; dans la liste de droite, un message standard apparaît. Il peut être modifié à volonté. Nous sommes maintenant assurés que chaque fois que l'élève construira un triangle qui ne sera pas isocèle en A, celui-ci verra apparaître le message que l'on vient d'associer à cette erreur.

Passons maintenant au message associé au non respect de la mesure de AB. Cliquez sur le bouton sortie.

Nous allons définir la mesure de AB. Souvenons-nous que tout objet créé par le professeur est demandé chez l'élève. Pour éviter que la mesure du segment [AB] ne soit aussi exigée chez l'élève, il nous faudra cacher ce scalaire (touche F2 ou menu Editer/Aspect). Il existe un moyen plus commode de cacher tous les scalaires (ainsi que les vecteurs) de façon définitive. En effet, la partie de la figure exigée chez l'élève est maintenant construite. En fait, tout nouvel objet construit devrait maintenant être caché. En cliquant sur la caméra (en bas à droite), vous basculez dans un mode cache et vous n'avez plus à passer par le menu "Aspect" pour cacher les scalaires. Ce mode ne s'applique pas aux objets visibles tels que cercles, droites, points ect...Il faut continuer, pour ces derniers, d'utiliser le menu "Aspect".

Définissons la mesure de [AB] et de [AC]: Menu Points/ Distance entre 2 points.
Définissons la distance dist égal à 10cm. : Menu Outils/Calcul. Nous saisissons le nom dist dans la première boîte de saisie, tapons 10 cm dans la deuxième et validons.

Nous pouvons maintenant appeler la définition de contraintes et associer un message à l'erreur qui consisterait à ne pas respecter la distance AB exigée par l'énoncé : Touche F5, cliquez sur le prédicat "=", choisissez le type MESURE, cliquez successivement sur AB dans la colonne de gauche puis dist dans la colonne de droite. Cliquez sur le bouton "Ajouter", puis rédigez le message d’erreur.

Certains exercices ne présenteraient aucun intérêt si certaines fonctionnalités du logiciel n'étaient pas provisoirement inhibées pour l’élève. L'inhibition des menus est obtenue par la touche F6. Il suffit de cliquer le menu que l'on souhaite inhiber dans la colonne de gauche puis de fermer la fenêtre. Si on le souhaite donc pour cet exercice, il est possible d'inhiber toutes les fonctionnalités qui ne relèvent pas d'un niveau de classe de 6ème.

On peut tester l'exercice. Auparavant, il faut le sauvegarder : F9 (si le logiciel demande un nom de fichier, il faut donner le même nom que celui utilisé par l'amorce), taper l'énoncé dans la fenêtre de saisie puis menu Fermer/Sauvegarder sans comparaison.

Pour tester l'exercice il suffit de le recharger par le menu Fichiers/Exercice.

REMARQUE : Nous avons défini un contrôle sur un objet (la distance AB) sans que l'élève ait eu à construire dans sa figure cet objet. Il existe deux classes de prédicats. Ceux qui contrôlent directement les objets construits par l'élève et ceux qui contrôlent les objets définis dans la figure professeur reconstruite avec les données de l'élève. Les prédicats appartenant à la première catégorie sont : appartenir à, ne pas appartenir à, milieu, parallélogramme, triangle quelconque, triangle équilatéral, triangle isocèle en, triangle rectangle en, droite tangente, cercles tangents, commentaire, silence, suggestion, parallèle, non parallèle, perpendiculaire, non perpendiculaire, Libre,Quelconque, ,intérieurCercle, extérieurCercle, équidistant, carré, immobile, non équilatéral, non isocèle, triangle isocèle, triangle rectangle, Cercles mêmes rayons, Cercles rayons différents, Centre du cercle.

En cas d'erreur, le logiciel se contente de prévenir l'élève par un message. On pourrait rédiger des messages plus éloquents mais il est aussi possible de faire apparaître sur la figure de l'élève des objets géométriques (statiques ou animés) destinés par exemple à lui rappeler les propriétés de la figure qui est demandée.

Pour recharge l'exercice en mode Professeur : F8.

Voici comment dessiner sur la figure de l'élève. Si l'erreur porte sur le non respect de l'égalité AB=AC, on décide de faire apparaître le point A à sa place, de dessiner le triangle ABC et de faire clignoter des marqueurs indiquant l'égalité des segments.

Nous appellerons "scénario" une intervention animée ou non sur la figure de l'élève. Un scénario se compose d'une ou plusieurs séquences entrecoupés de commandes.

Les commandes possibles sont les suivantes :

EffEcr - Effacer l'écran

Lancer () - Lance un programme exécutable par exemple lance(calc.exe)
Attendre - Attend que le fichier AVI ait été joué avant de passer à l'instruction suivante.
Noir - Ecran noir
Gris - Ecran gris (par défaut)
affiche (scalaires, équations...) - Affiche des scalaires etc...
Pause1 - Attente d'une seconde avant l'instruction suivante
Pause2 - Attente de 2 secondes avant l'instruction suivante
Pause3 - 3 secondes
Pause4 - 4 secondes
Pause5 - 5 secondes
clignote - Permet de faire clignoter un objet (droite, triangle etc...)
clignotement_marqueurs - fait clignoter tous les marqueurs dans toutes les séquences
clignotement_dans - fait clignoter les marqueurs dans une seule des séquences composant le scénario courant.
supprime affichage (scalaires..) - interromp l'affichage des scalaires
Quadrillage - fait apparaître un quadrillage
modèle - charge en fond d'écran un bitmap (le modèle de la figure si aucun nom de fichier n'est donné).

Nous allons définir notre première séquence : F5.

Le panneau de définition des contraintes apparaît. Cliquez sur le bouton "Séquence"Dans la boîte de saisie située à côté du bouton définir tapez un nom de séquence, par exemple "montrer ABC" puis dans le cadre "Afficher" sélectionnez successivement les 3 points A,B et C et le triangle ABC.sélectionnez successivement les 3 points A,B et C et le triangle ABC. Dans la boîte de saisie du commentairevous pouvez taper un message qui sera affiché pendant toute la durée du scénario. Par exemple. "Souviens toi des propriétés du triangle isocèle!". Enfin si vous le souhaitez vous pouvez enregistrer un message sonore qui sera associé à cette séquence. Vous appelez le magnétophone avec le bouton "Magnétophone", enregistrez une phrase et la sauvegardez dans le répertoire de l'exercice.
Pour lier ce fichier .WAV à la séquence cliquez sur le bouton
Pour terminer, cliquez sur le bouton "Définir".
Nous venons de définir une séquence. Celle ci a été définie pour l'exercice mais elle a aussi été sauvegardée dans une petite base de données que vous pourrez appeler à partir du panneau de définitions des contraintes avec le bouton pour l'exploiter dans un autre exercice si nécessaire.

Puisque nous avons l'intention de faire clignoter des marqueurs d'égalité, il faut le signaler en cliquant sur "marqueurs égalités" :

puis en sélectionnant MESURE, AB, AC puis cliquer le bouton Ajouter. Par défaut les marqueurs apparaissent dans toutes les séquences. Ici nous n'en avons qu'une seule. Si l'on souhaite limiter le nombre de séquences concernées par des marqueurs il suffit d'effacer leurs noms.

Il faut maintenant associer la séquence à l'erreur. Cliquez sur le bouton "Sortie". Nous retrouvons notre panneau de définitions de contraintes. Cliquez sur la relation précédemment définie "triangle isocèle en (ABC,A)" puis sur le bouton.La relation concernée par le scénario apparaît dans le bandeau de la fenêtre qui s'ouvre. Il s'agit de la fenêtre de définition des séquences et le scénario que nous allons construire sera déclenché si la propriété isocèle du triangle n'est pas respectée. En cliquant sur un des nombres, vous sélectionnez à partir de quel nombre d'erreurs (concernant la propriété isocèle) le scénario est déclenché.
Si aucun autre scénario n'est défini pour une erreur de rang plus élevé, ce même scénario sera joué à toutes les erreurs suivantes. Avant cet indice, c'est le message standard qui sera envoyé à l'élève.
Une nouvelle fenêtre est apparue. La zone texte de gauche sert à ordonner l'enchainement de séquences et d'instructions. Nous cliquons à droite dans la liste des séquences. La seule séquence définie s'inscrit dans la colonne de gauche. Nous décidons aussi d'afficher la mesure des côtés. Cliquez sur la commande affiche (scalaires, équations...) et sélectionner les mesures AB et AC.

Pour terminer, nous cliquons sur "clignotement_marqueurs" pour déclencher leur clignotement puis Menu Valider et nous cliquons sur les boutons Sortie des 2 fenêtres précédemment appelées.

La sauvegarde de l'exercice sera obtenue par F9. On choisira cette fois-ci de sauvegarder avec comparaison des solutions en forçant la comparaison sur le triangle ABC uniquement. Nous verrons plus tard comment définir un commentaire sonorisé pour chaque étape de la solution du professeur.

Pour tester le scénario, il faut recharger l'exercice en situation Elève (Menu Fichiers/Exercice). On créera une erreur en construisant un cercle C2 de rayon 10 cm sur lequel on fixera au hasard le point A.

Remarque : Le point A de "l'élève", mal construit, apparaît en rouge alors que le point A du professeur, correct, apparaît en blanc. Si l'on veut éviter que les objets mal construits par l'élève n'apparaissent, il suffit d'utiliser la commande Effecr en début de scénario.

Après avoir construit la figure correctement en prenant soin de faire appel à une méthode différente de celle utilisée dans le module professeur, on verra que le logiciel propose de voir une autre méthode. On pourra déplacer les points libres, changer la configuration de départ. La solution du professeur s'adaptera à cette configuration.

Nous passons maintenant à la définition d'un scénario associé à une erreur sur la mesure de [AB]. Cette fois-ci il s'agira d'une animation. Nous commençons par définir une séquence. On veut par exemple suggérer à l'élève les propriétés du cercle. On fera apparaître les points B et A, le segment [AB], puis on appliquera plusieurs fois au point A une rotation de quelques degrés en faisant apparaître le lieu du point A ; on affichera aussi la mesure du segment [AB].

Toutes les animations reposent sur le principe de transformations appliquées à des objets (la plupart du temps des points). De manière générale, il est préférable d'éviter d'appliquer les transformations sur des objets qui ont servi à la construction de la figure telle qu'elle était demandée. On préfèrera utiliser des objets fantômes. En l'occurrence, nous allons définir un point identique au point A, exactement comme si on lui appliquait la transformation "identique".

Cliquez avec le bouton droit de la souris sur le point A, menu Aspect puis cliquez sur le bouton radio "Identique". Le point a0 est automatiquement créé et caché. On peut maintennt créer le segment [Ba0] et le cacher. Cliquez sur la caméra pour passer en mode caché. Définissez et nommez la rotation R2 de centre B et d'angle 2°.

Remarque : Sous le bouton radio “ Identique ” on trouve un deuxième bouton “ Orientation ”. Ce dernier sert à obtenir l’orientation d’un angle. Il génère un scalaire (caché) qui peut servir dans certaines séquences à orienter le déplacement d’objets.

Création de la séquence : Touche F5, Icône Séquence . On tape le nom de la séquence, par exemple "montrer distance AB" puis on définit l'application dans le premier cadre en sélectionnant successivement ROTATION, R2, le point a0, le nombre d'applications et l'intervalle de temps entre chaque application :

Dans le cadre suivant on demande d'afficher le lieu du point a0. Dans le dernier cadre on demande l'affichage du point B et du segment [BaO]. Si on le veut, on peut associer un fichier .WAV à cette séquence. Ici on se contentera d'inscrire un message qui s'affichera à l'écran pendant l'animation.

Cliquez sur le bouton "Définir". Notre séquence est terminée. Il reste à définir le scénario.

Cliquez sur le bouton "Sortie". Sélectionnez la contrainte " = (MESURE,AB,MESURE,dist). Cliquez sur le bouton "Scénario" puis sur la ligne 1 ou 2 du cadre Scénario/Commande/Son/Video.. La fenêtre de composition de scénario apparaît. Nous choisissons de le définir ainsi :

L'affichage de la mesure AB est obtenu en cliquant sur "affiche (scalaires, équations...) du panneau de commandes.

On quitte cette fenêtre par le menu "Valider" puis les deux fenêtres précédentes par "Sortie". Sauvegardez l'exercice par F9 et testez le en situation élève (CTRL X).

V La définition des suggestions

Il est aussi possible de déclencher des messages ou des scénarii à un moment précis. Ces suggestions sont associés à un objet et sont déclenchées après un temps défini par le professeur si l'objet en question n'a pas encore été construit. Ces suggestions peuvent correspondre à de nouveaux scénarii ou faire appel en partie à des scénarii déjà définis pour les erreurs de construction. L'élève peut aussi appeler les suggestions. Il est averti de cette possibilité par une lampe qui clignote dans la barre de fonctions, à gauche. Le compte rendu d'activités enregistre cet appel de l'élève et conserve la description du scénario joué. L'enseignant a donc intérêt à choisir des noms de séquences clairs car il les retrouvera dans ces comptes rendus.

La création d'une suggestion se déroule en deux temps.

- Création du scénario et nomination de la suggestion.
- Association de la suggestion à un objet et minutage.

a) Création du scénario et nomination de la suggestion

Touche F5 puis icône .
Dans la boîte de saisie, on tape le nom de la suggestion, par exemple "distance AB" puis on clique le bouton "Créer" .

La fenêtre de création de scénario apparaît et on peut alors définir un scénario identique à celui que l'on avait associé à l'erreur concernant la distance AB. On peut aussi enregistrer et insérer un fichier .WAV afin de mieux guider l'élève. Cliquez sur le menu "Valider" puis sur "Sortie".

Association de la suggestion à un objet et minutage :

Cliquez sur l'instruction "suggestion" puis sélectionnez le type POINT puis le point A. Dans la zone de saisie de texte apparaît un exemple de sysntaxe. Nous tapons 3 (pour 3mn) et ouvrons l'accolade "{". Le logiciel affiche automatiquement la liste des suggestions disponibles (ici une seule). Cliquez sur "Sortie" et sauvegarder l'exercice (F9). Chargez l'exercice par CTRL X pour le tester en situation élève. On apercevra la lampe qui clignote à gauche. Si l'on clique sur cette lampe, le scénario associé à la suggestion est lancé. Si après 3 minutes l'élève n'a toujours pas construit le point A, le scénario est automatiquement exécuté.

LA CREATION D'EXERCICES DE DEMONSTRATION

Avant de créer un exercice de démonstration, il est souhaitable d'avoir déjà créé plusieurs exercices de construction.

La génération de ces exercices fait appel à deux programmes différents :

qui sert à définir la figure correspondant à l'énoncé et à générer le fichier (extension .PRW) sur lequel s'appuie le contrôle de la figure construite par l'élève.
traduit la base de règles écrite par le professeur en une représentation qui permettra au moteur d'inférences de vérifier la validité du raisonnement de l'élève.

Pour aborder le compilateur nous utiliserons un premier exercice très simple dont voici l'énoncé :

Soient ABC et DBC deux triangles. On appelle [AH] une hauteur de ABC, [DK] une hauteur de DBC (on construira les points H et K). Prouver que les droites (AH) et (DK) sont parallèles.

Construction de la figure

Lancer le programme de construction géométrique (icône) puis fixer les quatre points A,B,C et D à l'écran. Définir les deux triangles ABC et DBC, le point H projection orthogonale du point A sur (BC) et K projection orthogonale du point D sur (BC). Puis on définit les droites (AH) et (DK). Seuls les objets dont on exige la construction par l'élève doivent être définis. Avec la touche F5 on pourra enfin définir des messages d'erreur sur les points H et K. On se reportera aux passage sur la création des exercices de construction pour plus de détails. Nous appellerons EXO1 cet exercice. Le programme de construction géométrique peut être fermé.

Construction de la base de règles

Lancer le programme C_PROF.EXE. Pour créer un exercice de démonstration il faut signaler au compilateur sur quelle figure géométrique il doit travailler. Avec le menu Fichiers et la fonction Lier une figure on charge la figure précédemment créée (EXO1.PRW).
Trois zones distinctes partageront la base :

I) La zone contenant le texte de l'énoncé est introduite par le mot réservé ENONCE. Il est obligatoire. Le texte de l'énoncé n'a pas ici d'importance; il a été défini lors de la construction de la figure. Nous l'écrivons pour mémoire:

ENONCE

Soit ABC et DBC deux triangles .On appelle [AH] une hauteur de ABC, [DK] une hauteur de DBC. Prouver que les droites (AH) et (DK) sont parallèles.

II) La zone contenant les hypothèses de l'énoncé sert aussi à la déclaration du but du problème ainsi qu'à un certain nombre de mots clés dont nous verrons l'usage à l'occasion d'un exercice plus complexe. (cf aide en ligne) Cette zone est introduite par le mot réservé HYPOTHESES et nous écrivons :

HYPOTHESES

[AH] est une hauteur du triangle ABC.
[DK] est une hauteur du triangle DBC.

La syntaxe de ces hypothèses est totalement libre; elle détermine cependant partiellement la syntaxe des règles. Chaque hypothèse de l'énoncé doit être ponctuée par un point. Le texte, lorsqu'il fait allusion à des objets géométriques, doit respecter certaines conventions :

les noms de segments devront apparaître entre crochets.

les noms de droites entre parenthèses.

les noms de vecteurs devront être précédés de "".
les noms d'angle devront être précédés du symbole "^".

Dans cette zone, le mot réservé BUT sert à signaler les questions posées à l'élève. Les buts doivent correspondre à des conclusions de règle (cf infra). Nous ajouterons à ce groupe d'hypothèses :

BUT la droite (AH) est parallèle à la droite (DK).

Dans son programme l'élève doit pouvoir appeler les règles, les hypothèses ou les conclusions par mots clés. Le choix des mots clés est décidé par le professeur à l'aide d'un mot réservé "CLES". Par exemple, pour l'exercice EXO1 nous pourrions écrire :

HYPOTHESES
[AH] est une hauteur du triangle ABC.
[DK] est une hauteur du triangle DBC.
BUT la droite (AH) est parallèle à la droite (DK).
CLES perpendiculaire hauteur parallèle

Le mot CLES ne doit pas apparaître avant le mot BUT. Il doit toujours être en dernière position dans la zone des HYPOTHESES. Il est également possible de programmer des messages qui se déclencheront après un laps de temps voulu si le but assigné n'a pas encore été atteint par l'élève. Ces messages doivent être associés au but de la façon suivante :

BUT la droite (AH) est parallèle à la droite (DK) ! 5 Pense aux propriétés de la hauteur dans un triangle.

Le message apparaîtra 5 mn après le début de la démonstration si l'élève n'a pas atteint le but.

III) La zone contenant les règles est introduite par le mot réservé REGLES. Il est possible d'obtenir un corps de règle en cliquant sur l'icône : . De façon plus générale, il est aussi possible d'importer directement des théorèmes déjà rédigés à partir d'une base prédéfinie ou d'une base personnelle avec l'icône :

REGLES

(GLOBALE EXCLUSIVE Si deux droites sont perpendiculaires à une même troisième alors elles sont parallèles entre elles.)

:si la droite (AB) est perpendiculaire à la droite (CD)
:et la droite (EF) est perpendiculaire à la droite (CD)
:alors la droite (AB) est parallèle à la droite (EF)!
la droite (AH) est parallèle à la droite (DK).
(GLOBALE EXCLUSIVE Dans un triangle, si une droite est la hauteur relative à un côté, alors elle est perpendiculaire à ce côté.)

:si [AH] est une hauteur du triangle ABC
:alors la droite (AH) est perpendiculaire à la droite (BC)!
la droite (AH) est perpendiculaire à la droite (BC).
la droite (DK) est perpendiculaire à la droite (BC).

Comment rédiger ces règles?

L'ordre d'apparition des règles est sans importance pour la résolution du problème.

On remarque que les deux règles données ici se décomposent en deux parties. La première partie, entre parenthèses et ponctuée par un point obligatoire, est introduite par deux mots réservés "GLOBALE EXCLUSIVE"; elle ne concerne que l'affichage. Cette déclaration imposera au programme de ne montrer à l'élève que la règle exprimée sous cette forme globale et non pas décomposée en pas logiques, telle qu'elle apparaît dans la deuxième partie. Si seul le mot GLOBALE apparaît, l'élève aura accès aux deux formes d'expression de la règle. Si cette première partie, facultative, est absente, seule la forme logique sera affichée.

C'est sur la deuxième expression de la règle que le programme s'appuie pour résoudre le problème. Sa rédaction est cruciale et repose sur les principes suivants.
La règle se compose de trois parties : prémisses, conclusion générale, conclusion(s) instanciée(s). Chaque début de ligne,

à l'exception de la conclusion instanciée, est signalée par la présence des ":". La conclusion générale est séparée de la conclusion instanciée par un "!" et chaque conclusion instanciée se termine par un point. Ces signes séparateurs sont obligatoires.

:si la droite (AB) est perpendiculaire à la droite (CD)
:et la droite (EF) est perpendiculaire à la droite (CD)
:alors la droite (AB) est parallèle à la droite (EF)!
la droite (AH) est parallèle à la droite (DK).

On aura remarqué que la deuxième règle comporte deux conclusions instanciées puisqu'elle s'applique à deux contextes différents.

C'est à partir de la conclusion instanciée (les objets géométriques mentionnés correspondent aux données de l'énoncé) que le programme va remplacer les variables du corps de la règle par des constantes. Dans les parties prémisses et conclusion générale, toute majuscule est interprétée comme une variable logique; en revanche, il n'y a pas de variables dans la conclusion instanciée. Le programme va unifier la conclusion générale à la conclusion instanciée ce qui aura pour effet de remplacer les variables AB et EF respectivement par les constantes AH et DK. La conclusion générale et la conclusion instanciée doivent donc correspondre terme à terme, aux variables près. Si tel n'était pas le cas un message signalerait l'erreur.

Remarque : le programme interprète chaque lettre majuscule comme une variable. Nous avons donc en réalité les variables A,B,E et F qui sont remplacées par les constantes A,H,D et K.
En remplaçant par des minuscules les variables instanciées nous obtenons la règle suivante :
:si la droite (ah) est perpendiculaire à la droite (CD)
:et la droite (dk) est perpendiculaire à la droite (CD)
:alors la droite (ah) est parallèle à la droite (dk)!

La règle a été partiellement instanciée; le programme va maintenant tenter d'unifier la première prémisse de la règle avec une hypothèse de l'énoncé. Ce sera un échec; le programme cherche alors à unifier avec une conclusion de règle. L'unification aboutira avec "la droite (AH) est perpendiculaire à la droite (BC)". La variable CD est donc liée à BC. Après propagation dans le reste de la règle de cette liaison nous obtenons:

:si la droite (ah) est perpendiculaire à la droite (bc)
:et la droite (dk) est perpendiculaire à la droite (bc)
:alors la droite (ah) est parallèle à la droite (dk)!

La deuxième prémisse s'instanciera avec cette autre conclusion de règle "la droite (DK) est perpendiculaire à la droite (BC)."
Si toutes les prémisses d'une règle sont instanciées alors le programme valide la règle.
Le moteur d'inférences du compilateur est indéterministe. Après avoir validé une règle, il essaye d'aboutir à nouveau à la même conclusion avec un jeu différent d'instanciations. Nous verrons dans l'exercice suivant l'intérêt d'une telle approche. Pour ce premier exercice, l'indéterminisme du moteur n'apporte rien.

La première règle est maintenant validée et le système passe à la seconde. La règle est d'abord instanciée avec la première conclusion et nous obtenons :

:si [ah] est une hauteur du triangle abc
:alors la droite (ah) est perpendiculaire à la droite (bc)!
"[ah] est une hauteur du triangle abc" est une hypothèse de l'énoncé; la règle est validée et le même processus est engagé avec la deuxième conclusion. Nous obtenons :
:si [dk] est une hauteur du triangle dbc
:alors la droite (dk) est perpendiculaire à la droite (bc)!

Remarque : Nous avons vu plus haut que chaque lettre majuscule représentait une seule variable. Cette solution peut entraîner des contraintes sur les noms mais elles sont la plupart du temps gérées par le système lui-même. Nous reviendrons sur ce problème dans l'exercice suivant.

Compilation et sauvegarde de la base

A une base compilée correspondent 3 fichiers. En l'occurrence, nous aurons :

1. EXO1.RGX le texte de toute la base telle que nous venons de le rédiger.
2. EXO1.PRW déjà obtenu avec le programme de construction géométrique
3. EXO1.BGX qui contiendra entre autres la traduction de toutes les règles en calcul propositionnel.

Il est maintenant possible de lancer la compilation et la sauvegarde par la touche F2 ou le menu Compilation ou l'icône . Si la base n'a pas encore été nommée le programme demande un nom; on tapera EXO1.

Remarque : La “ compilation rapide ” peut être utilisée sur des bases complexes lors de la mise au point mais elle ne peut servir à générer un exercice exploitable pour l'élève.

On peut maintenant prendre la place de l'élève pour tester l'exercice. Lancer Géométrix Elève.

On charge ensuite l'exercice EXO1.PRW. Afin d'explorer les fonctionnalités du logiciel, on omettra la construction du point K. Après construction de la figure, on sélectionne le menu Démontrer et la fonction Démonstration. La sélection des objets se fait en cliquant dessus. Pour conduire une démonstration, on sélectionne une ou plusieurs hypothèses, une conclusion puis une règle. S'il n'y a pas d'erreur la conclusion change de fenêtre et vient s'ajouter à la liste des hypothèses. Il est possible de faire marche arrière en cliquant sur une seule hypothèse avec le bouton droit de la souris et en demandant la suppression.

Pour démontrer que (AH) est perpendiculaire à (BC), on clique sur l'hypothèse [AH] est une hauteur du triangle ABC. Les objets géométriques mentionnés dans l'hypothèse passent en jaune dans la figure. On clique sur la conclusion la droite (AH) est perpendiculaire à la droite (BC) puis on sélectionne la règle : Dans un triangle si une droite est la hauteur relative à un côté alors elle est perpendiculaire à ce côté. On choisit la fonction Appliquer. Avant de retourner compléter la construction on sélectionne dans la fenêtre des hypothèses le menu contextuel (clic droit de la souris) et la fonction Rémanente. Puis à nouveau toujours avec le même menu contextuel, la fonction Construction. Il est maintenant possible de terminer la construction. On pourra, si on le souhaite, ajuster la taille de la fenêtre des hypothèses. La fonction rémanente permet à l'élève de voir apparaître en direct les hypothèses correspondant à sa construction.

Pour repartir vers la démonstration on cliquera sur le menu Démontrer. Lorsque la démonstration est terminée le logiciel envoie un message prévenant l'élève. Celui-ci peut éventuellement demander une correction en cliquant le menu déroulant correction de la fenêtre hypothèses. Le logiciel propose d'autres solutions à l'élève si l'ensemble des règles fournies par le concepteur le permet. Seules les solutions dont le nombre de pas de raisonnement est égal ou inférieur à celle de l'élève sont affichées.

Création d'un nouvel exercice

Nous partirons de cet énoncé :

Soit un triangle ABC. On appelle M le milieu de [AB] et N le milieu de [AC]. P étant un point de (BC), on appelle J l'intersection de (MN) et (AP). Prouver que J est milieu de [AP].
Nous construisons la figure demandée de la façon suivante :

fixer les trois points A,B et C.
définir le triangle ABC.
définir les milieux M et N.
fixer le point P sur la droite (BC)
définir les droites (MN) et (AP)
définir J, intersection de (MN) et (AP).
Avec la touche F5 définir la contrainte P appartient à la droite (AP).
Avec F9 on sauvegarde l'exercice que nous appelerons EXO2.

Quitter le module graphique et appeler le générateur d'exercices (compilateur de règles).

Ecrivons la base d'un premier jet :

ENONCE

Soit un triangle ABC. On appelle M le milieu de [AB] et N le milieu de [AC]. P étant un point de (BC), on appelle J l'intersection de (MN) et (AP). Prouver que J est milieu de [AP].

HYPOTHESES

M est le milieu de [AB].
N est le milieu de [AC].
BUT J est le milieu de [AP].
CLES parallèle milieu

REGLES

(GLOBALE EXCLUSIVE Si une droite joint les milieux de deux côtés d'un triangle, alors, elle est parallèle au troisième côté.)

:si M est le milieu de [AB]
:et N est le milieu de [AC]
:alors la droite (MN) est parallèle à la droite (BC)!
la droite (MN) est parallèle à la droite (BC).

(GLOBALE EXCLUSIVE Dans un triangle, si une droite est parallèle à un côté et passe par le milieu d'un autre, alors elle coupe le troisième côté en son milieu.)

:Dans le triangle ABC
:si M est le milieu de [AB]
:et N est sur [AC]
:et la droite (MN) est parallèle à la droite (BC)
:alors N est le milieu de [AC]!
J est le milieu de [AP].

Si nous compilons la base directement après avoir lié la figure EXO2.PRW, le programme nous envoie le message suivant :
Dans la Règle N° 2

Dans le triangle ABC
si M est le milieu de [AB]
et N est sur [AC]
et la droite (MN) est parallèle à la droite (BC)
alors N est le milieu de [AC]

la proposition suivante n'est pas démontrable:

le triangle a B p

avec ces instanciations:

le triangle a B p
M est le milieu de [a B]
j est sur [a p]
la droite (M j) est parallèle à la droite (B p)
---> j est le milieu de [ap]

La règle qui pose problème, est présentée sous deux formes différentes. La première correspond à la façon dont elle a été rédigée, avec ses variables, dans l'éditeur. La deuxième forme est le résultat d'une instanciation partielle de la règle à partir de la conclusion, avec les noms des objets géométriques éclatés. Pour ces derniers, les minuscules indiquent que la variable a été instanciée. Ici, le programme nous avertit qu'il ne trouve aucune hypothèse et aucune conclusion de règle unifiable à "le triangle a B p" (pour toute prémisse le moteur d'inférences ignore le premier mot). C'est donc la première prémisse de la règle que le programme ne peut démontrer. Il lui manque l'"hypothèse suivante : le triangle APC. Cette hypothèse qui pose l'existence du triangle APC est un implicite, une évidence. Pour l'instant, il n'est pas indispensable de demander à l'élève de sélectionner cette hypothèse pour appliquer la règle. Le mot clé CACHE placé avant l'hypothèse permettra de résoudre ce problème. Nous avons donc les hypothèses suivantes :

M est le milieu de [AB].
N est le milieu de [AC].
CACHE le triangle APC.

Remarque : La directive CACHE peut être levée d'office par le programme ELEVE en cas d'ambiguïté sur certaines règles.

Si nous compilons la base après cette modification nous obtenons un nouveau message d'erreur

Dans la Règle N° 3
Dans le triangle ABC
si M est le milieu de [AB]
et N est sur [AC]
et la droite (MN) est parallèle à la droite (BC)
alors N est le milieu de [AC]
la proposition suivante n'est pas démontrable:
j est sur [a p]
avec ces instanciations:
le triangle a B p
M est le milieu de [a B]
j est sur [a p]
la droite (M j) est parallèle à la droite (B p)
---> j est le milieu de [ap]

Nous nous trouvons devant une situation semblable à la précédente et il suffira de compléter les hypothèses de cette façon :

M est le milieu de [AB].
N est le milieu de [AC].
CACHE le triangle APC.
CACHE J est sur [AP].

Une nouvelle compilation nous conduit à ce message :

Dans la Règle N° 2

Dans le triangle ABC
si M est le milieu de [AB]
et N est sur [AC]
et la droite (MN) est parallèle à la droite (BC)
alors N est le milieu de [AC]

la proposition suivante n'est pas démontrable:

la droite (n j) est parallèle à la droite (c p)

avec ces instanciations:

le triangle a B p
M est le milieu de [a B]
j est sur [a p]
la droite (M j) est parallèle à la droite (B p)
---> j est le milieu de [ap]

Pour parvenir à ses fins le moteur d'inférences a besoin de démontrer "la droite (NJ) est parallèle à la droite (CP)". Cette fois, la proposition ne peut pas être une hypothèse de l'énoncé mais la conclusion d'une règle cachée que nous ajouterons à la base. En effet, si l'élève a démontré que la droite (MN) est parallèle à la droite (BC) à l'aide du théorème de la droite des milieux on peut considérer comme prouvé "la droite (JN) est parallèle à la droite (PC)". Le professeur qui souhaiterait amener l'élève à faire la démonstration peut toujours écrire la règle adéquate. Ce type de règle est donc utile pour épargner à l'élève la démonstration d'évidences :

:quand la droite (@M@N) est parallèle à la droite (@B@C)
:alors CACHE la droite (MJ) est parallèle à la droite (BP) !
la droite (JN) est parallèle à la droite (PC).

Dans cette règle nous faisons appel à deux fonctionnalités qui peuvent apporter un peu de souplesse aux démonstrations exigées de l'élève.

Les règles cachées : elles ne sont pas visibles dans la fenêtre REGLES et l'élève n'a pas à les appliquer lors de sa démonstration. Dès que l'ensemble des prémisses est prouvé, leurs conclusions s'ajoutent automatiquement à la liste des hypothèses.

Le symbole "@" accolé à la majuscule d'un nom d'objet géométrique (dans les prémisses uniquement) signale à l'interprêteur que cette lettre ne représente pas une variable mais une constante. Les règles qui font appel à ce symbole doivent être cachées ou déclarées "GLOBALE EXCLUSIVE".

Remarque importante : Il est possible de se passer de ces règles cachées qui servent souvent à traiter des problèmes de synonymie. On fait alors appel à la déclaration SYNONYMIE. Ici :

SYNONYMIE (MJ) (NJ) (MN).
SYNONYMIE (BP) (BC) (CP)

Cette déclaration peut être utilisée avec les angles dont les noms sont composée des noms de 3 points par exemple :
SYNONYMIE ^BAC ^JAC.

Ce type de déclaration permet d’écrire des bases de façon plus concise mais attention à l’explosion combinatoire. Vous trouverez un exemple dans l’exercice dquat02.

Nous pouvons maintenant compiler la base et la tester en prenant la place de l'élève.

Avec cet ensemble de règles le moteur d'inférences ne trouve qu'une seule solution. Comment obtenir une deuxième solution faisant appel à la droite des milieux dans le triangle APB?

Nous avons besoin d'une hypothèse cachée supplémentaire ("le triangle APB") afin de démontrer que la droite (MJ) est parallèle à la droite (BP). Cette dernière proposition sera obtenue avec la même règle cachée précédente. Nous avons donc les hypothèses suivantes :
HYPOTHESES

M est le milieu de [AB].
N est le milieu de [AC].

CACHE J est sur [AP].
CACHE le triangle ABP.
CACHE le triangle APC.
BUT J est le milieu de [AP].
CLES parallèle milieu

et la règle cachée ainsi complétée :

:si la droite (@M@N) est parallèle à la droite (@B@C)
:alors CACHE la droite (MJ) est parallèle à la droite (BP) !
la droite (MJ) est parallèle à la droite (BP).
la droite (JN) est parallèle à la droite (PC).

L'indéterminisme du moteur d'inférences permettra de trouver deux solutions pour la dernière règle.

Remarque importante : Si nous avions utilisé la déclaration SYNONYMIE vue plus haut, le compilateur aurait trouvé de lui-même la 2ème solution sans ajouter de règle.

Les messages d'erreur du compilateur

Les messages concernant les erreurs de syntaxe s'affichent dans une fenêtre standard de WINDOWS. L'erreur est située dans la première règle sélectionnée.
Les autres messages concernent l'impossibilté d'aboutir à une démonstration. Le programme refuse de compiler la base si :

une prémisse n'est pas démontrable car elle n'est unifiable à aucune hypothèse ou aucune conclusion instanciée de règle.
une des prémisses de la règle est identique à la conclusion de cette même règle ou la même prémisse apparaît plusieurs fois dans la règle (le message est identique à celui émis pour l'erreur précédente).
une des conclusions instanciées de la règle est redondante. Le programme signale alors la conclusion en trop; il faut la supprimer.
la conclusion générale ne peut s'unifier avec une des conclusions instanciées.
tentative d'instanciation d'une même variable avec deux constantes différentes.
Il n'y a aucune solution pour le but demandé.

Il est possible d'ajouter à une base, des règles qui autorisent des démonstrations qui ne sont pas exigées par l'énoncé. On peut aussi définir des propriétés et leur réciproque, développer des branches sans issue ou générer des règles et leur réciproque.

Remarque:Le fonctionnement indéterministe du moteur associé à un grand nombre de règles peut entraîner un temps de compilation très long sur des machines à base de microprocesseurs dont les performances sont inférieures à celles des Pentium. Ce problème ne concerne que le module compilateur du professeur et certaines bases.

LA DECLARATION “ EQUIVALENCE ” ET LA DUPLICATION DES REGLES

La directive EQUIVALENCE est suivie de deux termes séparés par le symbole "!" et terminée par un point. Elle établit entre ces deux termes une équivalence logique. (Ici elle nous sert à tenir compte de la propriété de symétrie des relations parallèle, et =). Les majuscules représentent des variables et non des constantes. Cette déclaration doit être faite dans la plupart des cas. Sans elle, le compilateur peut ne pas parvenir à compiler la base ou tout simplement ne pas “ voir ” tous les chemins possibles vers la solution.

On a vu plus haut qu'il était possible d'associer à une même règle formelle plusieurs conclusions différentes. Le programme génère alors autant de règles différentes que de conclusions. Il existe des situations où la rédaction de la règle formelle limite considérablement l'espace des instanciations possibles. Le programme ne peut alors générer, pour une même règle formelle appliquée à plusieurs conclusions, les différentes règles instanciées par les conclusions.

ENONCE

ABCD est un parallélogramme.
La bissectrice (D1) de l'angle ^DAB coupe (CD) en M.
La bissectrice (D2) de l'angle ^BCD coupe (AB) en N.
Démontrer que le quadrilatère ANCM est un parallélogramme.

HYPOTHESES

ABCD est un parallélogramme.

(AM) est la bissectrice de ^BAD.
(CN) est la bissectrice de ^BCD.
(AM) est une sécante commune aux deux droites (AB) et (CD).
(CN) est une sécante commune aux deux droites (AB) et (CD).
CACHE ^AMD et ^NCD occupent la position d'angles correspondants.
CACHE ^BAM et ^BNC occupent la position d'angles correspondants.
CACHE ANCM est un quadrilatère.
CACHE N est sur (AB).
CACHE M est sur (CD).

EQUIVALENCE (UV) est une sécante commune aux deux droites (WX) et (YZ) !
(UV) est une sécante commune aux deux droites (YZ) et (WX).

EQUIVALENCE ^ABC =^DEF ! ^DEF= ^ABC.

EQUIVALENCE (WX) est parallèle à (YZ) ! (YZ) est parallèle à (WX).

BUT le quadrilatère ANCM est un parallélogramme.

CLES parallélogramme parallèle sécante = angles bissectrice

REGLES

(GLOBALE EXCLUSIVE si un quadrilatère a ses côtés opposés parallèles deux à deux alors c'est un parallélogramme.)

: si ANCM est un quadrilatère
: et (AN) est parallèle à (CM)
: et (AM) est parallèle à (CN)
: alors le quadrilatère ANCM est un parallélogramme!
le quadrilatère ANCM est un parallélogramme.

(GLOBALE EXCLUSIVE les côtés opposés d'un parallélogramme sont parallèles deux à deux.)

: si ABCD est un parallélogramme
: alors (AB) est parallèle à (CD)!
(AB) est parallèle à (CD).

: si (@A@B) est parallèle à (@C@D)
: alors CACHE (AN) est parallèle à (CM)!
(AN) est parallèle à (CM).
(BN) est parallèle à (MD).

(GLOBALE EXCLUSIVE dans un parallélogramme les angles opposés ont même mesure.)
: si ABCD est un parallélogramme
: alors ^BAD = ^BCD !
^BAD = ^BCD.
^ADC = ^ABC.

: si ^BAD = ^BCD
: et (AM) est la bissectrice de ^BAD
: et (CN) est la bissectrice de ^BCD
: alors ^BAM = ^NCD !
^BAM = ^NCD.

(GLOBALE EXCLUSIVE étant données deux droites parallèles, toute sécante commune détermine des angles alternes-internes de même mesure.)

: si (AB) est parallèle à (CD)
: et (AM) est une sécante commune aux deux droites (AB) et (CD)
: alors ^BAM = ^AMD comme angles alternes-internes !
^BAM = ^AMD comme angles alternes-internes.
^DCN = ^CNB comme angles alternes-internes.

: si ^XYZ = ^YZW comme angles alternes-internes
: et ^XYZ = ^ABC
: alors ^YZW = ^ABC !
^AMD = ^NCD.
^CNB = ^BAM.

(GLOBALE EXCLUSIVE La bissectrice d'un secteur est le partage en deux secteurs équiangles.)

: si (AM) est la bissectrice de ^BAD
: alors ^BAM = ^DAM !
    ^BAM = ^DAM .
    ^BCN = ^DCN .

(GLOBALE EXCLUSIVE si deux droites coupées par une même sécante déterminent des angles correspondants de même mesure alors ces deux droites sont parallèles.)

: si ^AMD = ^NCD
: et ^AMD et ^NCD occupent la position d'angles correspondants
: alors (AM) est parallèle à (NC) !
    (AM) est parallèle à (NC).

(GLOBALE EXCLUSIVE si deux droites coupées par une même sécante déterminent des angles correspondants de même mesure alors ces deux droites sont parallèles.)

: si ^BAM = ^BNC
: et ^BAM et ^BNC occupent la position d'angles correspondants
: alors (AM) est parallèle à (NC) !
    (AM) est parallèle à (NC).

La duplication de l'avant dernière règle est obligatoire car il est impossible d'obtenir deux instances différentes de la règle avec la même conclusion instanciée. Les deux dernières règles sont donc identiques aux noms des variables près.

LES REGLES INACTIVABLES

Il est possible de rédiger des règles qui ne peuvent être utilisées pour résoudre le problème. Seule la forme globale de telles règles peut être affichée dans le module ELEVE. Par exemple, on peut ajouter à une base le théorème sur la droite des milieux sans que ce théorème puisse être appliqué. La syntaxe est la suivante (pour notre exemple) :

(GLOBALE EXCLUSIVE Si une droite joint les milieux de deux côtés d'un triangle alors elle est parallèle au troisième côté.)

: si
: alors INERTE !.

Les prémisses et les conclusions ne sont pas rédigées; seuls les éléments permettant au système de décomposer les règles sont présents. Le mot réservé INERTE est obligatoire.